



INSTITUTO
UNIVERSITÁRIO
DE LISBOA

**RUMO À EXCELÊNCIA NA LOGÍSTICA DO SISTEMA
NACIONAL DE SAÚDE:
O Papel da Inteligência Artificial**

Mónica Russo Oliveira

Mestrado em Gestão de Empresas

Orientadora:

Professora Doutora Ana Lúcia Henriques Martins,
Professora Associada

Iscte – Instituto Universitário de Lisboa

Setembro, 2024



BUSINESS
SCHOOL

Departamento de Marketing, Operações e Gestão Geral

**RUMO À EXCELÊNCIA NA LOGÍSTICA DO SISTEMA
NACIONAL DE SAÚDE:
O Papel da Inteligência Artificial**

Mónica Russo Oliveira

Mestrado em Gestão de Empresas

Orientadora:

Professora Doutora Ana Lúcia Henriques Martins,
Professora Associada

Iscte – Instituto Universitário de Lisboa

Setembro, 2024

A Saúde não tem preço, mas tem custos...

(Macedo & Reis, 2011)

AGRADECIMENTO

Ao findar desta tese, queria expressar a minha sincera gratidão a todos aqueles que contribuíram para a realização deste trabalho, seja por terem contribuído para a sua elaboração, seja pelo apoio que me deram durante todo o processo.

Agradeço especialmente à minha família pelo apoio e incentivo ao longo desta jornada.

Sou imensamente grata à minha orientadora pelo suporte, orientação e expertise compartilhados durante este processo, bem como a todos os professores do ISCTE que me formaram e me permitiram ter conhecimento para elaborar esta tese. Posso afirmar que me transmitiram resiliência e motivação para conquistar o meu percurso académico dentro da Pós-graduação em Gestão para Profissionais de Saúde, bem como no *Executive Master* de Gestão de Serviços de Saúde. Destes distingo, com mérito, o Professor José Crespo de Carvalho e Professora Generosa do Nascimento, bem como o Professor Pedro Falcão.

Agradeço aos meus colegas de Pós-graduação, *Executive Master* e Mestrado pela colaboração, troca de ideias e, alguns, pela profunda amizade ao longo destes anos, distinguindo a Dra. Barbara Flor-de-Lima, Dr. Tiago Morgado e Dra. Patrícia Martins.

Agradeço, igualmente à instituição ISCTE - Business School, pelo suporte e recursos disponibilizados para a realização desta pesquisa, bem como ao Hospital Beatriz Ângelo, onde trabalho, e onde foi possível a recolha da informação que compõe esta tese, bem como aos meus colegas de serviço, particularmente a Dra. Ana Rita Malaquias, pelo seu incondicional apoio.

RESUMO

Nos últimos anos, a tecnologia digital revolucionou a forma como interagimos com o mundo, tornando imperativa a investigação aprofundada sobre seu impacto em todas as áreas, sendo a saúde uma delas. O tema da utilização da Inteligência Artificial (IA) aplicada na logística de cuidados em saúde, surge numa altura controversa e de grande instabilidade económica de todos os sistemas de saúde. Numa altura em que se fala da sustentabilidade económica e do Futuro do nosso Sistema Nacional de Saúde (SNS), é perentório procurar soluções para garantir a sustentabilidade de um sistema que provém, a todos os portugueses, a saúde do dia a dia. Este estudo pretende contribuir para a Estratégia Nacional de aplicação de IA a um dos ramos com maior potencial de sustentabilidade, como a logística do SNS. Pretende-se analisar, através de uma revisão literária sistematizada (PRISMA), e metodologia empírica, os benefícios da utilização da inteligência artificial em logística de cuidados e saúde e as limitações que impedem a sua utilização. Foram qualificados 33 artigos científicos para este estudo. Esta revisão foi a base para a construção de um questionário aplicado a profissionais na área da logística hospital em Portugal, para se analisar a sua perceção dos benefícios e limitações do uso de IA na logística na saúde. A amostra foi escolhida através de um método de amostragem, por conveniência, que compreendeu 49 profissionais. Concluindo a implementação da IA na logística dos sistemas de saúde, é salientada como benéfica, podendo contribuir para cuidados de saúde mais sustentáveis economicamente, mitigando os grandes desafios a que está exposto o SNS na atualidade, contudo, deve ser uma escolha institucional e política, devendo ser assegurada a sua segurança, eficiência e privacidade.

Palavras-chave: Sistemas de saúde, Logística, Cadeia de abastecimento, Inteligência artificial

Classificação JEL:

I190 Health: Other

O330 Technological Change: Choices and Consequences

Y40 Dissertations

ABSTRACT

In the last few years, digital technology has revolutionized the way we interact with the world, making it imperative to conduct in-depth research into its impact on all areas, health being one of them. The topic of using Artificial Intelligence (AI) in healthcare logistics arises at a time of controversy and great economic instability for all healthcare systems. At a time when we are talking about economic sustainability and the future of our National Health System (NHS), it is imperative to seek solutions to ensure the sustainability of a system that provides everyday health to all portuguese people. This thesis aims to be part of the National Strategy for the applicability of AI to one of the areas with the greatest potential for sustainability, such as the NHS logistics. The aim is to demonstrate, through a systematic literature review (PRISMA) and empirical methodology, the benefits of using artificial intelligence in healthcare logistics and the limitations that prevent its use. 33 scientific articles were qualified for this thesis. The sample was chosen through a convenience sampling method, which comprised 49 professionals. Concluding, the implementation of AI in the logistics of health systems is highlighted as beneficial, and can contribute to more economically sustainable health care, mitigating the major challenges to which the NHS is currently exposed. However, it must be an institutional and political choice, and its security, efficiency and privacy must be ensured.

Keywords: Healthcare systems, Logistics, Supply chain, Artificial intelligence

JEL Classification:

I190 Health: Other

O330 Technological Change: Choices and Consequences

Y40 Dissertations

ÍNDICE

INTRODUÇÃO	1
PROBLEMATICA DE INVESTIGAÇÃO	2
CARACTERIZAÇÃO DOS SISTEMAS DE SAÚDE	2
SUSTENTABILIDADE ECONÓMICA DOS SISTEMAS DE SAÚDE.....	3
CONTRIBUIÇÃO DA LOGÍSTICA PARA A SUSTENTABILIDADE NOS SISTEMAS DE SAÚDE	5
A INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL COMO INSTRUMENTO EMERGENTE NOS SISTEMAS DE SAÚDE.....	6
OBJETIVO E QUESTÕES DE INVESTIGAÇÃO	6
METODOLOGIA DO ESTUDO	7
ÂMBITO DO ESTUDO	7
ÉTICA DO ESTUDO	7
ESTRUTURA DO ESTUDO	8
CAPÍTULO 1. REVISÃO DA LITERATURA	9
1.1 METODOLOGIA PRISMA	9
1.1.1 Protocolo	9
1.1.2 Registo e fontes de informação.....	9
1.1.3 Critérios de elegibilidade, seleção dos estudos e processo de recolha de dados	10
1.1.4 Lista de dados e intervalo temporal	14
1.2 ENQUADRAMENTO CONCETUAL	15
1.2.1 Perceção de Inteligência Artificial	15
1.2.2 Utilização de Inteligência Artificial nos sistemas de saúde	17
1.2.3 Importância da Logística nos sistemas de saúde.....	19
1.2.4 A utilização da Inteligência Artificial na logística dos sistemas de saúde.....	21
1.2.5 Requisitos para a utilização da Inteligência Artificial na logística dos sistemas de saúde.....	23
1.2.6 Benefícios da utilização da Inteligência Artificial na logística dos Sistemas de Saúde	25
1.2.7 Limitações e Desafios da utilização da Inteligência Artificial na logística dos Sistemas de Saúde	29
CAPÍTULO 2. METODOLOGIA	35
2.1 QUESTIONÁRIO	35
2.2 RECOLHA DE DADOS	35
2.3 AMOSTRA	36
CAPÍTULO 3. RESULTADOS	37
3.1 CARACTERIZAÇÃO DA AMOSTRA	37
3.2 MELHORES PRÁTICAS PARA A INTEGRAÇÃO DE INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL EM SISTEMAS DE LOGÍSTICA HOSPITALAR	40

3.3 PRINCIPAIS TECNOLOGIAS DE INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL UTILIZADAS NA LOGÍSTICA DE CUIDADOS DE SAÚDE	42
3.4 PRINCIPAIS REQUISITOS DE INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL UTILIZADAS NA LOGÍSTICA DE CUIDADOS DE SAÚDE	43
3.5 BENEFÍCIOS RECONHECIDOS ASSOCIADOS AO USO DE INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL NA LOGÍSTICA DOS CUIDADOS DE SAÚDE	43
3.6 LIMITAÇÕES ASSOCIADAS AO USO DE INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL NA LOGÍSTICA DOS CUIDADOS DE SAÚDE	44
3.7 PRINCIPAIS DESAFIOS ASSOCIADOS AO USO DE INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL NA LOGÍSTICA DOS CUIDADOS DE SAÚDE	45
CAPÍTULO 4. DISCUSSÃO	47
4.1 APLICAÇÕES ATUAIS E TENDÊNCIAS FUTURAS DO USO DE IA EM DIFERENTES ASPETOS DA LOGÍSTICA DOS CUIDADOS DE SAÚDE	47
4.2 REQUISITOS NECESSÁRIOS PARA A CORRETA E EFICIENTE UTILIZAÇÃO DA INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL NO SECTOR DA SAÚDE	48
4.3 LIMITAÇÕES, DESAFIOS E BENEFÍCIOS DO USO DA IA EM DIFERENTES ASPETOS DA LOGÍSTICA DOS CUIDADOS DE SAÚDE	49
CONCLUSÕES	51
CONSIDERAÇÕES FINAIS	51
LIMITAÇÕES DOS RESULTADOS.....	53
IMPLICAÇÕES E PISTAS PARA INVESTIGAÇÃO FUTURA	53
FINANCIAMENTO E CONFLITO DE INTERESSES.....	53
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	
ANEXO 1. QUESTIONÁRIO	

ABREVIATURAS

COVID-19 - Coronavirus disease 2019

DL – Deep Learning

DRE – Diário da República eletrónico

IA – Inteligência Artificial

IoB - Internet de Negócios

IoE - Internet de Energia

IoH - Internet da Saúde

IoT - Internet das Coisas

ISCTE-IUL – Instituto Universitário de Lisboa

JEL - Journal of Economic Literature

ML – Machine Learning

NHS - National Health System

OMS – Organização Mundial de Saúde

PIB – Produto Interno Bruto

PLN -Processamento linguagem natural

SNS – Sistema Nacional de Saúde

TI - Tecnologia da Informação

USD – United States Dolar

WHO – World Health Organization

XAI - Explainable Artificial Intelligence

INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, a tecnologia digital revolucionou a forma como interagimos com o mundo, tornando imperativa a investigação aprofundada sobre seu impacto em todas as áreas, sendo a saúde uma delas. A escolha deste tema está fundamentada na importância de promover a sustentabilidade na gestão de todas as organizações, sendo o Sistema Nacional de Saúde (SNS) um exemplo crucial disso.

Em 2021, foram publicadas as diretrizes para a utilização da inteligência artificial (IA) em Saúde, pela Organização Mundial da Saúde (OMS) (OMS, 2021). Foi criado um conjunto de seis princípios orientadores para o uso da inteligência artificial na saúde, cujo objetivo seria garantir que esta tecnologia inovadora fosse utilizada de forma ética, responsável e equitativa, para o benefício de todos.

Os seis princípios orientadores publicados são:

1. Proteger a autonomia humana: As pessoas, e não as máquinas, devem permanecer no controlo dos sistemas de saúde e das decisões médicas. A IA deve ser usada para auxiliar e empoderar os profissionais de saúde, não para substituí-los.
2. Garantir transparência, explicabilidade e inteligibilidade: Os sistemas de IA devem ser transparentes e explicáveis, para que os usuários possam entender como funcionam e tomar decisões informadas sobre seu uso.
3. Promover responsabilidade e prestação de contas: Deve haver um sistema claro de responsabilidade para o desenvolvimento e uso da IA na saúde. Tanto os responsáveis pelo seu desenvolvimento, como os operadores e usuários de sistemas de IA devem ser responsáveis pelo seu impacto.
4. Garantir inclusão e equidade: A IA deve ser projetada e usada de forma a evitar discriminação e garantir o acesso equitativo aos benefícios da tecnologia para todos, independentemente de idade, sexo, género, raça, etnia, orientação sexual, capacidade ou outras características protegidas por códigos de direitos humanos.
5. Promover uma IA que seja responsiva e sustentável: Os sistemas de IA devem ser projetados para serem compatíveis com os valores e princípios éticos da sociedade, e devem ser desenvolvidos e usados de forma a promover a sustentabilidade ambiental e social.
6. Priorizar a pesquisa e desenvolvimento: É necessário investir em pesquisas para garantir que a IA seja usada de forma segura, eficaz e ética na saúde.

Em Portugal, foi elaborada uma estratégia nacional de Inteligência artificial, tendo como base as diretrizes criadas ao nível da OMS, que tem como objetivo promover e mobilizar a sociedade em geral,

para o ensino e investigação, para a inovação e desenvolvimento de produtos e serviços suportadas em tecnologias de IA. Esta estratégia foi alinhada com uma versão inicial do plano de ação da União Europeia e dos seus estados-membros, que posteriormente (2021) foi publicado pela OMS num formato de diretrizes. Este plano promovia o uso das tecnologias de IA na resolução de desafios globais, como sendo a saúde, o clima, a agricultura e a cibersegurança (Portugal Digital, 2021).

Adotando esta estratégia, e segundo os autores da mesma, seria espectável que na próxima década, as tecnologias de Inteligência Artificial estivessem facilmente disponíveis para promover a eficiência dos processos e a qualidade de serviços nas empresas, nos serviços públicos e para todos os cidadãos (Portugal Digital, 2021).

PROBLEMÁTICA DE INVESTIGAÇÃO

O tema da utilização da Inteligência Artificial aplicada na logística de cuidados em saúde, surge numa altura controversa e de grande instabilidade económica de todos os sistemas nacionais de saúde, não apenas o de Portugal, sendo que o custo real dos cuidados de saúde que temos disponíveis, é elevadíssimo e, considerado por muitos países, insustentável a curto prazo (Macedo & Reis, 2011).

Segundo os mesmos autores, o setor da saúde está a mudar rapidamente devido ao aumento da procura e novos desenvolvimentos tecnológicos, deste modo, as opções terapêuticas estão-se a tornar cada vez mais complexas e personalizadas, causando avaliação constante, regulamentação e custos avultados, causando instabilidade na acessibilidade aos cuidados de saúde por todos.

Numa altura em que se fala da sustentabilidade económica e do Futuro no nosso SNS, é perentório procurar soluções para garantir a sustentabilidade de um sistema que provém a todos os portugueses, a saúde do dia a dia. A crescente disponibilidade de dados de saúde e o rápido desenvolvimento de grandes métodos de análise de dados, abriram novos caminhos para o uso de Inteligência Artificial na área da saúde, no entanto, as aplicações são ainda escassas e diminutas em Portugal.

CARACTERIZAÇÃO DOS SISTEMAS DE SAÚDE

Os sistemas de saúde são “um conjunto de relações políticas, económicas e institucionais responsáveis pela condução de processos referentes à saúde de uma dada população que se concretizam em organizações, regras e serviços, que visam alcançar resultados condizentes com a conceção de saúde, que prevalece na sociedade” (Lobato et al, 2012).

Segundo os mesmos autores, estes sistemas, como os conhecemos hoje, são recentes na história e só se consolidaram, como tal, em meados do século XX. A forma como estes sistemas funcionam e se organizam, bem como os resultados que alcançam para a vida e saúde dos indivíduos, dependem

do quanto a sociedade (governo, mercado e comunidade) toma para si a responsabilidade pela saúde da população (Lobato et al, 2012).

O SNS português teve início em 1971, sendo que, até essa altura, os cuidados de saúde eram maioritariamente assegurados pelo sistema privado. O verdadeiro SNS foi criado em 1976, mas foi apenas nos anos 80 que se estabeleceu que, o direito à saúde, deveria ser realizado através de um SNS universal e geral, tendo em conta as condições económicas e sociais dos cidadãos, sendo que deveria ser tendencialmente gratuito. Foi nesta altura dado ênfase, então, ao princípio de justiça social e de racionalização dos recursos, presente no artigo 64º do Diário da República onde se descrevem os deveres e direitos em relação à Saúde da população portuguesa (DRE, Artigo 64.º). Nos anos 90, surge a Lei de Bases da Saúde (recentemente modificada), estabelecendo-se que a saúde não só é um direito, mas também uma responsabilidade conjunta (Diário da República, 1990).

Desde a sua fundação até à atualidade, o nosso sistema nacional de saúde, bem como todos na generalidade, foram expostos a vários desafios. Destes, referem-se os principais: a crescente procura por serviços de saúde, o envelhecimento populacional, o financiamento desproporcional, bem como o valor crescente da inovação tecnológica e farmacológica (Sakellarides et al, 2020). Estes desafios estão a levar o setor a procurar soluções de design mais sustentáveis para reduzir custos operacionais e gerar melhores resultados de saúde e bem-estar para os utentes.

Um desenvolvimento sustentável deve atender às necessidades da geração atual, sem comprometer a capacidade das gerações futuras, de atender às suas próprias necessidades. Para tornar esses benefícios uma realidade, é fundamental adquirir a perspetiva de toda a vida e não apenas de momentos de maior necessidade, e que a sustentabilidade esteja no centro de todas as tomadas de decisão (Macedo & Reis, 2011).

SUSTENTABILIDADE ECONÓMICA DOS SISTEMAS DE SAÚDE

A sustentabilidade económica dos sistemas de saúde é um tema frequentemente levantado no debate sobre políticas de saúde. O problema é frequentemente formulado em termos da capacidade dos governos, e de outros, para financiar adequadamente a saúde, diante dos crescentes desafios já comentados anteriormente.

Abordando o tema da sustentabilidade dos sistemas de saúde, Thomson et al (2009) afirmam que devemos responder a 3 questões-chave: Primeira: “quanto devemos gastar em cuidados de saúde?”. Segunda: “que nível de cobertura devemos oferecer?” E, finalmente, a terceira: “como podemos aumentar o valor dos recursos existentes no sistema de saúde?” Procurando responder à última questão colocada, podemos constatar que não existe uma relação imediata entre os níveis de gastos com cuidados de saúde e o grau de valor obtido, com esses gastos. Lobato et al (2012) referem que

estudos realizados nos Estados Unidos revelaram, ainda, que para além de haver variações consideráveis nas despesas com cuidados de saúde em todo o país, as despesas mais elevadas, muitas vezes não têm impacto perceptível no acesso aos cuidados, na qualidade dos cuidados ou nos resultados de saúde. Deste modo, e segundo o mesmo autor, pode-se assumir que um sistema mais rico, poderá não ser o mais eficiente, pelo que poderá ser menos sustentável.

Desta maneira, é importante procurar responder a algo que, parecendo fácil, não o é: o que é ser sustentável? Através de uma revisão sistemática realizada sobre melhorias, programas e intervenções, nos sistemas de saúde, considerados sustentáveis, Braithwaite et al (2020) verificaram que não houve um consenso de definição e/ou medidas de sustentabilidade transversais a todos, sendo perentória uma sistematização futura e coerente, entre todos, para que se possa criar uma base de evidências necessária para apoiar as decisões políticas e de investimento, sobre a expansão e difusão dos programas de saúde, para que, em última análise, sejam mais duradouros.

É legítimo esperar que os sistemas de saúde disponham de mecanismos para avaliar de uma forma sistemática, os cuidados prestados, saber se os recursos são adequadamente utilizados, bem como se é obtida a melhor qualidade possível. É igualmente legítimo, utilizar os recursos em várias áreas, em detrimento de outras, no entanto, não é legítimo assumir que se vão utilizar recursos, que não existem (Macedo & Reis, 2011).

Liverani et al (2013) refere que as políticas de saúde, foram até há pouco tempo, baseadas apenas em casos de estudo e até, em certos casos, na ideologia política. A ênfase na prestação de cuidados responsáveis exigiu, portanto, às organizações de saúde, a mudança de foco, passando a focar-se no valor acrescentado de serviços. Contudo, apesar da importância deste tópico, para muitas políticas amplamente utilizadas, há evidências muito limitadas sobre sua eficiência. Além disso, muitas avaliações de intervenções nos cuidados de saúde, apresentaram alto nível de viés, levando a conclusões que poderão, por um lado, não ser reais ou, por outro, não ter em conta todas as perspetivas de todos os *stakeholders* envolvidos (Liverani et al, 2013).

