



**Escola Superior  
de Tecnologia  
da Saúde**

Politécnico de Coimbra

Vissolela Lopes da Silva

**RELATÓRIO DE ESTÁGIO EM ULTRASSONOGRAFIA  
VASCULAR NO SERVIÇO DE NEUROLOGIA DO HOSPITAL DE  
VILA FRANCA DE XIRA**

Relatório de Estágio no âmbito do Mestrado em Fisiologia Clínica, orientado pelo Professor Doutor Telmo António dos Santos Pereira e apresentado à Escola Superior de Tecnologia da Saúde do Instituto Politécnico de Coimbra.

Setembro de 2025



**Escola Superior  
de Tecnologia  
da Saúde**

Politécnico de Coimbra

Vissolela Lopes da Silva

**RELATÓRIO DE ESTÁGIO EM ULTRASSONOGRAFIA  
VASCULAR NO SERVIÇO DE NEUROLOGIA DO HOSPITAL DE  
VILA FRANCA DE XIRA**

Relatório de Estágio no âmbito do Mestrado em Fisiologia Clínica - Especialização em Ultrassonografia Cardíaca e Função Vascular, orientado pelo Professor Doutor Telmo António dos Santos Pereira e apresentado à Escola Superior de Tecnologia da Saúde do Instituto Politécnico de Coimbra.

Setembro de 2025

## **Agradecimentos**

Desde logo, expresso o meu profundo agradecimento ao meu orientador, Professor Telmo Pereira, pelo acompanhamento contínuo, correções, rigor científico e orientação determinante ao longo da elaboração deste relatório. Obrigada!

Um especial reconhecimento ao cardiopneumologista Gil Nunes, pela supervisão técnica e científica indispensável à concretização deste estágio. Agradeço por toda a delicadeza, sensibilidade e integração na unidade de Neurosonologia. Por todo o conhecimento transmitido. Pela enorme dedicação e generosidade na recolha de todos os materiais pertinentes para a elaboração dos casos clínicos apresentados. Obrigada!

Expresso ainda a minha gratidão à equipa multidisciplinar da Unidade Local de Saúde do Estuário do Tejo, E.P.E., pelo acolhimento, integração e ambiente formativo colaborativo, que possibilitaram o desenvolvimento das competências práticas em contexto clínico.

Por fim, agradeço à Escola Superior de Tecnologia da Saúde de Coimbra, pela formação académica sólida que sustentou o desenvolvimento desta etapa, e ao Hospital de Vila Franca de Xira, pela oportunidade de aplicação prática e consolidação de competências em contexto real de trabalho em ultrassonografia vascular. Obrigada!

## Resumo

**Introdução:** A ultrassonografia cerebrovascular constitui uma técnica de primeira linha no diagnóstico e monitorização das doenças cerebrovasculares, permitindo avaliar de forma não invasiva a hemodinâmica cerebral e orientar decisões clínicas e terapêuticas. **Objetivo:** Este estágio, realizado na Unidade de Neurosonologia do Hospital de Vila Franca de Xira, no âmbito do Mestrado em Fisiologia Clínica, teve como objetivos a consolidação de competências técnicas em ultrassonografia vascular, a caracterização da casuística de exames efetuados e a análise de casos clínicos relevantes em Portugal para implementação dos conhecimentos na realidade angolana.

**Resultados:** Foram avaliados 214 exames de ultrassonografia cerebrovascular, com predomínio do EcoDoppler carotídeo, vertebral e transcraniano. Mais de metade dos exames não revelou alterações significativas, mas foram identificadas placas de ateroma e estenoses significativas, incluindo situações críticas que motivaram intervenções de revascularização.

**Foram ainda estudados** 2 casos clínicos, nomeadamente uma estenose crítica da artéria carótida interna esquerda e um doente com drepanocitose associada a acidente vascular cerebral, que evidenciam a importância do diagnóstico precoce e da integração multidisciplinar.

**Discussão:** O estágio em Neurosonologia consolidou competências técnicas e raciocínio clínico, evidenciando a relevância do EcoDoppler no diagnóstico, acompanhamento e decisão terapêutica. Observou-se predominância de pacientes idosos com fatores de risco clássicos e maior incidência de lesões em território da ACM. A experiência reforçou o valor da Neurosonologia, destacando seu potencial transformador em contextos com recursos limitados.

**Conclusão:** A ultrassonografia cerebrovascular revelou-se essencial no diagnóstico e monitorização de doenças vasculares, permitindo consolidar competências técnicas e raciocínio clínico. A análise de casos evidenciou sua relevância no acompanhamento do doente e na tomada de decisões terapêuticas. Apesar de limitações, confirmou-se o EcoDoppler como ferramenta indispensável para uma prática clínica eficaz e fundamentada.

**Palavras-chave:** ultrassonografia cerebrovascular; EcoDoppler; acidente vascular cerebral; estenose carotídea.

## Abstract

**Introduction:** Cerebrovascular ultrasonography is a first-line technique for the diagnosis and monitoring of cerebrovascular diseases, allowing non-invasive assessment of cerebral hemodynamics and guiding clinical and therapeutic decisions.

**Objective:** This internship, conducted at the Neurosonology Unit of Hospital de Vila Franca de Xira within the Master's in Clinical Physiology, aimed to consolidate technical skills in vascular ultrasonography, characterize the casuistic of performed exams, and analyze relevant clinical cases in Portugal to apply the acquired knowledge to the Angolan context.

**Results:** A total of 214 cerebrovascular ultrasonography exams were evaluated, predominantly carotid, vertebral, and transcranial Doppler. Over half of the exams showed no significant abnormalities (50.9%), but atheromatous plaques were identified in 26.6% of cases and significant stenoses ( $\geq 50\%$ ) in 10.7%, including critical situations that required revascularization interventions. Illustrative clinical cases were also studied, including a critical left internal carotid artery stenosis and a patient with sickle cell disease associated with stroke, highlighting the importance of early diagnosis and multidisciplinary integration.

**Discussion:** The internship in Neurosonology consolidated technical skills and clinical reasoning, highlighting the relevance of EcoDoppler in diagnosis, patient monitoring, and therapeutic decision-making. There was a predominance of elderly patients with classic risk factors and a higher incidence of lesions in the MCA territory. The experience reinforced the value of Neurosonology, emphasizing its transformative potential in resource-limited settings.

**Conclusion:** Cerebrovascular ultrasonography proved essential for the diagnosis and monitoring of vascular diseases, enabling the consolidation of technical skills and clinical reasoning. Case analysis demonstrated its relevance in patient follow-up and therapeutic decision-making. Despite some limitations, EcoDoppler was confirmed as an indispensable tool for effective and evidence-based clinical practice.

**Keywords:** cerebrovascular ultrasonography; Doppler ultrasound; stroke; carotid stenosis

## Lista de abreviaturas, siglas e símbolos

$\beta$  – beta

2D – bidimensional

AB- Artéria Basilar

ACI – Artéria Carótida Interna

ACE – Artéria Carótida Externa

ACC – Artéria Carótida Comum

ACM – Artéria Cerebral Média

ACP – Artéria Cerebral Posterior

ACA – Artéria Cerebral Anterior

ACG – Arterite de células gigantes

ACO – Artéria Comunicante Posterior

AIT– Acidente Isquémico Transitório

Angio-RM – Angiografia por Ressonância Magnética

Angio-TC – Angiografia por Tomografia Computorizada

AV – Artérias Vertebrais

AVC – Acidente Vascular Cerebral

BAT – Biópsia da Artéria Temporal

CCA – *Common Carotid Artery*

DSA – *Digital Subtraction Angiography*

CVO – Crise vaso-oclusiva

DF – Doença Falciforme

DTC – Doppler Transcraniano

EAC– Estenose da Artéria Carótida

Eco-DVP– EcoDoppler dos Vasos do Pescoço

Eco-DTC– EcoDopler Transcraniano

ECG – Eletrocardiograma

ECST – *European Carotid Surgery Trial*

ESO – *European Stroke Organisation*

ESVS – *European Society for Vascular Surgery*

FOP – Forame Oval Patente

HVFX – Hospital de Vila Franca de Xira

IMT – *intima-media thickness*

INE/DGS – Instituto Nacional de Estatística / Direção-Geral da Saúde

LMCs – *Leptomeningeal Collaterals*

NA – Não Aplicável

NASCET – *North American Symptomatic Carotid Endarterectomy Trial*

OACI – Oclusão da Artéria Carótida Interna

PCoM / ACoM – *Posterior/Anterior Communicating Artery*

PSV – *Peak Systolic Velocity*

RM – Ressonância Magnética

SNS – Serviço Nacional de Saúde

SRU – *Society of Radiologists in Ultrasound*

SONES – Spanish Society of Neurosonology (EN/ES)

TC – Tomografia Computorizada

TOAST – *Trial of Org 10172 in Acute Stroke Treatment*

UAVC – Unidade de Acidente Vascular Cerebral

ULS – Unidade Local de Saúde

WHO – *World Health Organization*

## Lista de tabelas

<b>Tabela 1:</b> Janelas de insonação e parâmetros hemodinâmicos das artérias intracranianas...21
<b>Tabela 2:</b> Correlação entre critérios hemodinâmicos ecográficos.....32
<b>Tabela 3:</b> Classificação da estenose vertebro-basilar.....34
<b>Tabela 4:</b> Perfil demográfico da amostra .....40
<b>Tabela 5:</b> Distribuição das indicações clínicas .....44

## Lista de Gráficos

<b>Gráfico 1:</b> Relação entre exames observados e realizados .....	40
<b>Gráfico 2:</b> Distribuição da amostra por faixa etária. ....	41
<b>Gráfico 3:</b> Distribuição dos fatores de risco e antecedentes pessoais .....	42
<b>Gráfico 4:</b> Distribuição das localizações das lesões cerebrovasculares .....	42
<b>Gráfico 5:</b> Distribuição percentual dos eventos isquémicos .....	43
<b>Gráfico 6:</b> indicações clínicas para exames de ultrassonografia cerebrovascular .....	44
<b>Gráfico 7:</b> Tipologia dos exames de neurosonologia realizados no laboratório .....	45
<b>Gráfico 8:</b> Frequência dos diferentes achados ultrassonográficos carotídeos .....	46
<b>Gráfico 9:</b> Frequência dos diferentes achados do EcoDTC na circulação vertebrobasil .....	47
<b>Gráfico 10:</b> Localização e lateralidade das estenoses intracranianas .....	47

## Apêndices

<b>Apêndice 1:</b> Distribuição percentual dos fatores de risco e antecedentes pessoais.....	81
<b>Apêndice 2:</b> Distribuição das localizações das lesões cerebrovasculares.....	82
<b>Apêndice 3:</b> Distribuição dos territórios arteriais cerebrais afetados .....	82
<b>Apêndice 4:</b> Tipologia dos exames de neurosonologia realizados no laboratório.....	83
<b>Apêndice 5:</b> Distribuição dos achados do ECO DVP. ....	83

## Índice

<b>Agradecimentos</b> .....	<b>III</b>
<b>Resumo</b> .....	<b>IV</b>
<b>Abstract</b> .....	<b>V</b>
<b>Lista de abreviaturas, siglas e símbolos</b> .....	<b>VI</b>
<b>Lista de tabelas</b> .....	<b>VIII</b>
<b>Lista de Gráficos</b> .....	<b>IX</b>
<b>Apêndices</b> .....	<b>X</b>
<b>1. Introdução</b> .....	<b>1</b>
<b>2. Enquadramento teórico</b> .....	<b>3</b>
2.1. Introdução à Ultrassonografia Cérebro-vascular .....	3
2.2. Anatomia e Fisiologia da Circulação Cerebrovascular .....	4
2.2.1. Anatomia dos vasos extracranianos.....	5
2.2.2. Anatomia dos vasos intracranianos .....	6
2.2. Técnicas e Aquisição em Ultrassonografia Vascular .....	8
2.2.1. Princípios Físicos e Qualidade da Imagem .....	8
2.2.2. Tipos de Sondas e Frequências Utilizadas.....	8
2.2.3. Modos e Técnicas em Ultrassonografia Doppler .....	8
2.3. EcoDoppler dos Grandes Vasos do Pescoço .....	9
2.3.1. Avaliação da Artéria Carótida Comum (ACC) .....	10
2.3.2. Avaliação do Eixo Carotídeo .....	10
2.3.3. Artérias carótidas interna (ACI) e externa (ACE) .....	11
2.3.4. Avaliação da Artéria Vertebral .....	11
2.3.5. Análise do Exame.....	12

2.4. Exame Ultrassonográfico Transcraniano Codificado a Cores .....	17
2.4.1. Janelas Acústicas e Varredura Transcraniana .....	19
2.5. Monitorização por EcoDoppler Transcraniano com Produto de Contraste para Detecção de Shunts.....	21
2.6. EcoDoppler da circulação oftálmica.....	22
2.7. EcoDoppler da artéria temporal superficial.....	22
2.8. EcoDoppler dos Vasos Subclávios .....	23
2.9. A realidade africana no contexto cerebrovascular .....	23
<b>3. Descrição do Estágio .....</b>	<b>26</b>
3.1. Local de Estágio .....	26
3.2. Atividades Desenvolvidas.....	27
3.3. Patologias/condições cerebrovasculares observadas .....	28
3.3.1. Estenose e Oclusão Carotídea .....	28
3.3.2. Alterações Oftálmicas Secundárias a Doença Carotídea.....	33
3.3.3. Estenose e Oclusão Vertebro-basilar .....	33
3.3.4. Estenose Intracraniana .....	35
3.3.5. Acidente Isquémico Transitório (AIT) .....	35
3.3.6. AVC Isquémico Cardioembólico .....	36
3.3.7. Hemorragia Subaracnoidea .....	36
3.3.8. Síndrome do Roubo da Subclávia .....	38
3.4. Casuística do Estágio .....	39
<b>4. Estudo de casos .....</b>	<b>48</b>
4.1. Caso clínico I - Estenose crítica da carótida interna esquerda.....	48
4.1.1. Enquadramento teórico .....	48
4.1.2. Caso clínico .....	51
4.1.3. Discussão do Caso.....	55

4.2. Caso clínico II – Drepanocitose e AVC.....	58
4.2.1. Enquadramento teórico .....	58
4.2.2. Caso Clínico.....	60
4.2.3. Discussão do Caso Clínico .....	62
<b>5. Discussão .....</b>	<b>64</b>
<b>6. Conclusão.....</b>	<b>68</b>
<b>7. Referências bibliográficas .....</b>	<b>69</b>
<b>Apêndice.....</b>	<b>81</b>
<b>Anexos.....</b>	<b>84</b>

## 1. Introdução

O presente relatório de estágio foi elaborado no contexto do Mestrado em Fisiologia Clínica, na especialização de Ultrassonografia Cardíaca e Vascular, lecionado pela Escola Superior de Tecnologia da Saúde de Coimbra (ESTeSC - IPC), e representa uma síntese reflexiva do estágio curricular integrado no plano de estudos. A experiência decorreu na Unidade Neurosonologia do Hospital de Vila Franca de Xira, instituição inserida na rede pública portuguesa de saúde, sob gestão da Unidade Local de Saúde do Estuário do Tejo, E.P.E. Durante o período compreendido entre 14 de abril e 30 de junho de 2025, num total de 330 horas, tive a oportunidade de integrar uma equipa especializada em diagnóstico vascular cerebral, desenvolvendo competências práticas num ambiente técnico e clinicamente exigente, mas também profundamente formativo.

O acidente vascular cerebral (AVC) permanece como uma das principais causas de mortalidade e incapacidade a nível global, com impacto desproporcional nos países de baixo e médio rendimento, onde se concentra mais de 80% das mortes por AVC (Feigin et al., 2019).

Em Portugal, o AVC continua a ser a principal causa de morte, apesar dos avanços no diagnóstico precoce, nomeadamente com recurso a técnicas não invasivas como o EcoDoppler carotídeo e o Doppler transcraniano (INE/DGS, 2022).

Em África, a realidade é ainda mais preocupante. O continente apresenta uma das maiores taxas de incidência de AVC a nível global ( $\approx 316$  casos por 100 000 habitantes/ano), associada a um aumento progressivo de fatores de risco cardiovasculares e a limitações estruturais no acesso a diagnóstico e tratamento especializado (Akinyemi et al., 2021).

