



INSTITUTO
UNIVERSITÁRIO
DE LISBOA

Via Verde AVC: Proposta de melhoria com recurso a Inteligência Artificial

Rahim Hassam Rassal

Mestrado em Gestão Aplicada

Orientador:

Professor Doutor José Luís Mexia Fraústo Crespo de
Carvalho, Professor Catedrático,
ISCTE - Instituto Universitário de Lisboa

Novembro, 2024

Departamento de Marketing, Operações e Gestão Geral

**Via Verde AVC: Proposta de melhoria com recurso a
Inteligência Artificial**

Rahim Hassam Rassal

Mestrado em Gestão Aplicada

Orientador:

Professor Doutor José Luís Mexia Fraústo Crespo de
Carvalho, Professor Catedrático,
ISCTE - Instituto Universitário de Lisboa

Novembro, 2024

Agradecimentos

Pelo que estudei e aprendi, por mim próprio e através de quem acompanhou a minha tarefa e foi, de algum modo, determinante no resultado desta dissertação, deixo os meus sinceros agradecimentos a:

- Ao Professor Doutor José Crespo de Carvalho, meu orientador, a quem devo uma atenção aturada e crítica sobre este trabalho, assim como uma disponibilidade permanente, em relação à qual me sinto profundamente grato.
- Aos professores, colegas e todo o pessoal do Mestrado em Gestão Aplicada do ISCTE, que, direta ou indiretamente, contribuíram com o seu conhecimento, apoio e incentivo ao longo deste percurso académico. O vosso profissionalismo e dedicação foram fundamentais para o meu desenvolvimento e sucesso.
- Aos meus amigos e familiares, que sempre me apoiaram e motivaram durante esta jornada. O vosso incentivo constante, paciência e compreensão foram essenciais para a concretização deste trabalho.
- Em particular ao Poquinho, e apesar de já não se encontrarem entre nós, agradeço também aos meus pais, pelo seu apoio incondicional, tanto emocional como material, e pela confiança depositada em mim. Sem o vosso exemplo e força, esta conquista não seria possível.

A todos, o meu muito obrigado.

“Tenho em mim todos os sonhos do mundo.”

Fernando Pessoa

Declaração de interesses

O autor deste trabalho:

Atualmente a exercer funções como Gestor de Análise e Contabilidade de Custos nos Serviços Partilhados do Ministério da Saúde (SPMS), venho por este meio declarar que estou a realizar uma dissertação para o Mestrado em Gestão Aplicada no ISCTE - Instituto Universitário de Lisboa, cujo tema foca a aplicação da Inteligência Artificial (IA) no diagnóstico e tratamento do Acidente Vascular Cerebral (AVC) em Portugal.

Reconheço que, enquanto colaborador da SPMS, tenho acesso a dados e sistemas que podem ser relevantes para o desenvolvimento da minha pesquisa. Comprometo-me, no entanto, a agir de acordo com as normas de confidencialidade e ética profissional estabelecidas pela SPMS, garantindo que qualquer informação utilizada na minha dissertação será obtida de forma legítima e com total respeito pelas diretrizes internas e pela legislação aplicável, em particular no que diz respeito à proteção de dados pessoais.

O meu trabalho académico será desenvolvido de maneira independente e sem qualquer influência direta ou indireta da minha função na SPMS, assegurando a objetividade e imparcialidade na análise e apresentação dos resultados.

Resumo

Este estudo, do tipo projeto empresa, teve como objetivo analisar e redesenhar o processo da Via Verde do Acidente Vascular Cerebral (AVC) hemorrágico, introduzindo melhorias através da aplicação de Inteligência Artificial (IA). O AVC é uma das principais causas de morte e incapacidade a nível mundial, sendo crucial o tratamento imediato para diminuir as suas graves consequências. O presente trabalho baseia-se numa análise aprofundada do processo atual da Via Verde, com o propósito de identificar etapas críticas onde a IA pode ser implementada para otimizar os tempos de resposta e melhorar a precisão diagnóstica. A revisão da literatura demonstrou que a IA tem um enorme potencial para modificar a gestão de emergências médicas, particularmente no contexto do AVC hemorrágico, onde o tempo é um fator imperativo para o sucesso do tratamento. Propõe-se, assim, um novo modelo de intervenção que visa integrar a IA em diversas fases do atendimento, desde o reconhecimento dos sintomas até à intervenção hospitalar, com o intuito de aumentar a eficiência e a eficácia do processo. Apesar dos benefícios idealizados, o estudo salienta que a aplicação prática desta tecnologia ainda não foi testada, sendo necessário um futuro desenvolvimento empírico para validar as hipóteses apresentadas.

Palavras-chave: *Acidente Vascular Cerebral, Inteligência Artificial, Via Verde, Emergência Médica, Otimização de Processos*

Abstract

This company project study aimed to analyze and redesign the Via Verde process for hemorrhagic stroke, introducing improvements through the application of Artificial Intelligence (AI). Stroke is one of the leading causes of death and disability worldwide, and immediate treatment is crucial to reducing its serious consequences. This work is based on an in-depth analysis of Via Verde's current process, with the aim of identifying critical steps where AI can be implemented to optimize response times and improve diagnostic accuracy. The literature review showed that AI has enormous potential to change the management of medical emergencies, particularly in the context of hemorrhagic stroke, where time is an imperative factor for successful treatment. A new intervention model is therefore proposed which aims to integrate AI into various phases of care, from symptom recognition to hospital intervention, with the aim of increasing the efficiency and effectiveness of the process. Despite the benefits envisioned, the study points out that the practical application of this technology has not yet been tested, and future empirical development is needed to validate the hypotheses put forward.

Keywords: *Stroke, Artificial Intelligence, Via Verde, Emergency Medical Services, Process Optimization*

Índice Geral

Agradecimentos	2
Declaração de interesses	4
Resumo	5
Índice de Tabelas.....	8
Índice de Figuras	8
Lista de Siglas e Abreviaturas	9
1. INTRODUÇÃO	10
2. ENQUADRAMENTO TEÓRICO	13
2.1. O AVC como Emergência Médica.....	13
2.2. A Via Verde do AVC em Portugal.....	14
2.3. Desafios na Gestão do AVC.....	18
2.4. Inovação na Gestão do AVC	19
2.4.1. O Papel da IA na Saúde	19
2.4.2. Aplicações da IA nos Sistemas de Urgência (SU)	22
2.4.3. Potencial da IA na Via Verde do AVC	24
2.5. Revisão de estudos recentes	26
2.5.1. Utilização da IA no diagnóstico e tratamento do AVC	26
2.5.2. Impacto da IA na melhoria da eficiência e custo-efetividade.....	27
2.5.3. Desafios e limitações na implementação da IA na gestão do AVC	28
2.6. Conclusão da revisão da literatura.....	30
2.6.1. Síntese dos estudos revistos.....	30
2.6.2. Identificação de lacunas na literatura	32
3. OBJETIVO.....	35
3.1. Justificação para o estudo	35
4. METODOLOGIA.....	37
5. APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DA INFORMAÇÃO	38
6. IMPLEMENTAÇÃO.....	44
6.1. Redesenho do processo com a IA.....	44
6.2. Análise de Custo-Benefício	48
7. CONCLUSÃO.....	51
BIBLIOGRAFIA	54

Índice de Tabelas

Tabela 1. Número de casos de AVC encaminhados pelo INEM através da Via Verde AVC (2015-2022)	15
Tabela 2. Benefícios em Poupança/Otimização de Tempo no Processo Completo Integrado com IA	41
Tabela 3. Análise hipotética de custo-benefício da implementação de IA na Via Verde do AVC em Portugal	50

Índice de Figuras

Figura 1 – Representação gráfica com as fases onde a IA pode ser aplicada para otimizar o percurso do doente	40
Figura 2 – Representação gráfica com as fases do percurso do doente, sem aplicação de algoritmos de IA	42
Figura 3 – Representação gráfica com as fases do percurso do doente, otimizadas com a aplicação de algoritmos de IA	43

Lista de Siglas e Abreviaturas

AVC – Acidente Vascular Cerebral

FAST – *Face, Arms, Speech, Time* (Teste de Triage para AVC)

IA – Inteligência Artificial

INEM – Instituto Nacional de Emergência Médica

QALYs – Anos de Vida Ajustados pela Qualidade

RGPD – Regulamento Geral de Proteção de Dados

RM – Ressonância Magnética

SHAP - SHapley Additive exPlanations

SIEM – Sistema Integrado de Emergência Médica

SNS – Serviço Nacional de Saúde

SU – Serviço de Urgência

TC – Tomografia Computorizada

1. INTRODUÇÃO

Este estudo, do tipo projeto empresa, teve como objetivo primordial a análise e o redesenho do processo da Via Verde do AVC hemorrágico, com o intuito de introduzir melhorias significativas através da aplicação de Inteligência Artificial (IA). O Acidente Vascular Cerebral hemorrágico, uma das principais causas de incapacidade permanente e mortalidade em todo o mundo, caracteriza-se pelo rompimento de vasos sanguíneos cerebrais, resultando em danos severos e, muitas vezes, irreversíveis (Nadeem et al., 2022)

Tal como sublinhado por Murphy e Werring (2020), o AVC requer uma intervenção imediata para minimizar as sequelas neurológicas, sendo o fator tempo imperativo para a sobrevivência e a recuperação do doente. Conforme mostrado num estudo conduzido por Gerstl e colaboradores em 2023, a Perda de Valor de Vida (PVV) global atribuída ao AVC em 2019 alcançou os 2059.67 bilhões de dólares, representando 1.66% do Produto Interno Bruto (PIB) mundial. Em Portugal, o AVC representa um enorme fardo para o sistema de saúde, tanto no que concerne à taxa de mortalidade, como ao elevado número de casos de incapacidade permanente, o que constitui uma chamada de atenção para a urgência de desenvolver soluções que promovam a otimização dos tempos de resposta e a eficiência no tratamento (Gonçalves de Figueiredo et al., 2020).

Neste cenário, a utilização de IA surge como uma ferramenta pioneira, que propicia um vasto potencial para a otimização de processos clínicos e operacionais. A literatura científica mais recente demonstra que a IA tem capacidade para reduzir significativamente os tempos de diagnóstico e aumentar a precisão do tratamento, sobretudo em contextos de emergência médica, como é o caso do AVC (Townsend et al., 2023; Kipourgos et al., 2022).

A integração desta tecnologia nos sistemas de saúde pode alterar profundamente os resultados clínicos, conforme evidenciado por Wu et al. (2021), que mencionaram o papel da IA na facilitação de decisões clínicas em tempo real, melhorando a eficiência do tratamento e a qualidade dos cuidados prestados.

O problema central que este estudo se propôs abordar está relacionado com os desafios persistentes nos tempos de resposta da Via Verde do AVC. Ainda que se reconheçam avanços importantes em tecnologias de saúde e na implementação do sistema Via Verde,

os atrasos no reconhecimento e no tratamento de casos de AVC hemorrágico continuam a representar um obstáculo relevante. Neste sentido, o estudo visa explorar como a IA pode ser implementada para redesenhar o processo de resposta, desde o momento do reconhecimento dos primeiros sinais de AVC até à intervenção hospitalar, com o objetivo de reduzir o tempo de resposta e melhorar a exatidão diagnóstica.

O objetivo principal deste projeto foi, portanto, proceder à análise do processo atual da Via Verde do AVC hemorrágico e propor um novo modelo baseado na aplicação de IA, identificando, em cada etapa do percurso do doente, as oportunidades para melhorar a resposta clínica e operacional. Este modelo procura promover uma resposta mais capaz e célere, minimizando os tempos de tratamento e, por conseguinte, aumentando as probabilidades de recuperação dos doentes.

A realização deste estudo justifica-se pela necessidade premente de aperfeiçoar os processos de tratamento associados ao AVC, dada a sua elevada complexidade e gravidade. Esta patologia obriga a uma intervenção rápida e precisa, sendo imperioso avaliar cada etapa do processo e identificar pontos críticos onde a introdução de IA possa levar a melhorias significativas. A integração de IA no tratamento de doentes com AVC hemorrágico justifica-se pelo seu potencial já demonstrado de melhorar a acuidade diagnóstica, agilizar os fluxos operacionais e, consequentemente, reduzir o tempo necessário para iniciar intervenções críticas. Contudo, a sua aplicação específica neste tipo de AVC permanece limitada, o que ratifica o presente estudo, que se propõe a colmatar esta lacuna, apresentando uma análise intensiva dos processos vigentes e sugerindo soluções inovadoras.

Do ponto de vista metodológico, o estudo seguiu uma abordagem descritiva e exploratória, sem envolvimento direto de uma população específica ou recolha de novos dados, sendo inteiramente baseado na análise de fontes secundárias e no conhecimento pré-existente acerca do funcionamento da Via Verde do AVC. A revisão da literatura serviu de base para mapear o processo atual, identificando as fases críticas onde a IA poderia ser eficazmente implementada para introduzir melhorias importantes. A proposta de redesenho resultou da análise teórica de estudos sobre a aplicação de IA em contextos clínicos e operacionais, visando a melhoria de um sistema vital na gestão de emergências médicas.

Finalmente, o trabalho encontra-se estruturado em várias secções. Após esta introdução, segue-se uma revisão teórica que enquadra o AVC como uma emergência médica e aborda o funcionamento da Via Verde do AVC em Portugal. Subsequentemente, apresenta-se a implementação proposta, onde se explana o processo atual e as possíveis melhorias resultantes da introdução de IA em cada uma das suas etapas. A conclusão resume os principais resultados obtidos e sugere direções futuras, identificando as vantagens e os desafios da integração da IA no tratamento do AVC hemorrágico, tanto a nível clínico como operacional, enquanto identifica as limitações deste estudo e aponta recomendações para investigações futuras.

2. ENQUADRAMENTO TEÓRICO

2.1. O AVC como Emergência Médica

O Acidente Vascular Cerebral (AVC) ocorre quando o fluxo sanguíneo para o cérebro é interrompido, levando à morte de células cerebrais. Divide-se em isquémico, quando há bloqueio de vasos; e hemorrágico, quando há rompimento. As consequências do AVC variam, podendo incluir paralisia, dificuldades de fala, perda de memória e, em casos graves, morte. O AVC é uma das principais causas de morte e incapacidade a nível global, exigindo tratamento rápido para minimizar danos (Murphy & Werring, 2020). Em Portugal, a prevalência do AVC está associada à elevada taxa de mortalidade. Em 2015, esta condição representou 10,8% do total de mortes no país. Além disso, estima-se que seis pessoas por hora têm um AVC em Portugal, resultando em cerca de dois a três óbitos por hora. Estes dados mostram a gravidade e frequência dos AVC no país, apesar de uma redução gradativa das taxas de mortalidade em virtude de melhorias nos cuidados de saúde (Gonçalves de Figueiredo et al., 2020).

Os principais fatores de risco incluem a hipertensão, a diabetes, o tabagismo, o colesterol elevado, a obesidade e o sedentarismo (Cubeiro, 2015). O controlo destes fatores modificáveis pode reduzir substancialmente a probabilidade de um AVC (Murugan et al., 2022; Saini & Gurvendra, 2022). Além disso, fatores não modificáveis como a idade e o histórico familiar também aumentam o risco, porém não podem ser alterados (Coutinho et al., 2023).

O AVC é considerado uma emergência médica devido ao seu carácter súbito e ao impacto devastador que pode causar na saúde, tanto a curto como a longo prazo (Dhand et al., 2020). O tempo é um fator de grande importância, na medida em que o tratamento imediato pode fazer a diferença entre a recuperação e a invalidez permanente ou até mesmo a morte (Wu et al., 2021). Nos últimos anos, a inteligência artificial (IA) tem desempenhado um papel de relevo na gestão do AVC, ajudando a melhorar o diagnóstico, o tratamento e a coordenação de cuidados (Bivard et al., 2020). Por exemplo, a IA, ao ser integrada com dados clínicos e imagens médicas, tem sido usada para ajudar na tomada de decisões clínicas em tempo real (Abedi et al., 2020). Os sistemas de suporte à decisão baseados em IA podem ajudar os médicos de urgências a identificar sinais de AVC de forma mais rápida e acurada, diminuindo os tempos de resposta (Bivard et al., 2020).