A este facto, junta-se, igualmente, o conhecimento de que o setor da saúde está sujeito a ineficiências, como: cuidados desnecessários, desperdício em cuidados de saúde, variação injustificada da prática clínica, encargos administrativos, fraude e abuso. A combinação da capacidade limitada do governo e da economia, de manter o financiamento do crescimento dos cuidados de saúde, além da consciência sobre a ineficácia existente (dada as suas ineficiências), não proporciona aos decisores políticos uma solução coerente, para conter os custos em saúde sendo, por isso, um importante desafio político (Stadhouders et al, 2019).

Identificar a alocação ideal de recursos para maximizar a qualidade dos cuidados de saúde, tornou-se a prioridade dos sistemas de saúde. Dada a problemática, e assumindo que os cuidados de saúde são um bem económico, houve uma tendência para utilizar metodologias mais rigorosas, garantindo

que a decisão se assentaria, igualmente, no valor acrescentado, como as avaliações económicas de cada procedimento adotado (Stadhouders et al, 2019). A Holanda, por exemplo, adotou esta estratégia, mesmo sendo um dos países melhor classificado no ranking de melhor sistema nacional de saúde (Schütte et al, 2018). A adoção desta estratégia surgiu num momento em que, mesmo neste país, à semelhança de muitos, estima-se que, em 2040, se gastará 13,4% do seu Produto Interno Bruto (PIB) em saúde e terá apenas ¼ da população ativa a contribuir para este, constituindo, portanto, um problema de atuação emergente (Dieleman et al, 2017).

CONTRIBUIÇÃO DA LOGÍSTICA PARA A SUSTENTABILIDADE NOS SISTEMAS DE SAÚDE

A gestão logística incorpora diversas etapas médicas e administrativas, multidisciplinares e interdependentes, que exigem interconexão controlada e sincronização, para evitar tempos de espera prolongados, uso indevido de recursos médicos, entre outros (Ageron et al, 2018). A importância da logística manifesta-se em diversas áreas, entre elas, a otimização de recursos, que compreende a gestão eficiente de stocks, distribuição eficiente e redução de desperdício; a melhoria da qualidade de atendimento, através da disponibilidade de recursos humanos consoante as necessidades; assim como a agilização do mesmo atendimento, melhoria dos tempos de espera e redução de erros médicos; o controlo de custos, através da negociação com fornecedores, redução de perdas e melhoria da produtividade; e, por último, pela transparência de rastreabilidade que permite, através da monitorização de cadeia de abastecimento, coleta e análise de dados e a transparência de prestação de contas, que permite (Ageron et al, 2018).

As atividades logísticas, em particular as relacionadas com compras, representam uma parte significativa dos custos operacionais em hospitais. Houve, durante muitos anos, falta de planeamento e *awareness* sobre a logística e o que se podia ganhar com a sua boa gestão, contudo, atualmente, dentro da gestão hospitalar, existem diversas decisões estratégicas relacionadas com a logística que permitem otimização de recursos (Kumar et al, 2023). Deste modo, nos últimos 15 anos, a logística ganhou um lugar estratégico na gestão dos hospitais, sendo que, diariamente, as administrações hospitalares implementam várias ferramentas e métodos de gestão, que tendem a permitir uma abordagem de melhoria contínua. Assim, resultados significativos foram alcançados na redução de erros, melhorando a qualidade do processo e redução dos tempos de espera (Kwon et al, 2016).

Citando vários autores, como os últimos Kumar et al (2023) e Kwon et al (2016), tendo como pano de fundo a complexidade dos sistemas de saúde já abordado, bem como a variabilidade e imprevisibilidade dos mesmos, a logística é, por isso, considerada como uma solução eficiente, na organização destes sistemas.

A INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL COMO INSTRUMENTO EMERGENTE NOS SISTEMAS DE SAÚDE

A busca por Inteligência Artificial abrange diversas áreas, sendo a saúde destacada como o setor que registou um significativo crescimento no mercado mundial, estando atualmente avaliada entre 5\$ a 10\$ trilhões (USD). Nesse contexto, mais de 1\$ bilhão (USD) foram investidos em *startups* de saúde, a nível mundial, resultando num impacto económico estimado entre 15% e 20% (Angehrn et al, 2020).

Angehrn et al (2020) referem que as grandes empresas farmacêuticas encontram-se a direcionar recursos consideráveis para iniciativas de transformação digital, inclusive a estabelecer departamentos específicos para esse fim. De acordo com os autores referidos, os investimentos no mercado de ações em aplicações digitais de saúde, o nível mundial, aumentaram de 9,5\$ bilhões (USD) em 2018 para cerca de 20\$ bilhões (USD) na actualidade, sinalizando um expressivo crescimento nesse setor (Angehrn et al, 2020).

OBJETIVO E QUESTÕES DE INVESTIGAÇÃO

A presente tese pretende contribuir para a Estratégia Nacional de aplicabilidade de IA, aplicada a um dos ramos com maior potencial de sustentabilidade e redução de custos, como a logística do Sistema Nacional de Saúde. Assim sendo, pretende-se analisar quais os benefícios da utilização da inteligência artificial em logística de cuidados e saúde e as limitações que impedem a sua maior utilização.

O objetivo principal do presente estudo consiste em investigar e analisar como a Inteligência Artificial pode ser aplicada para melhorar a logística do Sistema Nacional de Saúde.

Como objetivos secundários estabeleceram-se os seguintes:

1. Explorar aplicações atuais e tendências futuras do uso de IA em diferentes aspetos da logística dos cuidados de saúde;
2. Avaliar que requisitos são necessários para a correta e eficiente utilização da IA no sector da saúde.
3. Avaliar as principais limitações, desafios e benefícios do uso da IA em diferentes aspetos da logística dos cuidados de saúde;

Baseado nestes objetivos a questão principal, a que o presente estudo pretende responder, é:
Q1: Como é que a implementação da IA pode melhorar a eficiência na gestão da logística hospitalar?

No desenvolvimento da pesquisa pretende-se igualmente responder às seguintes subquestões:

- Q1. Quais são as melhores práticas para a integração de IA em sistemas de logística hospitalar já existentes?
- Q2. Quais são as principais tecnologias de IA utilizadas na logística de cuidados em saúde?
- Q3. Que requisitos são necessários para a correta e eficiente utilização da IA no sector da saúde?
- Q4. Quais são os benefícios reconhecidos associados ao uso de IA na logística dos cuidados de saúde?
- Q5. Que limitações existem associados ao uso de IA na logística dos cuidados de saúde?
- Q6. Quais são os principais desafios associados ao uso de IA na logística dos cuidados de saúde do Sistema Nacional de Saúde?

METODOLOGIA DO ESTUDO

Para alcançar estes objetivos, a metodologia adotada consistiu numa revisão sistematizada de literatura, seguindo a metodologia PRISMA, sendo complementada com aplicação de questionário aos vários *stakeholders* envolvidos no sistema de logística de cuidados de saúde. Os *stakeholders* considerados compreenderam profissionais dos cuidados primários e centros hospitalares. Pretendeu-se, desta maneira, utilizar uma amostra quantitativamente e qualitativamente grande para poder espelhar a realidade do Sistema Nacional de Saúde.

ÂMBITO DO ESTUDO

Tendo em vista o objetivo principal desta tese, o presente estudo foi aplicado a profissionais de saúde diretamente ligados ao sistema logístico dos cuidados em saúde.

ÉTICA DO ESTUDO

Procurou-se ter o máximo de isenção na escolha de profissionais, na formulação das questões, bem como na análise de dados recolhidos, de modo a criar o menor viés ou risco de perturbação dos mesmos resultados. A autora deste estudo é profissional de saúde, no entanto, a análise dos dados recolhidos primou por objetividade, procurando-se continuamente o afastamento de outras influências.

ESTRUTURA DO ESTUDO

Esta tese foi organizada segundo capítulos que compreendem, em primeiro lugar, a revisão literária, efetuada com a metodologia PRISMA, através de fontes escolhidas e em que se explana a recolha de dados já presentes na literatura sobre o tema em estudo; em segundo lugar, a metodologia adotada para alcançar os objetivos citados, a partir de uma amostra selecionada; de seguida os resultados, em que se explanam os resultados obtidos através da amostra; e em último, a discussão dos mesmos resultados. As conclusões encontradas através do confronto da revisão literária e os resultados da amostra serão apresentadas posteriormente.

CAPÍTULO 1

REVISÃO DA LITERATURA

1.1 METODOLOGIA PRISMA

1.1.1 Protocolo

A presente revisão de literatura foi efetuada seguindo a metodologia PRISMA (McKenzie et al, 2021). Deste modo, corresponde a uma revisão sistemática que pretende rever o tema discutido nesta dissertação, de forma clara, utilizando métodos sistemáticos e explícitos para identificar, selecionar e avaliar criticamente pesquisas relevantes, bem como efetuar uma recolha e análise dos dados dos estudos que fazem parte da revisão.

1.1.2 Registo e fontes de informação

A pesquisa foi feita recorrendo aos principais bancos de dados de artigos científicos, nomeadamente Web of Science e Scopus, utilizando as *key words* em inglês: *AI* ou *Artificial Intelligence*, *Healthcare* e *Logistics* ou *SCM* ou *Supply Chain* (Gráfico 1.). O protocolo adotado para efetuar a revisão literária apresentada foi baseada nas *guidelines* PRISMA 2020 (McKenzie et al, 2021). Deste modo, através de uma pesquisa sistematizada, 33 artigos científicos foram qualificados para esta tese.

Na totalidade foram encontrados 44 artigos, contudo, 11 deles encontravam-se duplicados, o que fez, no final, a quantidade de 33 artigos (Gráfico 1 e Fluxograma 1).

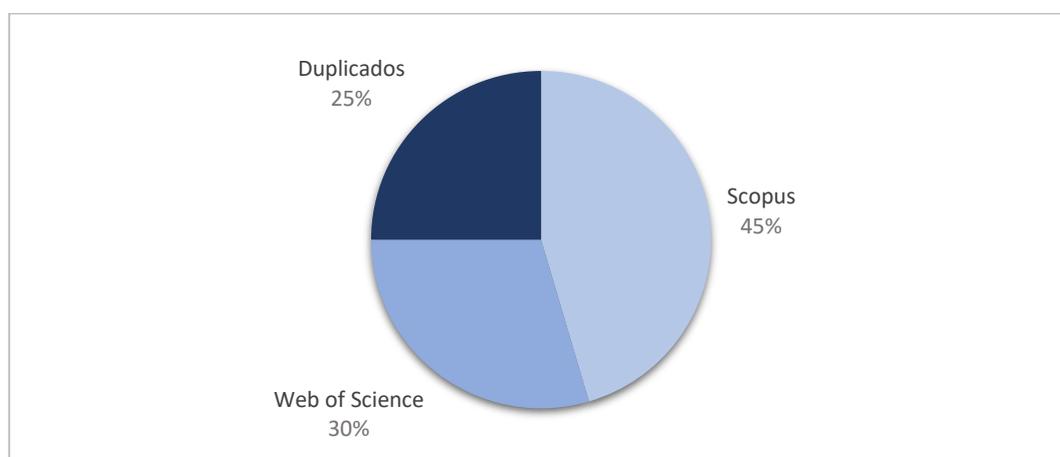
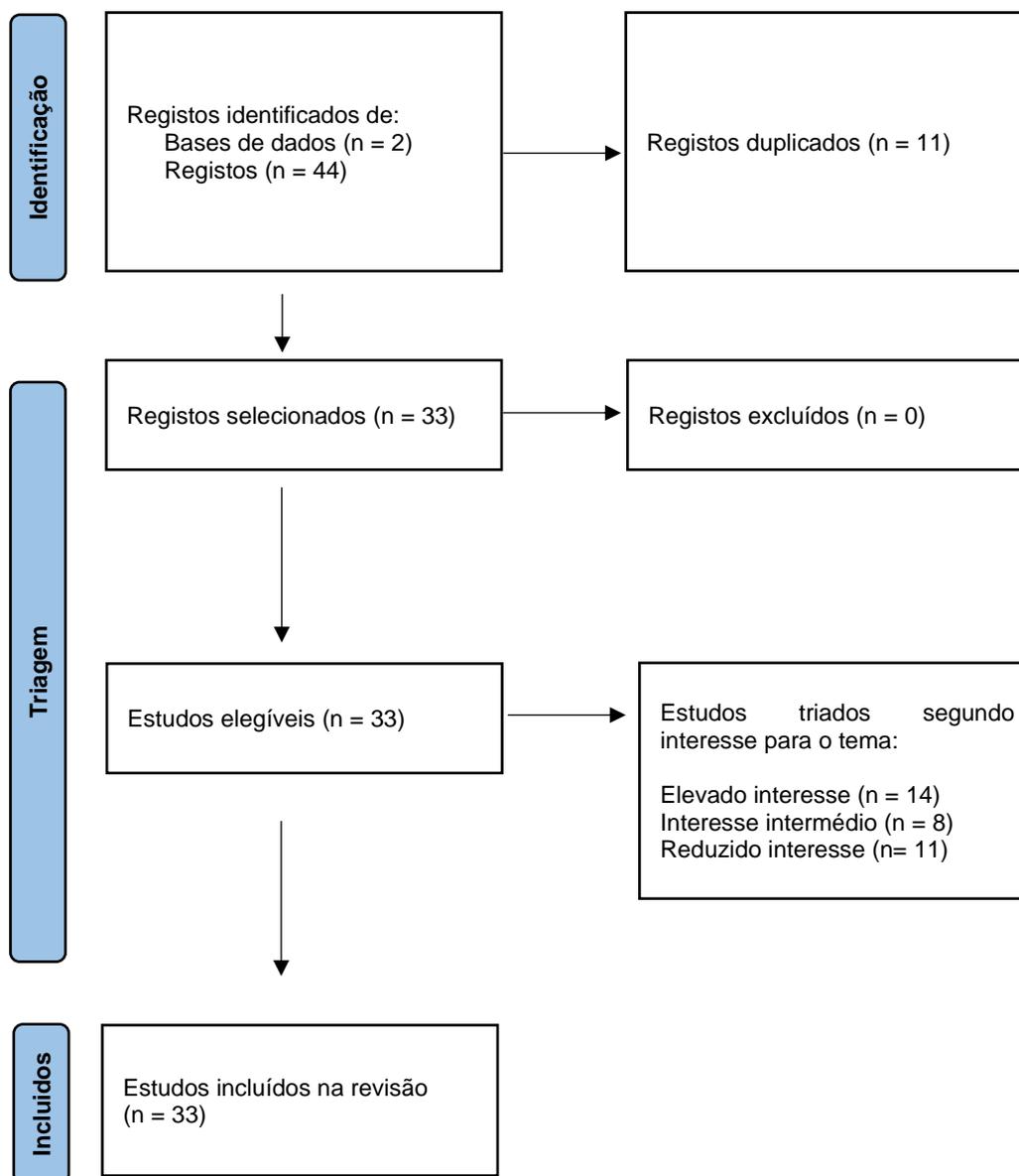


Gráfico 1. Percentagem de artigos por base de dados utilizada (N:33)



Fluxograma 1. Método de seleção de estudos das bases de dados utilizadas

Fonte: Adaptado de *The PRISMA 2020 statement: an updated guideline for reporting systematic reviews*.

1.1.3 Critérios de elegibilidade, seleção dos estudos e processo de recolha de dados

O presente estudo incluiu todas as publicações até Março de 2024, adquiridas através das *keywords* citadas, sendo que 11 publicações encontravam-se duplicadas nas bases de dados dos artigos, pelo que foram removidas. As publicações correspondiam todas a artigos publicados na língua inglesa,

sendo que 12 correspondiam a artigos de revisão, 2 a trabalhos de atas, e os restantes, a artigos científicos.

Por fim, foi feita seriação das 33 publicações encontradas, consoante interesse no tema da tese, em 3 grupos.

- O 1º grupo, que compreendia publicações com elevado interesse para o tema da tese, uma vez que abordavam diretamente a aplicação de IA na logística ou cadeia de abastecimento de cuidados em saúde, compreendendo 14 publicações;

- O 2º grupo, com interesse intermédio, uma vez que abordavam situações específicas em que a utilização da IA foi aplicada em cuidados em saúde, podendo não corresponder ao sistema logístico, compreendendo 8 publicações;

- O 3º grupo, com interesse reduzido para o tema em estudo, uma vez que na totalidade do artigo apenas eram indicados exemplos que corroboraram a utilização de IA nos sistemas de saúde, mas cujo intuito principal do artigo, não era este. Este grupo compreendia 11 publicações.

Dado ser um tema recente e com poucos estudos publicados, não foi feita seleção por quartis utilizando o ranking de revistas científicas, usualmente utilizado, contudo, o número de citações das publicações selecionadas é elevado, pelo que se acredita que o seu fator de impacto é significativo. Pode afirmar-se, por isso, que a pesquisa compreendeu 33 publicações científicas com alta credibilidade (Tabela 1).

Tabela 1. Publicações e autores dos artigos científicos consultados

Autores	Artigos	Ano	Grau de relevância para o estudo
Angehrn Z.; Haldna L.; Zandvliet A.S.; Gil Berglund E.; Zeeuw J.; Amzal B.; Cheung S.Y.A.; Polasek T.M.; Pfister M.; Kerbusch T.; Heckman N.M.	Artificial Intelligence and Machine Learning Applied at the Point of Care	2020	Grau Elevado
Piccialli, F; Giampaolo, F; Prezioso, E; Camacho, D; Acampora, G	Artificial intelligence and healthcare: Forecasting of medical bookings through multi-source time-series fusion	2021	
Samadhiya A.; Yadav S.; Kumar A.; Majumdar A.; Luthra S.; Garza-Reyes J.A.; Upadhyay A.	The influence of artificial intelligence techniques on disruption management: Does supply chain dynamism matter?	2023	
Sarfraz Z.; Sarfraz A.; Iftikar H.M.; Akhund R.	Is covid-19 pushing us to the fifth industrial revolution (Society 5.0)?	2021	
Saxena R.; Gayathri E.; Surya Kumari L.	Semantic analysis of blockchain intelligence with proposed agenda for future issues	2023	
Cubic M.	Drivers, barriers and social considerations for AI adoption in business and management: A tertiary study	2020	
Dwivedi S.K.; Roy P.; Karda C.; Agrawal S.; Amin R.	Blockchain-Based Internet of Things and Industrial IoT: A Comprehensive Survey	2021	
Kumar A.; Mani V.; Jain V.; Gupta H.; Venkatesh V.G.	Managing healthcare supply chain through artificial intelligence (AI): A study of critical success factors	2023	
Liu L.; Song W.; Liu Y.	Leveraging digital capabilities toward a circular economy: Reinforcing sustainable supply chain management with Industry 4.0 technologies	2023	
Long P.; Lu L.; Chen Q.; Chen Y.; Li C.; Luo X.	Intelligent selection of healthcare supply chain mode – an applied research based on artificial intelligence	2023	
Nasurudeen Ahamed N.; Karthikeyan P.	A Reinforcement Learning Integrated in Heuristic search method for self-driving vehicle using blockchain in supply chain management	2020	
Sukums F.; Mzurikwao D.; Sabas D.; Chaula R.; Mbuke J.; Kabika T.; Kaswija J.; Ngowi B.; Noll J.; Winkler A.S.; Andersson S.W.	The use of artificial intelligence-based innovations in the health sector in Tanzania: A scoping review	2023	
Verma A.; Bhattacharya P.; Madhani N.; Trivedi C.; Bhushan B.; Tanwar S.; Sharma G.; Bokoro P.N.; Sharma R.	Blockchain for Industry 5.0: Vision, Opportunities, Key Enablers, and Future Directions	2022	
Wazid M.; Das A.K.; Park Y.	Blockchain-Envisioned Secure Authentication Approach in AIoT: Applications, Challenges, and Future Research	2021	