Além da elevada incidência, destaca-se também a ocorrência em idades mais jovens, com impacto socioeconómico acrescido, e taxas de mortalidade que em determinados contextos ultrapassam os 80 % aos 3 anos de seguimento (UWC Scholar, 2023).

No caso específico de Angola, estudos locais têm demonstrado uma predominância de AVC isquémico, embora os casos hemorrágicos também sejam frequentes, com destaque para o papel da hipertensão arterial como principal fator de risco. A título de exemplo, um hospital da província da Huíla registou uma média de 18 casos de AVC por semana, ilustrando a sobrecarga do sistema de saúde (Angop, 2022). Face a esta realidade, a ultrassonografia cerebrovascular surge como uma ferramenta essencial na abordagem ao AVC, permitindo a avaliação hemodinâmica intra e extracraniana de forma não invasiva, acessível e segura. O seu

papel é determinante tanto no diagnóstico precoce e estratificação de risco, como no seguimento pós-intervenção e na monitorização de complicações, destacando-se o Doppler transcraniano pela sua utilidade em contextos de recursos limitados.

Assim, a realização deste estágio em Portugal, no âmbito do mestrado em Fisiologia Clínica - especialização em ultrassonografia vascular, representa não só a consolidação de competências técnicas e científicas, mas também a preparação para um futuro contributo na realidade angolana. A aquisição destas competências torna-se particularmente relevante num país onde existe escassez de técnicos diferenciados e onde a doença cerebrovascular constitui um problema de saúde pública em crescimento, com impacto acentuado na população adulta jovem.

## 2. Enquadramento teórico

### 2.1. Introdução à Ultrassonografia Cérebro-vascular

A Ultrassonografia cerebrovascular, também conhecida como eco-Doppler cerebrovascular ou neurosonologia é uma subespecialidade diagnóstica da ultrassonografia que “traduz o conjunto de exames complementares de diagnóstico do campo da Neurologia que permitem o estudo das artérias extracranianas e intracranianas, com recurso aos ultrassons” (Nunes, 2021).

Estes exames, de natureza não invasiva, fornecem dados morfológicos e hemodinâmicos em tempo real e com elevada sensibilidade, contribuindo de forma essencial para a avaliação e monitorização de diversas patologias cerebrovasculares.

A ultrassonografia vascular cérvico-cefálica permite estudar “os principais vasos responsáveis pela perfusão sanguínea cerebral” (Sociedade Portuguesa de Neurosonologia [SPNS], 2025).

Ao nível extracraniano, analisa-se os eixos carotídeos e as artérias vertebrais. Ao nível intracraniano, avaliam-se as artérias da base do crânio, nomeadamente “as cerebrais médias, anteriores e posteriores, oftálmicas, vertebrais no trajecto intracraniano e basilar” (Bathala et al., 2013). Para insonar estes vasos, utilizam-se janelas acústicas específicas: temporal, orbital e occipital (Robba et al., 2019).

Entre os principais exames de neurosonologia, incluem-se o ecoDoppler dos vasos do pescoço (EcoDVP), o ecoDoppler transcraniano codificado a cores (EcoDTC), o ecoDoppler da circulação oftálmica, a monitorização com produto de contraste para deteção de shunts ou microêmbolos, o ecoDoppler da artéria temporal superficial e o estudo dos vasos subclávios (Nunes, 2021). Estes procedimentos encontram-se regulamentados pela Portaria n.º 254/2018, no âmbito da Tabela de Atos de Neurologia, com exceção do estudo Doppler da artéria temporal superficial, que “está associado à tabela de radiologia”

A metodologia integra a imagem bidimensional em modo B e as técnicas Doppler. Como referido por Tsigoulis et al. (2016). O modo de exibição em brilho (Brightness-mode ou B-mode) consiste numa imagem bidimensional em escala de cinzentos, utilizada para a avaliação da parede vascular e das placas nas artérias extracranianas. Por sua vez, o modo Doppler permite a avaliação do fluxo sanguíneo, codificado a cores, e complementado por uma análise espectral que fornece informações sobre a velocidade, resistência e direção do

fluxo.

As principais vantagens da neurosonologia incluem a sua “excelente segurança, elevada resolução temporal e espacial, avaliação em tempo real, baixo custo e possibilidade de realização à cabeceira do doente” (Tsigoulis et al., 2016). Estes fatores explicam a sua crescente adoção em neurologia, sendo atualmente uma ferramenta indispensável tanto em hospitais como em unidades de cuidados intensivos, unidades de AVC e ambulatório.

Em Neurovascular, a ultrassonografia é aplicada principalmente ao estudo da hemodinâmica intra e extracraniana. Seu uso na avaliação dos vasos cervicais se iniciou na década de 70, porém foi apenas em 1982 que Aaslid adaptou o método para o estudo da circulação intracraniana, dando origem ao ramo da Neurologia que se conhece como Neurosonologia (Polin, 2018).

A evolução técnica expandiu-se significativamente nas últimas décadas. Como refere Robba et al. (2019), a imagem por ultrassom apresenta-se hoje como uma alternativa promissora à TC e à RM, “particularmente para aplicações intraoperatórias”, destacando-se pelo seu carácter portátil, seguro e isento de radiação. Contudo, apesar dos avanços, as limitações da janela óssea e a dependência do operador continuam a representar desafios técnicos importantes (SPNS, 2025).

Em Portugal, o cardiopneumologista “assume um papel de elevada responsabilidade no diagnóstico funcional não invasivo das doenças cerebrovasculares, contribuindo diretamente para a prevenção primária e secundária do AVC, para a monitorização de doentes com vasculopatias crónicas, e para o acompanhamento pós-cirúrgico de intervenções vasculares como a endarterectomia ou a colocação de stents carotídeos” (Nunes, 2021).

É ainda fundamental para a vigilância em casos de anemia falciforme e no monitoramento do vasoespasmó após hemorragia subaracnoideia.

## **2.2. Anatomia e Fisiologia da Circulação Cerebrovascular**

O encéfalo é um órgão extremamente vascularizado e metabolicamente exigente, representando apenas cerca de 2% da massa corporal, mas consumindo aproximadamente 15% do débito cardíaco e 20–25% do oxigénio total em repouso. Não possui reservas significativas de glicose ou de oxigénio, dependendo, portanto, de um suprimento arterial contínuo para manter a atividade neuronal. A interrupção do fluxo sanguíneo cerebral por apenas 10 segundos pode provocar alterações do estado de consciência, incluindo perda de consciência; cerca de 20 segundos sem perfusão já comprometem a transmissão sináptica,

refletindo a elevada vulnerabilidade do tecido nervoso à isquémia (Santos, 2024; Siwicka-Gieroba et al., 2022).

Essa dependência explica a densa rede capilar, especialmente na substância cinzenta, que assegura um aporte constante de oxigénio e glicose e permite, dentro de certos limites, mecanismos compensatórios para preservar a função cerebral. O fluxo sanguíneo cerebral médio situa-se entre 50 e 55 mL/100 g/min, valor crucial para a homeostasia neuronal e para a prevenção de lesões irreversíveis (Willie et al., 2014).

### **2.2.1. Anatomia dos vasos extracranianos**

As artérias carótidas comuns dividem-se ao nível da bifurcação carotídea em artéria carótida interna (ACI) e artéria carótida externa (ACE). A ACI ascende sem emitir ramos cervicais, penetrando no crânio através do canal carotídeo e contribuindo para a irrigação de grande parte dos hemisférios cerebrais, enquanto a ACE irriga principalmente estruturas extracranianas (Albricker et al., 2023).

A artéria carótida interna (ACI) estende-se desde a bifurcação da carótida primitiva até à base do crânio. No seu trajeto extracraniano, situa-se na face lateral do pescoço, atravessando o espaço mandíbulo-faríngeo, para depois penetrar no canal carotídeo e percorrer o seio cavernoso, onde forma o conhecido sifão carotídeo.

Existem diferentes formas de categorizar os segmentos da ACI. Em 1998, a Terminologia Anatómica internacional descreveu quatro segmentos principais: cervical, petroso, cavernoso e cerebral. Contudo, em 1996, Bouthillier havia proposto uma classificação mais detalhada em sete segmentos, que acabou por ser a mais amplamente aceite na prática clínica, sobretudo pela sua relevância em estudos de imagem e em cirurgia neurovascular. Estes segmentos são identificados pela letra “C” seguida do número correspondente: C1 – cervical, C2 – petroso, C3 – lacerum, C4 – cavernoso, C5 – clinóideo, C6 – oftálmico e C7 – comunicante. (Carmo et al., 2023).

As artérias vertebrais, ramos das artérias subclávias, ascendem pelos forames transversos das vértebras cervicais (habitualmente de C6 a C1) e penetram no crânio pelo forame magno. Ambas convergem ao nível da junção bulbopontina para formar a artéria basilar, responsável pela irrigação do tronco cerebral, cerebelo e porções posteriores dos hemisférios cerebrais (Albricker et al., 2023).

### 2.2.2. Anatomia dos vasos intracranianos

A ACI intracraniana, após entrar pelo canal carotídeo, descreve um trajeto sinuoso (sifão carotídeo), e origina os ramos das artérias cerebrais anterior e média, fundamentais na irrigação hemisférica.

A artéria oftálmica, primeiro ramo intracraniano da ACI após a sua passagem pelo seio cavernoso, penetra na órbita pelo canal óptico e emite ramos importantes, como a artéria central da retina e as artérias ciliares posteriores. Do ponto de vista hemodinâmico, estas conexões permitem a avaliação indireta da perfusão cerebral através da janela transorbital na Neurosonologia (Hayreh et al., 2006).

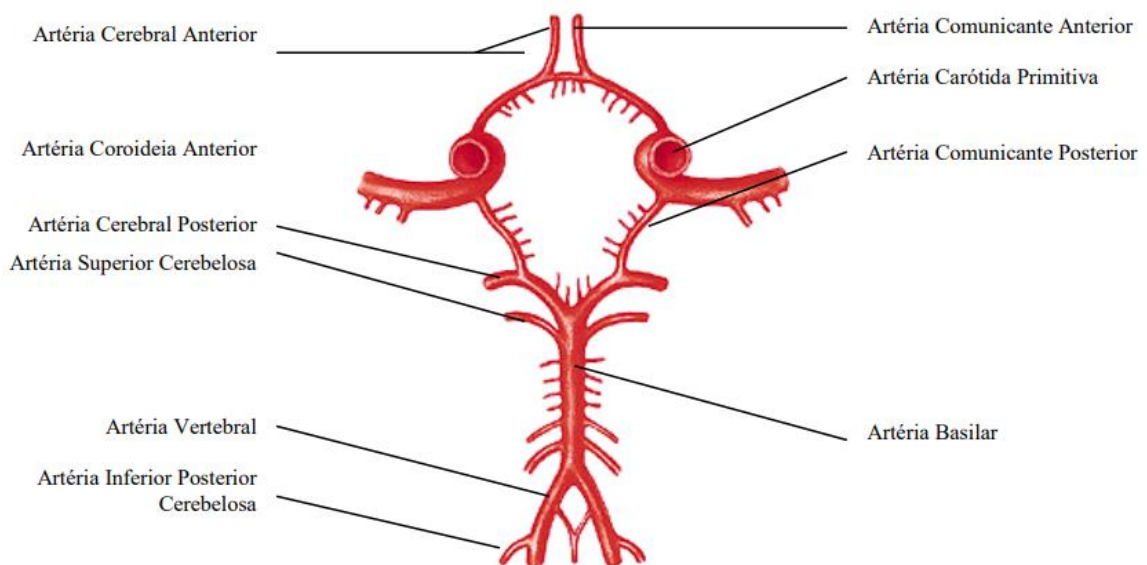
As artérias cerebrais anterior e média derivam da ACI, enquanto a artéria basilar surge da união das artérias vertebrais e irriga o tronco cerebral, o cerebelo e as regiões posteriores dos hemisférios (Albricker et al., 2023).

A irrigação cerebral é assegurada por dois sistemas arteriais principais, a circulação anterior, derivada das artérias carótidas internas (ACIs), e a circulação posterior, originada das artérias vertebrais que se unem para formar a artéria basilar (Nunes et al., 2021).

O Polígono de Willis, também denominado círculo arterial cerebral ou circulus arteriosus cerebri, constitui um anel arterial anastomótico localizado na base do encéfalo, na fossa interpeduncular, envolvendo o quiasma óptico e a haste da hipófise (Gaillard et al., 2025; Nunes et al., 2021).

O polígono de Willis é constituído por artérias cerebrais médias (ACM), anteriores (ACA), artéria comunicante anterior (ACom), artérias carótidas internas (ACI), artérias cerebrais posteriores (PCA) e artérias comunicantes posteriores (PCom), tal como a figura 2

ilustra. (Gupta et al., 2024).



**Figura 1:** Polígono de Willis. Adaptado de Sobotta, 2000.

Esta estrutura heptagonal estabelece a comunicação entre os sistemas arteriais anterior e posterior, integrando as artérias carótidas internas e o sistema vértebro-basilar, e desempenha um papel crucial na circulação cerebral, ao possibilitar circulação colateral e conferir proteção contra fenómenos isquémicos em situações de obstrução arterial proximal (Gaillard et al., 2025; Nunes et al., 2021).

Esta configuração garante circulação colateral, atuando como proteção vascular em casos de obstruções proximais. Variações no círculo de Willis como: hipoplasia das artérias comunicantes posteriores (~50%), ausências ou hipoplasias das comunicantes anteriores (~10%) e configuração fetal os tipos mais relatados na bibliografia utilizada, sobretudo no segmento A1 da ACA. Essas variações estão associadas a pior prognóstico em AVC isquémico, pois comprometem colaterais eficazes (Costa L. et al, 2025; Nunes et al., 2021).

Apesar das variações anatômicas não impactarem necessariamente na irrigação cerebral, elas podem aumentar o risco de doenças neurológicas por dois mecanismos: elas podem influenciar a perfusão colateral, levando a complicações em cirurgias vasculares e neurológicas, enfartes cerebrais, enxaqueca e até mesmo doenças psiquiátricas; e podem promover o desequilíbrio entre a geometria de algumas variações, o que pode predispor à tensão de cisalhamento e ruptura de paredes, associada com a formação e ruptura de aneurismas intracranianos e aterosclerose (Santos et al., 2021).

## **2.2. Técnicas e Aquisição em Ultrassonografia Vascular**

### **2.2.1. Princípios Físicos e Qualidade da Imagem**

A ultrassonografia Doppler baseia-se no efeito Doppler, descrito por Christian Johann Doppler em 1842, que explica a variação na frequência das ondas sonoras refletidas por um objeto em movimento. No contexto da ultrassonografia, as hemácias atuam como micro-refletores, permitindo a análise do fluxo sanguíneo cerebral. A diferença entre a frequência emitida e a recebida, conhecida como desvio Doppler, é essencial para a avaliação hemodinâmica (Carvalho et al., 2008; Jenderka et al., 2015).

A qualidade da imagem em ultrassonografia vascular é influenciada por diversos fatores físicos, incluindo a frequência do transdutor, a impedância acústica dos tecidos e a profundidade de insonação. Transdutores de alta frequência oferecem melhor resolução espacial, mas com menor penetração, sendo adequados para estruturas superficiais. Por outro lado, transdutores de baixa frequência penetram mais profundamente, mas com resolução inferior, sendo necessários para insonar estruturas mais profundas (Santos et al., 2019; Carvalho et al., 2008).

A resolução espacial determina a capacidade de distinguir estruturas próximas, enquanto a frequência do transdutor afeta a penetração e a resolução axial. Limitações técnicas, como a presença de calcificações ou artefatos de movimento, podem comprometer a qualidade da imagem e a precisão diagnóstica (Santos et al., 2019).

### **2.2.2. Tipos de Sondas e Frequências Utilizadas**

A escolha do transdutor é determinante para a qualidade da imagem e a profundidade de penetração. Para vasos extracranianos, utilizam-se sondas lineares de alta frequência (5-12 MHz), que oferecem elevada resolução espacial, essenciais na avaliação morfológica das artérias carótidas e vertebrais (Elwertowski et al., 2014). Para insonação de artérias intracranianas, devido à atenuação óssea, emprega-se sondas de baixa frequência (2-3,5 MHz) para o Doppler transcraniano (Bathala et al., 2013; D'Andrea et al., 2016).