A IA tem sido igualmente aplicada no processamento de imagens médicas para auxiliar no diagnóstico prévio e na previsão de resultados de tratamento em doentes com AVC (Yedavalli et al., 2021). As aplicações móveis que utilizam a IA, como as mencionadas por Wu et al. (2021), conseguiram reduzir consideravelmente o tempo porta-agulha, um dos indicadores mais críticos no tratamento do AVC, especialmente no contexto de administração de terapias trombolíticas (Wu et al., 2021).

Apesar da grande evolução nesta área, a IA ainda apresenta limitações, como a necessidade de validação consistente e a adequação das ferramentas aos diferentes contextos clínicos (Yeo et al., 2021). Porém, a literatura sugere que a IA pode melhorar significativamente o tratamento de AVC ao prever os resultados dos doentes e ajudar na escolha das intervenções mais apropriadas (Yeo et al., 2021; Zhou et al., 2023).

Em suma, a IA está a transformar a forma como o AVC é gerido nas urgências médicas, viabilizando diagnósticos mais rápidos e precisos, otimizando os tempos de tratamento e melhorando os resultados dos doentes (Bivard et al., 2020).

2.2. A Via Verde do AVC em Portugal

A Via Verde do AVC é um sistema desenhado para melhorar a resposta ao tratamento de AVC isquémico agudo, que continua a ser uma das principais causas de morte e incapacidade. A principal função deste sistema é reduzir o tempo desde o aparecimento dos primeiros sintomas até à intervenção médica adequada, garantindo que os processos operacionais estejam bem coordenados e os recursos sejam usados de forma eficiente; um processo essencial para reduzir as consequências graves, tanto em termos de mortalidade como de impacto a longo prazo (Barreira, 2018; Dias et al., 2022).

O sucesso da Via Verde do AVC depende da coordenação bem-sucedida entre várias entidades, desde os serviços de emergência pré-hospitalar, como o Instituto Nacional de Emergência Médica (INEM), até aos hospitais especializados. O fluxo operacional inclui o transporte rápido dos doentes para unidades hospitalares devidamente equipadas para realizar intervenções críticas, como a trombólise e a trombectomia. Estes procedimentos são fundamentais para minimizar os danos causados pelo AVC isquémico, e a otimização dos tempos de resposta é fulcral para o sucesso (Ferreira et al., 2022).

Nos últimos anos, a implementação da Via Verde do AVC tem mostrado resultados significativos na redução do tempo entre o início dos sintomas e o início do tratamento. Estudos comprovam que a rapidez nas intervenções aumenta a probabilidade de sobrevivência e melhora os resultados a longo prazo, especialmente quando o processo envolve centros especializados e bem equipados (Dias et al., 2021; Barreira, 2018; Barreira et al., 2019).

Em 2021, o INEM encaminhou 5.816 pessoas com suspeita de AVC para hospitais apropriados, o que corresponde a uma média de 16 doentes por dia. Este número representou um aumento de 877 casos em relação a 2020.

Abaixo apresenta-se o número de doentes com suspeita AVC encaminhados pelo INEM através da Via Verde do AVC, de 2015 a 2022 (Tabela 1). Conforme é possível perceber, os dados indicam um aumento consistente no uso da Via Verde do AVC ao longo dos anos, o que revela melhorias no sistema de resposta a emergências relacionadas ao AVC

Tabela 1. Número de casos de AVC encaminhados pelo INEM através da Via Verde AVC (2015-2022)

Ano	Nº de casos
2015	3115
2016	3386
2017	3164
2018	3496
2019	4415
2020	4.939
2022	6879

Fonte: SNS (2022).

No contexto do Dia Nacional do Doente com AVC, o INEM sublinhou a importância de reconhecer rapidamente os sinais de AVC, como a perda de força num braço, boca desviada e dificuldades na fala, e a urgência de ligar para o 112. A eficiência do tempo é crítica, na medida em que as primeiras horas são decisivas para a eficácia do tratamento. Em termos de distribuição regional, o Porto liderou o número de encaminhamentos (1.325), seguido por Lisboa e Braga. O Hospital de Braga foi o que mais recebeu casos suspeitos, seguido pelo Hospital São João no Porto e o Hospital de Santa Maria em Lisboa (Serviço Nacional de Saúde, 2022).

Apesar das melhorias, persistem desafios importantes, como as desigualdades regionais no acesso a centros com capacidade para realizar tratamentos endovasculares. As regiões mais afastadas destes centros deparam-se com tempos de resposta mais longos, o que pode impactar negativamente os resultados. Em Portugal, nota-se uma diferença significativa nos tempos de tratamento, especialmente nas regiões sul e interior, onde o tempo médio entre o início dos sintomas e a intervenção pode ser bastante mais prolongado (Dias et al., 2021).

De acordo com os resultados do estudo de Lavinha (2019), apesar das melhorias operacionais observadas na Via Verde do AVC, a utilização deste sistema em Portugal ainda é relativamente baixa, o que impede que os resultados expectáveis em termos de acesso e recuperação sejam alcançados de forma adequada. Segundo o estudo, a Via Verde do AVC foi implementada em 2006, mas até 2015-2016, somente 12,97% dos concelhos utilizaram este serviço de forma consistente. Além disso, o tempo médio entre a identificação dos sintomas de AVC e o contacto com os serviços de emergência foi de 59,57 minutos, o que está muito acima do ideal para melhorar os benefícios da intervenção médica. O tempo médio total entre o início dos sintomas e a chegada ao hospital foi de 119,51 minutos, superando a janela terapêutica recomendada de 3 a 4,5 horas para intervenções eficazes. Além dos tempos de resposta, o estudo de Lavinha (2019) também apontou que os concelhos localizados a maiores distâncias dos centros hospitalares (com uma média superior a 28,79 km) apresentavam uma utilização ainda mais reduzida da Via Verde do AVC. Curiosamente, 61,2% dos episódios envolviam dois ou mais sintomas, sugerindo uma alta probabilidade de AVC, contudo ainda assim, a resposta não foi a mais célere. Outro dado preocupante é que 57,04% dos episódios em concelhos utilizadores da Via Verde apresentaram tempos de resposta melhores, porém a taxa de mortalidade foi superior à média em 53,33% dos casos (Lavinha, 2019).

Estes resultados reafirmam a necessidade de medidas sistemáticas de sensibilização e educação da população, para que os sintomas de AVC sejam reconhecidos mais rapidamente e a ajuda médica seja solicitada sem atrasos consideráveis. Como destacado no estudo supracitado, a relação entre a percentagem de utilização da Via Verde do AVC e os resultados, como a mortalidade e o tempo de resposta, é fraca, indicando que a simples existência do sistema não é suficiente; a sua utilização bem-sucedida depende de

múltiplos fatores, incluindo a consciencialização pública e as infraestruturas regionais de saúde.

Para melhorar este cenário, a aplicação de ferramentas de gestão, como a metodologia *Lean Healthcare*, surge como um método promissor. No contexto da gestão de processos, a aplicação desta metodologia na Via Verde do AVC tem como objetivo melhorar o percurso dos doentes e eliminar desperdícios operacionais, conforme explicado por Nunes (2014). Esta metodologia procura tornar os processos mais eficientes, reduzindo atrasos e melhorando a qualidade dos cuidados. A metodologia *Lean* é uma forma de melhorar continuamente os processos, que começou na Toyota, na indústria automóvel, e que atualmente é usada em muitos setores, incluindo a saúde. O principal objetivo do Lean é aumentar o valor para o cliente (no caso da saúde, o doente) eliminando desperdícios e ineficiências, o que envolve identificar e remover todas as atividades que não trazem valor ao serviço final (Cohen, 2018).

O estudo de Nunes (2014) identificou quatro trajetos principais, onde os doentes seguem de forma contínua, e outros quatro trajetos secundários, em que há interrupções que aumentam os tempos de espera e impactam os tratamentos. Ao redesenhar estes trajetos para remover as interrupções, seria possível agilizar o atendimento, tornando-o mais rápido e eficaz.

Além disso, ao analisar os tempos-chave em cada fase da "Via Verde", desde o momento em que o doente é atendido até ao tratamento no hospital, percebeu-se que existem momentos críticos que atrasam o início do tratamento e prejudicam os resultados. A metodologia Lean também ajudou a identificar custos em cada etapa, mostrando onde se pode economizar e usar estes recursos noutras áreas importantes sem afetar a qualidade do atendimento. Outro ponto importante é que muitas pessoas não sabem reconhecer os sinais de um AVC, o que faz com que demorem a pedir ajuda, aumentando o tempo de resposta do sistema. Nunes (2014) salientou que é fundamental educar a população sobre os sintomas do AVC e promover campanhas para melhorar a consciência sobre o tema, o que, segundo o autor, ajudaria a tornar o processo mais eficiente e salvar mais vidas.

2.3. Desafios na Gestão do AVC

A gestão do AVC envolve muitos desafios que vão além do tratamento clínico; é um processo em que as atividades de coordenação da equipa e dos recursos devem ser bem coordenados. O maior desafio é fazer com que o tratamento e a reabilitação dos doentes sejam tão eficazes quanto possível, embora o processo de recuperação possa ser longo e desafiador, tanto fisicamente como mentalmente. (Dworzynski et al., 2015).

Os custos associados à reabilitação de AVC variam em todo o mundo, porém os dados de países europeus mostram bem o impacto económico desta doença. Em 2017, o impacto económico total dos AVC na Europa foi calculado em 60 mil milhões de euros. Deste valor, 27 mil milhões de euros (45%) foram gastos em cuidados de saúde. Além disso, as perdas de produtividade e os cuidados informais prestados por familiares e amigos contribuíram substancialmente para os custos totais (Luengo-Fernandez et al., 2020).

Nesse contexto, é importante que haja uma boa coordenação entre as várias áreas da saúde, desde o atendimento de emergência até aos cuidados de reabilitação, para uma melhor continuidade dos cuidados e a obtenção dos melhores resultados para os doentes (Zorowitz, 2010; Clarke & Forster, 2015).

Um dos principais problemas diz respeito à gestão do fluxo de doentes após um AVC. O processo de reabilitação muitas vezes tem obstáculos importantes, como por exemplo, dificuldades de mobilidade, fadiga e problemas de concentração (Lenaert et al., 2020); implicando um processo que requer uma estratégia individualizada, com a envolvimento de vários profissionais de saúde (p. ex.: médicos, fisioterapeutas, psicólogos, entre outros). Assim, gerir adequadamente as equipas multidisciplinares é vital para que os doentes recebam acompanhamento integrado e que os recursos disponíveis não fiquem sobrecarregados (Hiragami et al., 2016; Monaghan et al., 2005).

A autogestão dos doentes também é muito importante na recuperação. Os programas de autogestão ajudam os indivíduos a aprender a lidar com a sua doença, o que torna o processo de reabilitação mais eficaz e reduz a necessidade de internamentos repetidos ou consultas. Contudo, importa destacar que estes programas devem ser personalizados para atender às necessidades de cada doente, o que implica uma boa distribuição de recursos e o desenvolvimento de estratégias que otimizem o custo-benefício (Damush et al., 2011; Fryer et al., 2016).

O apoio psicológico é outro ponto essencial na gestão do AVC, dado que as dificuldades emocionais podem condicionar a reabilitação. É importante, por isso, implementar modelos de apoio psicológico que utilizem os recursos de forma eficiente. Um exemplo é o modelo em fases sugerido por Kneebone (2016), que adapta o tipo de apoio às necessidades de cada doente, permitindo utilizar os recursos de saúde mental de forma mais adequada, especialmente quando há limitações de orçamento.

A transição dos doentes do hospital para casa é um dos maiores desafios na gestão do AVC. Se não houver uma boa coordenação entre os cuidados hospitalares e os serviços de cuidados domiciliários, pode haver interrupções nos cuidados, levando a complicações ou readmissões no hospital, o que gera custos adicionais. Para resolver este problema, é essencial criar sistemas de gestão de casos mais robustos que garantam acompanhamento contínuo dos doentes e uma colaboração eficaz entre os diferentes profissionais de saúde envolvidos (Chen et al., 2020; Saragih et al., 2023).

Outro dos desafios é a falta de transparência dos algoritmos de IA, o que pode levar à desconfiança dos profissionais de saúde. Seria interessante o desenvolvimento de algoritmos mais interpretáveis de forma a aumentar a confiança de profissionais.

A atualização dos modelos é crucial e qualidade dos dados, para melhorar a eficácia dos diagnósticos.

A necessidade de uma legislação (RGPD) robusta para que, não só, os pacientes, mas todos os envolvidos possam sentir confiança sobre os seus dados pessoais.

A saúde deveria ser igualitária para todos, mas infelizmente a realidade demonstra que nem sempre é assim. O investimento em IA, capacitação dos profissionais, e implementação de medidas como por exemplo uma rede de internet e tecnologia para os profissionais de saúde pode salvar vidas e minimizar efeitos devido ao AVC, quer na recuperação e qualidade de vida a longo prazo.

2.4. Inovação na Gestão do AVC

2.4.1. O Papel da IA na Saúde

A IA tem desempenhado uma função-chave na transformação do sector da saúde, ao apresentar soluções para problemas complexos. Trata-se de uma área que inclui a ciência

da computação e a análise de dados para imitar o pensamento humano, resolver problemas e dar respostas. Existem dois tipos de IA: a preditiva, que usa modelos estatísticos e algoritmos de *machine learning* para fazer previsões com base em comportamentos ou resultados anteriores; e a IA generativa, que aprende com dados do passado e cria conteúdos novos e originais, como textos ou imagens, utilizando grandes modelos de linguagem (Clark & Severn, 2023).

Nos cuidados de saúde, a IA pode ser utilizada para automatizar diversos processos clínicos e administrativos, tornando as operações mais eficientes e aliviando a carga de trabalho dos profissionais de saúde e gestores. No contexto pré-hospitalar, por exemplo, a IA pode ser aplicada na fase de triagem, analisando a conversa entre o operador e a pessoa que telefona, sugerindo perguntas adicionais ou até traduzindo a fala em tempo real para melhorar a compreensão da situação. No contexto de ambulâncias, a IA pode propiciar análises de tráfego ou informações relevantes para ajudar na gestão otimizada do doente (Clark & Severn, 2023).

De acordo com estudos recentes, a IA tem sido bastante utilizada em áreas como a detecção precoce de doenças crónicas, a personalização de tratamentos e a melhoria da eficiência na gestão hospitalar (Shukur et al., 2023; Yasmin et al., 2021; Cahyo & Astuti, 2023; Bhatt et al., 2022).

Uma das principais vantagens é a capacidade da IA em processar grandes quantidades de dados e identificar padrões que escapam à análise humana convencional, permitindo diagnósticos mais céleres e fiáveis (Peete et al., 2019).

Além disso, a IA tem sido aplicada em áreas como a oncologia, a neurologia e a cardiologia, em que as ferramentas baseadas em *machine learning* têm demonstrado resultados favoráveis na predição de resultados e no prognóstico de doentes (Jiang et al., 2017). Esta tecnologia também tem um papel importante na robótica médica, em que os sistemas automatizados conseguem realizar cirurgias com uma precisão muitas vezes superior à de um ser humano, reduzindo o risco de complicações e aumentando a uniformidade dos procedimentos (Quazi et al., 2022).

Nos últimos anos, o avanço da IA em contextos de baixos rendimentos tem sido mais lento por causa de barreiras relacionadas ao acesso a tecnologias avançadas e à formação de profissionais especializados. Porém, há um reconhecimento cada vez maior das

potencialidades da IA para melhorar os serviços de saúde em regiões com menos recursos, fomentando uma maior equidade nos cuidados médicos (Hoodbhoy et al., 2019).