Mohammadian, HD; Wittberg, V; Castro, M; Bolandian, L	The 5th Wave and i-Sustainability Plus Theories as Solutions for SocioEdu Consequences of Covid-19	2020	Grau Intermédio
Khan H.U.; Malik M.Z.; Khan S.	Systematic Analysis of Risk Associated with Supply Chain Operations Using Blockchain Technology	2022	
Dwivedi Y.K.; Hughes L.; Ismagilova E.; Aarts G.; Coombs C.; Crick T.; Duan Y.; Dwivedi R.; Edwards J.; Eirug A.; Galanos V.; Ilavarasan P.V.; Janssen M.; Jones P.; Kar A.K.; Kizgin H.; Kronemann B.; Lal B.; Lucini B.; Medaglia R.; Le Meunier-FitzHugh K.; Le Meunier-FitzHugh L.C.; Misra S.; Mogaji E.; Sharma S.K.; Singh J.B.; Raghavan V.; Raman R.; Rana N.P.; Samothrakis S.; Spencer J.; Tamilmani K.; Tubadji A.; Walton P.; Williams M.D.	Artificial Intelligence (AI): Multidisciplinary perspectives on emerging challenges, opportunities, and agenda for research, practice and policy	2021	
Barclay, I; Preece, A; Taylor, I; Radha, SK; Nabrzyski, J	Providing assurance and scrutability on shared data and machine learning models with verifiable credentials	2023	
Arji G.; Ahmadi H.; Avazpoor P.; Hemmat M.	Identifying resilience strategies for disruption management in the healthcare supply chain during COVID-19 by digital innovations: A systematic literature review	2023	
Shah, IS; Doshi, C; Patel, M; Tanwar, S; Hong, WC; Sharma, R	A Comprehensive Review of the Technological Solutions to Analyse the Effects of Pandemic Outbreak on Human Lives	2022	
Abadie A.; Roux M.; Chowdhury S.; Dey P.	Interlinking organisational resources, AI adoption and omnichannel integration quality in Ghana's healthcare supply chain	2023	
Allahham M.; Sharabati A.A.; Hatamlah H.; Ahmad A.Y.B.; Sabra S.; Daoud M.K.	Big Data Analytics and AI for Green Supply Chain Integration and Sustainability in Hospitals	2023	
Shreya, S; Chatterjee, K; Singh, A	BFSF: A secure IoT based framework for smart farming using blockchain	2023	Grau Reduzido
Zhou, FL; He, YD; Ma, PP; Mahto, RV	Knowledge management practice of medical cloud logistics industry: transportation resource semantic discovery based on ontology modelling	2021	
Al-Saedi, AA; Boeva, V; Casalicchio, E; Exner, P	Context-Aware Edge-Based AI Models for Wireless Sensor Networks-An Overview	2022	
Arora, G; Joshi, J; Mandal, RS; Shrivastava, N; Virmani, R; Sethi, T	Artificial Intelligence in Surveillance, Diagnosis, Drug Discovery and Vaccine Development against COVID-19	2021	
Baz M.; Khatri S.; Baz A.; Alhakami H.; Agrawal A.; Khan R.A.	Blockchain and artificial intelligence applications to defeat COVID-19 pandemic	2022	

Daniel, D; Preethi, N; Jakka, A; Eswaran, S	Collaborative Intrusion Detection System in Cognitive Smart City Network (CSC-Net)	2022
Elavarasan, RM; Pugazhendhi, R; Shafiullah, GM; Irfan, M; Anvari-Moghaddam, A	A hover view over effectual approaches on pandemic management for sustainable cities-The endowment of prospective technologies with revitalization strategies	2021
Espina-Romero, L; Guerrero-Alcedo, J	Fields Touched by Digitalization: Analysis of Scientific Activity in Scopus	2022
Kumar V.V.; Sahoo A.; Balasubramanian S.K.; Gholston S.	Mitigating healthcare supply chain challenges under disaster conditions: a holistic AI-based analysis of social media data	2024
Nguyen, DC; Ding, M; Pathirana, PN; Seneviratne, A	Blockchain and AI-Based Solutions to Combat Coronavirus (COVID-19)-Like Epidemics: A Survey	2021
Kose, T; Sakata, I	Identifying Technology Advancements and Their Linkages in the Field of Robotics Research	2017

1.1.4 Lista de dados e intervalo temporal

Considerando que a integração da inteligência artificial nos sistemas de saúde é uma área de desenvolvimento recente, não é surpreendente observar que a maioria dos artigos relevantes tenha sido publicada nos últimos três anos, com o mais antigo datando de 2017 (Gráfico 2).

É notável o crescimento exponencial no volume de estudos sobre esta temática entre 2020 e 2023. Embora tenhamos limitado a nossa revisão bibliográfica aos estudos disponíveis até Março de 2024, identificando 33 artigos elegíveis, é plausível antecipar um aumento na disponibilidade de pesquisas até o final do corrente ano.

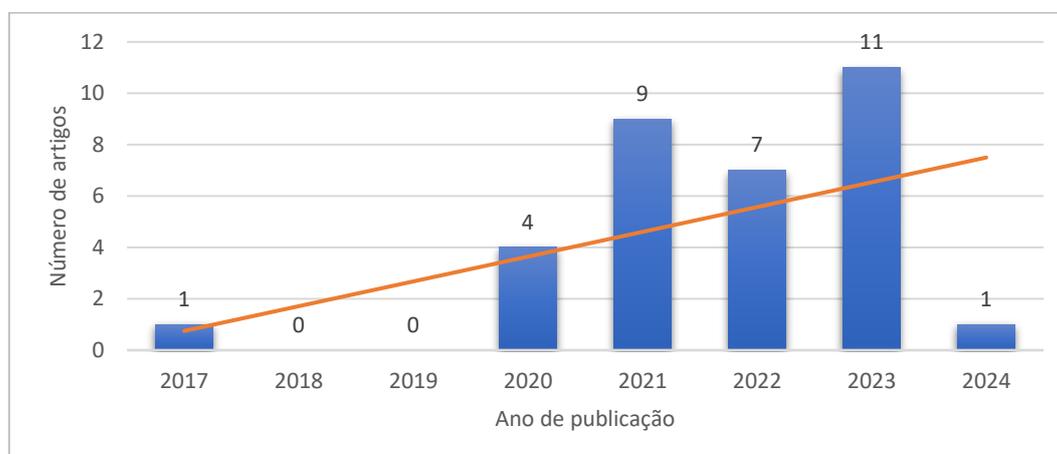


Gráfico 2. Número de artigos por ano de publicação (N:33)

1.2 ENQUADRAMENTO CONCRETUAL

1.2.1 Percepção de Inteligência Artificial

Antes da década de 70, vários negócios e economias poderiam afetar e melhorar a vida humana. Após esta década, e com o início da 3ª onda ou era pós-industrial, as novas tecnologias como a Tecnologia da Informação (TI), a Internet das Coisas (IoT), a Internet de Negócios (IoB), a Internet de Energia (IoE), a Internet da Saúde (IoH), bem como a emergente digitalização e, posteriormente, a Inteligência Artificial (IA), tornaram-se as principais impulsionadoras de negócios, economia, infraestruturas urbanas e sociedades, com verdadeiros impactos sociais (Mohammadian et al, 2020).

Desde a sua introdução, em 2011, a Indústria 4.0 levou à redescoberta do crescimento e da transformação da tecnologia. A ênfase principal que permitiu que a Indústria 4.0 alcançasse sustentabilidade e desenvolvimento, foi a troca de informações entre empresas, máquinas e humanos (Mohammadian et al, 2020).

Segundo alguns autores, a pandemia da doença Coronavírus 2019 (COVID-19) promoveu ainda mais o desenvolvimento da Indústria 4.0, levando à quinta revolução industrial, denominada de Indústria 5.0 (Sarfraz et al, 2021). Na realidade, quer se acredite que a pandemia tenha sido a principal impulsionadora, ou não, as principais mudanças industriais, ao longo da história, foram causadas por desastres naturais ou surtos de doenças infecciosas, que resultaram numa ameaça à segurança da saúde pública (Sarfraz, 2021).

A Indústria 4.0 testemunhou uma mudança de paradigma dos sistemas ciberfísicos que visam a automação massiva, para uma abordagem mais orientada para o cliente. A mudança foi atribuída ao desenvolvimento de sistemas hipercognitivos, integração de realidade virtual, prototipagem de máquinas digitais, desenvolvimento de robôs e de cadeias de abastecimento baseadas em inteligência artificial (Verma et al, 2022).

A próxima revolução é a Indústria 5.0, que fornece o mesmo processo de controle cognitivo da Indústria 4.0, com maior envolvimento das interações homem-máquina. Como resultado, em vez de ser orientado por processos, esta indústria será orientada por valor. A Indústria 4.0 foi focada em conexões acionadas por sensores, enquanto a Indústria 5.0 está focada em soluções centradas no ser humano. A Indústria 5.0 integra, por isso, a ingenuidade humana com a precisão robótica para criar uma solução única, que terá uma alta procura (Verma et al, 2022).

Segundo os mesmos autores, a Indústria 5.0 concentra-se em três aspetos cada vez mais cruciais, nomeadamente a qualidade de vida, a inclusão e a sustentabilidade, com as pessoas no centro dos processos. A motivação para a Indústria 4.0 foi a produção em massa, enquanto que para a Indústria

5.0, a motivação, gira em torno de criar sociedades inteligentes, neste caso, a denominada Sociedade 5.0. A evolução da humanidade foi dominada por revoluções industriais, uma após a outra, que mudaram a face do mundo moderno, sendo que a última ponte criada entre humanos e máquinas foi criada, também conhecida como sociedade superinteligente ou sociedade 5.0 (Verma et al, 2022).

Segundo os mesmos autores, decorrente de todos os avanços tecnológicos citados, surgiu a inteligência artificial (IA), que consiste num campo da ciência da informática que se dedica à criação de sistemas e programas de computador capazes de realizar tarefas que normalmente exigem inteligência humana. Essas tarefas incluem aprendizagem, raciocínio, percepção, tomada de decisões, reconhecimento de fala, compreensão de linguagem natural, e até a capacidade de jogar jogos complexos e interagir com seres humanos de maneira natural (Verma et al, 2022).

De acordo com Saxena et al (2023), “A nossa inteligência é o que nos torna humanos, e a IA é uma extensão dessa qualidade”. A Inteligência Artificial é, por isso, uma ferramenta que permite que sistemas informatizados aprendam com a experiência, respondam a novos conhecimentos e realizem tarefas humanas (Saxena et al, 2023).

Segundo os mesmos autores, o primeiro modelo de IA concebido para os cuidados em saúde foi desenvolvido para auxiliar o trabalho do médico, desde então a medicina tornou-se um dos principais campos de aplicação de IA. O mesmo estudo refere que os primeiros modelos desenvolvidos visavam apoiar decisões clínicas como, por exemplo, analisar tarefas específicas (por ex. interpretação de sinais de eletrocardiograma), auxiliar no diagnóstico de doenças, auxiliar na escolha de tratamento apropriado e mesmo criar interpretações do raciocínio clínico. Atualmente o uso da IA na saúde encontra-se em expansão, para incluir a gestão de dados de doentes, a gestão de serviços de saúde e a medicina preditiva (Saxena et al, 2023).

Houve um aumento substancial da procura destas aplicações de IA dados os desafios de hoje em dia presentes no sector, bem como a exaustão física e mental dos profissionais de saúde, especialmente durante a mais recente pandemia de COVID-19 (Shah et al, 2022).

Segundo Loh et al (2022), a inteligência artificial subdivide-se em vários campos consoante a sua especificidade e intuito de utilização. Deste modo existem:

1. IA estreita (*Narrow AI*): esta é projetada para realizar uma tarefa específica ou um conjunto limitado de tarefas. Exemplos incluem assistentes virtuais como Siri e Alexa, sistemas de recomendação de filmes e música, e algoritmos de reconhecimento de imagem.
2. IA geral (*General AI*): Refere-se a sistemas de IA que possuem capacidades cognitivas gerais semelhantes às dos seres humanos. Esses sistemas podem, teoricamente, realizar qualquer tarefa intelectual que um ser humano possa, com a mesma eficácia. No entanto, a IA geral ainda é um conceito teórico e não foi alcançada.

3. Aprendizagem de Máquina ou *Machine Learning* (ML): É um subcampo da IA que se concentra no desenvolvimento de algoritmos que permitem que os computadores aprendam, a partir de dados, e façam previsões ou decisões, sem serem explicitamente programados para realizar essas tarefas. Este subcampo pode ser dividido em:

- Aprendizagem Supervisionada: O modelo é treinado em um conjunto de dados rotulados.
- Aprendizagem Não Supervisionada: O modelo encontra padrões em dados sem rótulos.
- Aprendizagem por Reforço: O modelo aprende através de tentativa e erro, recebendo recompensas ou penalidades com base em suas ações.

4. Redes Neurais e *Deep Learning* (DL): Redes neurais artificiais são modelos inspirados no funcionamento do cérebro humano. O *Deep Learning* é um tipo de aprendizagem de máquina que utiliza redes neurais profundas, com muitas camadas, para processar grandes volumes de dados e aprender representações complexas. Esse método é a base para muitos avanços recentes em IA, como o reconhecimento de imagem e processamento de linguagem natural.

5. Processamento de Linguagem Natural (PLN): É um subcampo da IA que se concentra na interação entre computadores e humanos por meio da linguagem natural. Exemplos incluem tradutores automáticos, *chatbots*, e assistentes de texto.

6. Visão Computacional: É a capacidade das máquinas de interpretar e entender o mundo visual, similar à forma como os humanos processam a visão. Aplicações incluem reconhecimento facial, análise de imagens médicas, e veículos autônomos.

Através dos seus vários campos é perceptível como a inteligência artificial terá um potencial enorme para transformar diversos setores, incluindo a saúde, os transportes, a educação, as finanças, e mesmo o entretenimento (Loh et al, 2022).

1.2.2 Utilização de Inteligência Artificial nos sistemas de saúde

Segundo Angehrn et al (2020), são inúmeras as utilizações da IA no sector da saúde, sendo que se distinguem em 2 espectros diferentes, as clínicas e não clínicas.

Dentro do espectro da utilização clínica da IA distinguem-se, em primeiro lugar, a utilização da inteligência artificial como ferramenta para monitorização remota de doenças crónicas; em segundo lugar, a utilização da IA em aplicações de imagem para suporte de diagnóstico; em terceiro lugar, a utilização da IA na decisão clínica, como software de suporte para aumentar a precisão de diagnóstico; e, por último, na sua utilização para aumentar a precisão da dosagem de medicação (Angehrn et al, 2020).

A utilização da IA como ferramenta para monitorização remota de doenças crónicas, pressupõe as tecnologias, já presentes na realidade mundana, de dispositivos que se usam com o intuito de

detetar movimento, frequência cardíaca e outras variáveis funcionais ou fisiológicas. Estas tecnologias estão amplamente disponíveis por muitos provedores como Fitbit®, Apple Watch®, Garmin® e Samsung Galaxy®, entre outros. Pode afirmar-se que esta utilização é a mais largamente explorada, sendo que, dispositivos de fitness e relógios inteligentes são comuns, com um em cada seis consumidores nos Estados Unidos da América (Angehrn et al, 2020).

No mesmo país, a necessidade de utilização da IA em aplicações de imagem para suporte diagnóstico foi criada, dado o volume aumentado de imagens médicas nas últimas décadas, atingindo atualmente, 1 bilião de exames radiográficos anualmente, bem como o facto de, mesmo para radiologistas extensivamente treinados, a interpretação de imagens médicas estar sujeita a erros, cujas taxas não diminuíram durante décadas (Angehrn et al, 2020). Através da IA foi possível criar soluções eficientes e de análise precisa de grandes volumes de dados de imagens médicas, garantindo, portanto, uma economia substancial de tempo do médico, reduzindo o erro médico. É, contudo, nesta área de utilização, que surge o primeiro problema associado ao mundo digital, que consiste na segurança de dados utilizados (Khan et al, 2022).

Outro campo promissor para a aplicação de IA, no espectro clínico, consiste na sua utilização como sistema de apoio á decisão clínica. As *guidelines* nas opções de tratamento em Medicina, são efetuadas com base em estudos clínicos, como ensaios clínicos randomizados, sendo estes bastantes homogéneos. Devido aos critérios de exclusão que estes estudos apresentam, nomeadamente a presença de co-medicação e de determinadas comorbidades, e com intuito de minimização de risco, a população representativa do estudo está incluída, mas deixa de parte uma fração de população, não representativa. Através da utilização de IA, consegue-se gerar diretrizes adequadas a cada indivíduo da população, gerando uma personalização de cuidados de saúde e maior eficiência de recursos (Angehrn et al, 2020).

Como última utilização dentro do espectro clínico, surge a utilização da IA como software de suporte para aumentar a precisão de dosagem de medicação. Esta utilização decorreu do reconhecimento da importância da dose do medicamento, como determinante da evolução clínica e resultados obtidos. Utilizando a IA, os resultados da terapia medicamentosa são melhorados, nomeadamente se falarmos de medicamentos com índices terapêuticos estreitos, em pacientes de difícil dosagem e para quem os riscos clínicos são elevados (Angehrn et al, 2020).

Pelos mesmos autores citados, a inteligência artificial (IA) tem um potencial transformador nos cuidados de saúde, não apenas na área clínica, mas também em diversas outras áreas que têm impacto diretamente na experiência dos utentes, profissionais e gestores.

Algumas utilizações não clínicas da IA, dentro dos cuidados em saúde, são a gestão de dados e a sua análise, através da organização de registos médicos, bem como a sua utilização na previsão da procura por serviços e recursos, otimizando a alocação de pessoal e equipamentos (Ross et al, 2019).

Outra área largamente explorada consiste na utilização da IA para a avaliação da experiência do utente, nos cuidados em saúde, através da utilização de *chatbots* e assistentes virtuais. A IA pode fornecer informações sobre saúde, agendar consultas e responder a dúvidas dos utentes de forma rápida e eficiente. Esta utilização permite igualmente a personalização de cuidados através da análise de dados de um utente e recomendações personalizadas de tratamentos, dietas e exercícios. (Liyanage et al, 2019)

Dentro utilização da IA no espectro não clínico, a gestão de operações, ocupa um dos principais papeis, através da predição de falhas em equipamentos médicos, permitindo que sejam realizadas manutenções preventivas e evitando interrupções nos serviços, bem como na gestão de risco em ambiente hospitalar, como na gestão das infeções hospitalares, e recomendação de medidas para mitigá-las. (Boute et al, 2022)

Por último, e igualmente importante, surge a utilização da IA na otimização da logística. A inteligência artificial otimiza a logística hospitalar através da previsão de procura, gestão eficiente de stocks e gestão de roteiros mais inteligente, garantindo a disponibilidade de recursos e reduzindo custos (Boute et al, 2022), aspeto este que será largamente explorado através desta tese.

1.2.3 Importância da Logística nos sistemas de saúde

Os termos "cadeia de abastecimento hospitalar" e "logística hospitalar" são frequentemente usados de forma intercambiável, contudo estes representam conceitos distintos, com funções cruciais, porém interligadas, no setor da saúde (CSCMP, 2024).

Deste modo, segundo os autores do *Council of Supply Chain Management Professionals (CSCMP)* a cadeia de abastecimento hospitalar abrange o processo amplo de gestão do fluxo de bens e serviços, desde os fornecedores, até o ponto de consumo dentro do hospital. A gestão da cadeia de abastecimento abrange, por isso, o planeamento e a gestão de todas as atividades envolvidas no fornecimento e aquisição, conversão e todas as atividades de gestão logística. É importante salientar que também inclui coordenação e colaboração com vários parceiros que podem ser fornecedores, intermediários, prestadores de serviços terciários e clientes. Em essência, a gestão da cadeia de abastecimento integra a gestão da oferta e da procura dentro e entre empresas, neste caso no sector da saúde (CSCMP, 2024).

A logística hospitalar, por outro lado, concentra-se na movimentação física eficiente de abastecimento, utentes e informações dentro do hospital. É um componente crucial da cadeia de abastecimento, responsável pelo planeamento, implementação e controlo do fluxo direto e reverso eficiente do armazenamento de bens, de serviços e informações, relacionadas entre o ponto de origem e o ponto de consumo, a fim de atender às necessidades dos utentes. Assim, pode afirmar-se que a

cadeia de abastecimento tem um foco mais amplo, abrangendo todo o ciclo de vida dos itens, desde a aquisição até ao descarte e a logística concentra-se na movimentação física eficiente desses itens dentro do hospital. (CSCMP, 2024)

A cadeia de abastecimento hospitalar e a logística hospitalar trabalham em conjunto para garantir o funcionamento eficiente das operações hospitalares. A logística depende da cadeia de abastecimento para fornecer os itens necessários, enquanto a cadeia de abastecimento depende da logística para distribuir esses itens aos pontos de uso. A logística é, deste modo um componente essencial para o bom funcionamento dos sistemas de saúde, tendo impacto diretamente na qualidade do atendimento, na satisfação do utente, na otimização de recursos e na sustentabilidade do sistema. (Carvalho et al, 2009)

Segundo o mesmo autor, a organização dos cuidados de saúde, desde o início até ao seu fim, está intimamente interligada com o sistema de logística uma vez que desde o espaço ao *layout*, tudo é logística, até chegar ao utente. A logística, no contexto dos sistemas de saúde, vai, por isso, além do mero controlo de stocks, esta configura-se como um componente crucial para o funcionamento eficiente e eficaz de todo o sistema, desde a aquisição de consumíveis, até a entrega de serviços aos utentes (Carvalho et al, 2009).