### **2.2.3. Modos e Técnicas em Ultrassonografia Doppler**

O modo B (brightness mode) gera imagens bidimensionais em escala de cinzentos,

representando a intensidade dos ecos refletidos. É fundamental para identificar e localizar vasos como a artéria carótida comum, bifurcação, carótida interna e externa, e artérias vertebrais extracranianas (Goldemund et al., 2023; Bathala et al., 2013).

O Doppler contínuo (CW) utiliza emissores e recetores separados, detetando altas velocidades sem limitação de aliasing, mas sem resolução espacial de profundidade (Jenderka et al., 2015).

O Doppler pulsado (PW) seleciona um volume específico (gate), permitindo análise espectral de um ponto preciso, mas com limitação para altas velocidades devido ao aliasing (Jenderka et al., 2015).

A técnica duplex combina modo B e Doppler espectral para avaliação anatómica e hemodinâmica simultânea. O triplex adiciona Doppler codificado a cores, que mapeia direção e magnitude do fluxo (Bathala, 2013; Oglat et al., 2018).

O Doppler espectral, através da Transformada Rápida de Fourier (FFT), produz um traçado temporal (velocidade  $\times$  tempo), permitindo quantificar PVS, VDF, VMF e índices de resistência e pulsatilidade, essenciais para análise hemodinâmica avançada (Oglat et al., 2018).

### **2.3. EcoDoppler dos Grandes Vasos do Pescoço**

A ultrassonografia Doppler dos vasos cervicais é uma ferramenta de eleição na avaliação cerebrovascular extracraniana. Oferece diagnóstico precoce, estratificação de risco de AVC isquémico e seguimento pós-intervenção com elevada sensibilidade, sem exposição a radiação ionizante, acessível e repetível em contextos clínicos e académicos em Portugal e na Europa (Choi, 2021; Piepoli, 2016).

A ultrassonografia contribui decisivamente para o diagnóstico da aterosclerose subclínica, a deteção de estenoses que podem precipitar um AVC isquémico e também serve como ferramenta essencial na monitorização pós-intervenção e na avaliação do risco em populações específicas (Piepoli, 2016).

As recomendações da European Society for Vascular Surgery (ESVS) de 2023 reforçam o papel da ecografia duplex como técnica primária para triagem e monitorização da doença aterosclerótica carotídea em pacientes assintomáticos com fatores de risco vasculares (Naylor et al., 2023).

Para a realização do exame o doente deve estar em decúbito dorsal, com a cabeça virada para o lado oposto ao que se que estudar e pescoço com ligeira hiperextensão. O exame

realiza-se com recurso a um transdutor linear (5 a 12 MHz) sendo necessário um técnico com experiência para a sua realização. É aplicado um gel transmissor no transdutor (melhora o contacto do transdutor com a pele) e depois coloca-se este entre a traqueia e o músculo esternocleidomastóideo. Devem obter-se imagens em cortes transversais e longitudinais com um ângulo de feixe de 60º fazendo um estudo anatómico e hemodinâmico. Este exame permite-nos avaliar a circulação extracraniana que tal como referido anteriormente é composta pela circulação anterior (ACC, bifurcação carotídea, ACI, ACE), circulação posterior (AV segmento extracranianos) e circulação oftálmica (artérias oftálmicas, artérias centrais da retina e artérias ciliares curtas). Para obtenção das imagens recorre-se às vias de acesso submandibular e transorbital (Pinheiro, 2020; Santos, 2019).

Além disso, é importante que o paciente esteja relaxado e imóvel durante o exame, pois movimentos podem comprometer a qualidade das imagens e a precisão das medições. A comunicação clara com o paciente sobre o procedimento e a importância da imobilidade contribui para a obtenção de resultados confiáveis ultrassónicas (Santos, 2019).

Neste contexto, a escolha adequada da janela acústica constitui um passo determinante para a obtenção de imagens de qualidade. A janela submandibular permite a avaliação das principais artérias cervicais, incluindo a carótida comum (ACC), a bifurcação carotídea, a carótida interna (ACI), a carótida externa (ACE) e ainda os segmentos proximais das artérias vertebrais (V1 e V2). (Santos, 2019).

### **2.3.1. Avaliação da Artéria Carótida Comum (ACC)**

Realiza-se a avaliação da anatomia vascular, analisando-se a integridade e a espessura das paredes arteriais através do cálculo do Índice Íntima-Média (IMT). Procede-se igualmente à observação do lúmen arterial, verificando a eventual existência de placas de ateroma e respetivas características. São também estudados os parâmetros do fluxo sanguíneo, nomeadamente a direção, a velocidade e a morfologia da curva espectral. A forma de onda da curva espectral corresponde a uma combinação dos perfis hemodinâmicos característicos da ACI e ACE (Pinheiro 2020; HAO Phan, 2025).

### **2.3.2. Avaliação do Eixo Carotídeo**

Avalia-se a anatomia, integridade e espessamento das paredes, a presença de placas de ateroma, a presença e características do fluxo. Esta é uma área importante de se avaliar porque é uma zona de fluxo turbulento devido com a divisão do fluxo em dois ramos, havendo maior risco de lesão.

### **2.3.3. Artérias carótidas interna (ACI) e externa (ACE)**

Para registar corretamente as artérias carótidas interna e externa, inicia-se o exame a partir da artéria carótida comum (ACC), seguindo o seu trajeto ao longo do pescoço até à bifurcação carotídea. Após identificar a bifurcação, ajusta-se a orientação do transdutor de forma a otimizar a visualização de cada ramo: a artéria carótida interna é avaliada com o transdutor inclinado lateralmente em direção à orelha, enquanto a artéria carótida externa é observada com o transdutor orientado medialmente em direção ao nariz. Esta abordagem garante a obtenção de imagens nítidas e confiáveis de ambos os vasos, essenciais para análise morfológica e hemodinâmica (Lee W, 2013; Rajani, 2020).

A ACI apresenta um padrão de fluxo de baixa resistência, caracterizado por uma sístole de grande amplitude e uma diástole com fluxo anterógrado contínuo, refletindo a sua função como vaso de irrigação cerebral. Não possui ramos extracranianos significativos, e o sinal acústico observado no Doppler é agudo e rápido. A persistência do fluxo diastólico e os débitos relativamente elevados tornam a ACI um indicador confiável da perfusão cerebral e permitem distinguir este vaso da artéria carótida externa durante a avaliação ecográfica (Pinheiro, 2020; Choi et al., 2021).

Por sua vez, a ACE apresenta um padrão de alta resistência, com diástole de velocidades muito baixas, consequência da sua ramificação em diversos vasos extracranianos, incluindo a artéria temporal superficial e a maxilar. O sinal acústico ao Doppler é mais grave e pausado, e pode ser observado um tapping visível ou audível quando se realiza compressão da artéria temporal superficial, evidenciando a repercussão do fluxo nos ramos extracranianos (Rajani, 2020; Naylor et al., 2023).

Estas características hemodinâmicas permitem diferenciar claramente a ACE da ACI e são essenciais para a interpretação correta de exames ecográficos cervicais, bem como para a identificação de possíveis alterações patológicas.

### **2.3.4. Avaliação da Artéria Vertebral**

A avaliação das artérias vertebrais inicia-se com a identificação da ACC ao longo do pescoço até à bifurcação carotídea. Após localizar a bifurcação, o transdutor deve ser posicionado lateralmente para visualizar a ACI e medialmente para a ACE. (Pinheiro, 2020). A partir da bifurcação, o transdutor deve ser orientado posteriormente para localizar as artérias vertebrais, que se situam profundamente no pescoço, entre os processos transversos das

vértebras cervicais. A utilização de Doppler espectral permite a avaliação da anatomia vascular, permeabilidade dos segmentos arteriais, direção do fluxo, morfologia e amplitude das curvas (Dingra et al., 2025).

As artérias vertebrais apresentam um diâmetro variável e um fluxo anterógrado de baixa resistência, assemelhando-se ao padrão da ACI. Este padrão é caracterizado por uma sístole bem definida e uma diástole com fluxo contínuo, indicando um fornecimento sanguíneo adequado à circulação posterior do cérebro. Alterações nesse padrão, como diminuição da velocidade sistólica ou ausência de fluxo diastólico, podem indicar estenose ou oclusão proximal, sendo fundamentais para o diagnóstico precoce de patologias cerebrovasculares. (Bendick et al., 2016; Dingra et al., 2025).

### **2.3.5. Análise do Exame**

#### **2.3.5.1. Variações Anatômicas e Percurso Vascular**

Na observação ecográfica do trajeto das artérias cervicais, é fundamental estar atento a variantes anatômicas que fogem da norma. Estas não seguem estritamente uma disposição linear e podem confundir a interpretação, podendo mascarar uma estenose, como acontece com curvas anormais dos vasos (kinking, coiling, looping). Estas alterações estruturais surgem frequentemente com o envelhecimento ou aterosclerose e podem modificar o padrão de fluxo hemodinâmico, sendo essencial identificá-las para evitar diagnósticos errados (Del Corso, 1998; Van Rooijet al., 2021).

#### **2.3.5.2. Dimensões do Lúmen Vascular**

A medição do diâmetro do lúmen nas diferentes artérias é uma parte crítica do exame. A artéria carótida comum (ACC) possui geralmente cerca de 6–8 mm, a carótida interna (ACI) situa-se nos ~5 mm e a carótida externa (ACE) nos ~3,5 mm, enquanto as artérias vertebrais (AV) apresentam dimensões na ordem dos 3-5 mm (Pinheiro, 2020).

#### **2.3.5.3. Espessura Íntima-Média (IMT)**

A medição do índice de espessura íntima-média (IMT) da artéria carótida comum constitui um marcador não invasivo de elevada precisão para a deteção precoce de aterosclerose subclínica. O procedimento é realizado em modo B, preferencialmente na parede posterior (“far wall”), a aproximadamente 1 cm proximal à bifurcação carotídea, evitando áreas de fluxo turbulento e garantindo que a artéria se encontra paralela ao feixe

ultrassónico (Nunes, 2021).

Em contexto clínico e académico em Portugal, recomenda-se que o cardiopneumologista registe este índice em cada relatório de exame, de acordo com os padrões mais recentes de controlo de qualidade.

As diretrizes internacionais reforçam a importância da quantificação padronizada do IMT, recomendando a medição no segmento distal da artéria carótida comum, com recurso a software dedicado à análise semiautomática (Rivani et al., 2015). O Consenso de Mannheim define a presença de placa aterosclerótica como uma estrutura focal que invade o lúmen em mais de 0,5 mm, ou mais de 50% do IMT circunvizinho, ou ainda uma espessura superior a 1,5 mm (Touboul et al., 2012).

Os valores de referência do IMT variam de acordo com idade e sexo. Estudos europeus demonstram que mulheres apresentam valores médios progressivamente crescentes de 0,47 mm (18-29 anos), 0,59 mm (30-39 anos), 0,67 mm (40-49 anos) e 0,70 mm (50-59 anos), enquanto os homens apresentam valores ligeiramente superiores nas mesmas faixas etárias (Goldmund et al., 2024). Em termos de interpretação clínica, valores < 0,8 mm são considerados normais, enquanto um IMT  $\geq$  0,9 mm indica dano vascular subclínico e valores  $\geq$  1,0 mm correspondem a aterosclerose manifesta; valores iguais ou superiores a 1,5 mm são compatíveis com placas estabelecidas (Lisa et al., 2023).

As diretrizes da European Society of Cardiology (ESC) definem ainda um limiar de 0,9 mm como marcador de risco aumentado, reforçando a utilidade do IMT na estratificação cardiovascular (ESC, 2021). Estudos epidemiológicos robustos, realizados em larga escala no contexto europeu, confirmam que os percentis de referência do IMT devem sempre ser interpretados considerando a idade e o género do indivíduo avaliado (Diaz et al., 2018).

#### **2.3.5.4. Classificação das Placas Ateroscleróticas**

Já a avaliação morfológica das placas ateroscleróticas baseia-se principalmente na análise ecográfica em modo B e Doppler, com especial atenção à ecogenicidade (hipo, iso ou hiperecogénica), presença de ulceração, sombra acústica posterior e localização anatómica, por exemplo, bulbo carotídeo, ACI, entre outros (Albricker et al., 2023).

As placas são consistentes em gordura, cálcio, células inflamatórias e tecido conjuntivo, resultando no endurecimento e estreitamento progressivo das artérias, o que compromete o fluxo sanguíneo e potencia o risco de eventos como enfarte do miocárdio e

acidente vascular cerebral. A presença de estenose carotídea induz um aumento das velocidades de fluxo sanguíneo e resistência hemodinâmica, aspectos fundamentais para avaliação via Eco-DVP (He Z et al., 2023).

Além disso, as placas podem ser classificadas de acordo com a sua composição, estabilidade e risco de complicações. As placas fibrosas, ricas em colagénio e células musculares lisas e com pouca carga lipídica, são relativamente estáveis graças à cápsula fibrosa espessa que as reveste, o que reduz o risco imediato de trombose ou eventos agudos, mesmo quando provocam estenoses significativas (Jinnouchi et al., 2020).

Em contraste, as placas ateroscleróticas instáveis - frequentemente designadas thin-cap fibroatheromas, apresentam um núcleo necrótico lipidicamente rico, elevado conteúdo lipídico, presença significativa de células inflamatórias e uma capa fibrosa fina e fragilizada, predispondo-as a rutura e consequente formação de trombos, o que aumenta substancialmente o risco de eventos isquémicos agudos, como o AVC ou o enfarte do miocárdio (Seppo et al., 2013). Estudos recentes com ecografia vascular avançada, nomeadamente com contrast-enhanced ultrasound (CEUS) e elastografia por onda de cisalhamento, demonstram a capacidade de identificar neovascularização e alterações na rigidez tecidual associadas à instabilidade da placa, particularmente ao nível das artérias carótidas (Fedak et al., 2020).

As placas calcificadas, muitas vezes com erosões ou ulcerações na superfície, indicam risco elevado de trombose e podem ser identificadas por técnicas como angiografia por TC (Jinnouchi et al., 2020).

Por fim, as placas mistas contêm combinação heterogénea de componentes lipídicos, fibrosos e calcificados, representando um espectro morfológico. (Stary, 1992).

### **2.3.5.5. Análise do Fluxo**

A análise do fluxo sanguíneo através da ultrassonografia Doppler constitui um passo essencial na avaliação funcional dos vasos cervicais, permitindo caracterizar tanto a direção e as velocidades do fluxo, como a presença de fenómenos hemodinâmicos patológicos, como aliasing, turbulência ou comprometimento da janela acústica. Esta análise é complementada pelo cálculo de índices derivados, como o Índice de Resistência (IR) e o Índice de Pulsatilidade (IP), que traduzem de forma indireta o estado da resistência vascular distal e a complacência arterial.

A aquisição das amostras Doppler deve ser realizada no centro do lúmen. Na artéria

carótida comum (ACC), a medição é efetuada preferencialmente na sua porção média, enquanto na artéria carótida interna (ACI) e na artéria carótida externa (ACE) a amostra deve ser colhida na porção proximal (Pinheiro, 2020).

A Velocidade de Pico Sistólica (VPS): corresponde à velocidade máxima atingida pelo sangue durante a sístole. É um marcador direto do grau de estenose arterial, aumentando proporcionalmente à redução da luz do vaso. Um valor de VPS  $\geq 125$  cm/s na ACI, associado a uma razão ICA/CCA  $> 2$ , é considerado sugestivo de estenose  $\geq 50\%$ . Valores de VPS  $\geq 230$  cm/s e VDF  $\geq 100$  cm/s, acompanhados de uma razão ICA/CCA  $> 4$ , são indicadores robustos de estenose  $\geq 70\%$  (Serena et al., 2013; Hersant, 2022; Albricker et al., 2023).

A velocidade Diastólica Final (VDF): reflete o fluxo durante a diástole, sendo útil para avaliar a resistência distal e a complacência vascular. Valores baixos indicam aumento da resistência periférica ou compromisso do fluxo distal, enquanto valores mais elevados sugerem resistência reduzida (Strosberg et al., 2016; Kawnayn, 2023).