Assim, a IA já está a mudar consideravelmente a forma como os cuidados de saúde são prestados, propiciando soluções que melhoram quer a qualidade do diagnóstico quer a eficiência dos serviços de saúde, com um impacto cada vez mais evidente na vida dos doentes. A implementação frequente e ética destas tecnologias será essencial para elevar os seus benefícios e superar obstáculos futuros (Secinaro et al., 2021).

De acordo com Sahni et al. (2023) a IA pode ajudar a reduzir custos na área da saúde. Se esta ferramenta for utilizada de forma mais abrangente, pode gerar uma economia significativa entre 5 a 10% nas despesas com cuidados de saúde, o que significaria uma poupança de cerca de 200 a 360 mil milhões de dólares por ano apenas nos EUA (valores de 2019). Além disso, estes ganhos podem ser obtidos sem comprometer a qualidade ou o acesso aos cuidados de saúde, pois a IA pode melhorar tanto os processos médicos como os administrativos.

Entre os benefícios financeiros, destaca-se a diminuição dos custos administrativos, que representam cerca de 25% dos gastos em saúde nos EUA. A IA também pode otimizar operações clínicas, como a gestão de salas de operações e maior rapidez na deteção mais de problemas de saúde. Além disso, há benefícios que não são financeiros, tais como a melhoria da qualidade do atendimento, a experiência dos doentes e a satisfação dos profissionais de saúde (Sahni et al., 2023).

O artigo de Khanna et al. (2022) analisou de que forma a IA pode ajudar a reduzir custos na área da saúde. Assim, os autores comparam o impacto desta ferramenta em diagnósticos e tratamentos com os métodos convencionais. Neste estudo, foram apresentadas duas hipóteses principais: primeiro, que a IA pode ser mais económica do que os métodos convencionais; segundo, que a IA pode levar a economias maiores no tratamento do que no diagnóstico. Os autores explicam que usar IA pode ajudar a cortar custos e tempo nos diagnósticos e tratamentos, principalmente em áreas como a imagiologia médica (como tomografia computadorizada e ressonância magnética), contribuindo para diagnósticos mais precisos e menos erros médicos. A redução de custos é percecionada a longo prazo, com um impacto maior ao fim de 10 anos, porque o tempo necessário para diagnosticar e tratar os doentes diminui. O estudo também discute sobre como a IA pode melhorar no futuro, incluindo a redução de preconceitos com os modelos,

a capacidade de explicar como estes funcionam e a necessidade de aprovação das autoridades (Khanna et al., 2022).

Por fim, analisa-se o estudo de Alaskar et al. (2022) que a IA na gestão da saúde, revelando como esta ferramenta pode melhorar os cuidados médicos e tornar as operações nas organizações de saúde melhores. Segundo os autores, a IA pode ajudar a analisar dados clínicos, a fazer diagnósticos mais acurados, a planejar tratamentos e a prever resultados médicos. No entanto, a sua implementação apresenta algumas limitações, nomeadamente a falta de dados confiáveis, a infraestrutura ultrapassada e a necessidade de formação adequada para os profissionais de saúde para trabalhar com esta ferramenta. Além disso, o artigo refere que a IA é utilizada em várias especialidades médicas, como a dermatologia, a oncologia e a cardiologia, ajudando, igualmente, a desenvolver registos eletrónicos de saúde, que facilitam a gestão e o acompanhamento das informações dos doentes. A IA também é usada na descoberta de novos medicamentos e na personalização de tratamentos, o que pode aumentar a eficácia e diminuir custos.

Concluindo, a IA está a mudar bastante a área da saúde, ajudando a melhorar os diagnósticos, a personalizar os tratamentos e a reduzir custos. Apesar de existirem desafios, como a necessidade de ter melhores infraestruturas e de formar adequadamente os profissionais, a IA já está a ser utilizada em áreas como a oncologia e a cardiologia. Além disso, tem contribuído para a descoberta de novos medicamentos. Daqui se depreende que o impacto da IA é cada vez mais positivo, tanto na qualidade dos cuidados prestados como na gestão da saúde. Se for implementada de forma ética e responsável, esta ferramenta pode, efetivamente, transformar ainda mais o futuro da saúde.

2.4.2. Aplicações da IA nos Sistemas de Urgência (SU)

Os serviços de urgência (SU) são um sistema que organiza recursos para prestar cuidados rápidos e adequados a pessoas que sofrem de doenças repentinas ou lesões graves. Estes serviços são fundamentais para providenciar cuidados urgentes e evitar mortes desnecessárias (Al-Shaqsi, 2010).

Os SU são, muitas vezes, ambientes complicados e difíceis de gerir, devido, sobretudo, ao elevado número de doentes, à falta de recursos e à necessidade de tomar decisões rápidas. Neste contexto, a literatura mostra que a IA pode ajudar a resolver estes

problemas. Esta ferramenta tem sido gradualmente integrada nos SU, trazendo avanços pertinentes na forma como os cuidados de emergência são oferecidos. Nos últimos anos, assiste-se a uma crescente implementação de algoritmos de *machine learning* e IA em serviços de urgência, com o objetivo de melhorar tanto o diagnóstico como a gestão operacional dos SU (Tang et al., 2021).

Um dos principais benefícios da IA nos SU deve-se à sua capacidade de reduzir tempos de espera, permitindo que os doentes mais críticos sejam priorizados, otimizando assim o tempo de resposta e o tratamento adequado (Townsend et al., 2023; Kipourgos et al., 2022). Os algoritmos de IA aplicados à triagem e ao prognóstico dos doentes ajudam a melhorar os resultados, identificando rapidamente aqueles que necessitam de cuidados urgentes (Rajput et al., 2023).

Além disso, a IA tem mostrado ser uma ferramenta muito importante na predição de doenças e condições graves, como as paragens cardiorrespiratórias, permitindo intervenções mais rápidas e bem-sucedidas em contexto pré-hospitalar (Chee et al., 2023). A sua implementação em ambulâncias e centros de atendimento de emergência também contribui para melhorar a comunicação em tempo real entre os serviços de emergência e os hospitais, garantindo uma preparação mais eficiente para a chegada dos doentes (Clark & Severn, 2023).

De acordo com McParland e Grant (2019), a IA pode ajudar a reduzir custos e a melhorar o funcionamento dos SU. Esta ferramenta pode otimizar o fluxo de doentes, diminuindo os tempos de espera e melhorando a triagem no atendimento, além de prever complicações. Além disso, existem ferramentas de IA que monitorizam os sinais vitais e conseguem antecipar problemas clínicos, o que permite utilizar os recursos médicos de forma mais inteligente e a evitar exames e intervenções desnecessárias.

Contudo, a adoção da IA nos sistemas de emergência também levanta questões éticas e de transparência na tomada de decisões automatizadas. A falta de clareza nos algoritmos de IA pode dificultar a compreensão e confiança dos profissionais de saúde nas decisões geradas por estas tecnologias (Hosseini et al., 2023). Não obstante, à medida que estas ferramentas evoluem, espera-se que se tornem cada vez mais transparentes e integradas nas práticas clínicas.

Em conclusão, a utilização da IA nos SU apresenta um grande potencial para melhorar a eficiência dos serviços, a qualidade dos cuidados e os resultados dos doentes. Através de uma implementação criteriosa e ética, a IA poderá transformar de forma radical a forma como as emergências médicas são geridas no futuro (Chenais et al., 2023).

2.4.3. Potencial da IA na Via Verde do AVC

A utilização da IA na Via Verde do AVC pode melhorar a eficiência e a precisão dos diagnósticos e tratamentos. Através de sistemas de suporte à decisão clínica baseados em IA, é possível prever e avaliar resultados com uma rapidez que antes não era possível, algo particularmente crucial em situações de emergência, como o AVC, em que o tempo é um fator decisivo (Yeo et al., 2021).

O artigo "*The Artificial Intelligence Revolution in Stroke Care: A Decade of Scientific Evidence in Review*" de El Naamani et al. (2024) explorou o crescente impacto da IA no tratamento de AVC ao longo dos últimos dez anos. Foram analisados 623 estudos publicados entre 2012 e 2022 sobre o uso de IA em diversas fases do cuidado ao AVC, incluindo o diagnóstico, o tratamento e a reabilitação. A maior parte dos estudos concentra-se na área diagnóstica, em que a IA é usada para acelerar a avaliação e o tratamento de AVC, essenciais em condições em que o tempo é crucial. Contudo, foi verificado que o uso de IA na reabilitação de doentes com AVC é ainda limitado, representando apenas 12% das publicações. Ao longo da década, verificou-se um aumento considerável no número de estudos sobre IA, o que evidencia o seu papel cada vez mais pertinente na melhoria da eficiência dos fluxos de trabalho, na comunicação sincronizada entre equipas médicas e na aceleração dos tratamentos. O artigo conclui que, embora a IA tenha revolucionado o diagnóstico de AVC, há uma tendência cada vez maior de investigação sobre a sua aplicação no tratamento e na reabilitação, com possibilidades para melhorar ainda mais os resultados clínicos.

Estudos recentes indicam que a IA pode automatizar a deteção de lesões no cérebro, ajudando a identificar a área afetada por um AVC isquémico, bem como a prever a resposta dos tecidos à intervenção médica; o que permite decisões de tratamento mais rápidas e exatas, aumentando as probabilidades de recuperação do doente (Shafaat et al., 2022).

Outro benefício importante é a capacidade da IA em reduzir as diferenças de interpretação entre médicos, através da aplicação de algoritmos que padronizam a análise de imagens e dados clínicos. Esta uniformização pode melhorar substancialmente a eficácia da Via Verde do AVC, dado que permite que os doentes recebam tratamento apropriado com maior rapidez e rigor (Corrias et al., 2021).

No contexto do tratamento de grandes oclusões vasculares, que são frequentemente responsáveis pelos AVC mais graves, o uso de IA em aplicações de coordenação de cuidados mostrou reduzir o tempo de resposta entre a entrada no hospital e o tratamento endovascular, um dos fatores mais vitais na melhoria dos resultados dos doentes (Sevilis et al., 2023).

Num artigo efetuado por Liu et al. (2024) analisou os progressos recentes na aplicação da IA na imagiologia do AVC isquémico, identificando os principais desafios e explorando direções futuras para a investigação. O artigo destaca a utilização da IA em áreas como a segmentação automática das áreas de enfarte, a deteção de oclusão de grandes vasos, a previsão de efeitos do AVC, a avaliação do risco de transformação hemorrágica, a previsão do risco de recorrência de AVC isquémico e a classificação automática da circulação colateral. A investigação revelou que as tecnologias de *Machine Learning* (ML) e *Deep Learning* (DL) podem melhorar a precisão diagnóstica, acelerar a identificação da doença e prever a sua progressão e resposta ao tratamento. Contudo, a aplicação clínica destas tecnologias apresenta desafios, como a limitação do volume de dados, a interpretabilidade dos modelos e a necessidade de monitorização e atualização em tempo real. O artigo também discute as perspetivas de aplicação de grandes modelos de linguagem, como a arquitetura *transformer*, na análise de imagiologia de AVC isquémico, enfatizando a importância de estabelecer grandes bases de dados públicas e a necessidade de futuras investigações incidirem na interpretação dos algoritmos e na abrangência do suporte à decisão clínica.

2.5. Revisão de estudos recentes

2.5.1. Utilização da IA no diagnóstico e tratamento do AVC

A literatura em torno do tema tem mostrado que a IA pode ser uma ferramenta extremamente viável na gestão e tratamento de AVC, com o objetivo de melhorar os sistemas de saúde.

Segundo Dresser e Kohn (2023) a IA pode ajudar na identificação rápida e objetiva de AVC, o que diminui a probabilidade de erros e acelera o diagnóstico, algo essencial para iniciar o tratamento rapidamente. A IA também facilita o processo de decisão, automatizando tarefas e analisando grandes volumes de dados para determinar o melhor tratamento possível.

Corrias et al. (2021), no seu artigo, mencionaram que a IA melhora as decisões clínicas, na medida em que consegue combinar dados clínicos com imagens médicas, o que ajuda a gerir o tratamento dos doentes e a prever resultados de forma mais precisa, reduzindo as diferenças nas escolhas médicas e melhorando os cuidados prestados.

O estudo de Shafaat et al. (2022) mostrou que a IA já está a transformar a forma como os AVC são tratados, sobretudo ao analisar imagens médicas. A tecnologia presta suporte aos profissionais de saúde ao apresentar análises automáticas dos exames, bem como sugestões sobre os tratamentos mais indicados.

Bivard et al. (2020) evidenciaram que a IA é útil para lidar com a complexidade cada vez maior do tratamento de AVC, ao permitir aos médicos acesso a ferramentas avançadas de apoio, mesmo em locais onde há menos especialistas. Esta questão melhora os cuidados aos doentes e facilita conversas mais fundamentadas com as suas famílias.

Por fim, Lee et al. (2017) revelaram que a IA está a aumentar a precisão na análise de imagens relacionadas com AVC e que, futuramente, esta tecnologia será fulcral para personalizar os tratamentos e prever resultados específicos para cada doente.

No geral, a IA pode, indubitavelmente, melhorar a gestão dos serviços de saúde, ao simplificar processos administrativos, acelerar diagnósticos e apoiar decisões em casos de AVC, promovendo um atendimento mais ágil e bem-sucedido.

2.5.2. Impacto da IA na melhoria da eficiência e custo-efetividade

A IA tem demonstrado um impacto positivo na eficiência e custo-efetividade dos cuidados com o AVC, especialmente na detecção antecipada e na tomada de decisões clínicas. O uso da IA em radiologia, por exemplo, ajuda a identificar obstruções em grandes vasos do cérebro, como indicam van Leeuwen et al. (2021). Este estudo demonstrou que a aplicação da IA em emergências médicas pode reduzir significativamente os custos de saúde e melhorar a qualidade de vida dos doentes. Ao diminuir erros de diagnóstico e acelerar os tratamentos, a IA permite poupanças consideráveis, como se verificou neste estudo no Reino Unido. O estudo calculou que o uso de IA para identificar obstruções em grandes vasos (LVO) poderia poupar 11 milhões de dólares por ano no país, ao diminuir em 50% o número de diagnósticos incorretos de LVO. Além disso, o uso de IA resultou num aumento de 0,01 QALYs (Anos de Vida Ajustados pela Qualidade) por doente com suspeita de AVC isquémico e numa redução de custos de 156 dólares por doente.

De forma semelhante, Westwood et al. (2024) confirmaram no seu estudo que a IA pode tornar mais exata a análise de tomografias computadorizadas (TC), permitindo detetar rapidamente bloqueios vasculares graves e ajudando na escolha do tratamento, como a trombectomia mecânica. A análise mostrou que a inclusão de IA neste contexto aumentaria os custos em oito libras e sessenta e um pence por doente com AVC isquémico, levando a um aumento de 0,003 QALYs. A IA foi considerada, então, uma opção custo-efetiva para limiares de disposição a pagar superiores a três mil trezentas e oitenta libras por QALY. No entanto, os autores indicaram que, apesar dos possíveis benefícios, é necessária mais investigação para validar a eficácia clínica e económica desta tecnologia quando comparada com as práticas atuais.

Van Voorst (2024) também enfatizou o papel da IA na melhoria do tratamento do AVC, ao acelerar a identificação de oclusões e ajudando na escolha do melhor tratamento. Este estudo salienta a importância de tecnologias de IA para ajudar os profissionais em hospitais mais pequenos ou em áreas rurais, onde a presença de especialistas pode ser mais restrita.