Ao longo do tempo, os fluxos hospitalares foram significativamente aprimorados com os avanços tecnológicos dos sistemas de informação e o advento de novas ferramentas de inteligência artificial aplicadas á logística hospitalar, as quais demonstram um valor substancial. Até o momento, poucas instituições de saúde conseguiram generalizar estas práticas em todos os seus processos, criando um sistema realmente eficiente e reproduzível. Dois dos obstáculos à plena implementação da industrialização, neste sector, estão ligados à burocracia necessária e ao compromisso da gestão de topo. Embora já bem demonstrada como benéfica, a cultura de logística não está suficientemente ancorada na visão estratégica dos hospitais. Além disso, uma eficiente abordagem logística é baseada na qualificação e competências dos principais intervenientes (compradores, gestores de logística, enfermeiros, etc.), nem sempre garantida (Kwon et al, 2016).

Dentro dos sistemas logísticos, o redesenho da cadeia de abastecimento de produtos farmacêuticos, bem como a saturação do sistema logístico, são desafios importantes que o setor da saúde enfrenta. A cadeia de abastecimento hospitalar é um sistema complexo e dinâmico que engloba todas as atividades envolvidas na aquisição, armazenamento, distribuição e utilização de recursos necessários para o funcionamento de um hospital. A sua função principal é garantir que os profissionais de saúde tenham acesso, no momento certo e na quantidade adequada, aos recursos necessários para prestar atendimento, manter a infraestrutura do hospital a funcionar, e realizar atividades administrativas. Denomina-se, por isso de trilogia da logística, à relação entre o tempo, custo e qualidade de serviço. Esta trilogia exige uma gestão constante de trocas (trade-offs), em que se

pretende ter os produtos certos, com flexibilidade, na quantidade certa, com fiabilidade na entrega, em tempo certo e com custos mínimos, ou seja, com nível de stock mínimo (Carvalho et al, 2009).

Segundo o mesmo autor, ao longo do tempo, tem sido evidente uma evolução de paradigmas no que diz respeito à prestação de serviços aos clientes, pelos sistemas logísticos. Inicialmente focada na qualidade do serviço, a tendência na cadeia de abastecimento mudou para uma ênfase no preço e agora concentra-se na experiência do cliente, por meio da chamada customização em massa. Essa transição obriga a uma busca contínua pela qualificação de fornecedores e compreensão da procura do mercado. É essencial, portanto, estabelecer um processo seletivo abrangente, que envolva a definição de especificações, a pré-qualificação de fornecedores, a avaliação do nível de serviço, a análise dos prazos de entrega, a confiabilidade temporal e de faturação, a qualidade dos produtos fornecidos, culminando na promoção de relacionamentos eficazes e completos (Carvalho et al, 2009).

Alcançar e manter a sustentabilidade na logística, particularmente, na cadeia de abastecimento de qualquer serviço, mesmo em cuidados em saúde, consiste na gestão de vários aspetos como, a gestão de risco, a avaliação do efeito ambiental, o desenvolvimento de uma gestão sustentável de produtos e a reformulação do processo de informação (Liu et al, 2023). Uma das perspetivas dominantes é que o foco se concentre em todos os benefícios ao longo da cadeia de abastecimento, em vez de apenas o lucro económico. Segundo o mesmo autor, a estratégia mais sustentável é satisfazer requisitos ambientais, considerar os impactos sociais, aumentar a capacidade de resistência ao risco e melhorar a transparência da cadeia de abastecimento (Liu et al, 2023).

1.2.4 A utilização da Inteligência Artificial na logística dos sistemas de saúde

Diante a ineficiência e os custos elevados dos sistemas de saúde atuais, assim como do tradicional método de gestão da cadeia de abastecimento, torna-se premente a busca por uma abordagem mais eficaz para o desenvolvimento dessa gestão. É necessária esta mudança para que a gestão se adapte às marcantes mudanças na economia global e da esfera da saúde pública. (Long et al, 2023)

Segundo os mesmos autores, a pandemia por Covid-19, alterou significativamente o ambiente da indústria e da procura do consumidor, o que acelerou o processo de digitalização da cadeia de abastecimento de saúde. A moderna cadeia de abastecimento de cuidados de saúde entrou numa nova era e o estudo da gestão mais eficiente desta, tornou-se um tema quente, tanto para os académicos, como para a indústria. Liu et al (2023) refere que, após o impacto da pandemia COVID-19, desenvolveu-se a noção de que era emergente a construção de uma cadeia de abastecimento resiliente, que garantisse a alocação eficiente de recursos. Ao mesmo tempo houve consciência da necessidade de manter a transparência nos negócios criados, bem como dos efeitos ambientais de uma boa gestão de cadeia de abastecimento. Um relatório recente mostra que cerca de 94% da

Fortune 1000 (conjunto das 1000 maiores empresas americanas) relataram interrupções na cadeia de abastecimento devido ao surto global de Covid-19, desde então, foram feitos múltiplos estudos em que se discutiram questões relacionadas com a gestão da cadeia de abastecimento e a importância da IA na abordagem dos seus desafios (Kumar et al, 2023).

Segundo Long et al (2023), a cadeia de abastecimento de cuidados de saúde desempenha um papel crucial na economia da saúde, pois tem impacto diretamente no custo, na acessibilidade e na qualidade dos serviços de saúde. Explicado pelos mesmos autores, em primeiro lugar, estudar o modo de gestão da cadeia de abastecimento dos cuidados de saúde ajuda a garantir produtos e serviços de saúde de alta qualidade e minimizar os danos causados por falta dos mesmos aos utentes. Em segundo lugar, estudar a cadeia de abastecimento de cuidados de saúde pode ajudar a melhorar a sua eficiência operacional, minimizando o desperdício, reduzindo custos e otimizando a utilização de recursos, o que pode promover a melhoria do nível económico dos sistemas de saúde. Em terceiro lugar, durante emergências ou epidemias, a cadeia de abastecimento de cuidados de saúde desempenha um papel fundamental na garantia da disponibilidade de suprimentos críticos (por exemplo, medicamentos, equipamentos de proteção individual e dispositivos médicos), como se verificou na recente pandemia. Por último, a cadeia de abastecimento de cuidados de saúde envolve informações, logística e fluxos financeiros de fornecedores para prestadores de serviços de saúde e, em última análise, para pacientes, o que envolve uma gestão de vários *stakeholders*, incluindo fabricantes, distribuidores, prestadores de cuidados de saúde e agências reguladoras (Long et al, 2023).

Desta maneira é emergente, para atender às novas necessidades da indústria, estudar a solução ideal para a gestão da cadeia de abastecimento de cuidados de saúde e tomar decisões modernas, através da utilização de ferramentas de tecnologia (Kumar et al, 2023).

Long et al (2023), refere que do ponto de vista do controlo de custos, uma gestão adequada da cadeia de abastecimento de cuidados de saúde, melhora a gestão de stocks, agiliza processos e otimiza a logística, sendo um meio de obter economia de custos. Na perspetiva da gestão de risco da cadeia de abastecimento, uma cadeia de abastecimento de saúde eficiente, é capaz de tomar decisões rápidas e eficazes, para reduzir riscos e garantir a continuidade da mesma cadeia. Do ponto de vista do desenvolvimento sustentável, uma boa gestão de cadeia de abastecimento conduz à redução de emissões de carbono, o que melhora os benefícios económicos e garante benefícios ambientais e sociais, ao mesmo tempo (Long et al, 2023).

Numa era pós-pandémica, de modo a enfrentar os desafios da globalização e das imprevisibilidades, os fabricantes procuraram novos métodos para manter a sustentabilidade das suas cadeias de abastecimento. A adoção de tecnologias da Indústria 4.0 facilitou o fornecimento sustentável e a gestão otimizada da cadeia de abastecimento, através da tomada de decisão precisa e da conceção de uma economia circular (Liu et al, 2023).

Segundo Liu et al (2023), a economia circular é um conceito importante para a cadeia de abastecimento, pois defende a reutilização, reciclagem e desenvolvimento de novos materiais para promover a utilização e produção mais eficiente. O desenvolvimento da economia circular dentro da cadeia de abastecimento divide o ciclo de vida dos produtos e serviços em cinco etapas: projeto e desenvolvimento, produção, entrega, operação e fim da vida.

A digitalização da cadeia de abastecimento, é tanto ou mais importante para o desenvolvimento de uma cadeia sustentável, do que a criação da economia circular. A digitalização da cadeia de abastecimento ou a utilização das tecnologias de informação presentes na Indústria 4.0, refere-se à aplicação de tecnologias avançadas cujo escopo está além das fronteiras organizacionais, tomando vantagem da inteligência da máquina durante todo o ciclo de vida dos produtos, para oferecer serviços mais rápidos, mais flexíveis e mais estáveis . Por exemplo, aproveitando tecnologias como a Internet das coisas (IoT) e a análise de “big data”, é possível compartilhar informações de forma eficaz e aumentar flexibilidade. Desta maneira, a Indústria 4.0, tem capacidade de facilitar a resiliência da cadeia de abastecimento com ferramentas mais ágeis e baratas do que antes. (Liu et al, 2023)

As tecnologias inteligentes podem contribuir para compartilhar informações sobre todos os status do ciclo de vida do produto, entre as partes interessadas, bem como auxiliar no planejamento e gestão de recursos, produção e logística durante cada fase do ciclo de vida do produto, considerando todas as implicações ambientais e sociais. Tecnologias específicas, incluindo “big data” (Dwivedi et al, 2021), tecnologia blockchain (Ahamed et al, 2020) e IoT, são referidas por estes autores como tendo impactos positivos na cadeia de abastecimento de serviços.

A implementação de sistemas de IA na cadeia de abastecimento é ainda uma inovação, e espera-se que a IA otimize e atualize várias indústrias, incluindo os serviços de saúde. No que diz respeito à cadeia de abastecimento, a IA oferece múltiplas oportunidades para melhorar a eficiência operacional e a sustentabilidade (Long et al, 2023).

As tecnologias mencionadas como preponderantes para a gestão da cadeia de abastecimento, nos vários estudos efetuados, consistem nas tecnologias tipo “cloud”, na IA (machine learning, deep learning), na “Big data”, na IoT e no *blockchain technology*. (Liu et al, 2023)

Segundo os mesmos autores, estas tecnologias estão intimamente relacionadas e têm um enorme potencial para contribuir para a melhor eficiência e sustentabilidade da cadeia de abastecimento.

1.2.5 Requisitos para a utilização da Inteligência Artificial na logística dos sistemas de saúde

Embora haja uma noção ampla do impacto positivo da IA no estabelecimento de uma cadeia de abastecimento nos cuidados de saúde robusta, não há suficientes estudos que apresentem os requisitos para a sua adoção, diretamente no setor de saúde (Kumar et al, 2023).

Kumar et al (2023), procuraram criar um modelo quadridimensional compreendendo vários aspectos que facilitassem a sua implementação. Deste modo, segundo os autores citados, são necessários requisitos tecnológicos, de organização, fatores institucionais e fatores humanos, para uma implementação com sucesso, da IA, na cadeia de abastecimento hospitalar. Estes requisitos estão resumidos na Tabela 2 e, de seguida, serão detalhados.

A viabilidade tecnológica para a implementação da IA é crítica, pois determina o potencial económico da adoção de tecnologia e fornece inputs necessários para a sua constante atualização. O nível de sofisticação tecnológica é outro fator preponderante, de modo a criar/adotar novas versões, para resolver desafios como a latência e a segurança (Cubric et al, 2020).

Além do contexto tecnológico, a dimensão organizacional, compreendendo condições organizacionais variadas tem grande importância para a adoção bem-sucedida da IA . A liderança e apoio organizacional são cruciais para a adoção da tecnologia. Outro fator que potencializa a adoção da IA é o alinhamento estratégico entre as organizações e a adoção de IA. A prontidão pode ser outro fator crítico, dentro dos requisitos organizacionais, pois garante a disponibilidade dos recursos necessários para a adoção da IA (Cubric et al, 2020).

Segundo Cubric et al (2020), no contexto institucional, que compreende o ambiente externo que envolve a organização (como a concorrência), os órgãos reguladores, os vários *stakeholders*, e as flutuações da procura, afetam a adoção da tecnologia. O apoio governamental e as políticas sobre conformidade, propriedade intelectual, proteção ao consumidor e similares reduzem a ambiguidade, inspiram confiança e ajudam as organizações a adotar medidas disruptivas, como esta, pelo que são essenciais para a sua adoção (Cubric et al, 2020).

Aspectos humanos e comportamentais oferecem outro contexto para a adoção da tecnologia. Neste aspeto, o desejo do usuário é o fator essencial, pois envolve uma avaliação da adoção da tecnologia pelos mesmos, estendendo-se aos seus valores e percepção de ética (Cubric et al, 2020). A formação de recursos humanos a desenvolver competências através da atualização de habilidades técnicas e analíticas, com o intuito de desenvolvimento de capacidades para mudanças organizacionais seria fundamental para uma adoção bem-sucedida e alcance de melhores resultados na implementação deste tipo de tecnologias disruptivas (Kumar et al, 2023).

Contudo, segundo Kumar et al (2020), nem todas as dimensões mencionadas têm o mesmo peso na implementação da tecnologia citada. O estudo desenvolvido pelos mesmos autores indicou que a dimensão tecnológica é a mais crucial para a adoção de IA porque se refere à capacidade, em termos de infraestrutura tecnológica e viabilidade, de implementar ou adotar IA, num determinado momento. A segunda dimensão, a institucional, desempenha um papel vital na adoção da IA, já que vários fatores ambientais externos, como a pressão competitiva, dinâmica de mercado e medidas explícitas e de apoio, bem como o quadro regulatório, atuam como fatores impulsionadores para a adoção. A

dimensão humana vem em terceiro com maior preponderância, uma vez que a adoção de tecnologias de IA na cadeia de abastecimento de cuidados de saúde está associada ao comportamento humano, pelo que pressupõe intenção e aceitação por parte deste. Por último, mas não menos importante, a dimensão organizacional, foi referida como a menos preponderante, contudo essencial, pois refere-se a como a adoção da tecnologia pode ser influenciada por fatores como o compromisso de gestão, prontidão organizacional, cultura e alinhamento estratégico das organizações.

Tabela 2. Requisitos para a utilização da Inteligência Artificial na logística dos sistemas de saúde

Requisitos	Aplicação	Autor
1. Requisitos tecnológicos	Viabilidade tecnológica e modernização de infraestruturas já existentes	(Cubric et al, 2020), (Kumar et al, 2023) (Kose et al, 2017) (Daniel et al, 2021)
2. Requisitos de organização	A liderança e apoio organizacional, bem como o alinhamento estratégico entre as organizações e a prontidão de resposta	(Cubric et al, 2020) (Kumar et al, 2023)
3. Fatores institucionais	O ambiente externo que envolve a organização (como a concorrência), os órgãos reguladores, os vários stakeholders, e as flutuações da procura. O apoio governamental e as políticas em conformidade	(Cubric et al, 2020) (Kumar et al, 2023)
4. Fatores humanos	O desejo do usuário e alinhamento com os seus valores e perceção de ética A formação de recursos humanos a desenvolver competências através da atualização de habilidades técnicas e analíticas, com o intuito de desenvolvimento de capacidades para mudanças organizacionais.	(Cubric et al, 2020) (Kumar et al, 2023)

1.2.6 Benefícios da utilização da Inteligência Artificial na logística dos Sistemas de Saúde

A inteligência artificial, combinada com a digitalização dos cuidados de saúde, pode levar a melhorias substanciais em várias áreas no sector da saúde, nomeadamente, no atendimento ao utente, na gestão de doenças, na administração hospitalar e na eficácia da cadeia de abastecimento (Piccialli et al, 2021). Particularmente na cadeia de abastecimento dos cuidados de saúde, os benefícios das aplicações de IA foram observados em áreas como: a previsão da procura, a localização de instalações, a seleção de fornecedores, a gestão de risco, a reposição de stocks e sustentabilidade da mesma cadeia (Kumar et al, 2023).

Kumar et al (2023) referem que, no contexto das cadeias de abastecimento hospitalares, em particular, a IA pode contribuir para a entrega de produtos, rastreio, partilha de inventário e

agrupamento de recursos, entre as partes interessadas. Pode ajudar igualmente a validar a legitimidade do produto, rastrear falsificações de produtos e autenticar dispositivos médicos. Estudos também discutiram o imenso potencial da IA na verificação e definição da elegibilidade dos preços dos produtores e melhoria de gestão de dados de saúde (Kumar et al, 2023).

Os benefícios da adoção da IA numa cadeia de abastecimento podem levar a redução de atrasos nas entregas e fraudes, maior transparência e eficiência, redução de custos e vantagem competitiva (Kumar et al, 2023).

Segundo Long et al. (2023) especificamente, em primeiro lugar, os algoritmos de inteligência artificial ajudam os cuidados de saúde a prever a procura e gerir stocks. Através da IA pode minimizar-se o desperdício, melhorar a eficiência de custos e garantir fornecimento oportuno de materiais essenciais. Em segundo lugar, a inteligência artificial pode otimizar a logística da cadeia de abastecimento de saúde, melhorar a eficiência do transporte, reduzir o consumo de combustível e ajudar a minimizar as emissões de carbono, promovendo assim a sustentabilidade da cadeia de abastecimento de cuidados de saúde. Finalmente, a inteligência artificial apresenta vantagens significativas na melhoria e aprendizagem contínuas. Através desta tecnologia é possível identificar de forma clara e rápida o modo de operação ideal da cadeia de abastecimento de cuidados de saúde através da análise de “big data”, o que torna a cadeia de abastecimento de cuidados de saúde mais flexível (Long et al, 2023).

Em suma, a IA desempenha um papel vital na promoção do desenvolvimento da economia da saúde. Liu et al (2023) enumeram como as várias tecnologias ligadas à IA podem contribuir para este feito.

1. As tecnologias tipo “cloud”, contribuem através da melhoria da eficiência e da tomada de decisões e agilização de procedimentos, que permite que quem gere reduza o investimento em instalações de banco de dados, uma vez que os dados podem ser facilmente acedidos a partir da nuvem.
2. A IA, que compreende como falado as tecnologias ML e DL, apoia a decisão, através do fornecimento de informações perspicazes e previsões baseadas em algoritmos de pesquisa de alta velocidade, bem como de extração de conhecimento de informações prévias e observações quase em tempo real.
3. A “Big Data”, através de ferramentas avançadas de processamento e simulação, que permitem que os sistemas operem, enquanto simultaneamente os processos virtuais são monitorizados e um grande volume de dados é guardado. Mais importante ainda, os dados dinâmicos gerados durante ao desenvolvimento da cadeia de abastecimento podem ser usados para avaliar a sustentabilidade de toda a cadeia. Esta tecnologia permite captar o comportamento dos clientes, o que pode ser controverso para as convencionais teorias de *marketing*, uma vez que valida empiricamente testes,

quase em tempo real. Para garantir a fiabilidade da avaliação da qualidade dos potenciais fornecedores, devem ser realizadas auditorias adicionais e a gestão dos dados recolhidos.

4. Através da tecnologia blockchain (BCT) os problemas de insegurança são superados, gerando soluções descentralizadas e registos não revisáveis, bem como vinculação das partes interessadas por meio de contratos inteligentes. Além disso, é possível agregar conhecimento de prévios ataques cibernéticos de modo a prevenir futura espionagem e sabotagem industrial, sendo este aspeto, bastante importante quando se fala de dados em saúde.

5. A IoT, transforma a cadeia de abastecimento numa rede, conectando o mundo digital e o físico. Através do intercambio de dados, novos métodos analíticos e ferramentas conectadas e inteligentes, a IoT pode transmitir dados, informações e conhecimento. Uma importante aplicação desta tecnologia, consiste na melhoria do desempenho e rastreio ao longo da cadeia de abastecimento.

Tabela 3. Tipos de tecnologias IA e benefícios da sua utilização na logística hospitalar

	Função	Tecnologia	Aplicação	Autor
1. Redução de custos e otimização de stocks	Previsão da procura	ML, DL, algoritmos de regressão linear, ARIMA ou Redes Neurais	Analisar dados prévios e prever a procura com base em padrões e tendências	(Piccialli et al, 2021), (Kumar et al, 2023),
	Gestão de níveis de stock	ML	Determinar os níveis ideais de stock e gerar pedidos de compra otimizados.	(Shreya et al, 2023), (ALLAHHAM et al, 2023)
	Validade e Loteamento	DL com algoritmos de reconhecimento de imagem	Identificar produtos próximos do vencimento e otimizar o uso do estoque	
2. Automatização de tarefas	Robótica e automatização de processos	Robôs	Realizar tarefas como transporte e higienização.	(Piccialli et al, 2021), (Kumar et al, 2023),
	Assistentes virtuais e <i>chatbots</i>	Processamento de linguagem natural (PLN)	Responder a perguntas, agendar consultas e recolha de informações	(Arora et al, 2021), (Kose et al, 2017),
	Reconhecimento de Imagem e Fala	DL e Redes Neurais	Reconhecimento de medicamentos, leitura de prontuários e transcrição de exames.	