O Índice de Resistência (IR): é calculado pela fórmula  $IR = (VPS - VDF)/VPS$  e expressa a resistência vascular distal. Valores normais situam-se entre 0,60 e 0,75. Valores  $< 0,55$  podem sugerir fístula arteriovenosa, enquanto valores  $> 0,75$  associam-se a obstrução significativa (Pinheiro, 2020). O aumento do IR tem valor prognóstico em patologia cerebrovascular, correlacionando-se com maior risco de eventos isquémicos (Kešnerová, 2022; Kawnayn, 2023).

Já o Índice de Pulsatilidade (IP): obtido através da fórmula  $IP = (VPS - VDF)/VMF$ , avalia simultaneamente a resistência distal e a complacência arterial. Valores elevados estão frequentemente associados a doença de pequenos vasos e alterações microangiopáticas, funcionando como marcador não invasivo de comprometimento cerebrovascular (Karn et al., 2023).

A Velocidade Média de Fluxo (VMF) é um parâmetro hemodinâmico fundamental na avaliação da circulação cerebral e é calculada usando VPS e a VDF, com base na seguinte fórmula:  $[PSV + (FDI \times 2)]/3$ . Este cálculo fornece uma estimativa da velocidade média do fluxo sanguíneo durante o ciclo cardíaco. Valores normais de VMF variam conforme a idade, sendo geralmente mais elevados em indivíduos mais jovens. Por exemplo, um estudo realizado por D'Andrea et al. (2016) relatou valores médios de VMF para a artéria cerebral média (ACM) em adultos jovens, com uma média de 80 cm/s, enquanto em idosos, os valores foram significativamente mais baixos.

Esta abordagem multiparamétrica é essencial. Diversos consensos médicos europeus (como a SONES) recomendam usar sinais diretos (VPS, VDF) e indiretos (fluxo pós-estenótico, colateralidade via oftálmica e polígono de Willis) para avaliação mais precisa da estenose (Serena et al., 2013).

#### **2.3.5.6. Limitações técnicas e armadilhas na interpretação da Ultrassonografia Carotídea**

A realização da ultrassonografia carotídea pode ser limitada por diversos fatores técnicos, relacionados tanto à escolha da sonda como à definição dos parâmetros de imagem (ganho de cor, frequência de repetição de pulsos, filtros, software de redução de artefactos). A seleção do transdutor deve ter em conta o biótipo do doente e a profundidade do vaso, sendo importante também manter um ângulo de insonação adequado (idealmente  $\leq 60^\circ$ ) para garantir medições fiáveis. Ajustes incorretos de ganho ou PRF podem levar a erros de interpretação, nomeadamente sobrestimar o lúmen residual, mascarar dissecções ou simular oclusões verdadeiras em casos de pseudo-oclusão (Pizzolato et al., 2016).

Entre os artefactos mais comuns estão a reverberação, que pode gerar falsas imagens no lúmen, e o artefacto de imagem em espelho, associado a placas muito refletoras insonadas obliquamente, ambos passíveis de serem corrigidos com ajustes no ângulo de insonação.

Para além destas limitações de ordem técnica, existem ainda armadilhas de interpretação que podem comprometer a análise hemodinâmica, sendo uma das mais relevantes a correta distinção entre a artéria carótida interna (ACI) e a artéria carótida externa (ACE).

Durante a interpretação, é essencial identificar corretamente a artéria carótida interna (ACI/ICA) e a artéria carótida externa (ACE/ECA). Existem quatro padrões anatómicos e de onda que ajudam a distinguir a ACE da ACI. Primeiro, ao contrário da ACI, a ACE apresenta ramos (cervicais) visíveis e responde ao teste da percussão temporal. Em segundo lugar, como já discutido, a ACE demonstra padrões de onda de alta resistência, enquanto a ACI apresenta padrões de baixa resistência (Pizzolato et al., 2016; Lee W et al., 2014).

Por vezes, os padrões das ondas não são totalmente fiáveis. Quando a ACI se encontra ocluída ou com fluxo muito lento, compatível com pseudo-oclusão, o fluxo na ACE ipsilateral pode também demonstrar alterações hemodinâmicas. Não é incomum que a ACE apresente aumento do fluxo diastólico e menor resistência; este fenómeno é designado “internalização da ACE”. Tal alteração é secundária à criação de shunts compensatórios espontâneos, como a anastomose entre a artéria maxilar interna, a artéria oftálmica e o

segmento distal da ACI. Estas modificações do padrão de onda também podem ser causadas pela dilatação dos ramos da ACE. Estas anomalias são geralmente identificadas em situações de estenose crítica crónica ou oclusão completa da ACI. O Doppler Transcraniano (TCD) pode ser utilizado para detetar fluxo retrógrado na artéria oftálmica e, de forma indireta, comprovar a presença de doença grave da ACI (Pizzolato et al., 2016).

Outra armadilha frequente na interpretação dos exames de ultrassonografia vascular ocorre na presença de placas fortemente calcificadas. Estas produzem zonas de sombra acústica que podem ocultar tanto a parede arterial como o lúmen, dificultando a avaliação e, em particular, impedindo a obtenção de medições fidedignas com Doppler. Esta limitação torna-se ainda mais significativa quando a placa calcificada se estende por mais de 1 cm ao longo do vaso, situação em que as medições Doppler distais não permitem inferir de forma confiável o grau de estenose proximal. Nestes casos, exames complementares como a Angio-RM e a Angio-TC com remoção de cálcio revelam-se úteis para caracterizar adequadamente a lesão (Gunabushanam et al., 2023; Lee W et al., 2014).

A oclusão vascular caracteriza-se pela ausência de sinal ou deslocamento Doppler no lúmen arterial. Contudo, fluxos muito lentos podem não ser detetados no exame de rotina, simulando uma pseudo-oclusão (*“hairline lumen”*). O Doppler carotídeo, quando realizado com os parâmetros adequados - como utilização do máximo ganho de cor e redução da PRF - pode atingir uma sensibilidade de 80 a 90% na identificação destes casos. Quando subsiste a suspeita de pseudo-oclusão da ACI ou ACC, a angio-TC é frequentemente necessária para confirmação diagnóstica, embora a angiografia convencional continue a ser considerada o padrão de referência (Pizzolato et al., 2016).

#### **2.4. Exame Ultrassonográfico Transcraniano Codificado a Cores**

Como no caso do ecoDVP, também existem outras designações para o exame ultrassonográfico transcraniano, tais como triplex scan transcraniano, ecoDoppler transcraniano e ultrassonografia transcraniana (Nunes et al., 2021). Este exame permite avaliar a circulação intracraniana, nomeadamente o Polígono de Willis, constituído pela circulação anterior (porção intracraniana da artéria carótida interna, artéria cerebral média e artéria cerebral anterior) e pela circulação posterior (porção intracraniana das artérias vertebrais, segmento V4, artéria cerebral posterior e artéria basilar). Para a obtenção das imagens recorrem-se habitualmente às vias de acesso transtemporal e occipital (Loomis et al.,

2023).

O ultrassom transcraniano é um método não invasivo, portátil e de baixo risco, cuja acurácia se aproxima da angiografia por ressonância magnética em determinadas situações, como na deteção de estenoses ou oclusões intracranianas. Para além disso, fornece informações dinâmicas em tempo real sobre a circulação cerebral, sendo especialmente útil na fase aguda do acidente vascular cerebral (AVC), em que desempenha um papel crucial na estratificação diagnóstica e no seguimento do doente (Polin., 2018).

O exame é realizado através de ultrassons de baixa frequência (2 a 3 MHz), que atravessam janelas acústicas naturais do crânio. O doente deve permanecer em decúbito dorsal, com a cabeça direita ou virada para o lado oposto ao território a estudar e o queixo junto ao peito, de forma a otimizar a insonação. Após a aplicação de gel condutor, utiliza-se geralmente uma sonda setorial Doppler pulsada, que permite ajustar o volume de amostra em função do diâmetro da artéria em estudo. A escolha do ângulo e da posição de insonação é determinante para garantir a qualidade do sinal, sendo necessária experiência técnica do operador (Pinheiro, 2020; D'Andrea et al., 2016).

As indicações clínicas do DTC são diversas, destacando-se três aplicações principais: a monitorização de vasoespasmos após hemorragia subaracnoide, a deteção de shunt direita-esquerda em doentes com acidente vascular cerebral embólico e a triagem de crianças com anemia falciforme devido ao risco aumentado de AVC, especialmente quando associada a estratégias terapêuticas adequadas. Para além destas, o DTC pode ser utilizado na estimativa indireta da pressão intracraniana, no diagnóstico de morte encefálica, na avaliação de oclusões da artéria carótida interna, no seguimento de procedimentos neurocirúrgicos e em testes de autorregulação cerebral (Loomis et al., 2023; Gomes, 2021).

Na maioria das situações, não é necessária preparação específica do doente. Contudo, em protocolos contrastados, como na avaliação de shunt direita-esquerda, é imprescindível a colocação de um acesso venoso periférico para injeção de solução salina agitada. Para registos contínuos, a sonda pode ser fixada ao couro cabeludo através de uma faixa, garantindo a manutenção do ângulo de insonação ao longo do exame. Trata-se de uma técnica segura, sem recurso a radiação ionizante, e que permite avaliar em tempo real a hemodinâmica cerebral, fornecendo dados relevantes para diagnóstico, prognóstico e monitorização (Pinheiro, 2020; D'Andrea et al., 2016; Loomis, 2023).

A realização adequada do exame depende do conhecimento detalhado das janelas

acústicas, das profundidades de insonação, da direção do fluxo e dos valores normais de velocidade do sangue, permitindo uma interpretação precisa dos achados clínicos (Baska et al., 2025; Albricker et al., 2023).

#### **2.4.1. Janelas Acústicas e Varredura Transcraniana**

Existem três janelas principais para a insonação cerebral: transtemporal, transorbital e occipital, cada uma com características anatômicas e limitações próprias.

A janela transtemporal, localizada na região da têmpora acima do arco zigomático, é a mais comumente utilizada devido à espessura óssea favorável. O transdutor é posicionado com a marca direcionada para o olho do paciente, cuja cabeça deve estar ligeiramente elevada ( $\approx 30^\circ$ ). Esta abordagem permite a visualização do mesencéfalo (plano mesencefálico) e, ao inclinar a sonda  $10^\circ$  para cima, do plano diencefálico, incluindo o III ventrículo e o Círculo de Willis. Estima-se que 5 a 20% dos pacientes apresentem barreiras acústicas devido à espessura óssea aumentada, impossibilitando a obtenção de imagens adequadas (Baska et al., 2025; D'Andrea, 2016).

O plano mesencefálico é identificado pelo sinal hiperecogênico em forma de borboleta do mesencéfalo, permitindo localizar artérias comunicantes posteriores quando presentes. O plano diencefálico evidencia o III ventrículo como duas linhas paralelas pulsáteis, com os segmentos proximal da artéria cerebral posterior (P1) e distal (P2), a artéria cerebral média (ACM) e a artéria cerebral anterior (ACA) distinguíveis pelo fluxo direcional colorido (Marinoni et al., 1997).

A janela transorbitária é obtida sobre a pálpebra fechada, sem exercer pressão, utilizando transdutor linear ou Phased Array. Permite avaliar a artéria oftálmica, o sifão carotídeo intracavernoso e a bainha do nervo óptico, respeitando sempre o princípio ALARA para proteção do cristalino e da retina (D'Andrea, 2016).

A janela occipital é posicionada abaixo da borda do crânio na linha média ou lateralmente à coluna, com a sonda direcionada para a ponte do nariz, possibilitando a avaliação das artérias vertebrais (V4) e da artéria basilar (AB). O paciente pode estar em decúbito lateral, dorsal ou sentado, com o queixo aproximado do tórax, otimizando a visualização dos vasos e das artérias cerebelares posteriores (Baska et al., 2025; D'Andrea, 2016).

A janela submandibular, embora não seja uma janela intracraniana clássica, permite a insonação do segmento distal da artéria carótida interna (ACI), essencial para o cálculo do

índice de Lindegaard, usado na avaliação do vasoespasma pós-AVC (Baska et al., 2025).

O exame transcraniano utiliza planos axial e coronal, com profundidade suficiente ( $\approx 14-16$  cm) para visualizar os vasos contralaterais e estruturas do tronco encefálico.

O plano axial inclui as vistas mesencefálica e diencefálica. O mesencéfalo hipocogênico em forma de borboleta é visualizado na metade do plano, podendo detectar artérias comunicantes posteriores em 75% dos casos. O plano diencefálico, obtido inclinando a sonda  $10^\circ$  para cima, evidencia o III ventrículo, tálamo e cápsula interna, permitindo a avaliação da ACA, ACM, PCA e segmento proximal do sifão carotídeo (Kern et al., 2005).

O Plano coronal é obtido girando a sonda  $90^\circ$  em relação ao plano axial. Este plano é útil para avaliar desvio da linha mediana devido a lesões ocupantes de espaço, como isquemia, hemorragia ou tumores, visualizando o III ventrículo, ventrículos laterais, tálamo e cápsula interna (Eggers et al. 2009).

Segundo o estudo feito por Santos (2015), o diagnóstico e interpretação dos achados adquiridos com a ultrassonografia transcraniana deve ser realizada por um operador experiente na área, devendo ter em consideração alguns parâmetros: Mudanças segmentares da velocidade, direção do sentido de fluxo, fluxos turbulentos/ruidosos alteração da morfologia da curva espectral, alteração dos índices de pulsatilidade, Índice hemisférico (ou de Lindegaard), dado pela velocidade média do fluxo (VMF) ACM / VMF ACI. Os valores normais da velocidade de fluxo sanguíneo obtidas pela ultrassonografia são relativamente maiores nas cerebrais médias, anteriores, quando comparadas aquelas obtidas nas artérias cerebrais posteriores e basilar, obedecendo à seguinte hierarquia:  $ACM \geq ACA \geq ACI \geq ACP \geq AB \geq AV$

Durante a realização do exame de ultrassonografia transcraniana, é essencial considerar a profundidade de insonação de cada vaso. Essa medida permite confirmar se o sinal captado corresponde exatamente à artéria de interesse, garantindo a precisão do estudo hemodinâmico. Além da profundidade, é igualmente importante registrar a janela acústica utilizada, a direção do fluxo sanguíneo e o valor da velocidade média do fluxo (VMF), que representam parâmetros fundamentais para a interpretação clínica (Pinheiro, 2020).

Na tabela a seguir, apresentamos de forma consolidada esses dados para as principais artérias avaliadas pelo ecoDoppler transcraniano.

Janela	Artéria	Profundidade (mm)	Direção do fluxo	VMF (cm/s)
Orbital	Artéria oftálmica	40–60	Anterógrada	16–26
Orbital	Sifão carotídeo	55–70	Anterógrada/Retrógrada	40–50
Temporal	ACM	35–60	Anterógrada	46–86
Temporal	ACA	60–75	Retrógrada	41–76
Temporal	PCA P1	60–75	Anterógrada	33–64
Temporal	PCA P2	60–75	Retrógrada	33–64
Occipital	Artéria vertebral	45–74	Retrógrada	27–55
Occipital	Artéria basilar	70–120	Retrógrada	30–57
Submandibular	ACI distal (C5-C6)	55–70	Anterógrada	45

**Tabela 1:** Janelas de insonação Tabela e parâmetros hemodinâmicos das artérias intracranianas. Adaptado: Albricker et al. (2023).

## 2.5. Monitorização por EcoDoppler Transcraniano com Produto de Contraste para Detecção de Shunts

No contexto da avaliação das artérias do polígono de Willis, a monitorização por ecoDoppler transcraniano (ecoDTC) possibilita a análise da hemodinâmica cerebral ao longo de um determinado período. Este acompanhamento permite, entre outros aspetos, a deteção de fenómenos embólicos de origem carotídea ou cardíaca, a monitorização da resposta a fármacos e a identificação de shunts no enquadramento diagnóstico das doenças vasculares cerebrais (Nunes, 2021; Sastry et al., 2009) .