Por sua vez, Vagal e Saba (2022) afirmaram que a IA melhora a precisão e a rapidez no diagnóstico do AVC, bem como facilita a comunicação entre as equipas médicas, otimizando o fluxo de trabalho e reduzindo o tempo entre a detecção e o tratamento. De acordo com o estudo, este benefício é especialmente relevante para unidades hospitalares

que não contam com especialistas em radiologia disponíveis a toda a hora, permitindo que a IA compense esta falta. O estudo referiu que o uso de IA para detecção automática de LVO reduziu o tempo entre a tomografia e a notificação da equipa médica em 22 minutos, o que levou a uma redução do tempo "porta a punção arterial" em 23 minutos para doentes transferidos.

Estes dados numéricos demonstram claramente o potencial da IA em termos de redução de custos e melhoria de resultados clínicos, tanto ao nível dos custos diretos como em ganhos de eficiência no tratamento do AVC.

2.5.3. Desafios e limitações na implementação da IA na gestão do AVC

A implementação da IA na gestão do AVC constitui uma aposta significativa em termos de inovação e melhorias nos cuidados médicos, no entanto também se depara com uma série de barreiras e limitações que precisam ser cuidadosamente consideradas. Vários estudos fazem alusão a estas dificuldades e apresentam-nos uma maior compreensão acerca dos principais obstáculos à aplicação bem-sucedida desta tecnologia no tratamento do AVC.

Um dos principais desafios identificados num estudo realizado Kohn (2023) diz respeito à qualidade dos dados. Para que a IA funcione de forma eficaz no contexto clínico, é essencial que os dados utilizados sejam de elevada qualidade, completos e padronizados. Segundo o autor, o princípio de "*garbage in, garbage out*" aplica-se de forma contundente neste contexto, uma vez que dados imprecisos ou mal estruturados podem prejudicar a capacidade da IA de realizar diagnósticos corretos ou tomar decisões clínicas adequadas. Deste modo, a ausência de bases de dados consistentes torna-se uma barreira importante na implementação de IA para o AVC.

Outro obstáculo relevante identificado no estudo de Kohn (2023) é o problema da "caixa preta". Muitos dos algoritmos de aprendizagem profunda (*deep learning*), usualmente utilizados pela IA, carecem de transparência, o que significa que os profissionais de saúde não conseguem compreender totalmente como a IA chega a determinadas conclusões ou recomendações. Esta falta de clareza cria desconfiança entre médicos e outros profissionais de saúde, que podem hesitar em fazer uso das orientações dadas pela IA, mesmo quando estas parecem ser benéficas.

Além disso, há a necessidade constante de atualização dos modelos de IA para que reflita mudanças na prevalência das doenças e nas práticas clínicas. Se os modelos de IA não forem atualizados com frequência, correm o risco de se tornarem obsoletos ou ineficazes, diminuindo a sua exatidão ao longo do tempo. Esta limitação é especialmente crítica em áreas como o AVC, em que o tempo é um fator fulcral para o sucesso do tratamento. A integração da IA nos fluxos de trabalho clínico também apresenta desafios pertinentes. Apesar do grande potencial revelado, sobretudo em áreas como a radiologia, a introdução de sistemas de IA nas rotinas hospitalares e em clínicas pode ser complicada e dispendiosa. Os sistemas existentes precisam de ser adaptados para funcionar em harmonia com as novas tecnologias, o que pode exigir recursos financeiros e humanos expressivos, além de um esforço simultâneo entre engenheiros de IA e especialistas clínicos (Kohn, 2023).

Por sua vez, o estudo de Ding et al. (2020), destacou os desafios éticos e de privacidade como um problema importante. A IA depende do acesso a grandes volumes de dados médicos para realizar diagnósticos e previsões corretas. No entanto, esta situação levanta questões sobre a privacidade dos dados e a segurança das informações pessoais dos doentes. Nesse sentido, a proteção da privacidade é uma preocupação cada vez maior, principalmente num contexto em que a partilha de dados é essencial para o êxito dos algoritmos de IA. Ding et al. (2020) também reafirmou o desafio do problema da caixa preta, em que a complexidade dos algoritmos, particularmente os de *deep learning*, culmina em decisões de tratamento que muitas vezes não são facilmente explicadas. Na sua perspetiva, este fator é crucial para ganhar a confiança dos profissionais de saúde, que podem preferir confiar em métodos convencionais de diagnóstico ao invés de depender de sistemas cujas operações internas não são inteiramente compreendidas. A validação e avaliação dos modelos de IA são igualmente cruciais antes que possam ser implementados de forma abrangente na prática clínica. O estudo de Ding et al. (2020) evocou a necessidade de realizar estudos rigorosos para certificar que os modelos de IA funcionem de forma segura e correta em diferentes contextos clínicos e hospitalares, o que inclui testar o desempenho dos modelos em cenários variados, para que possam ser generalizados para populações de doentes e ambientes de saúde distintos.

O estudo de Amann (2021) ampliou a discussão sobre esta temática ao introduzir desafios na origem e desenvolvimento dos dados. Para que os modelos de IA sejam eficientes, é

necessário que os dados sejam consistentes e estruturados, o que nem sempre acontece, designadamente em sistemas de saúde menos desenvolvidos ou em países com recursos escassos. A ausência de bases de dados uniformes e acessíveis continua a ser uma barreira substancial, que dificulta o desenvolvimento de aplicações eficientes para o tratamento de AVC.

Amann (2021) também apontou desafios na aplicação e desenvolvimento de IA, em que o desenvolvimento de algoritmos que possam ser aplicados a diferentes populações e situações clínicas é um processo tecnicamente complexo, sobretudo no caso do AVC, cuja intervenção rápida é vital e cada segundo pode impactar os resultados. Outro ponto relevante levantado pelo estudo é a necessidade de equidade na aplicação da IA, na medida em que se deve estabelecer que os benefícios das tecnologias de saúde sejam acessíveis a todos, incluindo países de rendimentos mais baixos, onde as taxas de AVC são normalmente mais elevadas.

Por fim, tanto Kohn (2023) quanto Amann (2021) aludem novamente à importância das questões éticas na implementação da IA, como a transparência nas decisões da IA, a privacidade dos dados e a igualdade no acesso a estas tecnologias. À medida que a IA se torna uma ferramenta mais prevalente na medicina de precisão, será crucial que todos os doentes possam tirar partido destas inovações e que os direitos dos doentes sejam respeitados.

Face ao exposto, entende-se que ainda que a IA traga consigo oportunidades promissoras para melhorar o diagnóstico, o tratamento e a gestão do AVC, os desafios relacionados com a qualidade dos dados, a transparência dos algoritmos, a integração nos fluxos clínicos e as questões éticas e de privacidade permanecem barreiras relevantes que devem ser ultrapassadas uma boa e correta implementação desta tecnologia.

2.6. Conclusão da revisão da literatura

2.6.1. Síntese dos estudos revistos

A literatura sobre o tema permite-nos perceber que o AVC, como emergência médica, é uma das principais causas de morte e incapacidade a nível global, que requer uma resposta rápida e eficiente para mitigar danos permanentes, sendo a sua gestão um processo complexo e multifatorial.

Neste seguimento, a Via Verde do AVC em Portugal sobressai como uma estratégia essencial para uma intervenção rápida e coordenada no tratamento do AVC isquémico agudo. Este sistema, que envolve desde serviços de emergência pré-hospitalar até hospitais especializados, procura reduzir o tempo entre o início dos sintomas e o tratamento, o que é vital para aumentar as hipóteses de recuperação e reduzir a mortalidade. Os dados analisados demonstram melhorias na resposta ao AVC, com um aumento significativo no número de casos encaminhados pelo INEM ao longo dos anos. Ainda assim, ainda persistem desafios, nomeadamente as desigualdades regionais no acesso a centros especializados e a necessidade de maior sensibilização da população para reconhecer os sinais de AVC e agir rapidamente.

No que diz respeito à gestão do AVC, o tratamento correto envolve não exclusivamente a resposta imediata, como também a reabilitação dos doentes. Assim, a coordenação entre as diferentes equipas de saúde e a implementação de programas personalizados de reabilitação são essenciais para uma boa recuperação. No entanto, este processo apresenta desafios relacionados com os custos, a gestão de recursos e a transição dos cuidados hospitalares para os cuidados domiciliários. A autogestão dos doentes e o apoio psicológico ocupam um papel determinante na recuperação, mas exigem estratégias bem planeadas e eficientes.

A inovação na gestão do AVC, nomeadamente através da aplicação da IA, pode transformar cabalmente os cuidados de saúde. A IA já tem demonstrado grandes avanços, sobretudo na deteção rápida de doenças, na personalização de tratamentos e na automação de processos clínicos. Nos serviços de urgência, a IA tem melhorado a triagem e o diagnóstico, permitindo uma priorização mais célere dos doentes críticos, o que otimiza os tempos de resposta. Além disso, ao ser aplicada em sistemas como a Via Verde do AVC, a IA pode ajudar a prever resultados e a uniformizar as análises clínicas, promovendo diagnósticos mais exatos e tratamentos mais eficientes.

Não obstante, a literatura revelou que a implementação da IA na gestão do AVC não está isenta de desafios. A qualidade dos dados é um dos principais obstáculos, uma vez que os modelos de IA dependem de bases de dados robustas e estandardizadas para funcionar adequadamente. Outro entrave importante é o "problema da caixa preta", ou seja, a falta de transparência nos algoritmos de IA, que pode gerar desconfiança entre os profissionais de saúde. A integração da IA nos fluxos clínicos também pode ser onerosa e complicada,

obrigando a adaptação de sistemas hospitalares existentes e a formação adequada dos profissionais. Além disso, as questões éticas relacionadas com a privacidade dos dados e a equidade no acesso à IA são barreiras importantes que precisam de ser resolvidas para que todos os doentes possam beneficiar de forma segura e justa destas inovações.

Por fim, a revisão da literatura evidenciou que, embora a IA apresente uma possibilidade elevada de melhorar a gestão do AVC, ainda há muitos obstáculos a superar. A qualidade dos dados, a confiança nos algoritmos e a integração nos fluxos clínicos são desafios prementes que requerem atenção. Contudo, com uma implementação criteriosa e ética, a IA tem a capacidade de transformar grandemente o futuro dos cuidados de saúde, trazendo benefícios tanto para os doentes como para os sistemas de saúde de modo geral.

2.6.2. Identificação de lacunas na literatura

A análise da literatura revela um avanço considerável no que toca à aplicação da IA no diagnóstico e tratamento do AVC. Apesar disso, subsistem diversas lacunas que limitam a implementação bem-sucedida generalizada desta tecnologia no contexto clínico. Em primeiro lugar, a qualidade e a padronização dos dados utilizados pelos algoritmos de IA constituem um domínio onde ainda se constata insuficiência de investigação aprofundada. A literatura salienta a dependência de bases de dados fortes e bem estruturadas para o devido funcionamento das ferramentas de IA, sendo que a falta de consistência e uniformidade nestes dados compromete os resultados dos modelos preditivos e, conseqüentemente, a sua eficácia clínica. Esta questão reveste-se de crucial importância, dado que é imprescindível a existência de dados de qualidade elevada para que se obtenham resultados confiáveis.

Outro ponto que necessita de maior exploração é o "problema da caixa preta". Apesar de os algoritmos de aprendizagem profunda serem cada vez mais sofisticados, a sua transparência permanece limitada, criando dúvidas entre os profissionais de saúde, que muitas vezes não conseguem compreender como são geradas as recomendações da IA. Portanto, a compreensão e interpretação dos resultados por parte dos clínicos são fatores fundamentais para que haja confiança e, por extensão, adesão às soluções propostas por estas ferramentas tecnológicas. Ainda que este seja um tema presente na literatura, é

necessária uma maior investigação sobre como ultrapassar esta barreira, nomeadamente através da criação de algoritmos mais explicáveis e interpretáveis.

A integração da IA nos fluxos de trabalho clínicos e hospitalares também surge como uma área insuficientemente explorada, especialmente no que tange à transição da teoria para a prática. O processo de adaptação dos sistemas hospitalares à IA é reiteradamente descrito como complexo e oneroso, e a pesquisa sobre metodologias eficazes para facilitar esta integração ainda se encontra em fase embrionária. São poucas as investigações que explicam de forma exaustiva as melhores práticas para uma implementação fluida da IA nas rotinas de diferentes unidades de saúde, o que revela uma brecha crítica a ser preenchida.

A literatura sobre as implicações éticas da IA no tratamento do AVC, apesar de analisada de forma genérica, necessita de uma análise mais circunstanciada e atenta. Determinadas questões como a privacidade dos dados dos doentes e a igualdade no acesso às tecnologias de IA ainda são tratadas de forma superficial, sem que sejam propostas soluções concretas e exequíveis para que todos os indivíduos, a despeito da sua localização geográfica ou situação social e económica, possam tirar partido de igual forma dos avanços tecnológicos.

Por último, verifica-se uma escassez de estudos longitudinais que avaliem o impacto da IA não somente no diagnóstico e tratamento iniciais do AVC, mas também na reabilitação a longo prazo dos doentes. A maior parte das investigações incide nos benefícios imediatos da IA, ao passo que as suas potenciais contribuições para a recuperação funcional e a melhoria da qualidade de vida ao longo do tempo são ainda pouco exploradas. Além disso, a aplicação de IA em áreas como a reabilitação e a monitorização contínua dos doentes com AVC é igualmente uma área de investigação emergente que demanda estudos mais exaustivos.

Assim, como súpula da revisão da literatura, conclui-se que apesar dos avanços substanciais alcançados no domínio da IA aplicada à gestão do AVC, permanecem lacunas importantes que precisam de ser levantadas para que a implementação destas tecnologias atinja todo o seu potencial. São necessárias investigações mais exaustivas sobre a qualidade dos dados, a explicabilidade dos algoritmos, a integração operacional, as

questões éticas e os efeitos a longo prazo da IA, de forma a conseguir uma aplicação mais eficaz, igualitária e duradoura no tratamento do AVC.

3. OBJETIVO

O objetivo deste estudo é analisar e redesenhar o processo da Via Verde do AVC hemorrágico, introduzindo melhorias através da aplicação de Inteligência Artificial (IA). Ao abordar o AVC hemorrágico, em particular, devido à sua gravidade e complexidade no atendimento, o estudo procura identificar oportunidades para otimizar as várias etapas do processo, desde o reconhecimento inicial dos sintomas até à intervenção hospitalar, com o intuito de melhorar a eficiência, reduzir os tempos de resposta e, consequentemente, aumentar as hipóteses de recuperação dos doentes.

3.1. Justificação para o estudo

A realização deste estudo justifica-se pela premente necessidade de incrementar os processos de tratamento de doentes com AVC hemorrágico, uma das principais causas de morte e incapacidade a nível mundial. Este tipo de AVC, singularmente, caracteriza-se pela sua elevada complexidade e severidade, requerendo uma intervenção médica rápida e fiável para minimizar as sequelas e aumentar as chances de sobrevivência. Em virtude da importância do tempo de resposta na gestão deste tipo de emergências, torna-se essencial avaliar e aperfeiçoar cada etapa do processo de atendimento.

A integração da IA nos cuidados de saúde tem demonstrado capacidades significativas para melhorar a exatidão diagnóstica, otimizar os fluxos operacionais e, por conseguinte, reduzir o tempo necessário para iniciar tratamentos críticos. No entanto, a sua aplicação no contexto do AVC hemorrágico ainda é limitada, deixando espaço para inovações que possam revolucionar a forma como os serviços de emergência e os cuidados hospitalares respondem a este tipo de situações. Este estudo propõe-se a preencher esta lacuna, ao apresentar uma análise especificada e estruturada dos processos atuais da Via Verde do AVC e sugerindo soluções práticas para a implementação de IA em cada uma das suas fases. A escolha do AVC hemorrágico, em específico, decorre da sua particularidade em termos de urgência e complexidade, justificando a necessidade de uma análise mais ampla que permita identificar inequivocamente os pontos críticos onde a IA poderá trazer melhorias substanciais.