3. Melhoria na Tomada de Decisões	Análise Preditiva	ML e Redes neurais	Identificar padrões e prever cenários futuros com base em dados prévios	(Piccialli et al, 2021), (Kumar et al, 2023),
	Simulação de Cenários	Simulação de Monte Carlo ou Modelagem de Processos	Simular diferentes cenários logísticos e avaliar o impacto de mudanças em variáveis como procura, cadeia de abastecimento e infraestrutura	(Kumar et al, 2024), (Abadie et al, 2023),
	Manutenção Preditiva	ML com algoritmos de Aprendizagem Supervisionada ou Não Supervisionada	Analisar dados de sensores e prever falhas em equipamentos médicos	
4. Rastreo e Monitorização	Rastreamento de Itens	IoT	Rastrear o fluxo de produtos em tempo real com <i>tags</i> e sensores	(Piccialli et al, 2021), (Kumar et al, 2023),
	Monitorização de Condições Ambientais	Sensores inteligentes conectados à IoT e ML	Monitorizar temperatura, humidade e luminosidade em áreas de armazenamento	(Baz et al, 2022); (Khan et al, 2022),
	Monitorização de Equipamentos	Sensores e algoritmos de ML	Monitorizar o desempenho de equipamentos médicos e prever falhas	(Arji et al, 2023)
	Redução de erro	Sensores inteligentes conectados à IoT e ML	Redução de erro com menor gasto e melhor qualidade de serviço	
	Redução de tempo e espera	Sensores inteligentes conectados à IoT e ML	Fornecer melhor qualidade de serviço evitando rotura	
5. Personalização e Atendimento ao Cliente	Recomendações de Produtos	ML com algoritmos de Recomendação Colaborativa ou Baseada em Conteúdo	Sugere produtos personalizados para pacientes	(Piccialli et al, 2021), (Kumar et al, 2023)
	<i>Chatbots</i> para Suporte ao Cliente	PLN e Aprendizagem por Reforço para <i>chatbots</i>	Oferecer suporte 24/7, responder a perguntas e encaminhamento de pacientes.	
	Análise de Sentimentos	Processamento de Linguagem Natural (PLN)	Analisar feedback de pacientes e identificar áreas de melhoria na logística e no atendimento	

Como detalhado acima e resumido em tabela (Tabela 3), a combinação das tecnologias de IA com o expertise de profissionais da área de logística hospitalar podem ser, portanto, um diferencial (Kumar et al, 2023).

1.2.7 Limitações e Desafios da utilização da Inteligência Artificial na logística dos Sistemas de Saúde

Embora um número promissor de tecnologias baseadas em IA esteja a aumentar, apenas algumas foram amplamente implementadas até chegar ao consumidor final. Perante o ambiente económico em mudança, a imprevisibilidade do mercado, da oferta, do risco e da incerteza, bem como da instabilidade política e outros fatores, a sua implementação é dificultada e protelada (Kumar et al, 2023).

Segundo Angehrn et al (2023), as limitações e desafios da implementação de IA nos cuidados em saúde ocorrem em diferentes fases de desenvolvimento, nomeadamente, na fase de elaboração e acesso aos dados para a elaboração do algoritmo, na validação de algoritmos e na implementação final. Estas limitações estão identificadas consoante as fases enumeradas e resumidas na Tabela 4.

Ao nível da fase de elaboração e acesso a dados, um dos obstáculos mais comuns no desenvolvimento de soluções baseadas em inteligência artificial, baseado em dados retrospectivos, é o acesso a grandes bases de dados, adequados para o treino e validação do modelo (Al-Saedi et al, 2022). Devido à recente lei de proteção de dados mundialmente aceite, a recolha de dados é, muitas das vezes, referente apenas a um procedimento, deixando de ser vigente para os dados necessários para grandes bases de dados, necessárias para estabelecer algoritmos fiáveis. A ausência de um amplo consentimento para o futuro reaproveitamento de dados pode, portanto, limitar o uso de dados clínicos de alta qualidade. Mesmo quando este consentimento é fornecido e o reaproveitamento de dados é concedido, surgem outros desafios, como por exemplo a dificuldade de pseudoanonimização de imagens, que são sempre marcadas com um identificador do utente e, portanto, requerem processamento adicional antes que possam ser reutilizados, o que aumenta o custo do acesso aos dados e prolonga o tempo de recolha (Angehrn et al, 2020). Temos, igualmente, de ter em atenção um aspeto importante, que visa não só o seu alcance, como sua aplicabilidade. Os países desenvolvidos têm uma taxa de penetração de Internet de 81%, enquanto, apenas 17,5% da população tem acesso à Internet, nos países em desenvolvimento (Mohammadian et al, 2020). Segundo os mesmos autores, dadas estas estatísticas, é essencial que o conceito de novos sistemas de saúde e de produção não diminuam o acesso aos serviços básicos, como a saúde, criando um fosso entre populações e diminuindo, por isso, a sua acessibilidade aos mesmos cuidados. Ainda citando os mesmos autores, se por um lado, as invenções tecnológicas parecem viáveis em aplicabilidade, por outro lado, a falta de financiamento, medidas de gestão adequadas nos setores da saúde, e suporte tecnológico qualificado, são potenciais limitações para a aplicação bem-sucedida da Sociedade 5.0 (Mohammadian et al, 2020).

Ainda abordando a fase de elaboração e acesso a IA nos cuidados em saúde, a revisão feita por Sukums et al (2023) destaca várias limitações a serem abordadas, nomeadamente, a inadequada

modernidade da infraestrutura informática, consciencialização limitada entre as partes interessadas, bem como habilidades limitadas no desenvolvimento de soluções de IA (Sukums et al, 2023).

Abordando a fase de desenvolvimento intermédia, os algoritmos efetuados por inteligência artificial necessitam sempre de uma validação adicional, idealmente uma validação cruzada na fase de desenvolvimento e uma validação externa antes da submissão regulatória. Para obter algoritmos confiáveis, com alta sensibilidade e especificidade, estes devem ser testados num cenário do mundo real, de cuidados habituais (Kumar et al, 2023). Segundo estes autores, é importante, por isso, garantir que os dados de teste são representativos do grupo de utentes alvo. A heterogeneidade de conjuntos de dados usados para desenvolvimento e validação podem ser uma ameaça para a validação (Angehrn et al, 2020).

Uma das limitações que surge na fase final de desenvolvimento de IA, a fase de implementação, prende-se com o facto de que, para uma implementação bem-sucedida, é importante que o algoritmo seja facilmente acessível e fácil de usar. A implementação do algoritmo deve promover a otimização de tratamento ou diagnóstico, deve estar integrado com os restantes algoritmos, particularmente quando se fala em decisões multidisciplinares. O resultado deve, portanto, ser alinhado com a prática clínica diária (Angehrn et al, 2020).

Ainda na fase final, uma limitação importante, consiste no desconhecimento de como as previsões dos algoritmos adotados pela inteligência artificial são feitas. Como resultado, os utilizadores (isto é, profissionais de saúde) não são capazes de compreender o processo de previsão e, assim, verificar os resultados fornecidos pelos modelos. Este facto levou a uma aceitação relativamente baixa da IA, entre os profissionais de saúde, que dependem de diagnósticos baseados em evidências para orientar as decisões de tratamento (Angehrn et al, 2020). Segundo estes autores, é necessário, portanto, uma explicação deste processo de previsão para melhorar o uso desses sistemas em diversas aplicações clínicas (Angehrn et al, 2020). Para ultrapassar esta limitação surgiu um ramo explicável de Inteligência Artificial, denominada Explainable Artificial Intelligence (XAI), que é definida como o conjunto de recursos que explicam como o modelo de IA construiu sua previsão. Em outras palavras, o XAI ajuda o utilizador a entender como o modelo funciona e realiza a sua previsão (Liu et al, 2023).

Abordando agora os desafios que surgem na utilização da Inteligência Artificial nos cuidados de saúde e em particular na logística destes cuidados, um dos desafios associado á utilização da IA em cuidados em saúde, consiste na ética da sua utilização. As soluções baseadas em IA são propensas a todos os tipos de vieses associadas a sistemas informáticos, entre eles os vieses sociais preexistentes, que influenciam a forma como um software é projetado, os vieses de como software está sendo usado, e vieses puramente técnicos (Angehrn et al, 2020). Neste contexto, a questão crítica de ética, é se o algoritmo pode ser confiável, e não apenas se produz resultados tecnicamente “verdadeiros”, a este

aspecto prende-se também avaliar se o algoritmo em questão, age no melhor interesse dos utentes, da mesma forma que um médico (Mohammadian et al, 2020).

A regulamentação é outro desafio e consiste num fator essencial na utilização da inteligência artificial, contudo não parece haver consenso na regulamentação entre pares, conferindo por isso uma limitação da sua utilização e da sua expansão (Angehrn et al, 2020). A supervisão regulatória da IA parece focada em garantir segurança através de um sistema de verificações. Alguns países, como o Japão, visam regulamentar através da verificação do próprio software, enquanto outros, como os EUA, têm como objetivo regulamentar através da verificação da excelência operacional da entidade empresarial, que desenvolveu o software (Angehrn et al, 2020).

Segundo os autores citados, os requisitos regulamentares, para o uso da inteligência artificial, dependem do nível de risco associado ao uso do dispositivo na prática médica, podendo ser classificados em requisitos administrativos (fabricação e controlo de qualidade), requisitos relacionados com o software (projeto, especificação, perigo de análise, arquitetura, rastreabilidade, análise de risco de software, segurança cibernética, etc.), requisitos clínicos (incluindo perspetivas do utente, em alguns casos), requisitos não clínicos (dosagem, validação e biocompatibilidade/toxicologia) e outros, como por ex., requisitos que determinam o risco-benefício, avaliam e mitigam riscos (Angehrn et al, 2020).

Abordando os requisitos de regulamentação clínicos, surge outro dos desafios, a segurança. Sempre que dados clínicos são transferidos, é necessário implementar controlo, para garantir a segurança na implementação clínica, a privacidade de dados e outros aspetos da segurança informática (Baz et al, 2022). O desafio da segurança clínica foi amplamente identificado e foram criadas aplicações para mitigar este problema, não obstante, é um desafio bastante importante e que envolve custos adicionais (Angehrn et al, 2020). As aplicações de IA têm um grande potencial para transformar ou interromper a prestação de serviços de saúde, deste modo, torna-se imperativo que os governos elaborem estratégias apropriadas para a adoção de uma tecnologia de IA segura, que maximize os benefícios e minimize as interrupções eventualmente causadas por estas tecnologias emergentes (Elavarasan et al, 2021). Embora muitos países ainda não tenham diretrizes e políticas claras sobre o desenvolvimento e uso de soluções baseadas em IA, as diretrizes da OMS recentemente divulgadas, já citadas, devem servir de guia para a ética e governança da IA para a saúde (Sukums et al, 2023).

Nas operações de controle logístico, há ainda um desafio específico, que consiste na exigência de comunicação entre os vários usuários e dispositivos. Estas entidades comunicam-se através de um canal público, uma das limitações desta utilização integrada na IA, consiste no facto de que este canal é vulnerável a vários tipos de ataques informáticos, podendo levar a problemas relacionados com a segurança da informação (Wazid et al, 2021).

Como detalhado anteriormente, existem assim vários fatores como a preparação da organização, compreensão da tecnologia, recursos humanos qualificados, padronização de dados, segurança cibernética e mais importante ainda, uma implicação legal que precisa ser regulada, antes de implementar tecnologias de IA na gestão da cadeia de abastecimento hospitalar, caso contrário, nenhuma organização poderá enfrentar desafios desta integração (Kumar et al, 2023).

Segundo os autores Sukums et al (2023), o setor da saúde é uma das áreas-chave em que a IA pode resolver numerosos problemas, no entanto, como verificado e resumido em ambas as tabelas (Tabela 4 e 5), existem várias limitações e desafios que dificultam a sua aplicação adequada e eficaz. Esses desafios incluem domínios como a privacidade, a segurança cibernética, a precisão e ética de utilização, os direitos de propriedade intelectual, a responsabilidade, a transparência, a elucidação, o desempenho, e eventualmente o preconceito e discriminação criados (Sukums et al, 2023).

Tabela 4. Limitações da utilização da IA nos cuidados em saúde

Fase de desenvolvimento de IA	Limitações	Autor
1. Elaboração e acesso	<ol style="list-style-type: none"> 1. Volatilidade e instabilidade política 2. Taxa de penetração de internet dispar entre países desenvolvidos e em desenvolvimento (promoção de diferente equidade em cuidados de saúde) 3. Acesso a grandes bases de dados 4. Lei de proteção de dados 5. Ausência de consentimento para grandes bases de dados 6. Aumento de custo e de tempos de recolha por dificuldade na pseudo-anonimização de conteúdos 7. Inadequada modernidade da infraestrutura informática 8. Consciencialização limitada entre os vários stakeholders 9. Habilidades limitadas dos recursos humanos 	(Kumar et al, 2023), (Angehrn et al, 2020), (Mohammadian et al, 2020), (Sukums et al, 2023), (Daniel et al, 2021), (Al-Saedi et al, 2022), (Arora et al, 2021)
2. Validação de algoritmos	<ol style="list-style-type: none"> 1. Necessidade de validação cruzada na fase de desenvolvimento 2. Necessidade de validação externa antes da submissão regulatória 3. Heterogeneidade de conjuntos de dados usados para desenvolvimento e validação de algoritmos 	(Angehrn et al, 2020), (Kumar et al, 2023), (Zhou et al, 2021)
3. Implementação final	<ol style="list-style-type: none"> 1. Dificuldade de acesso ao algoritmo 2. Dificuldade no uso do algoritmo 3. Dificuldade na integração dos vários algoritmos, particularmente quando são referentes a decisões multidisciplinares 4. Desconhecimento de como as previsões dos algoritmos adotados pela inteligência artificial são feitas 	(Angehrn et al, 2020), (Liu et al, 2023)

Tabela 5. Desafios de utilização da IA nos cuidados em saúde

	Desafios	Autor
1. Ética	<ol style="list-style-type: none"> 1. Presença de vieses sociais, vieses decorrentes do uso do software e vieses puramente técnicos 2. Confiança no algoritmo e na sua contribuição para o melhor interesse do utente 	(Angehrn et al, 2020), (Mohammadian et al, 2020), (Sukums et al, 2023), (Barclay et al, 2023)
2. Regulamentação	<ol style="list-style-type: none"> 1. Ausência de consenso na regulamentação entre pares 2. Múltiplos requisitos regulamentares (clínicos e não clínicos) 	(Angehrn et al, 2020), (Wazid et al, 2021), (Sukums et al, 2023), (Elavarasan et al, 2021)
3. Segurança	<ol style="list-style-type: none"> 1. Custos adicionais para manter o controlo e segurança 2. Insegurança de canal público de comunicação 	(Angehrn et al, 2020), (Wazid et al, 2021), (Sukums et al, 2023), (Kumar et al, 2023), (Khan et al, 2022),

METODOLOGIA

O presente capítulo pretende clarificar a metodologia que irá permitir responder à questão inicial de investigação.

QI: Como é que a implementação da IA pode melhorar a eficiência na gestão da logística hospitalar?

2.1 QUESTIONÁRIO

Pretendendo responder às questões de investigação, e no intuito de cumprir os objetivos explanados inicialmente, recorreu-se a um questionário para recolha de informação. Este questionário está presente em anexo (Anexo 1). A escolha desta ferramenta de recolha de dados prendeu-se com facto de se pretender a opinião dos vários *stakeholders*, permitindo ser eficiente no processo, e tentando minimizar o risco da amostra apresentar um viés de seleção.

A formulação das perguntas do questionário teve em conta a potencial resposta às perguntas de investigação da presente tese, já previamente abordadas e exploradas na revisão literária.

O questionário disponibilizado apresentava-se organizado em 4 secções, a 1ª com a explicação do propósito do estudo, informação da duração e regras de resposta; a 2ª secção de resposta curta, que compreendiam a identificação através do local de trabalho, cargo atual e idade; a 3ª secção com questões fechadas de escolha única ou múltipla e resposta obrigatória, que compreendiam, como abordado anteriormente, os vários tópicos das perguntas de investigação, com hipóteses viáveis de escolha, bem como de discordância em relação ao tópico abordado; e a 4ª secção, que compreendia um texto de agradecimento de resposta.

Foi realizado um pré-teste, aplicado a 3 profissionais de saúde, onde se reformularam algumas questões, para melhor compreensão por parte dos respondentes, e se estabeleceu o tempo de resposta.

2.2 RECOLHA DE DADOS

O questionário foi efetuado no formato GoogleForms®, com a duração de resposta de 7 minutos. Foi enviado via mensagem de email e mensagem. Os emails foram enviados para profissionais da Unidade Local de Saúde Loures e Odivelas, para a Unidade Local de Saúde da Arrábida, bem como para a

Unidade de Saúde Familiar Delta (USF-Delta). Foram selecionados recipientes dos emails, uma vez que se pretendia adquirir informação de profissionais de saúde diretamente envolvidos nas compras de material, logística ou manuseamento e gestão de armazéns avançados, compreendendo por isso, enfermeiros coordenadores, de bloco operatório ou chefes de piso, bem como técnicos de farmácia, gestores de compras e membros do conselho de administração. O número de emails enviados foi de 72. As mensagens foram enviadas via aplicação LinkedIn®, tendo como *target* o mesmo tipo de profissionais, contudo, contou com a opinião de pessoas que desenvolveram trabalho no sector público, mas estão atualmente em funções no sector privado. Contou igualmente com a resposta membros da Ordem dos médicos e membros do governo relacionados com a gestão do SNS. Foram enviadas 25 mensagens.

Os dados foram recolhidos no período compreendido de 26 de Junho de 2024 a 11 de Agosto de 2024.

A taxa de resposta obtida foi de 51%. A recolha de dados foi efetuada via GoogleForms® e trabalhada utilizando o programa Excel, após o período de resposta já mencionado.

2.3 AMOSTRA

A amostra foi escolhida através de um método de amostragem, por conveniência, que compreendeu, desta maneira, elementos da administração do hospital em causa, elementos do corpo clínico, elementos usuários responsáveis pela logística do hospital público e unidades de saúde em estudo. Foi efetuada esta seleção para que a amostra fosse representativa da população-alvo, de modo a garantir que os resultados fossem fidedignos e generalizáveis. Após a linha temporal citada, foram recolhidas 49 respostas, sendo este o tamanho da amostra.

CAPÍTULO 3

RESULTADOS

O capítulo que se segue apresenta os resultados da pesquisa realizada com o objetivo de avaliar a aplicabilidade da Inteligência Artificial na melhoria da logística de cuidados de saúde. Após a revisão da literatura, foi conduzida uma análise aprofundada dos dados colhidos, permitindo identificar padrões, tendências do potencial impacto da IA nas diversas etapas do processo logístico. Através da formulação de questões pretendeu-se alcançar o objetivo principal do presente estudo, que consiste em investigar e analisar como a Inteligência Artificial pode ser aplicada para melhorar a logística do Sistema Nacional de Saúde, melhorando a eficiência, reduzindo custos e aprimorando a qualidade dos serviços de saúde.

Este capítulo será organizado em sete subcapítulos: o primeiro consiste na caracterização da amostra obtida e os seguintes na pesquisa efetuada para responder às questões de pesquisa, já mencionadas, de modo a atingir os objetivos da presente tese.

3.1 CARACTERIZAÇÃO DA AMOSTRA

O número total de profissionais que responderam foi de 49, sendo que a maioria da amostra correspondeu ao género masculino e apenas 12% dos respondentes são do sexo feminino (Gráfico 3).

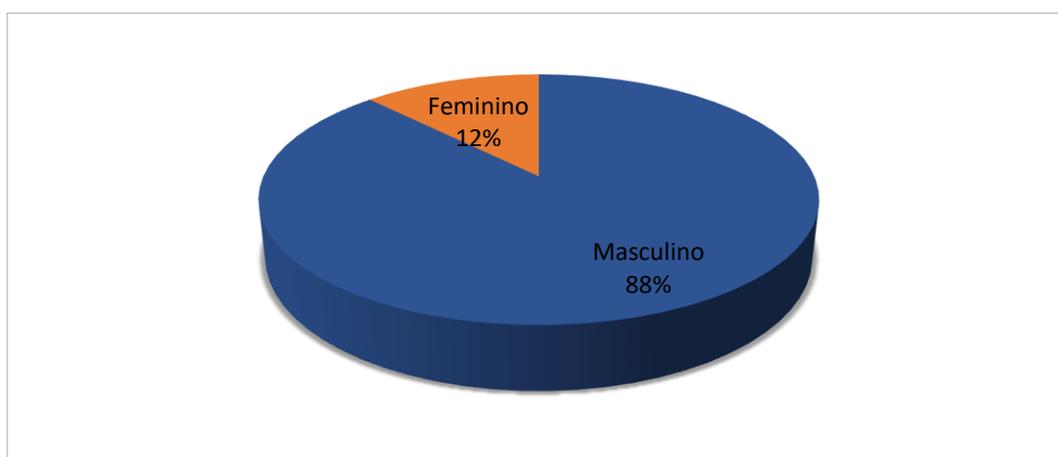


Gráfico 3. Identificação por género (N:49)

Grande parte dos respondentes apresentou como local de trabalho a Unidade Local de Saúde de Loures-Odivelas (49%), seguida da USF-Delta (6%), com menor expressão de outras Unidades locais de Saúde, como presente na Tabela 6. Embora a maioria dos respondentes pertencessem á unidade local

de saúde correspondente ao local de trabalho da autora da tese, pensa-se que não se criou qualquer viés de seleção, uma vez que, os mesmos critérios foram usados para a escolha de profissionais de outras unidades e com total isenção de parcialidade na escolha dos mesmos.