Uma das etiologias possíveis para estas patologias é a embolia paradoxal. Nesse sentido, a utilização de ecoDTC com contraste, como o soro salino agitado, oferece uma ferramenta não invasiva eficaz para a confirmação de shunts direito-esquerdo (Nunes, 2021).

Ao injetar microbolhas de contraste intravenoso e monitorar os sinais microembólicos (SME) nas artérias cerebrais, o TCD permite detectar e quantificar a presença de um shunt.

A magnitude do shunt direito-esquerdo no Doppler Transcraniano é definida de acordo com a escala logarítmica de Spencer, que classifica a quantidade de HITS (*High-Intensity Transient Signals*) observados durante o exame. No grau 0, não há HITS, indicando ausência de shunt; no grau 1, com 1 a 10 HITS, observa-se um shunt intermitente, geralmente

detectável apenas durante a manobra de Valsalva; no grau 2, com 11 a 30 HITS, o shunt é considerado pequeno; no grau 3, com 31 a 100 HITS, o shunt é moderado; no grau 4, com 101 a 300 HITS, o shunt é significativo; e no grau 5, com mais de 300 HITS, há um shunt muito grande, apresentando um padrão contínuo conhecido como “efeito cortina (Barros et al., 2024; Zétola et al., 2010).

Esta graduação é crucial para determinar a necessidade de intervenções terapêuticas, como o fechamento percutâneo do FOP (Seung et al., 2023).

O tempo de aparição do shunt após a injeção do contraste ajuda a diferenciar a origem do shunt: rápida aparição indica FOP e aparição tardia pode sugerir shunt pulmonar. Estudos demonstram que a manobra de Valsalva aumenta significativamente a positividade dos exames de DTC contrastado, sendo eficaz tanto quando realizada durante quanto antes da injeção do meio de contraste. Além disso, a combinação do DTC com ecocardiografia transtorácica e transesofágica tem mostrado alta sensibilidade e especificidade na detecção de FOP, sendo uma abordagem recomendada para investigação de shunt intracardíaco (Oliveira EC et al., 2022; Barros et al., 2024).

## **2.6. EcoDoppler da circulação oftálmica**

O EcoDoppler da circulação oftálmica constitui um exame complementar fundamental em Neurosonologia, permitindo a avaliação não invasiva da perfusão ocular e das artérias que irrigam o globo ocular, nomeadamente a artéria oftálmica, a artéria central da retina e as artérias ciliares posteriores curtas. Esta técnica é particularmente útil na análise da circulação colateral do polígono de Willis em doentes com estenoses ou oclusões carotídeas, permitindo inferir padrões de compensação hemodinâmica cerebral. A capacidade de avaliar simultaneamente a perfusão retiniana e a colateralidade intracraniana conferem ao EcoDoppler oftálmico um papel estratégico no rastreio de risco cerebrovascular e na monitorização de alterações hemodinâmicas precoces, de forma segura e sem recurso a métodos invasivos (Hong et al., 2014; Fahmy et al., 2022).

## **2.7. EcoDoppler da artéria temporal superficial**

A ultrassonografia da artéria temporal superficial (ATS) é uma ferramenta diagnóstica essencial na avaliação da arterite temporal, também conhecida como arterite de células gigantes (ACG). Esta condição caracteriza-se por uma inflamação da parede arterial, frequentemente evidenciada por um sinal ecográfico hipoecogénico, conhecido como “halo”,

e/ou aumento das velocidades de fluxo. Estudos demonstram que a ultrassonografia com Doppler colorido das artérias temporais é uma técnica eficaz na detecção desta vasculite, apresentando alta sensibilidade e especificidade (Lauwerys et al., 1997).

A ultrassonografia tem sido cada vez mais utilizada no diagnóstico da ACG, considerando que a biópsia da artéria temporal (BAT), embora tradicionalmente considerada padrão-ouro, é um procedimento invasivo, dispendioso, apresenta uma taxa de falso-negativo de até 60% e exerce impacto limitado na tomada de decisão clínica. O sinal do halo, representado por um anel hipocogénico ultrassonograficamente que envolve o lúmen da artéria, com espessamento do complexo médio-intimal (CMI), constitui a principal marca sonográfica da doença (Kirby C et al., 2022).

As artérias temporais superficiais e as artérias axilares são os territórios arteriais mais consistentemente afetados e, por isso, os protocolos de imagem devem incluir a avaliação destes vasos para uma detecção precoce e precisa da ACG.

## **2.8. EcoDoppler dos Vasos Subclávios**

O EcoDoppler dos vasos subclávios é uma técnica não invasiva que permite a avaliação da circulação arterial na região do pescoço e tórax superior. Este exame é indicado para investigar estenoses, obstruções ou outras alterações hemodinâmicas nos vasos subclávios. Além disso, é utilizado na avaliação de shunts arteriovenosos, como os presentes na síndrome do roubo da subclávia, e no acompanhamento de pacientes submetidos a procedimentos cirúrgicos ou angioplásticos na região (Zhang et al., 2022).

## **2.9. A realidade africana no contexto cerebrovascular**

África tem experimentado um aumento consistente na incidência das doenças cerebrovasculares, com uma estimativa de 316 casos por 100.000 pessoas, o que está entre as maiores taxas observadas em todo o mundo (Akinyemi et al., 2021). Este aumento é impulsionado por alterações demográficas, urbanização, aumento dos fatores de risco cardiovascular (hipertensão, diabetes, obesidade), e por desafios estruturais no sistema de saúde que influenciam directa e indirectamente o diagnóstico, tratamento e prognóstico. Segundo uma revisão sistemática de 2024, enquanto os países de baixa e média renda abrigam mais de quatro- quintos dos casos mundiais de AVC, ainda há lacunas significativas no acesso a dados epidemiológicos robustos, bem como em recursos para prevenção e tratamento (Abissegue et al., 2024; Akinyemi et al., 2018).

Em Angola, a realidade epidemiológica tem sido melhor caracterizada nos últimos anos. Um estudo realizado em Luanda, na Clínica Sagrada Esperança, analisou 139 pacientes com AVC e revelou idade média de 59,5 anos, predomínio do sexo masculino e maior frequência de AVC isquémico ( $\approx 73\%$ ). Entre os principais fatores de risco destacaram-se a hipertensão (96,3%), o consumo de álcool (67,4%) e a diabetes mellitus (29,6%). Estes dados evidenciam tanto o peso das doenças não transmissíveis na população adulta, como a necessidade de diagnóstico precoce e vigilância rigorosa para reduzir sequelas incapacitantes (Gonçalves et al., 2025).

Fator de risco	N 135	Subtipo de AVC		p
		Isquémico 99	Hemorrágico 36	
Hipertensão n (%)	130 (96,3)	97 (98,0)	33 (91,7)	0,118
Uso de álcool n (%)	91 (67,4)	67 (67,7)	24 (66,7)	1,000
Diabetes n (%)	40 (29,6)	36 (36,4)	4 (11,1)	0,005*
Tabagismo n (%)	30 (22,2)	28 (28,3)	2 (5,6)	0,009*
Dislipidemia n (%)	28 (20,7)	25 (25,3)	3 (8,3)	0,053
Obesidade n (%)	18 (13,3)	14 (14,1)	4 (11,1)	0,780
Fibrilação n (%)	10 (7,2)	9 (9,1)	1 (2,8)	0,289
Insuficiência cardíaca n (%)	5 (3,7)	5 (5,1)	—	0,324

**Figura 2:** Fatores de risco segundo o subtipo de acidente vascular cerebral (n=135). Adaptado: Gonçalves et al., (2025). Valores expressos em frequência absoluta (n) e percentagem (%). Diferenças estatisticamente significativas indicadas com\*.

Um estudo adicional realizado em Luanda, analisou 75 pacientes internados por AVC durante o ano de 2018, fornecendo informações clínicas e radiológicas relevantes (Oliveira et al., 2022). A média de idade foi de  $58,8 \pm 13$  anos, com predomínio do sexo masculino (60%) e da raça negra (89%). O subtipo mais frequente foi o AVC isquémico (56%), embora uma proporção significativa de casos hemorrágicos tenha sido registada (44%). A hipertensão arterial destacou-se como o fator de risco mais prevalente (64%), seguida de doença cardíaca (22,7%) e diabetes mellitus (21,3%). Em termos clínicos, a hemiparesia constituiu o défice neurológico mais frequente (27%), seguida de paresia facial e disartria. A artéria cerebral média foi o território mais afetado tanto em casos isquémicos como hemorrágicos (Fig 2). O tempo médio de internamento hospitalar foi de  $9,4 \pm 7,3$  dias, e a mortalidade global situou-se em 5,3%. Estes achados corroboram a literatura internacional e evidenciam a sobrecarga

do sistema de saúde angolano no manejo de doentes cerebrovasculares, salientando a necessidade de estratégias preventivas, maior capacidade de diagnóstico por imagem e implementação de protocolos de reabilitação estruturada.

LOCAL DA LESÃO	isquêmica n(%)	hemorrágica subaracnóidea n(%)	hemorrágica intraparenquimatosa n(%)	Total n(%)
Artéria Cerebral Média	24 (32)	2 (2.7)	17 (53.1)	43 (57.3)
Artéria Cerebral Posterior	9 (12)	-	11 (34.4)	20 (26.7)
Artéria Cerebral Anterior	4 (5.3)	1 (1.3)	2 (6.3)	7 (9.3)
Artéria Basilar	5 (6.6)	-	-	5 (6.6)
Total	42 (56)	3 (4)	30 (40)	75 (100)

**Figura 3:** Distribuição dos pacientes com acidente vascular cerebral segundo subtipo e território vascular afetado. Adaptado de Oliveira et al., (2022).

Apesar da disponibilidade de tomografia computadorizada (TC) em alguns centros urbanos, o acesso a métodos de imagem mais avançados, como angiotomografia (ATC), ressonância magnética (RM) e angiografia por subtração digital (ASD), é bastante limitado fora dos grandes centros. Isto condiciona a capacidade de diagnóstico preciso de lesões vasculares complexas (aneurismas, malformações arteriovenosas) e a monitorização de complicações como vasoespasmos após hemorragia subaracnoideia (Oliveira et al., 2022; Aderinto et al., 2023).

Neste cenário, a ultrassonografia vascular, nomeadamente o Doppler transcraniano (DTC) surge como uma ferramenta estratégica. É um exame de baixo custo, portátil e repetível, que permite monitorizar a hemodinâmica cerebral em tempo real e identificar alterações sugestivas de vasoespasmos antes do aparecimento de défices clínicos. Contudo, a implementação da ultrassonografia cerebrovascular em África enfrenta obstáculos importantes: a escassez de equipamentos, a ausência de protocolos padronizados e a falta de profissionais treinados (Aderinto et al., 2023; Akinyemi et al., 2021).

Outro desafio relevante é o peso das doenças de pequenos vasos (*small vessel disease*), associadas a fatores de risco como hipertensão mal controlada, diabetes e dislipidemia, que representam uma fração importante dos AVCs na África Subsaariana. Além disso, condições infecciosas (como HIV/SIDA) e doenças genéticas (como anemia falciforme) contribuem para a carga cerebrovascular na região, em particular na população jovem (Akinyemi et al., 2018).

### **3. Descrição do Estágio**

#### **3.1. Local de Estágio**

O estágio curricular foi realizado no Hospital de Vila Franca de Xira (HVFX), instituição pertencente ao Serviço Nacional de Saúde (SNS) e integrada na rede hospitalar de referência da região de Lisboa e Vale do Tejo. Inaugurado em abril de 2013, o HVFX presta cuidados de saúde a uma população de aproximadamente 250 mil habitantes, abrangendo os concelhos de Vila Franca de Xira, Alenquer, Arruda dos Vinhos, Azambuja e Benavente. Esta unidade hospitalar caracteriza-se pela sua missão de proximidade, qualidade e diferenciação, oferecendo valências básicas, intermédias e altamente especializadas, em regime de internamento e ambulatório.

Conta com uma equipa multidisciplinar de mais de 1400 profissionais de saúde, comprometidos com a excelência clínica e a humanização dos cuidados, apoiados por equipamentos tecnológicos de última geração. O hospital destaca-se ainda pelos seus serviços médicos de elevada complexidade, nomeadamente nas áreas de Neurologia e Cardiologia, que se afirmam como pilares fundamentais no diagnóstico e tratamento das doenças cerebrovasculares e cardiovasculares, proporcionando um ambiente formativo de elevada qualidade para os estudantes em estágio.

O estágio decorreu no Serviço de Neurologia, especificamente na Unidade de Neurosonologia, laboratório dedicado ao estudo da função cerebrovascular, com forte componente de diagnóstico não invasivo. Esta unidade é responsável pela avaliação de doentes internados na Unidade de AVC (UAVC) e no Serviço de Medicina Interna, bem como de utentes em regime de ambulatório, referenciados para consulta externa.

A equipa multidisciplinar integra cardiopneumologistas especializados em ultrassonografia vascular (incluindo o orientador de estágio, CPL Gil Nunes), uma cardiopneumologista com diferenciação em neurofisiologia (Mafalda Moreira), e médicos neurologistas da UAVC. Colaboram ainda médicos internos, assistentes técnicos e operacionais, garantindo a dinâmica organizacional do laboratório.

Em termos de recursos físicos e tecnológicos, a unidade dispõe de um gabinete próprio, equipado com ecógrafo Siemens Healthineers de alta resolução, com módulos para EcoDoppler carotídeo, vertebral e transcraniano, permitindo a monitorização em tempo real

da hemodinâmica cerebral. O apoio informático é assegurado pela GLINT, que reúne os processos clínicos e relatórios, assegurando uma prática baseada na evidência e continuidade de cuidados.

Do ponto de vista científico, a unidade destaca-se pela diferenciação em Neurosonologia aplicada ao diagnóstico e monitorização da patologia cerebrovascular, com ênfase no estudo da aterosclerose carotídea, estenoses intracranianas e deteção de shunt direita–esquerda por Doppler transcraniano com microbolhas. O serviço segue protocolos diagnósticos validados internacionalmente, garantindo uniformização e qualidade.

O enquadramento institucional favorece ainda a integração interdisciplinar com outros serviços, em particular a Cardiologia, Imagiologia e Medicina Interna, promovendo uma abordagem holística ao doente vascular. Esta articulação concretiza-se em reuniões clínicas conjuntas e discussão multidisciplinar de casos complexos, às quais os estagiários tiveram oportunidade de assistir (Adaptado: Relatórios de Atividades da Unidade de Neurosonologia, HVFX, 2024).

### **3.2. Atividades Desenvolvidas**

Durante o estágio, a atuação na Unidade de AVC do Hospital de Vila Franca de Xira contemplou a execução completa do processo diagnóstico ultrassonográfico, desde a preparação até a análise dos resultados. As atividades iniciam-se antes da entrada do paciente, com a verificação da informação clínica e a preparação da sala e dos materiais necessários, garantindo condições técnicas e higiénicas adequadas.

Após a receção do paciente, é realizada uma breve explicação do exame, seguida da sua preparação para a realização dos procedimentos. Os exames realizados incluíram: EcoDoppler dos grandes vasos do pescoço (carotídeo e vertebral), ecoDoppler transcraniano codificado a cores, exame ultrassonográfico da artéria temporal superficial, avaliação da circulação oftálmica e monitorização para deteção de shunt direita-esquerda. Durante cada exame, houve identificação das janelas acústicas, otimização das imagens, aquisição e análise do espectro Doppler (velocidades sistólica e diastólica, índices de pulsatilidade e resistência), classificação de placas ateroscleróticas e graduação de estenoses segundo critérios internacionais (NASCET).

Além da execução técnica, as atividades incluíram a recolha de informação clínica e registo no sistema GLINT, elaboração de relatórios sob supervisão do cardiopneumologista, discussão de casos em reuniões multidisciplinares e participação em sessões tutoriais com

análise de esquemas de estenoses. Os relatórios são posteriormente encaminhados ao médico neurologista, e em determinados casos realiza-se discussão sobre diagnóstico e estratégias terapêuticas futuras com a equipa clínica.

### **3.3. Patologias/condições cerebrovasculares observadas**

Durante o estágio em Neurosonologia, foram observadas diversas patologias cerebrovasculares e condições associadas, avaliadas sobretudo através do Doppler carotídeo, vertebral e transcraniano.