Além disso, o estudo adquire relevância ao considerar a realidade dos sistemas de saúde contemporâneos, onde a racionalização dos recursos e a eficiência dos processos são cada

vez mais determinantes. Assim, a proposta de utilização de IA, neste enquadramento, procura otimizar o atendimento, indo também ao encontro dos objetivos de sustentabilidade dos serviços de saúde, ao promover uma repartição mais eficiente dos recursos humanos e tecnológicos, revertendo numa redução de custos a longo prazo.

Portanto, a justificação para este estudo consiste na conjunção de vários fatores, nomeadamente a necessidade de melhorar a resposta ao AVC hemorrágico, o poder de transformação da IA na saúde e a premência de adaptar os processos clínicos a uma realidade cada vez mais tecnológica, efetiva e sustentável. Este trabalho pretende, deste modo, contribuir para uma perspetiva mais moderna e rentável no tratamento de uma das emergências médicas mais desafiadoras da atualidade.

4. METODOLOGIA

Nesta seção, apresenta-se o processo da Via Verde do AVC hemorrágico, para que se possa avaliar onde IA pode ser aplicada para melhorar a eficiência e diminuir os tempos de resposta.

Tal como anteriormente mencionado, optou-se por abordar o AVC hemorrágico em virtude da elevada gravidade e complexidade ao nível do atendimento, o que torna essencial analisar pormenorizadamente cada etapa para identificar pontos de melhoria no processo.

Este estudo centra-se na descrição e análise dos processos já existentes, sem envolver uma população direta ou a recolha de novos dados, mas utilizando dados secundários e conhecimento anterior sobre o funcionamento da Via Verde do AVC. Destarte, o objetivo é analisar e redesenhar o processo para introduzir melhorias através da aplicação da IA.

Nesse sentido, este estudo tem um caráter descritivo-exploratório e baseia-se na análise dos processos operacionais da Via Verde do AVC, descrevendo todas as etapas primordiais, desde o reconhecimento dos sinais até ao tratamento hospitalar. Não existe instrumentos de recolha de dados, dado que o enfoque não é empírico, mas sim processual e analítico.

5. APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DA INFORMAÇÃO

O processo supracitado é composto por seis etapas, descritas de seguida.

A Fase 1 corresponde ao início do processo, onde é feito o reconhecimento dos sintomas do AVC pelo próprio doente, um familiar ou um transeunte. Constituem sinais de alerta sintomas como fraqueza num dos lados do corpo, fala arrastada e desvio da boca. Através da identificação desses sinais, é feita uma chamada para o 112 (Fase 2) ativando o Sistema Integrado de Emergência Médica (SIEM). O operador do 112 é responsável pela avaliação dos sintomas e acionará qual a resposta médica mais adequada. Durante este processo, a IA pode ser incorporada para sugerir perguntas diagnósticas em tempo real, ajudando a confirmar os sintomas de forma mais objetiva e acurada. O tempo médio para o reconhecimento dos sintomas e a chamada para o 112 é de aproximadamente 1 a 2 minutos.

Posteriormente, ainda na Fase 2, é realizada a resposta do 112, enviando a ambulância ou um meio apropriado para o local onde o doente se encontra. Aqui, a IA também pode sugerir o tipo de resposta necessária em função da localização e dos sintomas descritos. O tempo médio para esta resposta é de 3 a 5 minutos. De seguida, ocorre a deslocação ao local (Fase 3), na qual a IA otimiza a rota da ambulância para garantir o transporte mais rápido possível. Dependendo da certeza do diagnóstico, o doente pode ser transportado diretamente para um hospital com capacidade adequada para tratar o AVC, ou, caso não haja esta confirmação, para um hospital mais próximo que possa estabilizar o doente antes de um eventual transporte para uma unidade mais especializada. O tempo médio para a deslocação varia entre 8 a 15 minutos, dependendo da localização.

Quando os paramédicos chegam ao local, fazem uma avaliação pré-hospitalar (Fase 4), analisando sinais vitais e realizando o teste FAST (*Face, Arms, Speech, Time*). Neste ponto, a IA sugere diagnósticos primários e comunica diretamente com o hospital de destino para preparar a receção do doente. O tempo médio para esta avaliação é de 5 a 7 minutos. O transporte para o hospital (Fase 5) é então realizado, notificando a unidade hospitalar da chegada iminente. A IA prevê o tempo de chegada e sugere procedimentos que devem ser preparados pela equipa hospitalar. O tempo médio de transporte para o hospital é de 15 a 30 minutos, consoante a localização. Por fim, à chegada ao hospital, o doente é avaliado e passa por uma triagem rápida, e a IA pode ser utilizada para acelerar o diagnóstico através da análise de imagens de TC (tomografia computadorizada) ou

ressonância magnética, ajudando a determinar se há isquemia ou hemorragia. O tempo médio para a triagem e avaliação inicial no hospital é de 5 a 10 minutos.

O processo descrito é ilustrado no esquema abaixo (Figura 1), que demonstra cada uma destas etapas de forma visual, identificando os pontos onde a IA pode ser aplicada para otimizar o percurso do doente, reduzindo tempos de resposta e aumentando a precisão do atendimento. Assim, esta representação gráfica torna-se um recurso essencial para compreender as oportunidades de melhoria nos processos e o possível impacto da integração de tecnologia para a eficiência do atendimento a doentes com AVC hemorrágico.

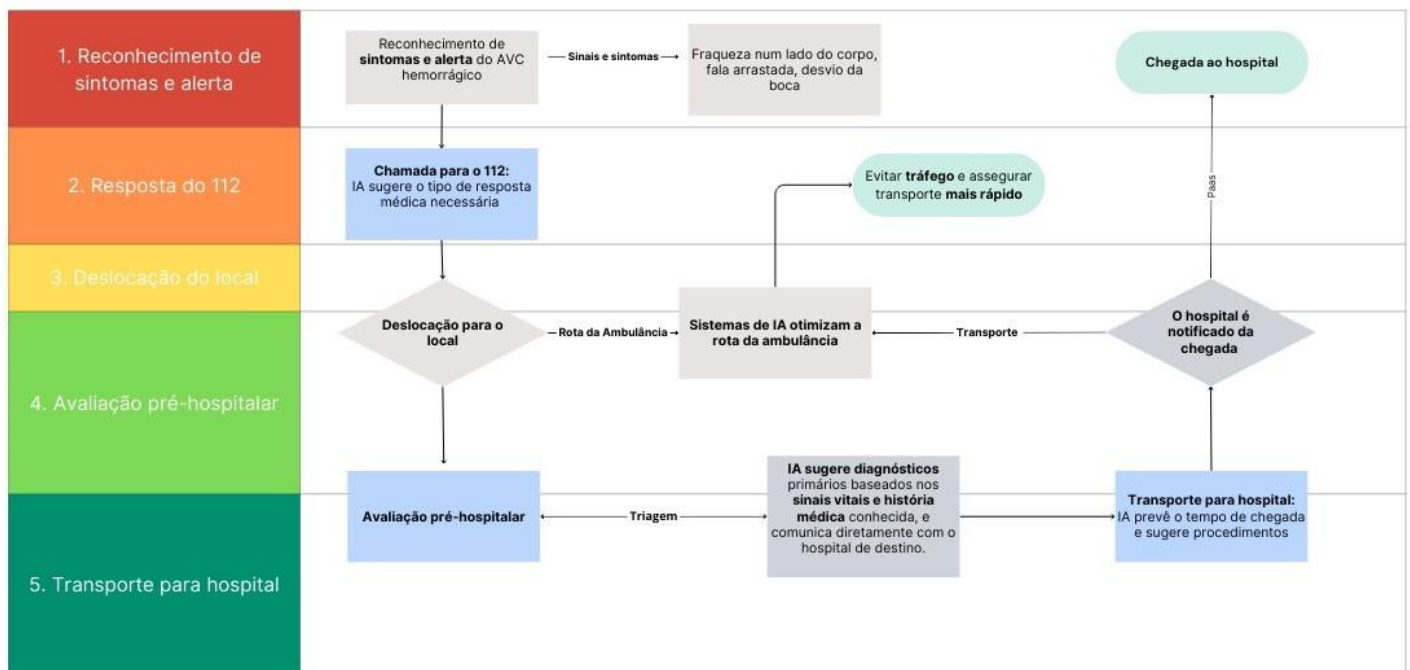


Figura 1 – Representação gráfica com as fases onde a IA pode ser aplicada para otimizar o percurso do doente

Tabela 2. Benefícios em Poupança/Otimização de Tempo no Processo Completo Integrado com IA

Fase	Tempo Médio Atual (min)	Tempo com IA (min)	Poupança de Tempo (min)
Reconhecimento dos Sintomas e Alerta	1-2	0.5-1	Até 1
Resposta do SIEM e Triagem pelo 112	3-5	2-3	Até 2
Otimização da Rota da Ambulância	8-15	5-10	Até 5
Avaliação Pré-Hospitalar	5-7	3-4	Até 3
Transporte para o Hospital	15-30	10-20	Até 10
Diagnóstico e Análise de Imagens no Hospital	5-10	2-3	Até 7
Total de Poupança de Tempo			Até 28 minutos

Benefícios do Processo Integrado com IA

- **Redução Total do Tempo:** Com a integração de IA, estima-se uma poupança total de até **28 minutos**, que são críticos para o sucesso do tratamento de AVC, especialmente considerando que cada minuto perdido pode resultar em perda de funções neurológicas.
- **Aumento da Precisão Diagnóstica:** O suporte da IA reduz erros humanos durante a triagem e diagnóstico, melhorando a identificação precoce do tipo de AVC.
- **Melhoria na Coordenação e Preparação:** A comunicação em tempo real entre a ambulância e o hospital permite que a equipa esteja preparada para receber o doente e inicie rapidamente os procedimentos.
- **Impacto Positivo na Recuperação:** A intervenção mais rápida e precisa aumenta as hipóteses de recuperação e minimiza as sequelas neurológicas.

Aplicando IA no modelo atual da Via Verde AVC, torna o mais eficiente e maximiza o tempo de resposta, reduzindo significativamente os tempos de resposta, que neste contexto são essenciais para a sobrevivência e recuperação dos doentes.

Figura 2 – Representação gráfica com as fases do percurso do doente, sem aplicação de algoritmos de IA

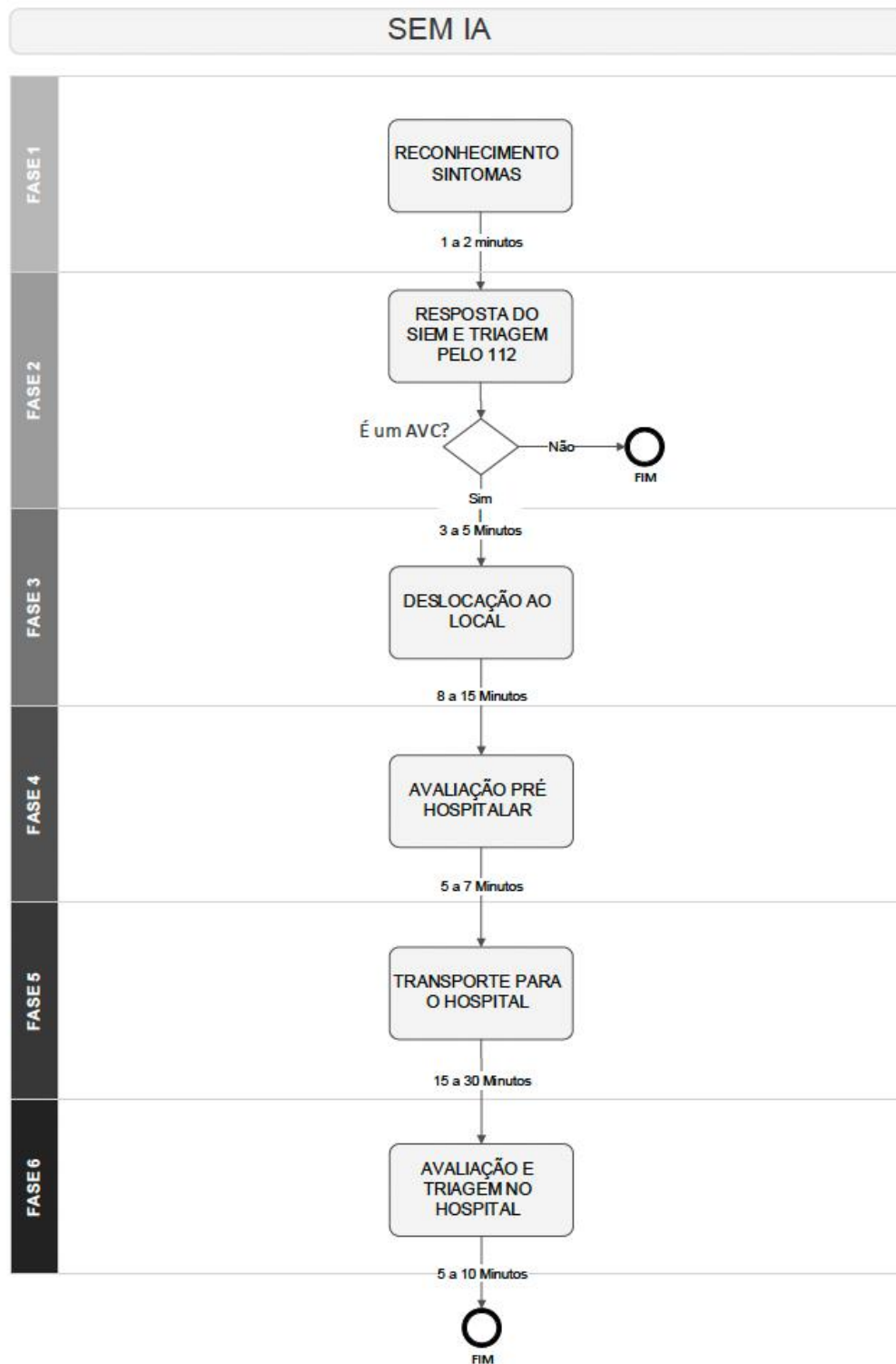
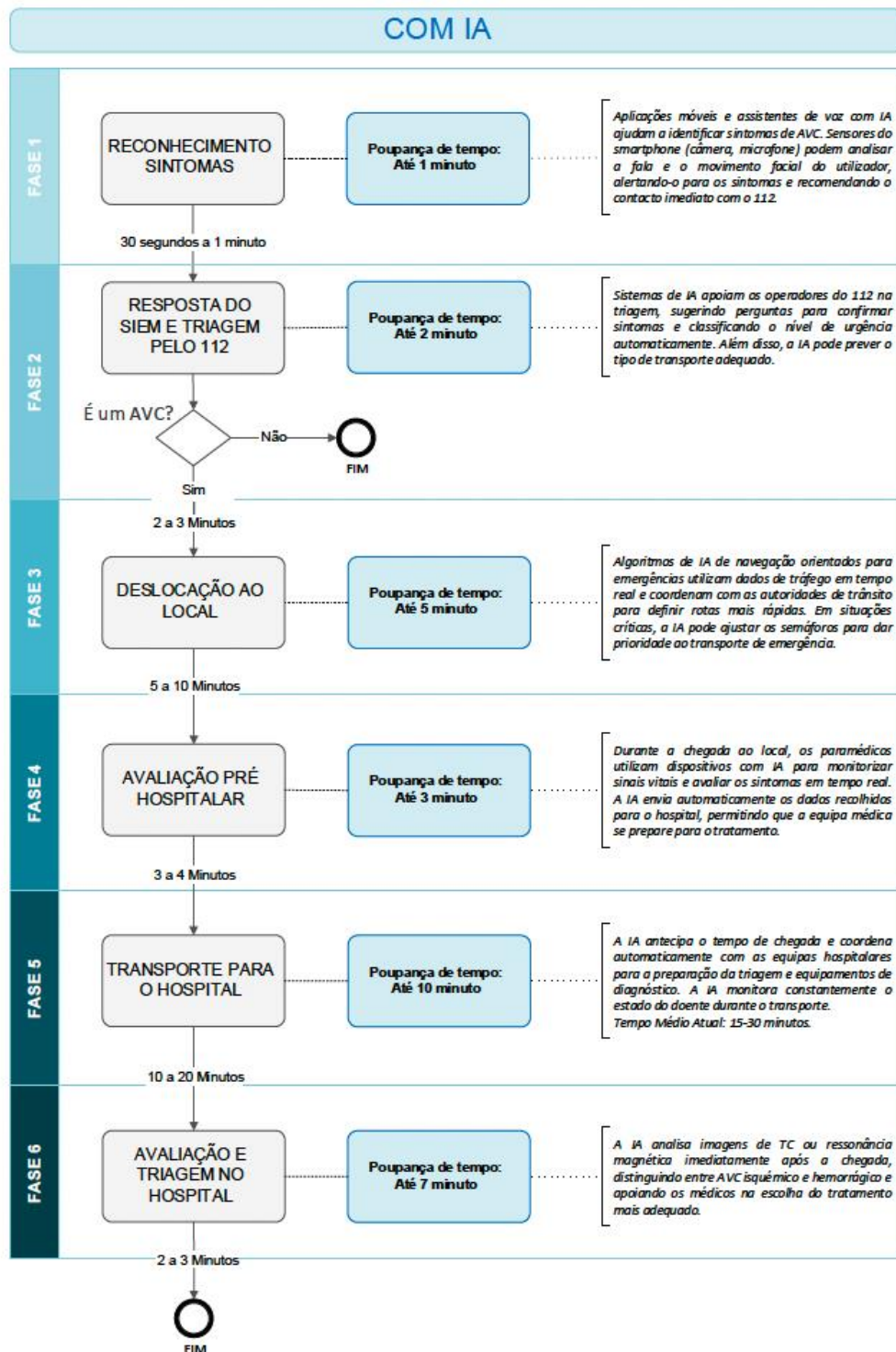