Tabela 6. Local de trabalho de profissionais de amostra (N:49)

Local de Trabalho	Número de pessoas
Unidade Local de Saúde de Loures-Odivelas	24
Unidade Saúde Familiar - Delta	3
Clínica particular	2
Luz Saúde	2
Unidade Local de Saúde da Arrábida	2
Unidade Local de Saúde de Amadora/Sintra	2
Campus de Saúde - Vila Franca Xira	1
Centro hospitalar Barreiro-Montijo	1
Fundação Champalimaud	1
Hospital das Forças Armadas	1
Hospital Privado das Beiras	1
Ordem dos médicos	1
Servdebt	1
Serviço Regional de Proteção Civil e Bombeiros	1
Unidade de Saúde Pública do Médio Tejo	1
Unidade Local de Saúde da Lezíria	1
Unidade Local de Saúde de São José	1
Unidade Local de Saúde do Baixo Alentejo	1
Unidade Local de Saúde do Médio Tejo	1
Unidade Local de Saúde do Oeste	1
Total	49

16% dos profissionais da amostra encontram-se, de momento, em instituições privadas, mas já desenvolveram trabalho em instituições públicas anteriormente, sendo a maioria de instituições públicas. Do total da amostra, apenas 10% trabalhavam em cuidados primários, sendo a perspetiva maior adquirida por profissionais que trabalham em contexto hospitalar (Gráfico 4). Embora a diferença seja significativa entre as duas visões, comparando as respostas assinaladas por ambos os grupos, não se verificaram nenhuns *outliers*, pelo que se pode assumir não haver diferenças substanciais de visão, quanto á utilização de IA na logística dos cuidados de saúde, sendo eles em contexto hospitalar ou em cuidados primários.

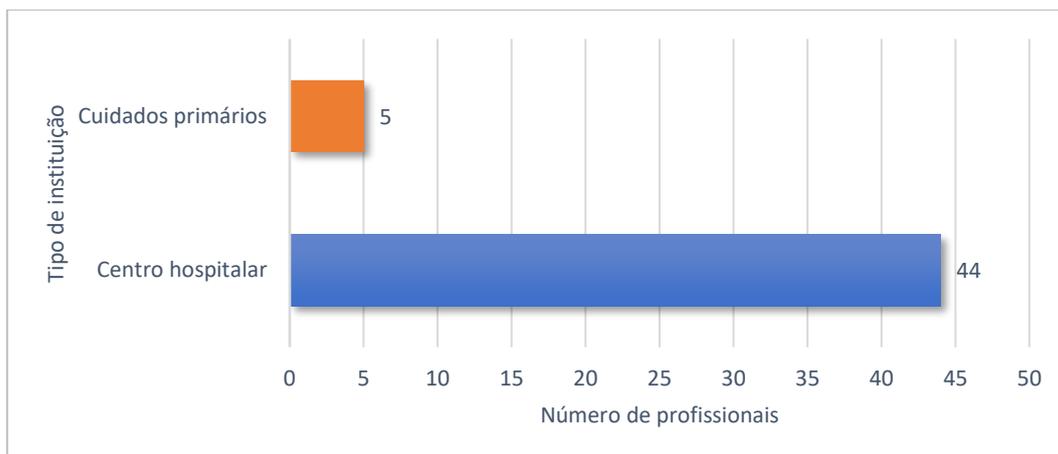


Gráfico 4. Cuidados primários vs hospitalares (N:49)

Dos 49 respondentes, 47% são enfermeiros, 14% assistentes técnicos, distinguindo-se 1 profissional destes por estar diretamente ligado a compras de farmácia, 12% assistentes hospitalares com cargos de coordenação, 10% membros de conselho de administração, distribuindo-se os restantes por cargos múltiplos, como descrito na tabela 7. Sendo o cargo com maior preponderância alcançado, o de enfermagem, seguido de assistentes técnicos e assistentes hospitalares com cargos de coordenação, pensa-se ter sido alcançado o objetivo de contar com a opinião dos profissionais que mais lidam com a logística de cuidados em saúde, pelo que se pode dizer ser representativa da realidade do universo, o restante SNS.

Tabela 7. Cargo dos profissionais da amostra (N:49)

Cargo	Número de pessoas
Assistente Técnica - Compras farmácia	1
Bastonário Ordem Médicos	1
Coordenador de Bombeiros	1
Gestor de stocks	1
CEO	2
Gestor de Qualidade	2
Conselho de Administração	5
Assistente Hospitalar - Coordenação	6
Assistente Técnico	7
Enfermeiro	23
Total	49

A idades dos profissionais da amostra compreendeu-se entre os 60 anos de máximo e 30 anos de mínimo. A grande maioria (59%) encontrava-se na Geração Y (*Millennials*) (Gráfico 5).

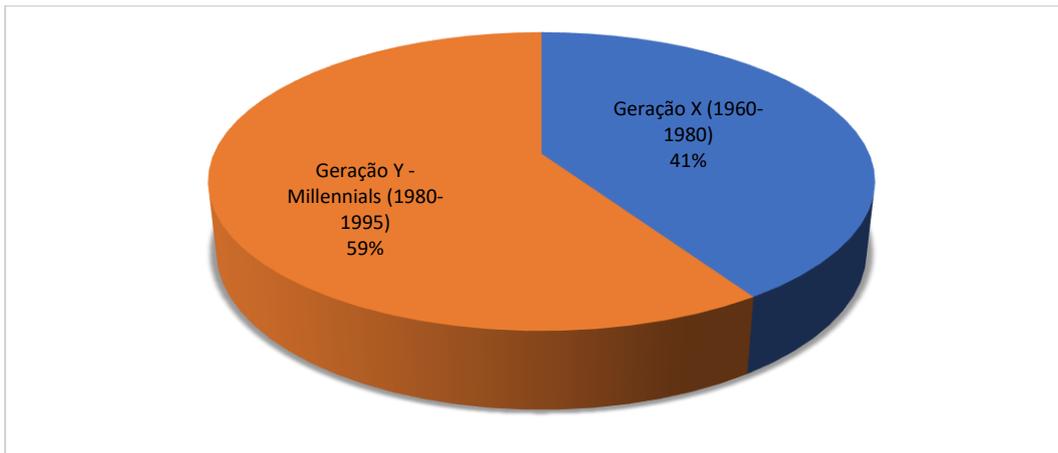


Gráfico 5. Distribuição entre gerações (N:49)

3.2 MELHORES PRÁTICAS PARA A INTEGRAÇÃO DE INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL EM SISTEMAS DE LOGÍSTICA HOSPITALAR

Em resposta à primeira questão de investigação colocada, procurou-se inicialmente averiguar qual o conhecimento prévio dos respondentes sobre inteligência artificial. Este grau de conhecimento diferiu em poucos pontos percentuais entre as gerações X e Y, sendo que, na maioria de ambas as gerações, expressaram ter um grau intermédio de conhecimento sobre inteligência artificial, 66% dentro da geração Y e 60% na geração X. Apenas 2 respondentes afirmaram ter um grau de conhecimento prévio sobre IA elevado, sendo ambos pertencentes à geração Y (Gráfico 6).

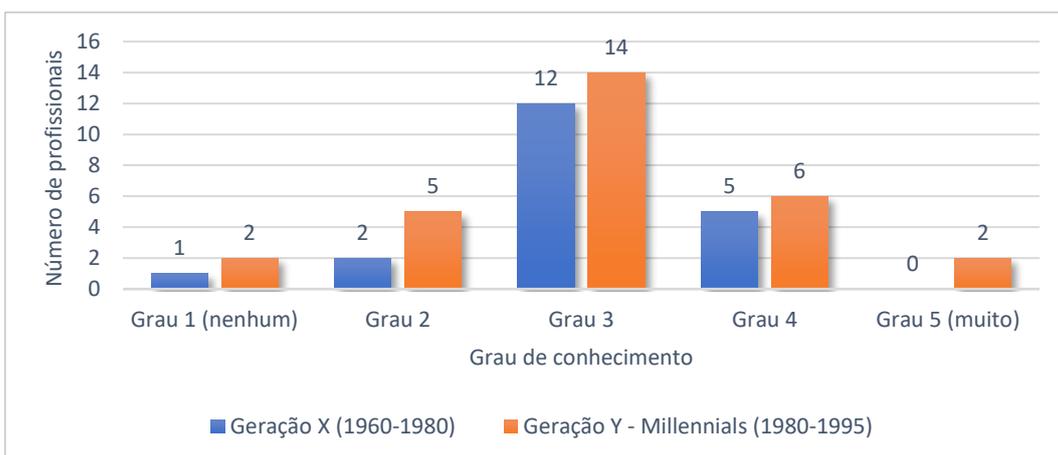


Gráfico 6. Nível de conhecimento sobre IA entre as 2 gerações (N:49)

Para responder às melhores práticas para a integração de IA em sistemas de logística procurou-se questionar os respondentes quanto ao seu grau de conhecimento sobre as diretrizes para a utilização

da inteligência artificial em Saúde, pela Organização Mundial da Saúde, bem como sobre a Estratégia Nacional de utilização de Inteligência Artificial.

A maioria dos profissionais respondeu ter pouco conhecimento sobre as diretrizes de utilização da IA em saúde efetuadas pela OMS. verificando-se igual grau de desconhecimento sobre a Estratégia Nacional para a mesma utilização (Gráfico 7), isto é 67% com grau 1 e 2 de conhecimento sobre a Estratégia Nacional e 57% com grau 1 e 2 de conhecimento sobre as diretrizes da OMS.

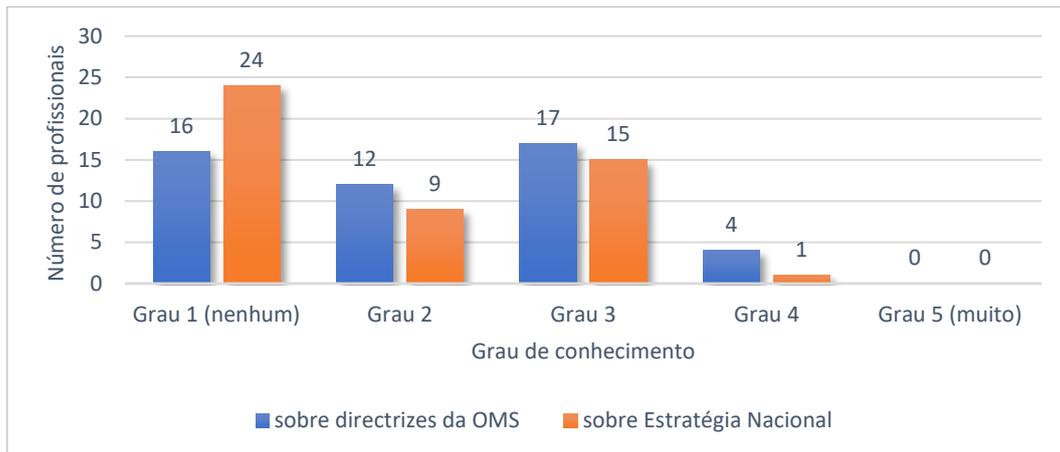


Gráfico 7. Grau de conhecimento sobre diretrizes da OMS e Estratégia Nacional para a utilização da IA em cuidados em saúde (N:49)

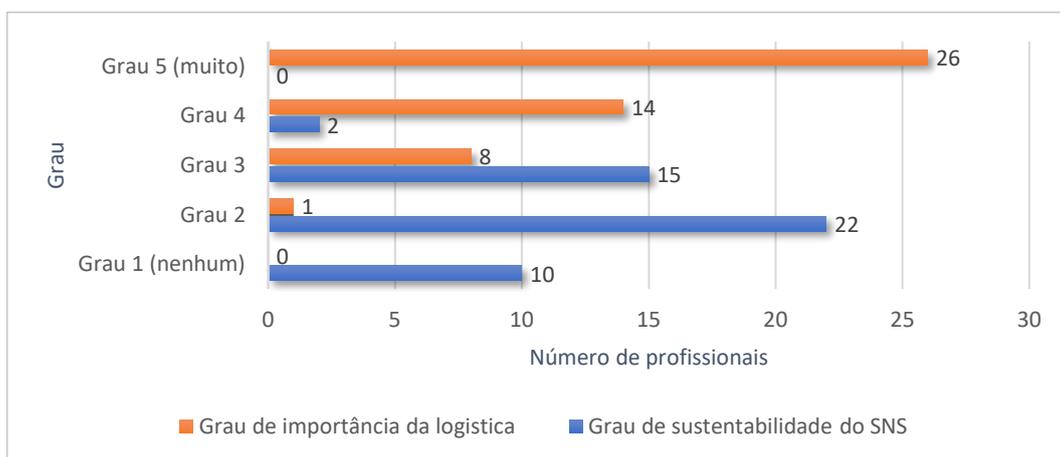


Gráfico 8. Grau de sustentabilidade económica do atual SNS vs grau de importância da logística para a sustentabilidade do SNS (N:49)

No intuito de se introduzir o tema da influência da sustentabilidade dos sistemas de saúde pela logística, procurou-se averiguar a opinião dos respondentes quanto ao grau de sustentabilidade

económica que atribuíam ao atual SNS com as medidas vigentes, bem como o grau de importância atribuída à gestão da logística de cuidados de saúde, para a sustentabilidade do mesmo sistema de saúde. Verificou-se que o grau atribuído á importância da logística para a sustentabilidade do SNS é inversamente proporcional á sustentabilidade que o atual sistema tem, segundo os profissionais da amostra (Gráfico 8).

3.3 PRINCIPAIS TECNOLOGIAS DE INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL UTILIZADAS NA LOGÍSTICA DE CUIDADOS DE SAÚDE

No intuito de se responder à questão de investigação de quais as principais tecnologias de IA utilizadas em logística de cuidados de saúde, inquiriram-se os profissionais quanto ao seu conhecimento prévio de utilização de IA nos cuidados em saúde e, se sim, em que área. A maioria dos profissionais da amostra afirmou desconhecer o uso de IA nos cuidados em Saúde (57%). Os restantes 43% correspondem a 21 profissionais e quando indagados, descreveram as várias áreas onde viram aplicada IA nos cuidados em saúde, num total de 32 respostas. A maioria das respostas descreveram áreas de utilização clínica (81%), sendo as restantes, áreas de utilização não clínica (19%), como presente na tabela 8.

Tabela 8. Descrição das áreas de aplicação de IA nos cuidados em saúde (n:32)

Respostas	Número
Imagiologia	12
Decisão Clínica	5
Análise de dados	2
Investigação e desenvolvimento	2
Cirurgia de ambulatório	1
Gestão de qualidade	1
Generative AI	1
Legislação e programação	1
Oncologia	1
Indústria farmacêutica	1
Logística	1
Gestão em Saúde	1
Prever resultados em saúde com base na monitorização de sinais vitais	1
Teleconsulta	1
Wearables	1
Total	32

3.4 PRINCIPAIS REQUISITOS DE INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL UTILIZADAS NA LOGÍSTICA DE CUIDADOS DE SAÚDE

Quando questionados sobre os requisitos necessários para a utilização de IA nos cuidados em saúde, foram dadas 138 respostas. A larga maioria dos profissionais assinalou os requisitos tecnológicos como essenciais, que compreendem a criação de infraestruturas e modernização das presentes (96%), seguidos dos fatores humanos, que envolvem a formação de recursos humanos a desenvolvimento de competências na área de IA (71%). 65% dos profissionais assinalaram como importantes os requisitos de organização, ou seja, a cultura organizacional instalada no local de trabalho, bem como a liderança. 49% dos profissionais assinalaram como preponderantes os fatores institucionais, ou seja, o apoio governamental e as políticas em conformidade, para a aplicação de IA nos cuidados em saúde.

Não houve respostas negativas em relação á preponderância de implementação de IA ou foram assinalados outros requisitos preponderantes, na visão da amostra (Gráfico 9).

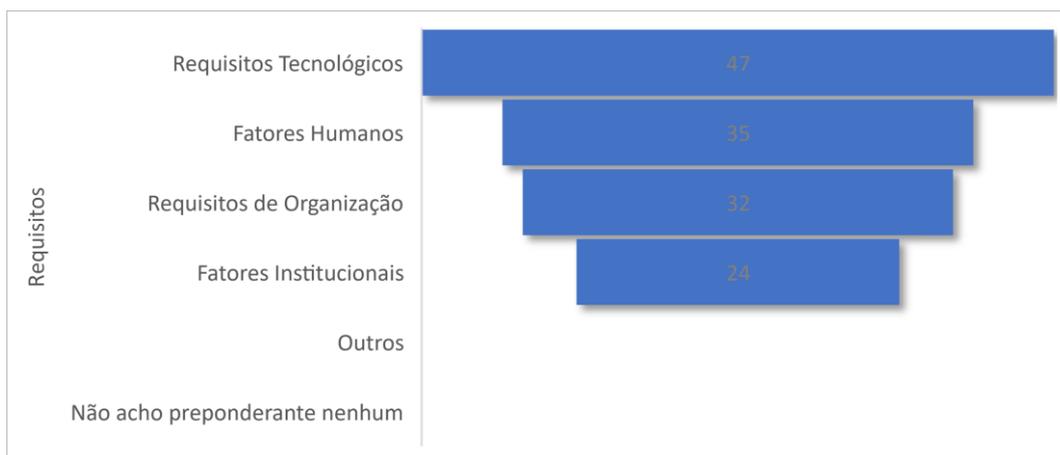


Gráfico 9. Requisitos preponderantes para a implementação da IA nos cuidados em saúde (n:138)

3.5 BENEFÍCIOS RECONHECIDOS ASSOCIADOS AO USO DE INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL NA LOGÍSTICA DOS CUIDADOS DE SAÚDE

Quando questionados em relação ao grau de benefício que a IA poderia ter para melhorar a logística hospitalar, a maioria foi de acordo que haveria um grande benefício (grau 5 e grau 4) (86%), 14% dos profissionais achou que teria um grau intermédio de benefício, não havendo respostas negativas.

Quando indagados em relação às áreas de maior benefício foram dadas 153 respostas, sendo a redução de custos e otimização de stocks a área mais assinalada (86%), seguida do rastreio e monitorização, com menos 1 resposta (84%), seguido da automatização de tarefas que contou com

67% dos profissionais. 57% dos profissionais assinalou que a introdução da IA seria benéfica na melhoria da tomada de decisões e apenas 18% na personalização e atendimento ao cliente. Não houve respostas negativas em relação ao benefício da sua introdução, ou forma assinalados outros benefícios na visão da amostra, como descrito no Gráfico 10.