#### **3.3.1. Estenose e Oclusão Carotídea**

A Estenose da Artéria Carótida interna é uma condição caracterizada pelo estreitamento das artérias carótidas devido ao acúmulo de placas ateroscleróticas, representando uma causa significativa de acidente vascular cerebral (AVC) isquémico. A fisiopatologia envolve a formação de placas ateroscleróticas que podem levar à redução do fluxo sanguíneo cerebral ou à embolização distal, que resulta em AVCs (Prasad et al., 2015; Mechtouff et al., 2021).

A estenose da artéria carótida interna (ACI) é uma das principais causas de acidente vascular cerebral isquémico, sendo a sua quantificação e classificação essenciais para a tomada de decisão terapêutica. Diferentes métodos anatómicos e hemodinâmicos são utilizados na Europa, com protocolos bem validados. Aqui apresentam-se os principais critérios existentes, suas vantagens e limitações, bem como uma proposta integrada aplicável ao contexto do estágio.

Durante o estágio em Neurosonologia no Hospital de Vila Franca de Xira, foram avaliadas diversas estenoses arteriais extracranianas, sobretudo da Artéria Carótida Interna (ACI), e o relatório destacará critérios de classificação de estenose que combinam medidas anatómicas e hemodinâmicas, bem como morfologia da placa, circulação colateral e contexto clínico, seguindo as diretrizes europeias atuais, em especial a ESVS 2023.

##### **3.3.1.1. Métodos Anatómicos para classificar a Estenose carotídea**

Os dois métodos de medição mais utilizados em estudos históricos e diretrizes europeias são: NASCET- *North American Symptomatic Carotid Endarterectomy Trial*: mede-se o diâmetro residual mais estreito da estenose da ACI como numerador, e o denominador é o diâmetro da ACI livre de doença “acima” da estenose, onde as paredes estão paralelas. ECST-

*European Carotid Surgery Trial*: mede-se o diâmetro residual, mas o denominador é estimado como sendo o diâmetro original da artéria no local da estenose (normalmente o bulbo carotídeo), isto é, o calibre que a artéria teria sem a placa.

Essas diferenças metodológicas levam a discrepâncias importantes: por exemplo, uma estenose de 70 % pelo método NASCET equivale aproximadamente a 85 % pelo método ECST; e uma estenose de 50 % NASCET corresponde a cerca de 75 % ECST (Naylor et al., 2023).

Paralelamente, alguns estudos têm descrito o uso de um método alternativo de quantificação, baseado na comparação com o diâmetro da artéria carótida comum (ACC) ou, em algumas variantes, da artéria carótida externa. Este método, frequentemente designado por “*CC method*”, demonstra correlação linear com os critérios NASCET e ECST e, em determinados contextos anatómicos, pode oferecer maior reprodutibilidade interobservador (Saba et al., 2024).

As diretrizes europeias recentes (ESVS 2023) recomendam que se use o método NASCET como referência para orientar decisões terapêuticas, salvo quando indicado outro método (ECST ou CC) explicitamente (Naylor et al., 2023).

### **3.3.1.2. Critérios Hemodinâmicos Ecográficos e Outros Parâmetros Multidimensionais**

Para quantificar a estenose carotídea através de ecografia dúplex (color e spectral Doppler + modo B), as sociedades europeias recomendam que se utilizem múltiplos critérios:

#### **A. Velocidades**

A avaliação ultrassonográfica da artéria carótida interna (ACI) inclui a medição da PSV (Peak Systolic Velocity), em que valores  $\geq 125$  cm/s sugerem estenose  $\geq 50$  % e valores  $\geq 230$  cm/s indicam estenose  $\geq 70$  %, conforme critérios amplamente utilizados, similares aos da SRU e das normas espanholas e de neurosonologia europeia (Serena et al., 2013; Naylor et al., 2023). Complementarmente, a EDV (End Diastolic Velocity) é analisada, uma vez que elevações no EDV auxiliam na diferenciação entre estenoses moderadas e graves (Serena et al., 2013). Além disso, o rácio ICA/CCA, que compara a velocidade sistólica pico na ACI com a velocidade na artéria carótida comum, segue critérios europeus, por exemplo na Espanha, utilizando valores de rácio  $\geq 2$  ou  $\geq 4$  para classificar diferentes graus de estenose (Serena et al., 2013).

## **B. Sinais Indiretos e Colaterais**

Alterações de fluxo pós-estenótico: turbulência, desaceleração pré-estenótica, fluxo laminar alterado (Saba et al., 2024). Presença de circulação colateral significativa: artéria oftálmica invertida ou alterada, polígono de Willis recrutado. Estas podem indicar estenose grave ou near occlusion (Tekieli et al., 2023).

## **C. Morfologia da placa**

Ecogenicidade (placa hipocogénica vs ecogénica), heterogeneidade, ulcerações da superfície da placa - placas ulceradas ou com necrose intra-plaque têm risco maior de causar embolismos. Espessamento íntima-média/composição: placas com núcleo necrótico, hemorragia intraplaca ou superfície irregular são marcadores de instabilidade. Diretrizes ESVS e ESO salientam avaliação ecográfica da placa além da percentagem de estreitamento puro (Naylor et al., 2023).

## **D. Oclusão Subtotal (quase-oclusão) e Oclusão Total**

Identificar a quase-oclusão quando há colapso distal da ACI, fluxo muito reduzido, sinais de colaterais, e quando os critérios angiográficos ou imagiológicos (CTA/MRA) sugerem estenose severa com características de quase-oclusão (Naylor et al., 2023).

A quase-oclusão da artéria carótida interna (ACI) corresponde a uma estenose crítica em que ocorre colapso do lúmen distal, situação que não deve ser quantificada pelos critérios habituais de percentagem de estenose. A forma clássica é a denominada quase-oclusão com colapso, em que o lúmen distal assume um aspeto filiforme; contudo, existem variantes sem colapso evidente, mais subtis, que podem ser confundidas com estenoses graves convencionais (Johansson et al., 2016).

Do ponto de vista prognóstico, o risco de acidente vascular cerebral associado à quase-oclusão é geralmente inferior ao das estenoses graves sintomáticas sem colapso, e o benefício da cirurgia de revascularização mostra-se limitado. Os resultados favoráveis da endarterectomia documentados nos ensaios NASCET e ECST aplicam-se sobretudo às estenoses graves sem quase-oclusão, dado que a grande maioria das quase-oclusões incluídas nesses estudos eram da variante moderada, sem colapso completo. Assim, a extrapolação dos benefícios cirúrgicos para casos com colapso total do lúmen distal deve ser feita com cautela (Johansson et al., 2016; Saba et al., 2024).

No contexto da ultrassonografia carotídea, o diagnóstico de quase-oclusão continua a ser um desafio (Reutern, 2012). Muitas destas situações são classificadas de forma incorreta como estenoses graves convencionais ou até como oclusões, sobretudo quando existe colapso parcial ou lúmen distal muito reduzido. Um parâmetro promissor é a avaliação da velocidade sistólica de pico (PSV) distal, que, quando inferior a 50 cm/s em artérias com estenose de PSV elevado, pode ajudar a distinguir quase-oclusões de estenoses convencionais (sensibilidade ~63%, especificidade ~93%) (Palacios et al., 2021).

A oclusão total é a ausência de luz luminal detectável, fluxo doppler indetectável (Knipe, 2025). A oclusão total da artéria carótida interna (ACI) representa o estágio final da doença aterosclerótica carotídea e caracteriza-se pela ausência completa de fluxo luminal. Na ultrassonografia triplex, traduz-se por ausência de sinal Doppler, associada a um lúmen ecograficamente preenchido por placa aterosclerótica ou material trombótico (Moreira, 2023).

A oclusão total da ACI resulta de diferentes mecanismos fisiopatológicos. Destacam-se os fenómenos embólicos, em que micro ou macroêmbolos derivados de placas ateroscleróticas instáveis, trombos in situ ou ulcerações da placa se deslocam para territórios distais, manifestando-se clinicamente como acidentes isquémicos transitórios (AIT) ou acidentes vasculares cerebrais (AVC) ipsilaterais. Para além disso, alterações hemodinâmicas sistémicas, como hipotensão, hipovolémia ou baixo débito cardíaco (frequentes após procedimentos como o bypass coronário), podem comprometer a perfusão cerebral, particularmente nas zonas limítrofes entre territórios arteriais. As principais etiologias da OACI incluem a aterotrombose, a cardioembolia e a dissecção, embora causas menos frequentes também possam estar implicadas (Malhotra et al., 2017).

A diferenciação entre uma oclusão total e uma oclusão subtotal com fluxo residual é crítica, dado o impacto terapêutico, mas constitui um desafio diagnóstico, sendo por vezes necessário recorrer a agentes de contraste ecográfico ou a exames complementares como a angio-TC ou a angio-RM. Apesar destas limitações, o ecoDoppler continua a ser uma ferramenta de elevada sensibilidade e especificidade na exclusão de oclusão carotídea, sobretudo quando realizado por operadores experientes, oferecendo simultaneamente informação hemodinâmica e morfológica sobre a lesão (Moreira, 2023; Malhotra et al., 2017).

### E. Comparação e Implicações Clínicas

A escolha de métodos e critérios não é apenas técnica: ela impacta diretamente decisões de terapia, sobretudo se o paciente é sintomático vs assintomático: diretrizes ESVS 2023 recomendam intervenção (endarterectomia ou stent, quando apropriado) em estenoses sintomáticas  $\geq 50\%$  pelo método NASCET, considerando risco perioperatório aceitável. Em pacientes assintomáticos, geralmente se pondera intervenção para estenoses mais altas ( $\geq 70\%$  NASCET, ou conforme risco individual) (Tekieli et al., 2023). A discordância entre medidas ECST vs NASCET pode fazer diferença clínica: alguém considerado como “70-80% ECST” pode ter apenas “50-60% NASCET” - o que altera se é elegível para intervenção, especialmente em práticas onde se segue NASCET como padrão. É vital indicar no relatório qual método está a usar ou referenciar (Tekieli et al., 2023).

Para além dos métodos anatómicos (NASCET, ECST, CC), a quantificação da estenose carotídea por ecografia dúplex baseia-se em critérios hemodinâmicos, sobretudo a velocidade sistólica de pico (PSV), a velocidade diastólica final (EDV) e a relação ICA/CCA. Estes parâmetros, quando interpretados em conjunto, permitem uma estimativa do grau de estenose que tem sido validada contra métodos angiográficos de referência (Saba et al., 2024; Naylor et al., 2023).

Estenose da ICA (NASCET)	PSV ICA (cm/s)	ICA EDV (cm/s)	(ICA/CCA) PSV ratio
Normal	<125	<40	<2.0
<50%	<125	<40	<2.0
50–60%	125–130	40–100	2.0–4.0
>70%	>230	>100	>4.0
Quase oclusão	Variável	Variável	Variável
Oclusão total	Indetectável	Indetectável	Indetectável

**Tabela 2:** Correlação entre critérios hemodinâmicos ecográficos e percentagem de estenose (NASCET).

Adaptado: Saba et al., (2024).

Embora úteis, estes critérios apresentam limitações importantes. O PSV pode ser influenciado por fatores sistémicos como débito cardíaco, pressão arterial e presença de oclusão contralateral, bem como por variabilidade interobservador relacionada com ângulo

de insonação e técnica do operador (Serena et al., 2013; Tekieli et al., 2023). Além disso, a medição isolada da velocidade não caracteriza a morfologia da placa, a sua composição ou instabilidade, aspetos hoje reconhecidos como determinantes no risco de AVC.

Assim, recomenda-se que a quantificação hemodinâmica seja sempre interpretada em conjunto com avaliação morfológica e contexto clínico, em conformidade com as diretrizes europeias recentes (ESVS, 2023).

### **3.3.2. Alterações Oftálmicas Secundárias a Doença Carotídea**

As alterações oftálmicas representam indicadores relevantes do comprometimento hemodinâmico em estenoses/oclusões carotídeas graves. Em particular, o fluxo invertido da artéria oftálmica (OA) constitui um sinal de reserva colateral ativada, frequentemente vindo da circulação da artéria carótida externa, para suprimento cerebral distal à lesão. Estudos clássicos demonstram que, em casos de oclusão total da ACI, a reversão do fluxo na OA pode ser detectada por Doppler e correlaciona-se com estenoses críticas ( $\approx \geq 70-100\%$ ) ou oclusão completa (Andériz et al., 2023).

Além disso, parâmetros como PSV, EDV e índice de pressão oftálmica (“*ophthalmic pressure index*”) estão diminuídos em proporção ao grau de estenose ou oclusão. Em revisões com pacientes de estenose grave, verificou-se um aumento destes valores logo após endarterectomia carotídea, assim como inversão do fluxo revertido para antegradante, frequentemente dentro de uma semana da intervenção (Kawaguchi et al., 2012; Wang et al., 2016).

Clinicamente, os doentes podem manifestar síndrome isquémica ocular crónica: visão turva progressiva, monocular ou binocular, até episódios transitórios de cegueira (amaurose fugaz). Estes sintomas, quando associados a achados de fluxo invertido da OA ou velocidades reduzidas, reforçam a urgência do tratamento. Intervenções revascularizadoras têm mostrado melhora significativa não só dos parâmetros ecográficos, mas também dos sintomas visuais nos casos em que ainda não ocorreu dano irreversível (Kawaguchi et al., 2012).

### **3.3.3. Estenose e Oclusão Vertebro-basilar**

A estenose da artéria vertebral (EAV) ocorre principalmente por aterosclerose, embora outros mecanismos menos comuns, como alterações congénitas, dissecção arterial, trauma, compressão extrínseca e vasculites, também possam contribuir. No processo

aterosclerótico, há acumulação de lipoproteínas na íntima arterial, modificação oxidativa e ativação de citocinas, promovendo a migração de monócitos que se transformam em macrófagos carregados de lipídios. A proliferação de células musculares lisas e deposição de matriz extracelular formam a capa fibrosa da placa, que pode crescer e invadir o lúmen arterial, causando estenose e, em casos graves, ruptura de placa com formação de trombo. Na artéria vertebral, a porção proximal é mais suscetível a placas ateroscleróticas, que tendem a ser mais lisas e menos propensas à ulceração em comparação com as coronárias (Maitas et al., 2023; Schoen, 2011).

Mecanismos menos frequentes incluem hipoplasia arterial congénita, atresia, dissecção e compressão extrínseca, sendo a hipoplasia a mais comum e associada a eventos isquémicos vertebrobasilares ((Maitas et al., 2023).

De acordo a Pinheiro (2020), a avaliação da estenose da circulação vertebro-basilar (VB) baseia-se na análise da curva espectral da artéria vertebral, permitindo classificar a gravidade da estenose conforme os seguintes critérios:

<b>Grau 1 (&lt;50%)</b>	Fluxo anterógrado durante todo o ciclo cardíaco, com queda da velocidade na meso-sístole (1ªseta). A velocidade no ponto mais baixo do entalhe é maior do que na diástole. Incisura dícrota (2ªseta).
<b>Grau 2 (51-70%)</b>	Curva de Doppler com entalhe mais pronunciado e mais profundo entre dois picos sistólicos. A velocidade no ponto mais baixo do entalhe está ao mesmo nível da diástole, ou ligeiramente mais baixa Sinal de Coelho.
<b>Grau 3 (&gt;71%)</b>	O entalhe na meso-sístole é igual ou inferior a linha de base, mas ocorre uma rápida recuperação de fluxo antes do início da diástole.
<b>Grau 4 (&gt;75%)</b>	Maior inversão de fluxo durante a sístole. O fluxo apenas é restaurado em diástole.

**Tabela 3:** Classificação da estenose vertebro-basilar. Adaptado de Pinheiro, 2020.

Para além da análise espectral, o rácio da velocidade de pico sistólica (PSVr) é o parâmetro Doppler mais preciso para identificar estenoses proximais da artéria vertebral  $\geq 50\%$ . Um PSVr  $> 2,2$  apresenta elevada sensibilidade (96 %) e especificidade (89 %) em comparação com angiografia (Tola et al., 2011).

Quando existe oclusão de um vaso há ausência de fluxo tendo por isso velocidades nulas e o vaso não é preenchido por doppler cor. Nestes casos o IR é de 1 (Pinheiro, 2020).