Figura 3 – Representação gráfica com as fases do percurso do doente, otimizadas com a aplicação de algoritmos de IA



6. IMPLEMENTAÇÃO

A implementação da IA no processo da Via Verde do AVC hemorrágico tem como finalidade otimizar as várias etapas envolvidas na resposta a esta emergência médica. Este capítulo tem como objetivo descrever de forma pormenorizada como a IA pode ser integrada em cada uma das fases do processo, destacando os benefícios operacionais, clínicos e económicos esperados. Esta análise é complementada por uma discussão sobre os custos e benefícios de curto e longo prazo associados à sua implementação.

6.1. Redesenho do processo com a IA

No ponto anterior, apresentou-se o fluxograma do processo atual da Via Verde do AVC hemorrágico. Neste ponto, será especificado como a IA pode ser integrada em cada fase para otimizar o processo.

- Reconhecimento dos Sintomas e Alerta (Fase 1) - O sucesso da Via Verde do AVC depende da identificação rápida dos primeiros sinais de um AVC. A IA pode cumprir uma função decisiva nesta etapa, com recurso a aplicações móveis e sistemas de resposta automática que ajudam os doentes e as suas famílias a identificar sintomas típicos do AVC. Assim, a IA pode analisar mudanças ao nível da fala ou dos movimentos intercetados pelo microfone ou pela câmara do dispositivo, com recurso a algoritmos de reconhecimento de padrões, sugerindo que os utilizadores contactem prontamente os serviços de emergência. Mediante esta intervenção rápida, é possível ocorrer uma redução do tempo para o início do tratamento e, desta maneira, aumentar as possibilidades de recuperação.

- Resposta do 112 (Fase 2): A IA pode ser integrada ao sistema de atendimento do 112, ajudando os operadores na triagem dos casos suspeitos de AVC. Com recurso à análise dos sintomas reportados em tempo real, esta tecnologia pode propor perguntas complementares e, portanto, propiciar uma avaliação inicial mais exata, o que por sua vez vai facilitar a tomada de decisões no que tange à resposta médica mais adequada. Por exemplo, se o doente ou familiar indicar que tem dificuldade em falar, a IA pode sugerir perguntas como:

- “A fala está arrastada ou parece confusa?”
- “Há desvio da boca para um dos lados?”

- "Tem alterações de sensibilidade?"

Caso a resposta mencione fraqueza num dos braços, o sistema pode prosseguir com:

- "A pessoa consegue levantar ambos os braços ou tem dificuldade num deles?"
- "Esta fraqueza ocorreu de forma súbita?"
- "Tem dores de cabeça fortes e persistentes?"

Além disso, se houver uma queixa de perda de visão ou de visão turva, a IA pode acrescentar:

- "A perda de visão é em ambos os olhos ou em apenas um?"

Além das perguntas diagnósticas, a IA pode propor que o operador questione:

- "Alguém já verificou os sinais vitais?"
- "Há algum histórico recente de trauma ou queda?"

A IA, ao efetuar a classificação automática dos casos, pode fazer com que as equipas de emergência se mobilizam e consigam se gerir de forma mais rápida e em função da necessidade do doente, diminuindo, desta forma, o tempo de resposta.

- **Deslocação ao local (Fase 3):** a IA pode otimizar a toda da ambulância durante o transporte do doente, mediante o uso de dados de trânsito em tempo real para sugerir o trajeto mais rápido, o que vai evitar atrasos e minimizar o tempo de deslocação. Importa referir que, ainda que já existam aplicações de navegação muito utilizadas (p. ex.: *Google Maps*, *Apple Maps* ou o *Waze*) que apresentam informações em tempo real sobre o trânsito e sugerem os trajetos mais rápidos, a integração da IA neste contexto, possui funcionalidades mais avançadas e específicas para emergências médicas, que vão muito além do que estas aplicações convencionais podem proporcionar.

A principal diferença prende-se com o facto de a IA poder dar prioridade e coordenar rotas em situações graves, fundamentalmente em casos de emergências de saúde, como o AVC. Destarte, esta tecnologia não serve apenas para analisar o trânsito, tendo igualmente a capacidade de interagir de forma direta com as autoridades de trânsito e as infraestruturas rodoviárias locais. A título de exemplo, em situações de urgência, a IA pode regular/configurar o estado dos semáforos para que a ambulância tenha prioridade nos cruzamentos, reduzindo paragens e acelerando a deslocação. Outra questão importante a mencionar, é a capacidade do sistema de IA notificar os serviços de urgência

locais, avisando-as da presença de ambulância e facilitando a abertura de passagem pelos condutores. Ainda outro ponto crucial prende-se com a integração da IA com os sistemas de vigilância de sinais vitais dentro da ambulância. Se o estado do doente se agravar durante a viagem, a IA pode reavaliar a rota em tempo real, redirecionando a ambulância para o hospital mais próximo e equipado para lidar com a situação clínica específica do paciente. Por exemplo, se os sinais vitais do doente indicarem uma piora súbita (p. ex.: perda de consciência), a IA pode sugerir um reencaminhamento para uma unidade com capacidades maiores tratamento, ainda que este hospital não estivesse inicialmente planeado como destino. Por outra parte, a IA também faz uma análise preditiva baseada em padrões de trânsito históricos, antecipando potenciais congestionamentos futuros que ainda não foram registados em tempo real. Por fim, a IA está sincronizada com os tempos de chegada e a necessidade de preparação hospitalar, permitindo que a equipa médica no hospital seja informada de qualquer mudança de rota ou alteração no estado do doente durante o trajeto. Consequentemente, a equipa pode organizar-se de forma a estar pronta para receber o doente no momento da chegada, o que contribui para que o tratamento seja realizado o mais rápido possível. Este ponto é de suma importância. A redução do tempo de transporte é muitíssimo importante em casos de AVC, uma vez que o sucesso do tratamento depende fortemente da rapidez com que se inicia a intervenção médica.

- **Avaliação Pré-Hospitalar (Fase 4).** Nesta fase, a IA pode igualmente ter um papel determinante na análise imediata dos dados vitais recolhidos pela equipa de emergência, contribuindo desta maneira para um melhor diagnóstico e triagem de doentes com suspeita de AVC. Quando os paramédicos chegam ao local, recolhem de imediato informações vitais (p. ex.: pressão arterial, frequência cardíaca, nível de oxigénio no sangue, sinais neurológicos básicos). Nesse seguimento, a IA pode ser incorporada aos dispositivos de monitorização, permitindo que os dados sejam analisados em tempo real. Por exemplo, a IA pode comparar os sinais vitais do doente com padrões normativos, identificando anomalias específicas que apontem para um AVC. Tendo por base esta análise, são apresentadas sugestões imediatas de diagnóstico ou de outras situações clínicas associadas, o que permite uma resposta mais célere e precisa.

Além disso, a IA pode ser utilizada para melhorar a triagem *FAST* (*Face, Arms, Speech, Time*), um dos recursos mais usados para identificar sinais de AVC. Ao ser integrada a tecnologias de reconhecimento facial, a IA pode identificar automaticamente assimetrias

no rosto do doente, indicando paralisia facial, que constitui um dos principais sinais de AVC. No teste dos braços, os sensores ligados à IA podem avaliar a força muscular e a resposta motora, culminando numa avaliação mais objetiva da fraqueza num dos lados do corpo. Para avaliar a fala, a IA pode utilizar tecnologias de reconhecimento de voz, detetando variações subtis na fala arrastada ou incoerente, facilitando o diagnóstico.

Outrossim, a IA pode utilizar algoritmos de aprendizagem automática treinados em vastas bases de dados de doentes com AVC para sugerir diagnósticos mais rigorosos. Caso os sinais vitais e os resultados do teste FAST coincidirem com padrões de AVC registados, a IA pode validar a probabilidade de AVC com base em estatísticas indicativas. Este processo pode compreender a identificação de diagnósticos diferenciais (p. ex.: possível hemorragia intracraniana, trombose venosa, enxaquecas, vertigens, entre outras).

Através dos processos supracitados, a IA pode efetivamente ajudar a confirmar o AVC, fazer com que a equipa hospitalar receba informações correntes antes da chegada do doente e se consiga preparar devidamente para a intervenção necessárias. Tudo isto aumenta consideravelmente as hipóteses de sucesso na reabilitação do indivíduo atingido.

- **Transporte para o Hospital (Fase 5):** Durante o transporte do doente, a IA pode prever o tempo de chegada ao hospital e comunicar diretamente com a unidade hospitalar, através dos mecanismos explanados na fase 3.

- Na **Chegada ao Hospital e Triagem (Fase 6)**, a IA pode ser implementada para acelerar o processo de diagnóstico e tomada de decisão clínica através de várias aplicações práticas. Por exemplo, ao chegar ao hospital, o doente com suspeita de AVC pode ser imediatamente submetido a tomografia computadorizada (TC) ou ressonância magnética (RM) para determinar o tipo de AVC — isquémico ou hemorrágico. Nesta etapa, a IA pode ajudar a analisar mais rapidamente estas imagens, identificado áreas de isquemia ou hemorragia (rompimento de vasos) no cérebro com grande precisão.

Um exemplo prático seria o uso de IA em sistemas de análise de imagens médicas, como os desenvolvidos pela *Aidoc* ou *Viz.ai*, que utilizam algoritmos de *machine learning* treinados em milhares de imagens cerebrais para identificar padrões específicos de AVC. Estes sistemas conseguem disponibilizar uma leitura rápida e rigorosa, mostrando áreas de lesões cerebrais e sugerindo a tipologia do AVC, o que reduziria consideravelmente o

tempo necessário para que a equipa médica faça a distinção entre um AVC isquémico e um AVC hemorrágico, que requerem tratamentos diferentes.

Ademais, a IA pode ser utilizada para sugerir tratamentos individualizados guiando-se por anteriores do doente e padrões clínicos estabelecidos. Por exemplo, se a IA identificar que o doente tem histórico de hipertensão grave, diabetes ou já sofreu AVC anteriores, pode sugerir a administração de medicamentos específicos para controlar rapidamente estes fatores, enquanto os médicos prosseguem com o diagnóstico e a intervenção. Também pode priorizar o encaminhamento para procedimentos como a trombectomia mecânica (para remover coágulos) em caso de AVC isquémico, ao identificar grandes oclusões de vasos nas imagens, ou sugerir a necessidade urgente de cuidados neurocirúrgicos em caso de um AVC hemorrágico.

Outro exemplo seria o uso de IA em sistemas de decisão clínica, que podem fazer o cruzamento das informações de imagem com os sinais vitais recolhidos durante o transporte pré-hospitalar e os dados históricos do doente, viabilizando uma recomendação automática para trombólise dentro da janela terapêutica ou criando um alerta para que a equipa médica inicie rapidamente a preparação de uma cirurgia, se o caso for um AVC hemorrágico severo.

6.2. Análise de Custo-Benefício

A implementação de IA nos processos da Via Verde do AVC apresenta vantagens tanto em termos nível clínicos como operacionais. Não obstante, a sua viabilidade económica também necessita de ser avaliada, principalmente no que concerne ao **custo-benefício** a curto e a longo prazo. Nesse sentido, listamos os seguintes aspetos, com base na literatura sobre o tema:

- **Redução de tempos de resposta:** A IA, aplicada no contexto da Via Verde AVC pode reduzir os tempos de resposta em várias fases do processo, desde a triagem inicial até à intervenção hospitalar. Uma vez que encurta os tempos de resposta em minutos, a IA pode aumentar as possibilidades de sobrevivência e reduzir o nível de incapacidade dos doentes, o que resultará em menores custos com reabilitação a longo prazo (Bivard et al., 2020; van Leeuwen et al., 2021).

- **Melhoria dos resultados clínicos:** Uma vez que proporciona diagnósticos mais céleres e precisos, a IA melhora a capacidade dos profissionais de tomar decisões fundamentadas. A rapidez do processo de triagem e diagnóstico reduz as complicações resultantes do AVC, aumentando as taxas de recuperação total e diminuindo a dependência de cuidados de longo prazo (Zebrowitz et al., 2024; Lee et al., 2017; Yeo et al., 2021).
- **Poupança de recursos:** Ainda que o custo inicial da implementação de tecnologias de IA possa ser elevado, a longo prazo, a eficiência operacional trazida por esta tecnologia pode reduzir a necessidade de recursos humanos para determinadas tarefas, permitindo que os profissionais de saúde se concentrem em atividades de maior valor. Além disso, a redução de readmissões hospitalares e de complicações pós-AVC, decorrente de diagnósticos mais acurados, pode traduzir-se numa poupança considerável para o sistema de saúde (van Leeuwen et al., 2021).
- **Viabilidade económica:** Com a implementação adequada, a IA pode reduzir os custos relacionados com o tratamento do AVC. devido à redução de tempos de resposta e à otimização dos recursos médicos. A longo prazo, a diminuição de complicações graves e a melhoria na qualidade de vida dos doentes também contribuem para uma redução dos custos com tratamentos de reabilitação e internamentos prolongados (Westwood et al., 2024).

Abaixo apresenta-se a análise dos custos e benefícios associados à implementação da IA nos processos da Via Verde do AVC em Portugal. O investimento inicial compreende a aquisição e a integração dos sistemas de IA, calculado em 500.000 €, e a formação dos profissionais de saúde, com um custo de 100.000 €. Anualmente, foi estimado um custo de manutenção de 75.000 €. No entanto, as economias geradas pela redução dos tempos de resposta, menor necessidade de reabilitação prolongada e diminuição de complicações pós-AVC podem levar a uma poupança anual considerável, calculada em 430.000 €. Portanto, ao fim do primeiro ano, a economia total é calculada em 120.000 €, o que torna a implementação da IA financeiramente propícia a longo prazo (Tabela 2).