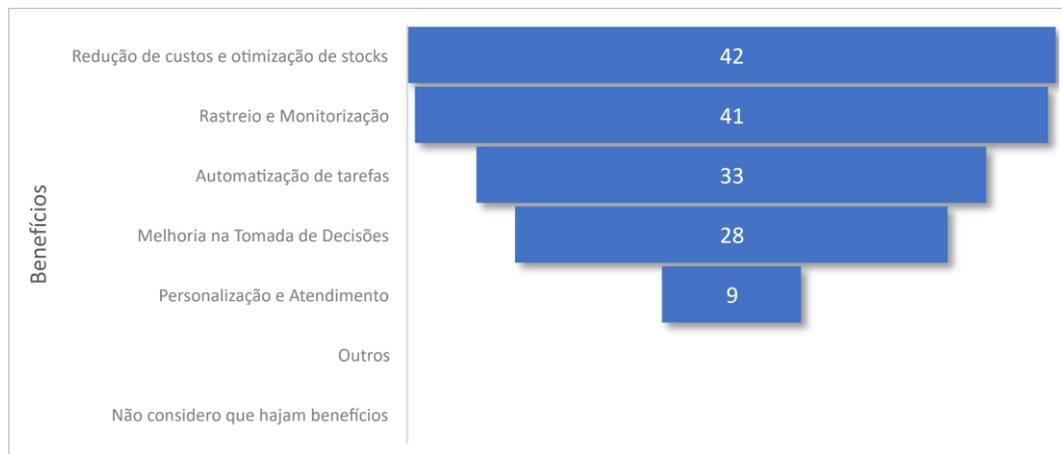


Gráfico 10. Áreas de benefício na introdução da IA na logística dos cuidados em saúde (n:153)

3.6 LIMITAÇÕES ASSOCIADAS AO USO DE INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL NA LOGÍSTICA DOS CUIDADOS DE SAÚDE

Indagando sobre as potenciais limitações e desafios associados ao uso de IA na logística dos cuidados de saúde, solicitou-se aos profissionais que assinalassem quais os principais na sua opinião. Foram dadas 167 respostas, sendo que 71% considerou que o orçamento restrito era a maior limitação para a implementação de IA na área de logística hospitalar, 51% considerou ser a presença de diversas leis e normas associadas às instituições públicas, seguida da gestão complexa da documentação (43%). As exigências rigorosas de qualidade e segurança foram assinaladas em 41%. Com menor expressão, e de modo quase equitativo, foram assinaladas as limitações de falta de recursos humanos (31%), infraestruturas limitadas (31%), múltiplos fornecedores (27%) e grande variedade de produtos (22%).

Com menor expressão (19%) foi assinalada a procura variável e incerta, como fator limitativo. Foram dadas 3 respostas em “Outros” que corresponderam á limitação correspondente á integração da IA nos sistemas já existentes, á formação dos profissionais e ao desafio de criar envolvimento por parte dos profissionais dos cuidados em saúde (Gráfico 11).



Gráfico 11. Principais limitações para a implementação de Inteligência Artificial, na logística de cuidados em saúde

3.7 PRINCIPAIS DESAFIOS ASSOCIADOS AO USO DE INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL NA LOGÍSTICA DOS CUIDADOS DE SAÚDE

Indagando sobre os desafios da atualidade sobre a utilização de IA nos cuidados em saúde, os profissionais foram interrogados em relação a até que ponto acreditavam que a segurança e a privacidade dos dados deveriam ser preocupações ao implementar soluções de IA, nos cuidados de saúde, sendo que a maioria dos profissionais manifestaram que deve ser uma preocupação (grau 5 e grau 4) (86%), apenas 10% afirmou que deveria ser uma preocupação intermédia, e apenas 4% considerou não achar que deveria ser uma preocupação (grau 2 e 1) (Gráfico 12).

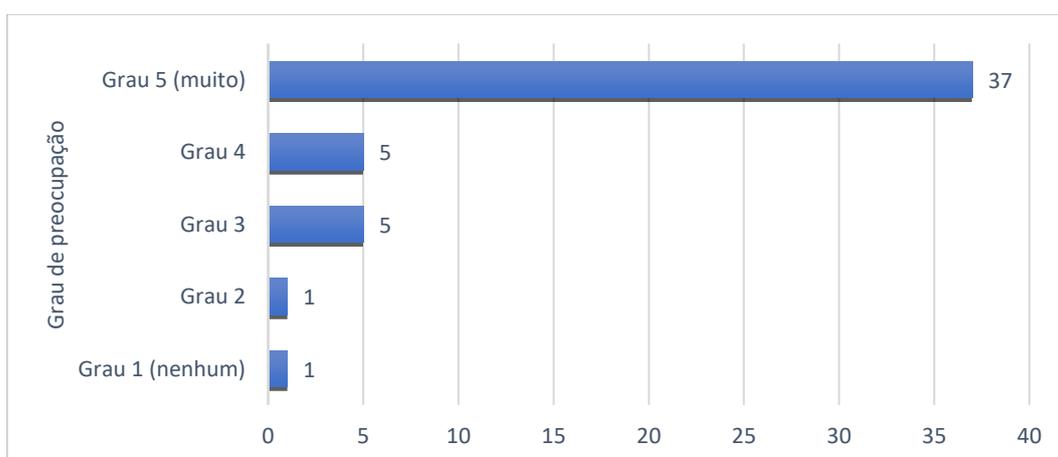


Gráfico 12. Grau em que a segurança e a privacidade dos dados deveriam ser preocupações ao implementar soluções de inteligência artificial nos cuidados de saúde

Por outro lado, a Ética contou com respostas distintas, quando interrogados até que ponto acreditavam que a Ética consistia numa limitação para implementar soluções de IA, nos cuidados de saúde, grande parte da amostra considerou como sim (grau 5 e 4) (49%), mas a distribuição por respostas de grau intermédio (grau 3) e de grau diminuto (grau 2 e 1) foram semelhantes, contando com 31% e 20% respetivamente (Gráfico 13).

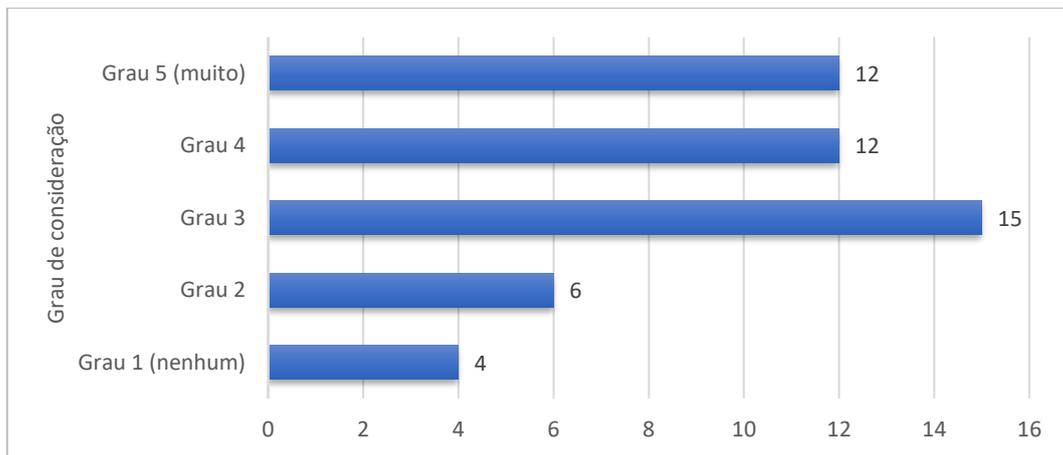


Gráfico 13. Grau de consideração da Ética como limitação para implementação de IA nos cuidados em saúde

Quando interrogados em relação ao grau de relevância que atribuíam à existência de regulamentação estrita para reger a implementação de soluções de IA, em cuidados em saúde, é visível que atribuem um grau crescente, contudo, esta relação é inversa ao grau de conhecimento sobre as diretrizes da OMS, nestes mesmos cuidados (Gráfico 14).

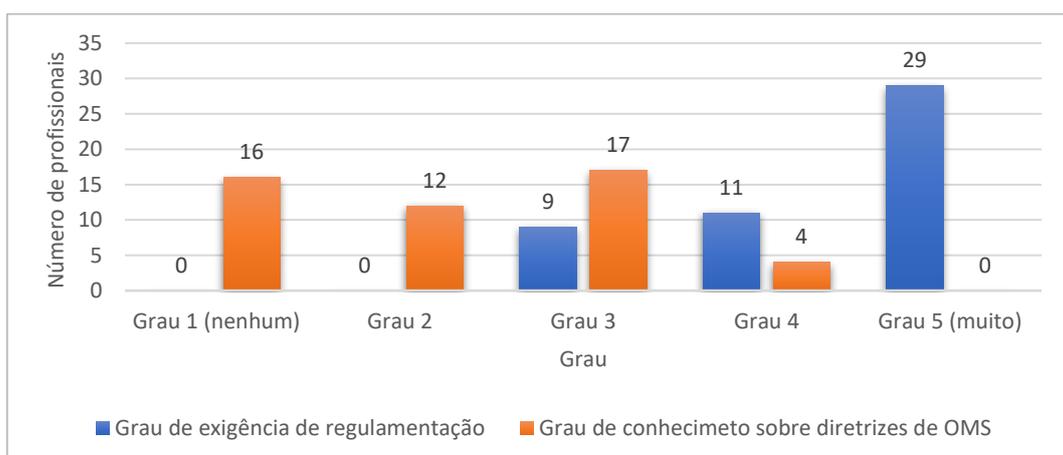


Gráfico 14. Comparação de grau de exigência de regulamentação vs grau de conhecimento sobre diretrizes da OMS

CAPÍTULO 4

DISCUSSÃO

Este capítulo está organizado em subcapítulos em que se pretenderá confrontar os resultados obtidos com a realidade da revisão literária feita, estando organizado consoante os objetivos previamente descritos e que se pretendiam alcançar.

4.1 APLICAÇÕES ATUAIS E TENDÊNCIAS FUTURAS DO USO DE IA EM DIFERENTES ASPETOS DA LOGÍSTICA DOS CUIDADOS DE SAÚDE

A amostra obtida envolve respondentes das gerações X e Y, sendo a maioria pertencente à última. Não são identificadas diferenças entre estas gerações no que respeita ao grau de conhecimento prévio sobre inteligência artificial, o que seria expectável tendo em conta que ambas observaram o crescimento das tecnologias. Contudo, a maioria dos profissionais da amostra afirmou desconhecer o uso de IA nos cuidados em saúde (57%). Este resultado pode transparecer a falta de interesse dos profissionais na atualização sobre a tecnologia, ou até revelar alguma escassez de situações em que foi feito investimento desta tecnologia na área da saúde, do ponto de vista nacional. Em qualquer das situações, este resultado, no âmbito da amostra em que foi produzido, parece traduzir alguma dificuldade de sucesso da estratégia nacional para o uso de inteligência artificial que já data de 2019.

Tendo em conta a existência de diretrizes e estratégias já existentes para a utilização da IA nos cuidados em saúde, que deveriam espelhar as aplicações atuais e tendências futuras do uso de IA em cuidados em saúde, e particularmente na logística destes, concluiu-se que o grau de conhecimento sobre as mesmas é diminuto e, por isso, a sua publicitação deverá ser maior, bem como a exigência para a sua concretização.

Em última análise, espelhada nos resultados obtidos, verificou-se que, quando questionados em relação ao grau de relevância que atribuíam à existência de regulamentação estrita para reger a implementação de soluções de IA, em cuidados em saúde, é visível que os profissionais da amostra atribuem um grau crescente, contudo, esta relação é inversa ao grau de conhecimento sobre as diretrizes da OMS, nestes mesmos cuidados, o que reforça a já abordada necessidade de publicação das mesmas.

Quando indagados sobre o conhecimento sobre as principais tecnologias de IA utilizadas em cuidados em saúde e particularmente na logística hospitalar, a grande maioria dos respondentes afirmou ter conhecimento da utilização da IA em mais áreas clínicas, do que não clínicas, sendo que a logística não é apontada como a principal área de aplicação por estes profissionais. Este resultado

pode ser fruto da tendência já verificada na revisão literária, uma vez que segundo Saxenda et al (2023), os primeiros modelos desenvolvidos visavam apoiar decisões clínicas e só posteriormente áreas não clínicas, dentro dos cuidados de saúde.

Por outro lado, segundo os resultados obtidos, e no contexto da amostra, a logística dos cuidados em saúde é apontada como uma área de bastante preponderância para a sustentabilidade dos sistemas de saúde, e o benefício mais apontado para a utilização de IA nos cuidados em saúde foi relacionado com a logística. 86% dos respondentes concordou que a redução de custos e otimização de stocks seria a área com maior benefício para a utilização de IA, o que demonstra que a aceitação da sua introdução poderia ser bastante elevada quando esta se tornasse uma realidade, apenas dependendo da escolha política neste sentido.

4.2 REQUISITOS NECESSÁRIOS PARA A CORRETA E EFICIENTE UTILIZAÇÃO DA INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL NO SECTOR DA SAÚDE

Na prossecução deste objetivo verificou-se que os respondentes apontaram como requisitos necessários para a correta e eficiente utilização da inteligência artificial no sector da saúde os mesmos requisitos apontados por Kumar et al (2023), pertencentes ao seu modelo quadridimensional, contudo, atribuíram-lhes um peso diferente daquela reportado na literatura já existente.

A larga maioria dos profissionais na amostra, assim como na literatura, assinalou os requisitos tecnológicos como essenciais para a correta e eficiente utilização de IA no sector da saúde, que compreendem a criação de infraestruturas e modernização das presentes (96%), contudo, os fatores humanos que envolvem a formação de recursos humanos a desenvolvimento de competências na área de IA foram os segundos mais assinalados (71%), contrariamente à literatura que atribui um peso maior aos fatores institucionais, que nesta amostra apenas foi assinalado por 49% dos respondentes. Este aspeto poderá corresponder a uma necessidade, pelos elementos da amostra, em adquirir mais formação na área para poder desenvolvê-la e igualmente ao interesse pela mesma, visto os benefícios que assinalam e ao contributo de sustentabilidade que esta tecnologia, na opinião dos mesmos, contribui para os sistemas de saúde, em particular para o nosso SNS.

O peso atribuído aos requisitos de organização foi igualmente considerado como o menos preponderante (65%), verificando-se que a maioria dos respondentes, como na literatura, assinala a cultura organizacional instalada no local de trabalho, bem como a liderança, embora essenciais para a introdução e utilização da IA nos cuidados em saúde, não impeditiva para a mesma.

Mais uma vez, embora a maioria da amostra (59%) considere de extrema importância a regulamentação para a utilização de IA, os fatores institucionais, ou seja, o apoio governamental e as

políticas em conformidade, para a aplicação de IA nos cuidados em saúde, foi o requisito menos apontado, o que não deixa de ser contraditório.

4.3 LIMITAÇÕES, DESAFIOS E BENEFÍCIOS DO USO DA IA EM DIFERENTES ASPETOS DA LOGÍSTICA DOS CUIDADOS DE SAÚDE

Embora a maioria da amostra (57%) desconhecesse a utilização de IA nos cuidados em saúde e, dos restantes, apenas 19% enumerasse áreas não clínicas de uso, e apenas um profissional mencionasse que a logística era uma área de uso, a maioria da amostra concordou que haveria um grande benefício (86%) na sua utilização.

A área mais assinalada de benefício de introdução de IA na logística de cuidados de saúde, foi na redução de custos e otimização de stocks (86%), afirmando os profissionais em 57% que esta introdução seria benéfica na melhoria da tomada de decisões. Fazendo o paralelismo com a impressão da amostra em relação ao aumento da sustentabilidade dos sistemas de saúde, com a contribuição de uma boa gestão logística, pressupõe-se que a introdução de IA nesta área contribua para um sistema de saúde de saúde mais sustentável economicamente.

Sendo a segunda área mais apontada de benefício, a possibilidade de rastreio e monitorização (84%), seguida da automatização de tarefas (67%), entende-se que o requisito tecnológico para a introdução e utilização de IA seja o mais preponderante pela amostra, obrigando realmente á criação de infraestruturas próprias e atualização das existentes, para que estes benefícios sejam uma realidade.

Abordando a pesquisa de Angehrn et al (2020), as limitações da implementação de IA nos cuidados em saúde ocorrem em diferentes fases de desenvolvimento, nomeadamente, na fase de elaboração e acesso aos dados para a elaboração do algoritmo, na validação de algoritmos e na implementação final, contudo, a nossa amostra atribui pesos diferentes para limitações, nas diferentes fases.

As seis áreas mais mencionadas como limitações, pertencem à fase de elaboração e acesso, sendo elas, por ordem, o orçamento restrito, como maior limitação para a implementação de IA na área de logística hospitalar, seguida da presença de diversas leis e normas associadas às instituições públicas, a gestão complexa da documentação e as exigências rigorosas de qualidade e segurança. De seguida, e com menor expressão, e de modo quase equitativo, foram assinaladas as limitações de falta de recursos humanos e infraestruturas limitadas.

As áreas pertencentes à fase de implementação final, como os múltiplos fornecedores, a grande variedade de produtos, bem como a procura variável e incerta, foram as menos preponderantes, na opinião da amostra.

Mais uma vez se verifica a importância dos requisitos tecnológicos, bem como os fatores humanos, como essenciais para a implementação de IA na logística dos cuidados em saúde, com sucesso. Contudo, sendo a limitação de maior preponderância o orçamento restrito e a presença de leis e normas complexas e numerosas nas instituições públicas, os requisitos organizacionais, responsáveis pelas políticas instituídas, bem como, os requisitos institucionais, como a cultura organizacional e a liderança, devem ser tidos em conta com maior validade, do que o assinalado pela amostra.

Abordando os desafios da atualidade sobre a utilização de IA nos cuidados em saúde, os profissionais foram interrogados em relação a até que ponto acreditavam que a segurança e a privacidade dos dados deveriam ser preocupações ao implementar soluções de IA, nos cuidados de saúde. A grande maioria dos profissionais manifestaram que deve ser uma preocupação, indo de encontro à literatura, em que este desafio foi amplamente identificado, e criadas aplicações para mitigar este problema, não obstante, não deixa de ser um desafio bastante importante e que envolve custos adicionais (Angehrn et al, 2020).

Quando abordada a Ética, como um desafio a ser superado no uso da IA na logística dos cuidados em saúde, esta área contou com respostas distintas, sendo que, grande parte da amostra considerou como sim, mas a distribuição por respostas de grau intermédio e de grau diminuto, foram semelhantes, pelo que ainda é uma área dúbia para os respondentes e embora mencionada na literatura, é ainda uma área a explorar, consoante os desenvolvimentos de implementação.

Quanto à regulamentação, é clara a posição adotada pela amostra e na literatura (Sukums et al, 2023), uma vez que, quando interrogados em relação ao grau de relevância que atribuíam à existência de regulamentação estrita para reger a implementação de soluções de IA, em cuidados em saúde, é visível que atribuem um grau crescente, contudo, esta relação é inversa ao grau de conhecimento sobre as diretrizes da OMS, nestes mesmos cuidados. Isto demonstra, mais uma vez, que as diretrizes necessitam de maior publicitação e que a regulamentação (que terá como base estas) tem de ser realizada, para melhor confiança por parte das organizações, para adotarem esta solução.

CONCLUSÕES

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Nos últimos anos, a tecnologia digital revolucionou a forma como interagimos com o mundo, tornando imperativa a investigação aprofundada sobre seu impacto em todas as áreas, sendo a saúde uma delas. A escolha deste tema está fundamentada na importância de promover a sustentabilidade na gestão de todas as organizações, sendo o Sistema Nacional de Saúde um exemplo crucial disso. Além disso, procurou-se evidenciar os vantajosos impactos da inteligência artificial quando aplicada nesta área específica. Do ponto de vista acadêmico, esta tese fornece dados importantes e anteriormente não reportados ou abordados na área da saúde, como seria expectável, tendo em conta a forte tendência exterior e a própria estratégia adotada em 2019, em relação à introdução da IA pelo governo português.

Realizou-se uma revisão sistemática e completa de artigos científicos, presentes nas principais bases de dados, compreendendo o tema de utilização de inteligência artificial nos sistemas de saúde e particularmente na logística dos mesmos. Como resultado, 33 estudos foram considerados apropriados para esta revisão. Considerando o aumento do interesse por IA, que desde 2017 ganhou popularidade em revistas científicas de alto impacto, foi possível ter uma visão geral da utilização da IA no contexto dos sistemas de saúde.

Através da revisão literária conseguiu-se sumarizar algumas utilizações da IA na logística dos cuidados em saúde, no intuito de manter baixos os custos económicos e ambientais ao longo dos mesmos. Deste modo, concluiu-se que a tecnologia “*big data*” pode se utilizada para analisar dados rapidamente e minimizar os custos teóricos; através da utilização de veículos autónomos, a mão-de-obra não será tão necessária, levando à redução das emissões de gases com efeito de estufa; através do processamento dos dados, consegue-se revelar novos padrões e minimizar falhas. Por fim, para manter um bom relacionamento com todos os *stakeholders*, a IoT e soluções baseadas “*clouds*” podem ser implementadas para acelerar a transmissão de informações.

A amostra da presente tese foi atingida através de um método de amostragem por conveniência. Esta compreendeu elementos da administração do hospital em causa, elementos do corpo clínico, elementos usuários responsáveis pela logística do hospital público e unidades de saúde em estudo.

Abordando as melhores práticas para a integração de Inteligência Artificial em sistemas de logística hospitalar, chegou-se à conclusão de que a maioria dos profissionais desconhece o uso de IA nos cuidados em saúde, o que demonstra a falta de investimento desta tecnologia na área da saúde, do ponto de vista nacional. Tendo em conta a existência de uma estratégia nacional para o uso de IA

e das diretrizes da OMS publicitadas, que deveriam espelhar as aplicações atuais e tendências futuras do uso de IA em cuidados em saúde, e particularmente na logística destes, concluiu-se que o grau de conhecimento sobre as mesmas é diminuto, e por isso a sua publicitação deverá ser maior, bem como a exigência para a sua concretização.