### 3.3.4. Estenose Intracraniana

A Ultrassonografia Doppler transcraniana (DTC) e a Ultrassonografia Doppler transcraniana codificada a cores (DTCC) são técnicas não invasivas e úteis na deteção e no seguimento de estenoses ou oclusões intracranianas, fornece informações adicionais sobre o estado hemodinâmico da circulação intracraniana, constituindo ainda um complemento fundamental ao estudo extracraniano. Durante a execução do exame, é essencial comparar as velocidades de fluxo entre os dois lados, uma vez que não devem diferir mais de 30 cm/s, e analisar as características da curva espectral, que fornecem informações sobre lesões proximais ou distais (Pinheiro, 2020; Jaiswal, et al., 2019).

O ecoDTC oferece vantagens como acessibilidade, baixo custo e capacidade de monitoramento em tempo real. A sensibilidade e especificidade do DTC na deteção de estenoses intracranianas variam dependendo da localização e gravidade da lesão, sendo geralmente mais eficaz na circulação anterior. Estudos indicam que este pode fornecer informações hemodinâmicas cruciais, complementando outras modalidades de imagem como a angiografia por ressonância magnética (Valaikiene et al., 2008).

Lesões proximais caracterizam-se por um arrastamento da curva, com pico sistólico menos definido, enquanto lesões distais apresentam curvas de menor amplitude e diástole reduzida. As estenoses intracranianas são classificadas em pouco significativas (<50%) ou significativas (>50%), consoante as velocidades de fluxo registadas e as repercussões hemodinâmicas associadas (Pinheiro, 2020).

### 3.3.5. Acidente Isquémico Transitório (AIT)

O AIT constitui uma urgência diagnóstica vascular, dado que o risco de evolução para AVC isquémico é particularmente elevado nos primeiros dias após o evento. A ultrassonografia cervico-craniana, e em especial o ecoDoppler dos vasos do pescoço, é crucial para identificar estenoses carotídeas ou vertebrais significativas e placas vulneráveis, determinantes no risco de recorrência.

Ao nível ultrassonográfico, encontrar estenose  $\geq 50\%$ , especialmente  $\geq 70\%$ , placas de baixa ecogenicidade ou ulceradas, ou sinais embólicos transitórios no TCD são achados que elevam substancialmente o risco de novo AIT ou AVC. Também o espessamento íntima-média (IMT) é marcador útil de aterosclerose e risco. Em contraste, doentes com estenose <50%,

sem sinais vulneráveis, têm benefício sobretudo do tratamento médico intensivo (Kleindorfer et al., 2021).

As diretrizes da AHA/ASA recomendam avaliação urgente e imagiologia precoce do doente com AIT, uma vez que o risco de AVC é mais elevado nas primeiras 48 horas; a ecografia cervico-craniana (ecoDoppler) é um exame de primeira linha para detetar estenose tratável da ACI (Naylor et al., 2023; Kleindorfer et al., 2021).

As recomendações europeias (ESVS 2023) reforçam a utilização de critérios hemodinâmicos e morfológicos na decisão terapêutica, e indicam janelas temporais para endarterectomia em estenoses sintomáticas que se aplicam à prática clínica do estágio.

Clinicamente, a urgência não é apenas técnica, mas terapêutica: a deteção precoce permite reduzir risco de AVC preveníveis por revascularização carotídea e otimização dos tratamentos farmacológicos e modificações de fatores de risco.

### **3.3.6. AVC Isquémico Cardioembólico**

O AVC isquémico cardioembólico resulta da migração de êmbolos originados no coração para a circulação cerebral, sendo a fibrilhação auricular (FA) a causa mais frequente identificável. Outros mecanismos incluem trombos atriais ou ventriculares em contexto de baixo débito (após enfarte, cardiomiopatia), próteses valvulares, endocardite ou trombo intracavitário. A etiologia cardioembólica tem implicações terapêuticas claras sobretudo a indicação de anticoagulação e um perfil clínico característico (início súbito, défice neurológico maximizado no início, maior tendência para AVCs de grande território e hemorragia secundária ao reperfusão). (George et al., 2024; Kleindorfer et al., 2021).

### **3.3.7. Hemorragia Subaracnoidea**

A hemorragia subaracnoidea (HSA) é uma emergência neurovascular caracterizada pelo extravasamento de sangue para o espaço subaracnoide, comumente causada pela rotura de um aneurisma sacular, embora traumatismos e malformações arteriovenosas possam também determinar HSA. A HSA tem elevada morbimortalidade e exige diagnóstico e gestão rápidos, incluindo estabilização inicial, neuroimagem para localizar a fonte de sangramento e decisões sobre tratamento endovascular ou cirúrgico da lesão causal (Hoh BL et al., 2023).

A fisiopatologia da HSA envolve além do efeito direto da hemorragia, respostas secundárias que condicionam o prognóstico: aumento da pressão intracraniana, défice de

perfusão cerebral, inflamação perivascular e risco de vasoespasmos e isquemia diferida (*Delayed Cerebral Ischemia* - DCI). O DCI é uma das principais causas de défice neurológico tardio após HSA e está fortemente associado a vasoespasmos arteriais e alterações microvasculares (Chan et al., 2021; Thilak et al., 2024).

O diagnóstico inicial da hemorragia subaracnoideia faz-se habitualmente através da tomografia computadorizada (TC) cerebral sem contraste, que apresenta elevada sensibilidade nas primeiras 24 a 72 horas após o evento. Quando a TC é negativa, mas a suspeita clínica permanece, a punção lombar continua a ser um exame de apoio essencial. Para identificar a causa do sangramento, como aneurismas ou malformações arteriovenosas, e planear a estratégia terapêutica, utilizam-se exames angiográficos: angiografia por TC (ATC), angiografia por ressonância magnética (ARM) e angiografia por subtração digital (ASD). Esta última mantém-se como o padrão-ouro, por fornecer maior detalhe anatómico e orientar de forma segura o tratamento endovascular quando necessário (Hoh BL et al., 2023; Steiner et al., 2013).

A neurosonologia, em particular o Doppler transcraniano (DTC), assume hoje um papel central na vigilância de doentes com hemorragia subaracnoideia. Trata-se de uma técnica portátil, não invasiva e facilmente repetível, que permite avaliar em tempo real as velocidades de fluxo nas principais artérias do polígono de Willis. Dessa forma, o DTC consegue identificar alterações hemodinâmicas sugestivas de vasoespasmos antes mesmo do aparecimento de défices clínicos, possibilitando intervenção mais precoce. As recomendações internacionais mais recentes apontam para a utilização sistemática do DTC como ferramenta de triagem e monitorização em centros que disponham de profissionais treinados e da infraestrutura adequada (Park et al., 2022; Hakim et al., 2024).

Na prática clínica, a interpretação do Doppler transcraniano segue critérios já bem estabelecidos. Quando avaliamos a artéria cerebral média (ACM), valores de velocidade média de fluxo (MFV) abaixo de 120 cm/s praticamente afastam a presença de vasoespasmos. Entre 120 e 149 cm/s considera-se um vasoespasmos ligeiro, entre 150 e 199 cm/s trata-se de um vasoespasmos moderado, e quando a velocidade atinge ou ultrapassa 200 cm/s, o quadro é compatível com vasoespasmos grave (Loomis et al., 2023; Westin et al., 2021).

Para diferenciar um verdadeiro vasoespasmos de uma situação de hiperemia (aumento global do fluxo cerebral sem estreitamento arterial), utiliza-se o chamado Índice de Lindegaard, que compara a velocidade na ACM com a velocidade na artéria carótida interna

extracraniana. Um valor acima de 3 já sugere vasoespasm; entre 3 e 6 indica vasoespasm ligeiro a moderado; e acima de 6 corresponde a vasoespasm grave (Loomis et al., 2023; Westin, 2021).

Embora técnicas como TC/CTA, MRA e DSA sejam mais precisas para avaliar diretamente o calibre vascular e delimitar estreitamentos, trata-se de exames pontuais, dependentes de transporte do doente e, muitas vezes, do uso de contraste ou radiação (Chan et al., 2021). O Doppler transcraniano, por sua vez, não substitui estas modalidades, mas acrescenta valor ao permitir monitorização seriada à beira do leito, detetando precocemente tendências hemodinâmicas sugestivas de vasoespasm. Estudos de revisão e meta-análises demonstram que velocidades persistentemente elevadas no DTC, sobretudo na artéria cerebral média, estão associadas a maior risco de isquemia cerebral tardia. Por essa razão, recomenda-se a integração do DTC com a avaliação clínica e a imagiologia anatómica, como parte de uma abordagem multimodal de vigilância e decisão terapêutica após hemorragia subaracnoideia (Schenck et al., 2025; Park et al., 2022).

### **3.3.8. Síndrome do Roubo da Subclávia**

Outro achado relevante durante o estágio foi a síndrome do roubo da subclávia, condição resultante de estenose ou oclusão significativa da artéria subclávia proximal, levando a fluxo retrógrado na artéria vertebral ipsilateral. Quando assintomático, o fenómeno é designado por roubo da subclávia, mas na presença de manifestações clínicas (como vertigem, síncope, alterações visuais ou disartria) passa a denominar-se síndrome do roubo da subclávia. A doença ocorre com maior frequência em indivíduos do sexo masculino e do lado esquerdo, estando a aterosclerose responsável por cerca de 95% dos casos. Outras etiologias incluem vasculites, dissecção da aorta torácica e, mais raramente, alterações congénitas do arco aórtico (D'Souza et al., 2025; Shankar et al., 2023; Vázquez et al., 2020).

O síndrome do roubo da subclávia é caracterizado por alterações progressivas do fluxo na artéria vertebral ipsilateral, geralmente secundárias a estenose ou oclusão proximal da artéria subclávia. No ecoDoppler, os achados iniciais incluem diminuição da velocidade e fluxo bifásico, podendo observar-se o sinal do “coelho” antes da reversão completa do fluxo; estes sinais podem ser acentuados com exercícios do braço ou inflação do manguito acima da pressão sistólica. Com a progressão, surge fluxo alternante e, finalmente, fluxo retrógrado sustentado na artéria vertebral (D'Souza et al., 2025).

A artéria subclávia proximal frequentemente não é visualizável adequadamente, enquanto a subclávia distal apresenta padrão parvus-tardus ou monofásico. Radiologicamente, a TC e a RM podem confirmar a estenose e auxiliar no planeamento terapêutico, complementando a avaliação funcional do Doppler. O tratamento depende da gravidade clínica, com angioplastia e stent sendo a primeira linha, reservando-se o bypass cirúrgico para casos seleccionados (Vázquez et al., 2020).

### **3.4. Casuística do Estágio**

O estágio decorreu entre 14/04/2025 e 30/06/2025, totalizando 330 horas, em regime prático-supervisionado. A aprendizagem desenvolveu-se progressivamente, iniciando-se com uma fase de observação e evoluindo para a realização e interpretação de exames com maior autonomia, sempre sob supervisão da equipa.

A população estudada incluiu doentes internados na UAVC e no Serviço de Medicina Interna, bem como utentes de consulta externa. Os critérios de inclusão abrangeram doentes com suspeita ou diagnóstico estabelecido de patologia cerebrovascular, distribuídos em: AVC isquémico, Estenose carotídea extracraniana, Estenose vertebro-basilar e Estenoses intracranianas.

Foram ainda acompanhados casos específicos de interesse clínico, como síndrome de roubo da subclávia, pesquisa de shunt direita-esquerda (FOP) por Doppler transcraniano com microbolhas, estudo das artérias temporais superficiais para exclusão de arterite de células gigantes e outros casos.

Os dados relativos à amostra foram inseridos, analisados e tratados com recurso ao programa Microsoft® Excel®. Procedeu-se a uma análise descritiva simples para a caracterização da amostra e distribuição das variáveis, tendo-se calculado a frequência absoluta (n) e relativa (%) para as variáveis qualitativas. Para as variáveis quantitativas foram calculadas a média, desvio-padrão, bem como os valores mínimos e máximos.

Relativamente às atividades realizadas no estágio, estas podem ser divididas em realização dos exames e posterior elaboração dos relatórios correspondentes. Ao longo do período de estágio foram recolhidos dados de exames de diagnóstico em ultrassonografia cerebrovascular, totalizando uma amostra de 214 indivíduos. O gráfico seguinte (Gráfico 1) reflete a relação entre os exames observados (85) e os realizados (129), evidenciando que participei de forma mais ativa na realização prática dos exames, com supervisão direta do meu

orientador. Relativamente à elaboração dos relatórios, apenas o primeiro, no primeiro dia de estágio, não foi realizado por mim, visto que se tratou de uma demonstração e explicação do procedimento.



**Gráfico 1:** Relação entre exames observados e realizados durante o estágio em ultrassonografia cerebrovascular.

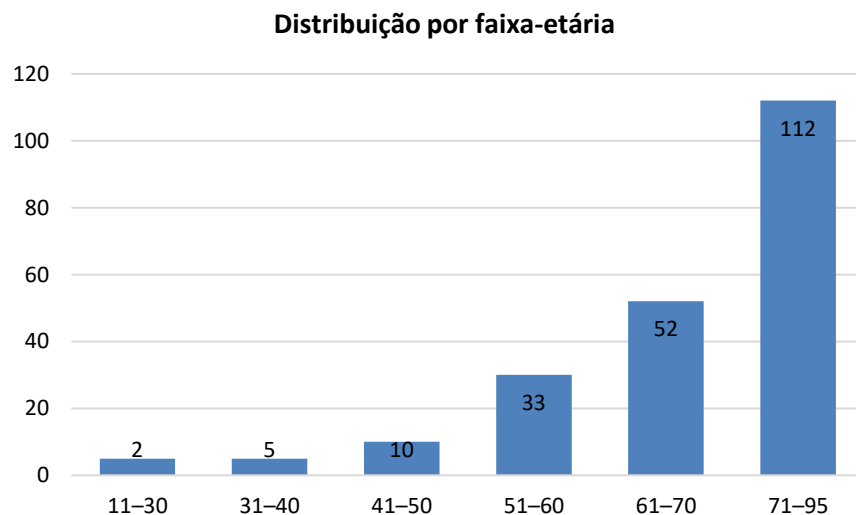
A maioria era do sexo masculino (59,8%; n = 128). A idade média foi de 70,2 ( $\pm$  15,7) anos, com idades compreendidas entre os 11 e os 95 anos. A maioria dos exames realizados ocorreu em contexto de internamento (69,2%; n = 148), sendo menor a proporção em regime de ambulatório (30,8%; n = 66).

Variável	Amostra (n = 214)	
Género	Masculino	128 (59,8%)
	Feminino	86 (40,2%)
Idade Média ( $\pm$ DP), [intervalo]	70,2 ( $\pm$ 15,7), [11–95]	
Contexto do exame:	Ambulatório	66 (30,8%)
	Internamento	148 (69,2%)

**Tabela 4:** Perfil demográfico da amostra e contexto dos estudos ultrassonográficos. Hospital de Vila Franca de Xira, 2025.