Tabela 3. Análise hipotética de custo-benefício da implementação de IA na Via Verde do AVC em Portugal

Elemento	Custo/Benefício (€)	Explicação
Implementação inicial de IA	500,000	Custo inicial para adquirir, instalar e integrar sistemas de IA com infraestrutura hospitalar.
Formação de profissionais de saúde	100,000	Custo relacionado à formação dos profissionais de saúde para utilizar devidamente a IA.
Custo anual de manutenção da IA	75,000	Manutenção de <i>software</i> , atualizações, apoio técnico e segurança de dados anuais.
Poupança anual com a redução de tempos de resposta	-150,000	Economia gerada pela IA ao reduzir o tempo de resposta e melhorar a eficácia do tratamento.
Redução de custos em reabilitação a longo prazo	-200,000	Poupança ao melhorar a recuperação, reduzindo a necessidade de reabilitação prolongada.
Poupança anual com a redução de complicações pós-AVC	-80,000	Redução de complicações pós-AVC, (p. ex.: infeções, úlceras ou trombose) através de acompanhamento melhorado.
Economia total calculada no primeiro ano	-120,000	Valor final após somar os custos de implementação e as economias geradas no primeiro ano.

Fonte: Elaboração própria

Percebe-se, então que, apesar de os custos iniciais serem elevados, os benefícios, tanto em termos financeiros como em termos de qualidade dos cuidados prestados, compensam significativamente a médio e longo prazo.

7. CONCLUSÃO

Este estudo, do tipo projeto empresa, condição essencial para obter aproveitamento na dissertação do Mestrado em Gestão Aplicada, teve como objetivo analisar e redesenhar o processo da Via Verde do AVC hemorrágico, com a introdução de melhorias através da aplicação de Inteligência Artificial (IA). A revisão da literatura efetuada salientou que a IA já tem sido bastante utilizada na saúde, sobretudo no diagnóstico e tratamento de patologias complexas como o AVC, nas quais a celeridade no tratamento é vital para minimizar os danos cerebrais e melhorar os resultados clínicos. A IA, uma vez que permite a análise em tempo real de dados clínicos e imagens médicas, pode agilizar as decisões clínicas e aumentar consideravelmente a precisão no diagnóstico, como referido em diversos estudos. A sua capacidade de identificar padrões ténues ou muitas vezes impercetíveis em dados de doentes com AVC, tem mostrado resultados animadores na personalização de tratamentos e na redução de tempos de resposta hospitalar.

As conclusões deste estudo reiteram a importância de uma intervenção célere e eficaz no tratamento do AVC hemorrágico. A análise do processo da Via Verde do AVC permitiu identificar várias esferas onde a integração da IA pode melhorar o desempenho das operações, bem como contribuir para uma diminuição expressiva dos tempos de resposta, um fator preponderante para o sucesso dos tratamentos. Este estudo, ao recair na aplicação da IA ao longo de todas as fases da resposta a emergências por AVC hemorrágico, desde a deteção inicial dos sintomas até à intervenção hospitalar, proporciona um novo paradigma na gestão desta doença.

Verificou-se que a IA pode contribuir notavelmente para otimizar diversas etapas operacionais, tais como o reconhecimento dos sinais clínicos, a coordenação do transporte e a triagem hospitalar. A integração de sistemas de suporte à decisão baseados em IA, faz com que seja possível automatizar processos complexos, resultando numa maior precisão e agilidade, tanto no diagnóstico como nas ações subsequentes. O reconhecimento atempado dos sintomas, facilitado por algoritmos de análise de padrões, por exemplo, pode melhorar enormemente as taxas de sucesso no tratamento. De igual modo, a utilização de IA para otimizar rotas de transporte de emergência e antecipar necessidades de recursos no hospital pode fazer com que os doentes sejam atendidos mais rapidamente, reduzindo, por conseguinte, os impactos negativos de atrasos no tratamento.

Para além do exposto, o estudo demonstrou que a implementação da IA, ainda que possa implicar um investimento inicial significativo, oferece um retorno considerável a longo prazo, tanto em termos financeiros como em termos de qualidade dos cuidados de saúde prestados. A redução dos tempos de resposta e a melhoria dos resultados clínicos poderão traduzir-se numa diminuição das complicações associadas ao AVC hemorrágico, o que, por sua vez, reduzirá a necessidade de reabilitação prolongada e os custos relacionados com cuidados de longo prazo. Assim sendo, a integração de IA surge como uma solução tecnicamente viável e também economicamente justificável.

Contudo, importa sublinhar que, até à data, este projeto ainda não foi testado em ambiente real. O seu sucesso prático dependerá da realização de estudos-piloto e de uma implementação gradativa que permita avaliar o sucesso da integração da IA nas várias fases do processo da Via Verde do AVC. Ademais, o impacto da IA deve ser analisado de forma rigorosa, de maneira a identificar possíveis alterações necessárias para aprimorar a sua aplicação em emergências médica.

Por fim, é fundamental garantir que a formação contínua dos profissionais de saúde acompanhe as inovações tecnológicas, com vista à sua correta utilização e potencialização dos benefícios esperados. A confiança dos profissionais nas soluções propostas por IA dependerá de uma explicabilidade clara e de uma integração bem-sucedida desta tecnologia nos fluxos de trabalho clínico, fatores de suma importância para o êxito do projeto.

Em conclusão, este trabalho salienta que a aplicação da IA na Via Verde do AVC pode representar uma verdadeira transformação na forma como se gerem as emergências médicas em contexto hospitalar. Com a introdução de melhorias operacionais em todas as fases do processo, a IA pode aumentar as taxas de sobrevivência e recuperação dos doentes, e contribuir igualmente para a sustentabilidade e bom desempenho dos sistemas de saúde. Não obstante, faz-se necessário ter em consideração que o projeto apresentado encontra-se numa fase conceptual e que o seu impacto real só poderá ser verdadeiramente avaliado após testes práticos e validação no terreno. Trata-se, portanto, de uma inovação com um enorme potencial, que, se implementada de forma ética e criteriosa, tem a capacidade de redefinir os padrões de qualidade no atendimento de doentes com AVC hemorrágico. Seria interessante no futuro o estudo de interpretação de modelos de IA, como métodos de análise de redes neurais e pós-hoc como o SHAP; Uma planificação da

atualização dos modelos de IA em saúde; robustez nos protocolos de segurança dos dados, considerar certificações e normas, como por exemplo o Regulamento Geral sobre a Proteção de Dados da União Europeia aplicáveis a IA na saúde; Apresentação de planos para a criação e implementação de políticas públicas de forma a que todos tenham acesso às tecnologias de IA, em particular zonas mais rurais e de interior; Ampliar o scope da IA na reabilitação através de programas personalizados através de aplicações em telemóveis, computadores ou tablets.

BIBLIOGRAFIA

- Abedi, V., Khan, A., Chaudhary, D., Misra, D., Avula, V., Mathrawala, D., Kraus, C., Marshall, K. A., Chaudhary, N., Li, X., Schirmer, C. M., Scalzo, F., Li, J., & Zand, R. (2020). Using artificial intelligence for improving stroke diagnosis in emergency departments: a practical framework. *Therapeutic Advances in Neurological Disorders*, 13, 175628642093896. <https://doi.org/10.1177/1756286420938962>
- al Kuwaiti, A., Nazer, K., Al-Reedy, A., Al-Shehri, S., Al-Muhanna, A., Subbarayalu, A. V., al Muhanna, D., & Al-Muhanna, F. A. (2023). A Review of the Role of Artificial Intelligence in Healthcare. *Journal of Personalized Medicine*, 13(6), 1–22. <https://doi.org/10.3390/jpm13060951>
- Alaskar, K., Tamboli, F. A., Memon, S., & Gulavani, S. S. (2022). Artificial intelligence (AI) in healthcare management. *Journal of Pharmaceutical Negative Results*, 13(S10), 117. <https://doi.org/10.47750/pnr.2022.13.S10.117>
- Al-Shaqsi, S. (2010). Models of International Emergency Medical Service (EMS) Systems. *Oman Medical Journal*, 25(4), 320–323. <https://doi.org/10.5001/omj.2010.92>
- Amann, J. (2021). *Machine Learning in Stroke Medicine: Opportunities and Challenges for Risk Prediction and Prevention* (pp. 57–71). https://doi.org/10.1007/978-3-030-74188-4_5
- Barreira, I. (2018). *Via Verde do Acidente Vascular Cerebral no Serviço de Urgência*. https://bibliotecadigital.ipb.pt/bitstream/10198/19107/1/Barreira_Ilda.pdf
- Barreira, I., Martins, M., Silva, N., Preto, P., & Preto, L. (2019). Results of the implementation of the code stroke protocol in a Portuguese hospital. *Revista de Enfermagem Referência*, IV Série(Nº 22), 117–126. <https://doi.org/10.12707/RIV18085>
- Bhatt, P., Liu, J., Gong, Y., Wang, J., & Guo, Y. (2022). Emerging Artificial Intelligence–Empowered mHealth: Scoping Review. *JMIR MHealth and UHealth*, 10(6), e35053. <https://doi.org/10.2196/35053>

- Bivard, A., Churilov, L., & Parsons, M. (2020). Artificial intelligence for decision support in acute stroke — current roles and potential. *Nature Reviews Neurology*, 16(10), 575–585. <https://doi.org/10.1038/s41582-020-0390-y>
- Bivard, A., Churilov, L., & Parsons, M. (2020). Artificial intelligence for decision support in acute stroke — current roles and potential. *Nature Reviews Neurology*, 16(10), 575–585. <https://doi.org/10.1038/s41582-020-0390-y>
- Cahyo, L. M., & Astuti, S. D. (2023). Early Detection of Health Problems through Artificial Intelligence (Ai) Technology in Hospital Information Management: A Literature Review Study. *Journal of Medical and Health Studies*, 4(3), 37–42. <https://doi.org/10.32996/jmhs.2023.4.3.5>
- Chee, M., Chee, M., Huang, H., Mazzochi, K., , K., , T., Wang, H., Feng, M., Ho, A., Siddiqui, F., , M., Ong, E., & Liu, N. (2023). Artificial Intelligence and Machine Learning in Prehospital Emergency Care: A Systematic Scoping Review. *iScience* 26(107407), 1-15. <https://doi.org/10.1101/2023.04.25.23289087>.
- Chen, L., Xiao, L. D., & Chamberlain, D. (2020). An integrative review: Challenges and opportunities for stroke survivors and caregivers in hospital to home transition care. *Journal of Advanced Nursing*, 76(9), 2253–2265. <https://doi.org/10.1111/jan.14446>
- Chenais, G., Lagarde, E., & Gil-Jardiné, C. (2023). Artificial Intelligence in Emergency Medicine: Viewpoint of Current Applications and Foreseeable Opportunities and Challenges. *Journal of Medical Internet Research*, 25, e40031. <https://doi.org/10.2196/40031>
- Clark, M., & Severn, M. (2023). Artificial Intelligence in Prehospital Emergency Health Care. *Canadian Journal of Health Technologies*, 3(8), 1–13. <https://doi.org/10.51731/cjht.2023.712>
- Clarke, D., & Forster, A. (2015). Improving post-stroke recovery: the role of the multidisciplinary health care team. *Journal of Multidisciplinary Healthcare*, 433–442. <https://doi.org/10.2147/JMDH.S68764>
- Cohen, R. I. (2018). Lean Methodology in Health Care. *Chest*, 154(6), 1448–1454. <https://doi.org/10.1016/j.chest.2018.06.005>

- Corrias, G., Mazzotta, A., Melis, M., Cademartiri, F., Yang, Q., Suri, J. S., & Saba, L. (2021). Emerging role of artificial intelligence in stroke imaging. *Expert Review of Neurotherapeutics*, 21(7), 745–754. <https://doi.org/10.1080/14737175.2021.1951234>
- Cotter, G., Salah Khelif, M., Bird, L., E Howard, M., Brodtmann, A., & Egorova-Brumley, N. (2022). Post-stroke fatigue is associated with resting state posterior hypoactivity and prefrontal hyperactivity. *International Journal of Stroke*, 17(8), 906–913. <https://doi.org/10.1177/17474930211048323>
- Coutinho, L., Nascimento, S., & Rodrigues, H. (2023). Using decision trees to predict stroke risk factors. *Biomedicine Engineering and Public Health Studies*, 2(2), 1–8. <https://doi.org/10.58396/bephs020201>
- Cubeiro, P. (2015). *Acidente Vascular Cerebral: Fatores de Risco*. https://estudogeral.uc.pt/bitstream/10316/93246/1/Mon_Paula%20Cubeiro.pdf
- Damush, T. M., Ofner, S., Yu, Z., Plue, L., Nicholas, G., & Williams, L. S. (2011). Implementation of a stroke self-management program. *Translational Behavioral Medicine*, 1(4), 561–572. <https://doi.org/10.1007/s13142-011-0070-y>
- Dhand, S., O'Connor, P., Hughes, C., & Lin, S.-P. (2020). Acute Ischemic Stroke: Acute Management and Selection for Endovascular Therapy. *Seminars in Interventional Radiology*, 37(02), 109–118. <https://doi.org/10.1055/s-0040-1709152>
- Dias, M. C., dos Reis, R. S., Santos, J. V., Nunes, A. P., Ferreira, P., Maia, B., Fragata, I., Reis, J., Lopes, J. R., Cruz, L., Santo, G., Machado, E., Gabriel, D., Felgueiras, R., Dória, H. M., Carneiro, A., Correia, M., Veloso, L. M., Barros, P., ... Lopes, J. C. (2022). Nationwide Access to Endovascular Treatment for Acute Ischemic Stroke in Portugal. *Acta Médica Portuguesa*, 35(2), 127–134. <https://doi.org/10.20344/amp.15031>
- Ding, L., Liu, C., Li, Z., & Wang, Y. (2020). Incorporating Artificial Intelligence Into Stroke Care and Research. *Stroke*, 51(12), 351–354. <https://doi.org/10.1161/STROKEAHA.120.031295>

- Dresser, L. P., & Kohn, M. A. (2023). Artificial Intelligence and the Evaluation and Treatment of Stroke. *Delaware Journal of Public Health*, 9(3), 82–84. <https://doi.org/10.32481/djph.2023.08.014>
- Dresser, L. P., & Kohn, M. A. (2023). Artificial Intelligence and the Evaluation and Treatment of Stroke. *Delaware Journal of Public Health*, 9(3), 82–84. <https://doi.org/10.32481/djph.2023.08.014>
- Dworzynski, K., Ritchie, G., & Playford, E. D. (2015). Stroke rehabilitation: long-term rehabilitation after stroke. *Clinical Medicine*, 15(5), 461–464. <https://doi.org/10.7861/clinmedicine.15-5-461>
- el Naamani, K., Musmar, B., Gupta, N., Ikhdour, O., Abdelrazeq, H., Ghanem, M., Wali, M. H., El-Hajj, J., Alhussein, A., Alhussein, R., Tjounmakaris, S. I., Gooch, M. R., Rosenwasser, R. H., Jabbour, P. M., & Herial, N. A. (2024). The Artificial Intelligence Revolution in Stroke Care: A Decade of Scientific Evidence in Review. *World Neurosurgery*, 184, 15–22. <https://doi.org/10.1016/j.wneu.2024.01.012>
- Ferreira, S., Fior, A., Alves, M., Papoila, A. L., & Nunes, A. P. (2022). Functional Outcome of Endovascular Treatment in Patients With Acute Ischemic Stroke With Large Vessel Occlusion: Mothership Versus Drip-and-Ship Model in a Portuguese Urban Region. *Cureus*, 14(2), 1–8. <https://doi.org/10.7759/cureus.32659>
- Fryer, C. E., Luker, J. A., McDonnell, M. N., & Hillier, S. L. (2016). Self management programmes for quality of life in people with stroke. *Cochrane Database of Systematic Reviews*, 2019(3), 1–72. <https://doi.org/10.1002/14651858.CD010442.pub2>
- Gerstl, J. V. E., Blitz, S. E., Qu, Q. R., Yearley, A. G., Lassarén, P., Lindberg, R., Gupta, S., Kappel, A. D., Vicenty-Padilla, J. C., Gaude, E., Atchaneeyasakul, K. C., Desai, S. M., Yavagal, D. R., Peruzzotti-Jametti, L., Patel, N. J., Aziz-Sultan, M. A., Du, R., Smith, T. R., & Bernstock, J. D. (2023). *Global, Regional, and National Economic Consequences of Stroke*. *Stroke*, 54(9), 2380–2389. <https://doi.org/10.1161/STROKEAHA.123.043131>
- Gonçalves de Figueiredo, A. R., Pereira, A., & Mateus, S. (2020). Acidente vascular cerebral isquêmico vs. hemorrágico: Taxa de sobrevivência. *Higeia*, 3(1), 35-45.