A logística dos cuidados em saúde é apontada como uma área de bastante preponderância para a sustentabilidade dos sistemas de saúde. Apoiada na literatura e na maioria da amostra, a redução de custos e otimização de stocks é considerada a área com maior benefício para a utilização de IA, o que demonstra que a aceitação da sua introdução, poderia ser bastante elevada, quando esta se tornasse uma realidade, apenas dependendo da escolha política, neste sentido. Fazendo o paralelismo com a impressão da amostra em relação ao aumento da sustentabilidade dos sistemas de saúde, com a contribuição de uma boa gestão logística, pressupõe-se que a introdução de IA nesta área contribua para um sistema de saúde de saúde mais sustentável economicamente, o que vai de encontro com a literatura.

Entende-se que o requisito tecnológico para a introdução e utilização de IA seja o mais preponderante pela amostra e na revisão literária, obrigando à criação de infraestruturas próprias e atualização das existentes, para que os benefícios desta utilização, sejam uma realidade. Contudo, sendo a limitação de maior preponderância, o orçamento restrito e a presença de leis e normas complexas e numerosas, nas instituições públicas, os requisitos institucionais, responsáveis pelas políticas instituídas, bem como, os requisitos institucionais, como a cultura organizacional e a liderança, devem ser tidos em conta com maior validade, do que o assinalado pela amostra.

Relativamente às principais limitações e desafios do uso da IA em diferentes aspetos da logística dos cuidados de saúde, a revisão feita por Sukums et al (2023) destacou vários a serem abordados, para a eficiente adoção de IA no sector da saúde, mas segundo a amostra, as áreas mais mencionadas como limitação, pertenciam à fase de elaboração e acesso a IA. A segurança manifestou-se como um grande desafio, indo de encontro à literatura, que embora amplamente identificado, e criadas aplicações para mitigar este problema, não deixa de ser um desafio bastante importante e que envolve custos adicionais. Deste modo, é fundamental garantir a segurança dos dados e a conformidade com as leis e regulamentações e, por último, que as soluções de IA sejam continuamente monitorizadas, adaptadas e atualizadas para acompanhar as mudanças no ambiente hospitalar e as necessidades dos utentes.

Concluindo, a implementação da IA na logística dos sistemas de saúde, é salientada como benéfica, podendo contribuir para cuidados de saúde mais sustentáveis economicamente e logo para um SNS sustentável, mitigando os grandes desafios a que está exposto na atualidade. Contudo, deve ser uma escolha institucional e política, devendo ser assegurada a sua segurança, eficiência e privacidade.

LIMITAÇÕES AOS RESULTADOS

A dimensão da amostra, em que se basearam os resultados obtidos neste estudo, foi uma das limitações do mesmo. Muito embora a taxa de resposta tenha sido elevada, esta é uma amostra de conveniência e os resultados obtidos são apenas vários no âmbito desta amostra.

IMPLICAÇÕES E PISTAS PARA INVESTIGAÇÃO FUTURA

Esta tese tem muitas implicações no Futuro do SNS em Portugal, especialmente no sector económico e da sua sustentabilidade. Ao explorar as capacidades da IA em diferentes campos da logística de cuidados em saúde, a eficiência de diversas atividades, será reforçada.

É expectável, como visto pela tendência já apresentada de publicações deste tópico, esperar um padrão crescente a curto prazo. Este tópico constitui igualmente uma agenda interessante para possíveis pesquisas, contudo, através desta pesquisa pôde-se constatar que há falta de estudos analíticos que relatassem as lições aprendidas com a implementação e os grandes desafios com se detiveram. Para superar este aspeto, propõem-se pesquisas com o objetivo de reconhecer o estado existente de integração de maturidade da IA neste campo, bem como, mapear os principais problemas.

FINANCIAMENTO E CONFLITO DE INTERESSES

Declara-se que não houve qualquer conflito de interesse na elaboração desta tese, e nenhum financiamento foi recebido para a realização deste estudo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abadie, A., Roux, M., Chowdhury, S., & Dey, P. (2023). Interlinking organisational resources, AI adoption and omnichannel integration quality in Ghana's healthcare supply chain. *Journal of Business Research*, 162, 113866.
- Ageron, B., Benzidia, S., & Bourlakis, M. (2018, January). Healthcare logistics and supply chain—issues and future challenges. In *Supply Chain Forum: An International Journal* (Vol. 19, No. 1, pp. 1-3). Taylor & Francis.
- ALLAHHAM, M., SHARABATI, A. A. A., HATAMLAH, H., AHMAD, A. Y. B., SABRA, S., & DAOUD, M. K. (2023). Big data analytics and AI for green supply chain integration and sustainability in hospitals. *WSEAS Transactions on Environment and Development*, 19, 1218-1230.
- Almeida, C., Francisco, R., Silva, C. R. D., Rosado, D., Miranda, D., Oliveira, D., ... & Assunção, V. (2019). Manual de boas práticas literacia em saúde: Capacitação dos profissionais de saúde
- Al-Saedi, A. A., Boeva, V., Casalicchio, E., & Exner, P. (2022). Context-Aware Edge-Based AI Models for Wireless Sensor Networks—An Overview. *Sensors*, 22(15), 5544.
- Angehrn, Z., Haldna, L., Zandvliet, A. S., Gil Berglund, E., Zeeuw, J., Amzal, B., ... & Heckman, N. M. (2020). Artificial intelligence and machine learning applied at the point of care. *Frontiers in pharmacology*, 11, 759.
- Arji, G., Ahmadi, H., Avazpoor, P., & Hemmat, M. (2023). Identifying resilience strategies for disruption management in the healthcare supply chain during COVID-19 by digital innovations: A systematic literature review. *Informatics in Medicine Unlocked*, 38, 101199.
- Arora, G., Joshi, J., Mandal, R. S., Shrivastava, N., Virmani, R., & Sethi, T. (2021). Artificial intelligence in surveillance, diagnosis, drug discovery and vaccine development against COVID-19. *Pathogens*, 10(8), 1048.
- Baz, M., Khatri, S., Baz, A., Alhakami, H., Agrawal, A., & Khan, R. A. (2022). Blockchain and Artificial Intelligence Applications to Defeat COVID-19 Pandemic. *Computer Systems Science & Engineering*, 40(2).
- Boute, R. N., & Udenio, M. (2022). AI in logistics and supply chain management. In *Global logistics and supply chain strategies for the 2020s: Vital skills for the next generation* (pp. 49-65). Cham: Springer International Publishing.
- Braithwaite, J., Ludlow, K., Testa, L., Herkes, J., Augustsson, H., Lamprell, G., ... & Zurynski, Y. (2020). Built to last? The sustainability of healthcare system improvements, programmes and interventions: a systematic integrative review. *BMJ open*, 10 (6)
- Cubic, M. (2020). Drivers, barriers and social considerations for AI adoption in business and management: A tertiary study. *Technology in Society*, 62, 101257.
- Daniel, D., Preethi, N., Jakka, A., & Eswaran, S. (2021). Collaborative intrusion detection system in cognitive smart city network (CSC-Net). *International Journal of Knowledge and Systems Science (IJKSS)*, 12(1), 60-73.
- de Carvalho, J. C., & Ramos, T. (2009). *Logística na saúde*. Edições Sílabo.
- Diário da República, Artigo 64.º da Constituição da República Portuguesa, <https://diariodarepublica.pt/dr/legislacao-consolidada/decreto-aprovacao-constituicao/1976-34520775-49467775> - acessado dia 2 Fevereiro 2024
- Diário da República, Lei 95/2019, <https://files.dre.pt/1s/2019/09/16900/0005500066.pdf> - acessado dia 2 Fevereiro 2024
- Dieleman, J. L., Campbell, M., Chapin, A., Eldrenkamp, E., Fan, V. Y., Haakenstad, A., ... & Murray, C. J. (2017). Future and potential spending on health 2015–40: development assistance for health, and government, prepaid private, and out-of-pocket health spending in 184 countries. *The Lancet*, 389(10083), 2005-2030;

- Dwivedi, S. K., Roy, P., Karda, C., Agrawal, S., & Amin, R. (2021). Blockchain-based internet of things and industrial IoT: a comprehensive survey. *Security and Communication Networks*, 2021(1), 7142048.
- Elavarasan, R. M., Pugazhendhi, R., Shafiullah, G. M., Irfan, M., & Anvari-Moghaddam, A. (2021). A hover view over effectual approaches on pandemic management for sustainable cities—the endowment of prospective technologies with revitalization strategies. *Sustainable Cities and Society*, 68, 102789.
- https://cscmp.org/CSCMP/Educate/SCM_Definitions_and_Glossary_of_Terms.aspx - acessado a 15 de Julho 2024
- <https://portugaldigital.gov.pt/acelerar-a-transicao-digital-em-portugal/conhecer-as-estrategias-para-a-transicao-digital/estrategia-nacional-de-inteligencia-artificial/> - acessado a 3 de Maio 2024
- Khan, H. U., Malik, M. Z., & Khan, S. (2022). Systematic Analysis of Risk Associated with Supply Chain Operations Using Blockchain Technology. *Wireless Communications and Mobile Computing*, 2022(1), 6916048.
- Kose, T., & Sakata, I. (2017, July). Identifying Technology Advancements and Their Linkages in the Field of Robotics Research. In *2017 Portland International Conference on Management of Engineering and Technology (PICMET)* (pp. 1-10). IEEE.
- Kumar, A., Mani, V., Jain, V., Gupta, H., & Venkatesh, V. G. (2023). Managing healthcare supply chain through artificial intelligence (AI): A study of critical success factors. *Computers & Industrial Engineering*, 175, 108815.
- Kumar, V. V., Sahoo, A., Balasubramanian, S. K., & Gholston, S. (2024). Mitigating healthcare supply chain challenges under disaster conditions: a holistic AI-based analysis of social media data. *International Journal of Production Research*, 1-19.
- Kwon, I. W. G., Kim, S. H., & Martin, D. G. (2016). Healthcare supply chain management; strategic areas for quality and financial improvement. *Technological Forecasting and Social Change*, 113, 422-428.
- Liu, L., Song, W., & Liu, Y. (2023). Leveraging digital capabilities toward a circular economy: Reinforcing sustainable supply chain management with Industry 4.0 technologies. *Computers & Industrial Engineering*, 178, 109113.
- Liverani, M., Hawkins, B., & Parkhurst, J. O. (2013). Political and institutional influences on the use of evidence in public health policy. A systematic review. *PloS one*, 8(10), e77404.
- Liyanage, H., Liaw, S. T., Jonnagaddala, J., Schreiber, R., Kuziemy, C., Terry, A. L., & de Lusignan, S. (2019). Artificial intelligence in primary health care: perceptions, issues, and challenges. *Yearbook of medical informatics*, 28(01), 041-046.
- Lobato, L. D. V. C., & Giovanella, L. (2012). Sistemas de saúde: origens, componentes e dinâmica. *Políticas e sistema de saúde no Brasil*, 2, 89-120;
- Loh, H. W., Ooi, C. P., Seoni, S., Barua, P. D., Molinari, F., & Acharya, U. R. (2022). Application of explainable artificial intelligence for healthcare: A systematic review of the last decade (2011–2022). *Computer Methods and Programs in Biomedicine*, 226, 107161.
- Long, P., Lu, L., Chen, Q., Chen, Y., Li, C., & Luo, X. (2023). Intelligent selection of healthcare supply chain mode—an applied research based on artificial intelligence. *Frontiers in Public Health*, 11, 1310016.
- Macedo, A., & Reis, A. C. (2011). *A SAUDE NAO TEM PREÇO MAS TEM CUSTOS*. Edições Silabo;
- MJ, McKenzie JE, Bossuyt PM, Boutron I, Hoffmann TC, Mulrow CD, et al. The PRISMA 2020 statement: an updated guideline for reporting systematic reviews. *BMJ* 2021;372:n71. doi: 10.1136/bmj.n71
- Mohammadian, H. D., Wittberg, V., Castro, M., & Bolandian, G. (2020, September). The 5 th Wave and i-Sustainability Plus Theories as Solutions for SocioEdu Consequences of Covid-19. In *2020 IEEE Learning With MOOCS (LWMOOCS)* (pp. 118-123). IEEE.
- Nutbeam, D. (2000). Health literacy as a public health goal: a challenge for contemporary health education and communication strategies into the 21st century. *Health promotion international*, 15(3), 259-267;

- OMS, Ethics and governance of artificial intelligence for health, 2021.
- Piccialli, F., Giampaolo, F., Prezioso, E., Camacho, D., & Acampora, G. (2021). Artificial intelligence and healthcare: Forecasting of medical bookings through multi-source time-series fusion. *Information Fusion*, 74, 1-16.
- Ross, J., Webb, C., & Rahman, F. (2019). *Artificial intelligence in healthcare*. London: Academy of Medical Royal Colleges.
- Sakellarides, C. (2020). Serviço Nacional de Saúde: Dos desafios da atualidade às transformações necessárias. *Acta Médica Portuguesa*, 33(2), 133-142;
- Sarfraz, Z., Sarfraz, A., Iftikar, H. M., & Akhund, R. (2021). Is COVID-19 pushing us to the fifth industrial revolution (society 5.0)? *Pakistan journal of medical sciences*, 37(2), 591.
- Saxena, R., Gayathri, E., & Surya Kumari, L. (2023). Semantic analysis of blockchain intelligence with proposed agenda for future issues. *International Journal of System Assurance Engineering and Management*, 14(Suppl 1), 34-54.
- Schütte, S., Acevedo, P. N. M., & Flahault, A. (2018). Health systems around the world—a comparison of existing health system rankings. *Journal of global health*, 8(1).
- Shah, I., Doshi, C., Patel, M., Tanwar, S., Hong, W. C., & Sharma, R. (2022). A comprehensive review of the technological solutions to analyse the effects of pandemic outbreak on human lives. *Medicina*, 58(2), 311.
- Shreya, S., Chatterjee, K., & Singh, A. (2023). BFSF: A secure IoT based framework for smart farming using blockchain. *Sustainable Computing: Informatics and Systems*, 40, 100917.
- Stadhouders, N., Kruse, F., Tanke, M., Koolman, X., & Jeurissen, P. (2019). Effective healthcare cost-containment policies: a systematic review. *Health Policy*, 123(1), 71-79;
- Sukums, F., Mzurikwao, D., Sabas, D., Chaula, R., Mbuke, J., Kabika, T., ... & Andersson, S. W. (2023). The use of artificial intelligence-based innovations in the health sector in Tanzania: A scoping review. *Health Policy and Technology*, 12(1), 100728.
- Thomson, S., Foubister, T., Figueras, J., Kutzin, J., Permanand, G., Bryndová, L., & World Health Organization. (2009) *Addressing financial sustainability in health systems*;
- Verma, A., Bhattacharya, P., Madhani, N., Trivedi, C., Bhushan, B., Tanwar, S., ... & Sharma, R. (2022). Blockchain for industry 5.0: Vision, opportunities, key enablers, and future directions. *Ieee Access*, 10, 69160-69199.
- Wazid, M., Das, A. K., & Park, Y. (2021). Blockchain-envisioned secure authentication approach in AIoT: applications, challenges, and future research. *Wireless Communications and Mobile Computing*, 2021(1), 3866006.
- Zhou, F., He, Y., Ma, P., & Mahto, R. V. (2021). Knowledge management practice of medical cloud logistics industry: transportation resource semantic discovery based on ontology modelling. *Journal of Intellectual Capital*, 22(2), 360-38

ANEXO 1. QUESTIONÁRIO

RUMO À EXCELÊNCIA NA LOGÍSTICA DO SNS: O papel da Inteligência Artificial

Caro Participante,

Este inquérito faz parte de um estudo de tese de mestrado intitulado: RUMO À EXCELÊNCIA NA LOGÍSTICA DO SISTEMA NACIONAL DE SAÚDE: O Papel da Inteligência Artificial.

O presente estudo procura avaliar a perceção e a viabilidade da aplicação da Inteligência Artificial na logística do SNS, tendo como amostra os vários *stakeholders*, das várias realidades do SNS, nomeadamente Hospitais públicos, Centros de Saúde e Unidades de Saúde Familiar.

As suas respostas serão fundamentais para a pesquisa e contribuirão para o avanço do conhecimento nesta área. Por favor, responda às perguntas com sinceridade e baseando-se na sua experiência e opiniões pessoais. Todas as informações fornecidas serão tratadas com confidencialidade e anonimato, sendo que, ao prosseguir com o inquérito, presume-se que aceita responder ao mesmo. Pretende-se respostas por profissionais da área, pelo que deverão ter mais de 18 anos.

Não há respostas certas ou erradas, portanto, sinta-se à vontade para expressar sua opinião...

Tempo esperado: 7 minutos

Local de Trabalho: _____

Cargo: _____

Idade: _____

1. Classifique o seu conhecimento prévio sobre inteligência artificial? (escolha entre as opções)

Nenhum 1 2 3 4 5 Muito

2. Classifique o seu grau de conhecimento sobre as diretrizes para a utilização da inteligência artificial em Saúde, pela Organização Mundial da Saúde? (escolha entre as opções)

Nenhum 1 2 3 4 5 Muito

3. Classifique o seu grau de conhecimento sobre a Estratégia Nacional de utilização de Inteligência Artificial? (escolha entre as opções)

Nenhum 1 2 3 4 5 Muito

4. Numa escala de 1 a 5, onde 1 representa "insustentável" e 5 representa "altamente sustentável", qual a sua avaliação da sustentabilidade econômica do SNS, tendo em conta os desafios da atualidade? (escolha entre as opções)

1 2 3 4 5

Insustentável ○ ○ ○ ○ ○ Altamente sustentável

5. Que grau de importância atribui à gestão da logística de cuidados de saúde, para a sustentabilidade dos sistemas de saúde? (escolha entre as opções)

1 2 3 4 5

Nenhum ○ ○ ○ ○ ○ Muito

6. Tem conhecimento da utilização de Inteligência Artificial nos cuidados em saúde? (escolha entre as opções)

Sim

Não

Se sim, em que área? _____

7. Assinale os requisitos que acha preponderantes para a implementação de Inteligência Artificial nos cuidados de saúde? (escolha as opções que acha corretas)

- Requisitos Tecnológicos: infraestrutura e modernização
- Requisitos de Organização: cultura organizacional e liderança
- Fatores Institucionais: apoio governamental e as políticas em conformidade
- Fatores Humanos: formação de recursos humanos a desenvolvimento de competências
- Não acho preponderante nenhum, porque não concordo com a implementação
- Outros

Se outros, quais? _____

8. Na sua opinião, em que medida a Inteligência Artificial pode ser benéfica para melhorar a logística hospitalar? (escolha entre as opções)

1 2 3 4 5

Nenhum ○ ○ ○ ○ ○ Muito

9. Assinale quais são os principais benefícios para a implementação de Inteligência Artificial, na logística de cuidados em saúde? (assinale os que achar corretos)

- Redução de custos e otimização de stocks
- Automatização de tarefas
- Melhoria na Tomada de Decisões
- Rastreamento e Monitorização
- Personalização e Atendimento ao Cliente
- Não considero que haja benefícios na implementação
- Outros

Se outros, quais? _____

10. Assinale quais são os principais desafios e limitações para a implementação de Inteligência Artificial, na logística de cuidados em saúde? (assinale os que achar corretos)

- Orçamento restrito
- Falta de recursos humanos
- Procura variável e incerta
- Grande variedade de produtos
- Múltiplos fornecedores
- Exigências rigorosas de qualidade e segurança
- Infraestrutura e espaços limitados
- Diversas leis e normas associadas a uma instituição pública
- Gestão complexa de documentação (notas de crédito, notas fiscais, certificados de qualidade, etc...)
- Outros

Se considera outros, quais? _____

11. Até que ponto acredita que a segurança e a privacidade dos dados deverão ser preocupações ao implementar soluções de inteligência artificial, nos cuidados de saúde?

1 2 3 4 5

Nenhum ○ ○ ○ ○ ○ Muito

12. Até que ponto acredita que a Ética consiste numa limitação para implementar soluções de Inteligência Artificial, nos cuidados de saúde?

1 2 3 4 5

Nenhum ○ ○ ○ ○ ○ Muito

13. Qual o grau de relevância que atribui á existência de regulamentação estrita, para reger a implementação de soluções de Inteligência Artificial, em cuidados em saúde?

1 2 3 4 5

Nenhuma ○ ○ ○ ○ ○ Muita

Agradeço sinceramente sua participação e colaboração neste estudo...

Atenciosamente,

Mónica Russo Oliveira

(Assistente hospitalar de Cirurgia Geral, Pós-graduada em Gestão de Serviços de Saúde)

ISCTE – Instituto Universitário de Lisboa - Business School