https://revistahigeia.ipcb.pt/artigos_n3/03_Acidente_vascular_cerebral_isquemico_vs_hemorragico_taxa_de_sobrevivencia.pdf

- Hiragami, F., Hiragami, S., & Suzuki, Y. (2016). A Process of Multidisciplinary Team Communication to Individualize Stroke Rehabilitation of an 84-Year-Old Stroke Patient. *Care Management Journals*, 17(2), 97–104. <https://doi.org/10.1891/1521-0987.17.2.97>
- Hoodbhoy, Z., Hasan, B., & Siddiqui, K. (2019). Does artificial intelligence have any role in healthcare in low resource settings? *Journal of Medical Artificial Intelligence*, 2, 13–13. <https://doi.org/10.21037/jmai.2019.06.01>
- Hosseini, M. M., Hosseini, S. T. M., Qayumi, K., Ahmady, S., & Koohestani, H. R. (2022). The aspects of running artificial intelligence in emergency care: A scoping review. *Archives of Academic Emergency Medicine*, 11(1), e38. <https://doi.org/10.22037/aaem.v11i1.1974>
- Jiang, F., Jiang, Y., Zhi, H., Dong, Y., Li, H., Ma, S., Wang, Y., Dong, Q., Shen, H., & Wang, Y. (2017). Artificial intelligence in healthcare: past, present and future. *Stroke and Vascular Neurology*, 2(4), 230–243. <https://doi.org/10.1136/svn-2017-000101>
- Kipourgos, G., Tzenalis, A., Diamantidou, V., Koutsojannis, C., & Hatzilygeroudis, I. (2022). An artificial intelligence-based application for triage nurses in emergency department, using the Emergency Severity Index protocol. *International Journal of Caring Sciences*, 15(3), 1764. <http://www.internationaljournalofcaringsciences.org>
- Kneebone, I. I. (2016). Stepped psychological care after stroke. *Disability and Rehabilitation*, 38(18), 1836–1843. <https://doi.org/10.3109/09638288.2015.1107764>
- Lavinha, P. (2019). *A importância do pré-hospitalar em Portugal: Via Verde do Acidente Vascular Cerebral* [Dissertação de mestrado em Gestão da Saúde, Universidade Nova de Lisboa, Escola Nacional de Saúde Pública]. <https://run.unl.pt/bitstream/10362/82176/1/RUN%20-%20Disserta%C3%A7%C3%A3o%20de%20Mestrado%20-%20Pedro%20Lavinha.pdf>

- Lee, E., Kim, Y., Kim, N., & Kang, D. (2017). Deep into the Brain: Artificial Intelligence in Stroke Imaging. *Journal of Stroke*, 19, 277 - 285. <https://doi.org/10.5853/jos.2017.02054>.
- Lee, E.-J., Kim, Y.-H., Kim, N., & Kang, D.-W. (2017). Deep into the Brain: Artificial Intelligence in Stroke Imaging. *Journal of Stroke*, 19(3), 277–285. <https://doi.org/10.5853/jos.2017.02054>
- Lenaert, B., Neijmeijer, M., van Kampen, N., van Heugten, C., & Ponds, R. (2020). Poststroke Fatigue and Daily Activity Patterns During Outpatient Rehabilitation: An Experience Sampling Method Study. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 101(6), 1001–1008. <https://doi.org/10.1016/j.apmr.2019.12.014>
- Liu, Y., Wen, Z., Wang, Y., Zhong, Y., Wang, J., Hu, Y., Zhou, P., & Guo, S. (2024). Artificial intelligence in ischemic stroke images: current applications and future directions. *Frontiers in Neurology*, 15, 1–12. <https://doi.org/10.3389/fneur.2024.1418060>
- Liu-Ambrose, T., & Noseworthy, M. W. (2022). The longitudinal relationship between fatigue, mobility, and cognitive function in older adults with chronic stroke: secondary analysis of a randomized controlled trial. *Alzheimer's & Dementia*, 18(S7), 1. <https://doi.org/10.1002/alz.063010>
- Luengo-Fernandez, R., Violato, M., Candio, P., & Leal, J. (2020). Economic burden of stroke across Europe: A population-based cost analysis. *European Stroke Journal*, 5(1), 17–25. <https://doi.org/10.1177/2396987319883160>
- McParland, A., & Grant, K. (2019). Applications of artificial intelligence in emergency medicine. *University of Toronto Medical Journal*, 96(1), 1-4.
- Monaghan, J., Channell, K., McDowell, D., & Sharma, A. K. (2005). Improving patient and carer communication, multidisciplinary team working and goal-setting in stroke rehabilitation. *Clinical Rehabilitation*, 19(2), 194–199. <https://doi.org/10.1191/0269215505cr837oa>
- Murphy, S. JX., & Werring, D. J. (2020). Stroke: causes and clinical features. *Medicine*, 48(9), 561–566. <https://doi.org/10.1016/j.mpmed.2020.06.002>

- Murugan, D., Selvaraj, S. K., Anandan, A. D., Subramanian, S. S., Neelam, S., Subramanian, M. B., Murugan, D., & Kajamohideen, S. A. (2022). Analysis of Stroke-Risk Factors Among Stroke Survivors. *International Journal of Nutrition, Pharmacology, Neurological Diseases*, 12(3), 120–125. https://doi.org/10.4103/ijnpnd.ijnpnd_4_22
- Nadeem, M., Kakar, I. A., Khan, S. Z., Khan, S., Mohiuddin, Z., & Ishfaq, M. (2022). Functional Outcome in Patients with Hemorrhagic Stroke. *Pakistan Journal of Medical and Health Sciences*, 16(8), 681–683. <https://doi.org/10.53350/pjmhs22168681>
- Nunes, M. S. R. (2014). Via verde AVC: *Análise processual, subjacente a aproximações lean, a utentes com AVC isquémico* [Dissertação de mestrado, ISCTE - Instituto Universitário de Lisboa]. Repositório do ISCTE-IUL. <http://hdl.handle.net/10071/10186>
- O’Callaghan, G., Fahy, M., O’Meara, S., Chawke, M., Waldron, E., Corry, M., Gallagher, S., Coyne, C., Lynch, J., Kennedy, E., Walsh, T., Cronin, H., Hannon, N., Fallon, C., Williams, D., Langorne, P., Galvin, R., & Horgan, F. (2023). 82 Needs of stroke survivors after acute stroke and early supported discharge (ESD), at hospital discharge, and at 3- and 6-months. *Age and Ageing*, 52(Supplement_3), 1. <https://doi.org/10.1093/ageing/afad156.100>
- Peete, R., Majowski, K., Lauer, L., & Jay, A. (2019). Artificial Intelligence in Healthcare. In *Artificial Intelligence and Machine Learning for Business for Non-Engineers* (pp. 89–101). CRC Press. <https://doi.org/10.1201/9780367821654-8>
- Quazi, S., Saha, R. P., & Singh, M. K. (2022). Applications of Artificial Intelligence in Healthcare. *Journal of Experimental Biology and Agricultural Sciences*, 10(1), 211–226. [https://doi.org/10.18006/2022.10\(1\).211.226](https://doi.org/10.18006/2022.10(1).211.226)
- Rajput, S., Sharma, P. K., & Malviya, R. (2023). Artificial intelligence for emergency medical care. *Health Care Science*, 1–16. <https://doi.org/10.1002/hcs2.72>
- Sahni, N., Stein, G., Zimmel, R., & Cutler, D. M. (2023). *The potential impact of artificial intelligence on healthcare spending* (NBER Working Paper No. 30857). National Bureau of Economic Research.

- Saini, N. R., & Gurvendra, A. L. (2022). Stroke-Related Risk Factors: A Review. *Asian Pacific Journal of Health Sciences*, 9(3), 102–107. <https://doi.org/10.21276/apjhs.2022.9.3.21>
- Salman Shukur, B., Mohd Yaacob, N., & Doheir, M. (2023). Diabetes at a Glance: Assessing AI Strategies for Early Diabetes Detection and Intervention. *Mesopotamian Journal of Artificial Intelligence in Healthcare*, 2023, 85–89. <https://doi.org/10.58496/MJAIH/2023/017>
- Saragih, I. D., Saragih, I. S., Tarihoran, D. E. T. A. U., Sharma, S., & Chou, F. (2023). A meta-analysis of studies of the effects of case management intervention for stroke survivors across three countries. *Journal of Nursing Scholarship*, 55(1), 345–355. <https://doi.org/10.1111/jnu.12822>
- Secinaro, S., Calandra, D., Secinaro, A., Muthurangu, V., & Biancone, P. (2021). The role of artificial intelligence in healthcare: a structured literature review. *BMC Medical Informatics and Decision Making*, 21(1), 125. <https://doi.org/10.1186/s12911-021-01488-9>
- Serviço Nacional de Saúde. (2022, 30 de março). *Via Verde do AVC: INEM encaminhou, em média, 16 doentes por dia em 2021*. <https://www.sns.gov.pt/noticias/2022/03/30/via-verde-do-avc-5/>
- Sevilis, T., Figurelle, M., Avila, A., Boyd, C., Gao, L., Heath, G. W., Ayub, H., & Devlin, T. (2023). Abstract WP81: Validation Of Artificial Intelligence To Limit Delays In Acute Stroke Treatment And Endovascular Therapy (VALIDATE). *Stroke*, 54(Suppl_1). https://doi.org/10.1161/str.54.suppl_1.WP81
- Shafaat, O., Bernstock, J. D., Shafaat, A., Yedavalli, V. S., Elsayed, G., Gupta, S., Sotoudeh, E., Sair, H. I., Yousem, D. M., & Sotoudeh, H. (2022). Leveraging artificial intelligence in ischemic stroke imaging. *Journal of Neuroradiology*, 49(4), 343–351. <https://doi.org/10.1016/j.neurad.2021.05.001>
- Shafaat, O., Bernstock, J. D., Shafaat, A., Yedavalli, V. S., Elsayed, G., Gupta, S., Sotoudeh, E., Sair, H. I., Yousem, D. M., & Sotoudeh, H. (2022). Leveraging artificial intelligence in ischemic stroke imaging. *Journal of Neuroradiology*, 49(4), 343–351. <https://doi.org/10.1016/j.neurad.2021.05.001>

- Shukur, B., Mohd Yaacob, N., & Doheir, M. (2023). Diabetes at a Glance: Assessing AI Strategies for Early Diabetes Detection and Intervention. *Mesopotamian Journal of Artificial Intelligence in Healthcare*, 2023, 85–89. <https://doi.org/10.58496/MJAIH/2023/017>
- Tang, K. J. W., Ang, C. K. E., Constantinides, T., Rajinikanth, V., Acharya, U. R., & Cheong, K. H. (2021). Artificial Intelligence and Machine Learning in Emergency Medicine. *Biocybernetics and Biomedical Engineering*, 41(1), 156–172. <https://doi.org/10.1016/j.bbe.2020.12.002>
- Townsend, B. A., Plant, K. L., Hodge, V. J., Ashaolu, O., & Calinescu, R. (2023). Medical practitioner perspectives on AI in emergency triage. *Frontiers in Digital Health*, 5, 1–13. <https://doi.org/10.3389/fdgth.2023.1297073>
- Vagal, A., & Saba, L. (2022). Artificial Intelligence in “Code Stroke”—A Paradigm Shift: Do Radiologists Need to Change Their Practice? *Radiology: Artificial Intelligence*, 4(2), 1–3. <https://doi.org/10.1148/ryai.210204>
- van Leeuwen, K. G., Meijer, F. J. A., Schalekamp, S., Rutten, M. J. C. M., van Dijk, E. J., van Ginneken, B., Govers, T. M., & de Rooij, M. (2021). Cost-effectiveness of artificial intelligence aided vessel occlusion detection in acute stroke: an early health technology assessment. *Insights into Imaging*, 12(133), 1–9. <https://doi.org/10.1186/s13244-021-01077-4>
- Van Voorst, H. (2024). *Artificial intelligence and cost-effectiveness analyses of radiological imaging in acute ischemic stroke* [PhD Thesis, Amsterdam University Medical Centres]. Amsterdam UMC. <https://researchinformation.amsterdamumc.org/en/publications/artificial-intelligence-and-cost-effectiveness-analyses-of-radiol-2>
- Westwood, M., Ramaekers, B., Grimm, S., Armstrong, N., Wijnen, B., Ahmadu, C., de Kock, S., Noake, C., & Joore, M. (2024). Software with artificial intelligence-derived algorithms for analysing CT brain scans in people with a suspected acute stroke: a systematic review and cost-effectiveness analysis. *Health Technology Assessment*, 28(11), 1–204. <https://doi.org/10.3310/RDPA1487>
- Wu, Y., Chen, F., Song, H., Feng, W., Sun, J., Liu, R., Li, D., & Liu, Y. (2021). Use of a Smartphone Platform to Help With Emergency Management of Acute Ischemic

- Stroke: Observational Study. *JMIR MHealth and UHealth*, 9(2), e25488. <https://doi.org/10.2196/25488>
- Yasmin, F., Shah, S. M. I., Naeem, A., Shujaiddin, S. M., Jabeen, A., Kazmi, S., Siddiqui, S. A., Kumar, P., Salman, S., Hassan, S. A., Dasari, C., Choudhry, A. S., Mustafa, A., Chawla, S., & Lak, H. M. (2021). Artificial intelligence in the diagnosis and detection of heart failure: the past, present, and future. *Reviews in Cardiovascular Medicine*, 22(4), 1095. <https://doi.org/10.31083/j.rcm2204121>
- Yedavalli, V. S., Tong, E., Martin, D., Yeom, K. W., & Forkert, N. D. (2021). Artificial intelligence in stroke imaging: Current and future perspectives. *Clinical Imaging*, 69, 246–254. <https://doi.org/10.1016/j.clinimag.2020.09.005>
- Yeo, M., Kok, H. K., Kutaiba, N., Maingard, J., Thijs, V., Tahayori, B., Russell, J., Jhamb, A., Chandra, R. v., Brooks, M., Barras, C. D., & Asadi, H. (2021). Artificial intelligence in clinical decision support and outcome prediction – applications in stroke. *Journal of Medical Imaging and Radiation Oncology*, 65(5), 518–528. <https://doi.org/10.1111/1754-9485.13193>
- Zebrowitz, E., Dadoo, S., Brabant, P., Uddin, A., Aifuwa, E., Maraia, D., Etienne, M., Yakubov, N., Babu, M., & Babu, B. (2024). The impact of artificial intelligence on large vessel occlusion stroke detection and management: A systematic review meta-analysis. *Intelligence-Based Medicine*, 10, 100161. <https://doi.org/10.1016/j.ibmed.2024.100161>
- Zhou, C., Faruqui, S. H. A., Patel, A., Abdalla, R. N., Shaibani, A., Potts, M. B., Jahromi, B. S., Ansari, S. A., & Cantrell, D. R. (2023). Abstract WP94: Prediction Of Stroke Thrombectomy Outcomes From The Neurovascular Quality Initiative-quality Outcomes Database (NVQI-QOD) Registry Using Probabilistic Learning Models. *Stroke*, 54(Suppl_1). https://doi.org/10.1161/str.54.suppl_1.WP94
- Zorowitz, R. D. (2010). Stroke Rehabilitation Quality Indicators: Raising the Bar in the Inpatient Rehabilitation Facility. *Topics in Stroke Rehabilitation*, 17(4), 294–304. <https://doi.org/10.1310/tsr1704-294>