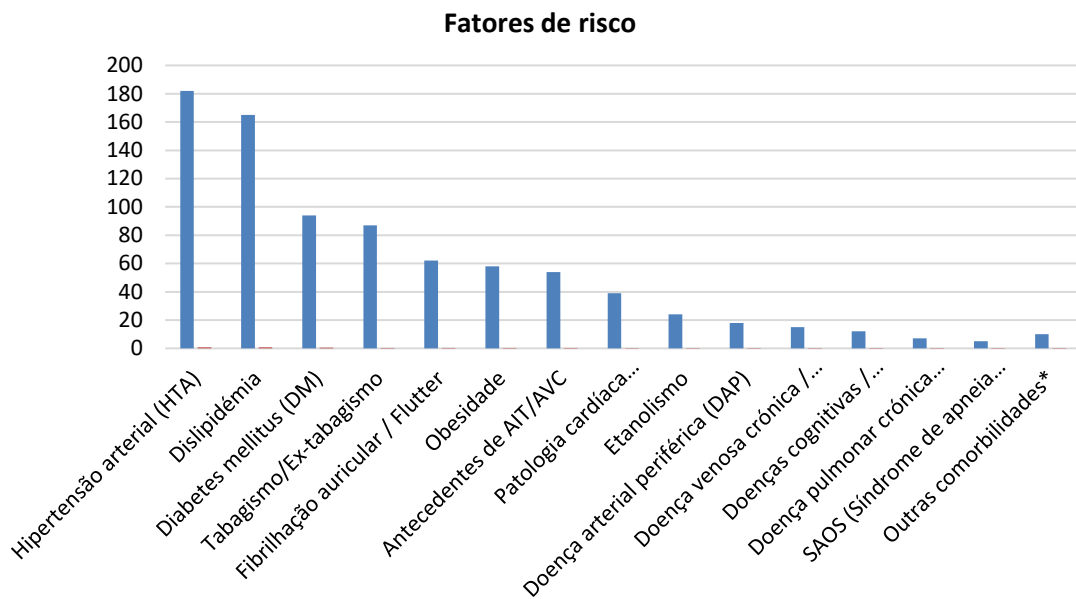
A distribuição etária dos indivíduos revelou uma predominância de doentes em idade avançada, refletindo o perfil epidemiológico esperado em populações submetidas a estudos de ultrassonografia cerebrovascular. Conforme ilustrado no gráfico seguinte (Gráfico 2), a maioria dos exames correspondeu a doentes com idades entre os 71 e 95 anos, seguidos pelos

grupos etários dos 61–70 e 51–60 anos. Os grupos mais jovens (11–30, 31–40 e 41–50 anos) apresentaram uma expressão residual, o que traduz o impacto cumulativo dos fatores de risco cardiovasculares e o aumento da incidência das doenças aterotrombóticas com o envelhecimento.



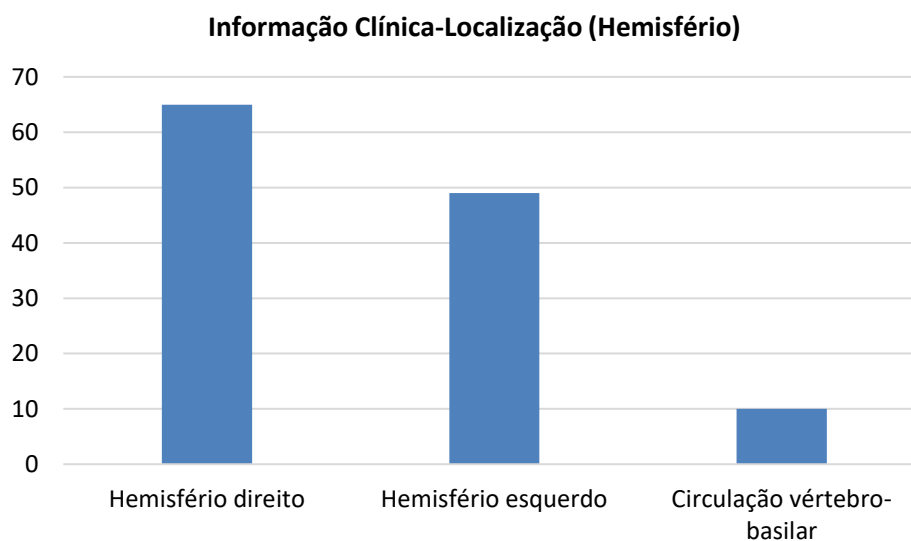
**Gráfico 2:** Distribuição da amostra por faixa etária (n = 214).

O gráfico 3 representa os fatores de risco e antecedentes pessoais observados, que refletem o perfil clínico esperado em doentes submetidos a ultrassonografia cerebrovascular, com predomínio das doenças cardiovasculares clássicas, frequentemente associadas entre si. Destaca-se a hipertensão arterial como a condição mais prevalente, seguida da dislipidémia, da diabetes mellitus, do tabagismo/ex-tabagismo e da fibrilhação auricular/flutter. Estes cinco fatores concentram a maioria da carga de risco, evidenciando a sua relevância na estratificação clínica. Outros fatores, como a obesidade, o etanolismo, a patologia cardíaca estrutural/isquémica e os antecedentes de AIT/AVC, apareceram de forma consistente sublinhando a natureza multifatorial do risco cerebrovascular.



**Gráfico 3:** Distribuição dos fatores de risco e antecedentes pessoais nos doentes submetidos a ultrassonografia cerebrovascular

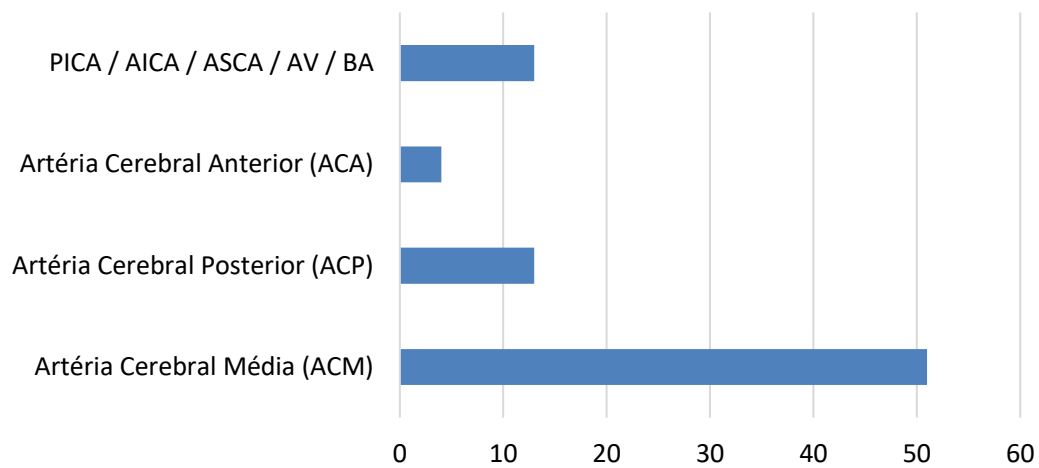
No gráfico seguinte (gráfico 4) está apresentada a localização das lesões cerebrovasculares identificadas na informação clínica dos doentes avaliados (AVC isquémico/AIT). Verificou-se um predomínio das lesões no hemisfério direito, seguidas do hemisfério esquerdo, e um número inferior de casos na circulação vértebro-basilar. Na informação clínica de alguns dos pacientes, não era apresentada nenhuma localização específica, motivo pelo qual não foram incluídos nesta análise



**Gráfico 4:** Distribuição das localizações das lesões cerebrovasculares observadas nos exames de ultrassonografia

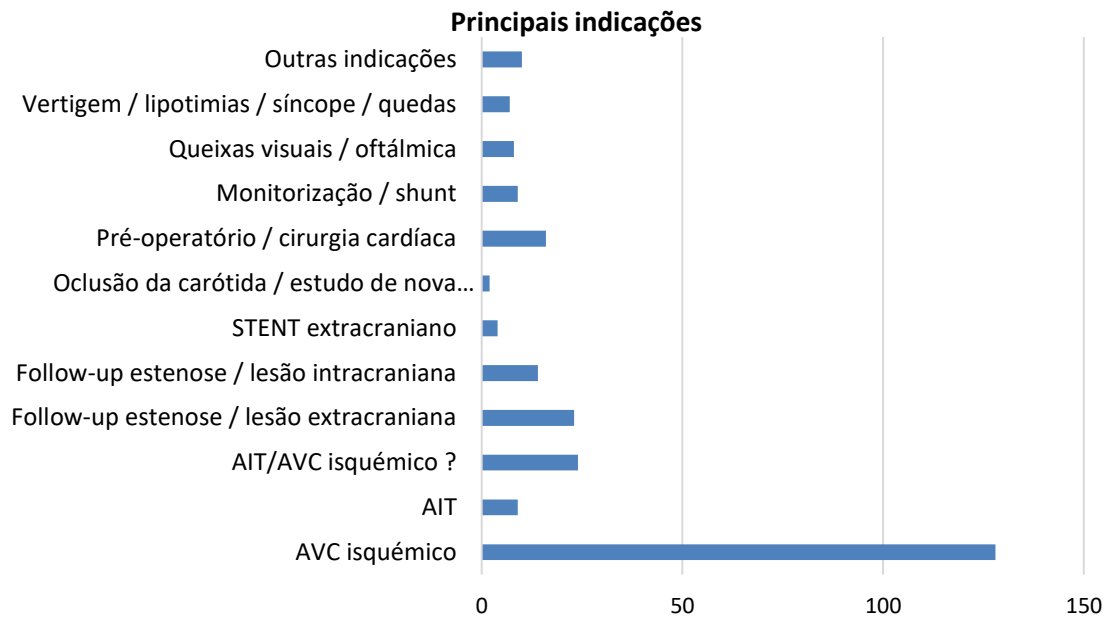
No gráfico seguinte (Gráfico 5) está apresentada a distribuição dos eventos isquémicos conforme o território arterial envolvido. Observou-se uma predominância significativa de lesões na Artéria Cerebral Média (ACM), seguidas pelas localizações na Artéria Cerebral Posterior (ACP) e nas artérias PICA/AICA/ASCA/AV/BA, representando a circulação posterior. A Artéria Cerebral Anterior (ACA) apresentou menor expressão.

#### Informação Clínica - Localização Arterial do AVC Isquémico



**Gráfico 5:** Distribuição percentual dos eventos isquémicos conforme o território arterial afetado (n = 92).

Do total de 214 exames de ultrassonografia cerebrovascular realizados (Gráfico 6), a maioria foi solicitada devido a AVC isquémico isolado (59,8%; n = 128), seguido de suspeita de AIT/AVC isquémico (11,2%; n = 24) e Follow-up de estenose/lesão extracraniana (10,7%; n = 23). Outras indicações frequentes incluíram Pré-operatório de cirurgia cardíaca (7,5%; n = 16), Follow-up de estenose/lesão intracraniana (6,5%; n = 14), Monitorização por shunt (4,2%; n = 9), Queixas visuais / oftálmica (3,7%; n = 8) e Vertigem / lipotimias / síncope / quedas (3,3%; n = 7). As indicações restantes, como STENT extracraniano, oclusão da carótida e outras causas diversas, totalizaram 4,7% (n = 10). Estes dados refletem a predominância de AVC isquémico e follow-up de estenoses vasculares como principais motivos para a realização de exames de ultrassonografia cerebrovascular na unidade.

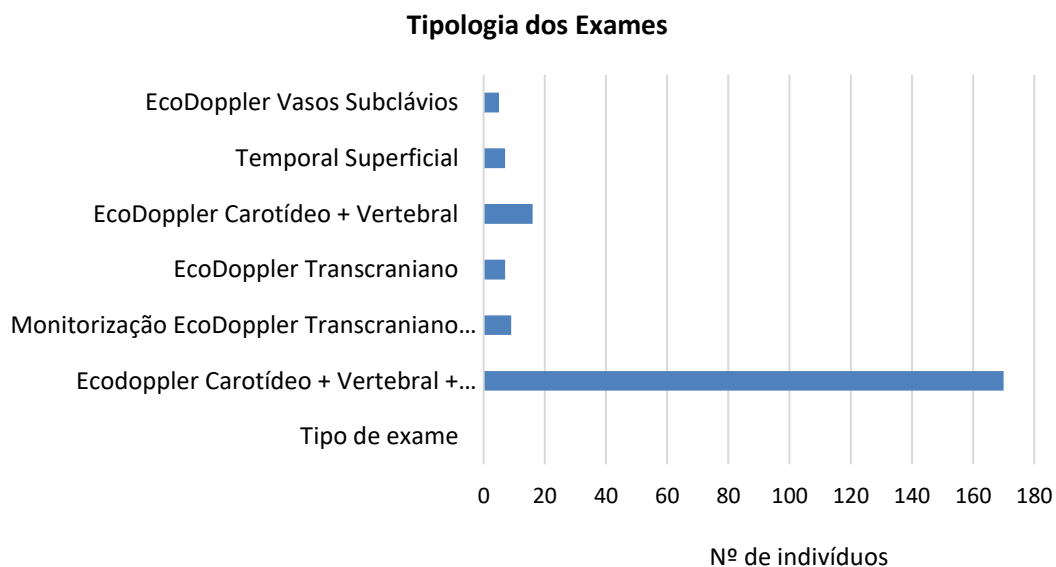


**Gráfico 6:** indicações clínicas para exames de ultrassonografia cerebrovascular realizados (n = 214).

Variável	N	%
<b>Doenças cerebrovasculares</b>		
<b>AVC isquémico</b>	128	59,8%
<b>AIT</b>	9	4,2%
<b>AIT/AVC isquémico?</b>	24	11,2%
<b>Follow-up estenose / lesão extracraniana</b>	23	10,7%
<b>Follow-up estenose / lesão intracraniana</b>	14	6,5%
<b>STENT extracraniano</b>	4	1,9%
<b>Oclusão da carótida / estudo de nova lesão TC</b>	2	0,9%
<b>Pré-operatório / cirurgia cardíaca</b>	16	7,5%
<b>Monitorização / shunt</b>	9	4,2%
<b>Queixas visuais / oftálmica</b>	8	3,7%
<b>Vertigem / lipotimias / síncope / quedas</b>	7	3,3%
<b>Outras indicações</b>	10	4,7%
<b>Total</b>	214	100%

**Tabela 5:** Distribuição das indicações clínicas para exames de ultrassonografia cerebrovascular realizados na Unidade de Neurosonologia do Hospital Xira.

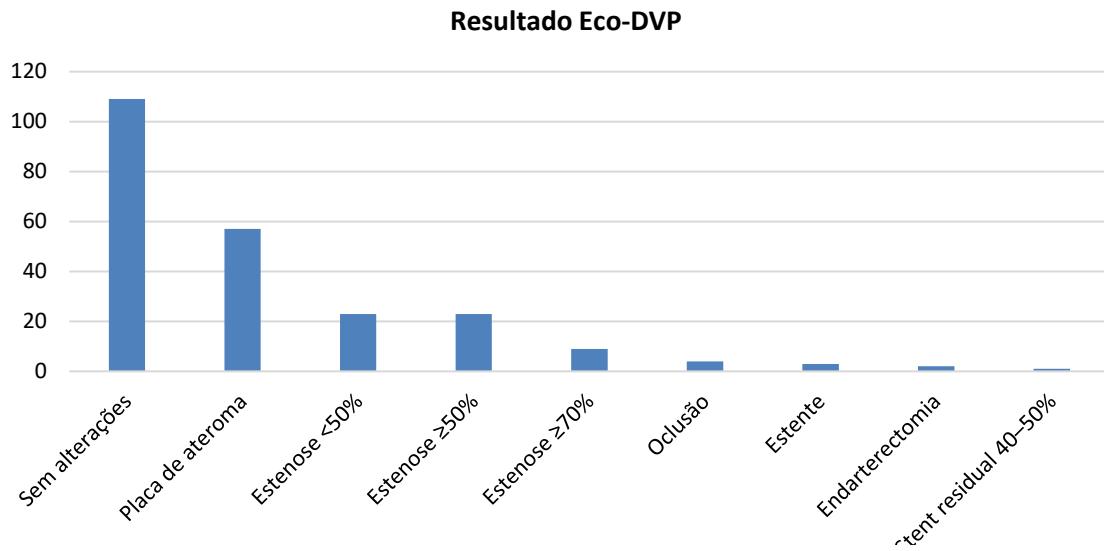
Do total de exames realizados no laboratório de neurosonologia durante o período de estágio (Gráfico 7 e Apêndice 4), o Ecodoppler Carotídeo, Vertebral e Transcraniano foi a combinação mais frequentemente executada, correspondendo a 79,4% dos exames (n = 170). Seguiu-se o EcoDoppler Carotídeo e Vertebral com 7,5% (n = 16), a Monitorização por EcoDoppler Transcraniano para deteção de Shunt com 4,2% (n = 9), o EcoDoppler Transcraniano isolado e a Temporal Superficial com 3,3% cada (n = 7), e, por último, o Ecodoppler dos Vasos Subclávios com 2,3% (n = 5). Estes dados refletem que os exames combinados envolvendo carotídeo, o Vertebral e o Transcraniano constituem a prática predominante no laboratório, evidenciando a prioridade na avaliação do sistema cerebrovascular e a diversidade de técnicas empregues para investigação vascular e deteção de shunts.



**Gráfico 7:** Tipologia dos exames de neurosonologia realizados no laboratório.

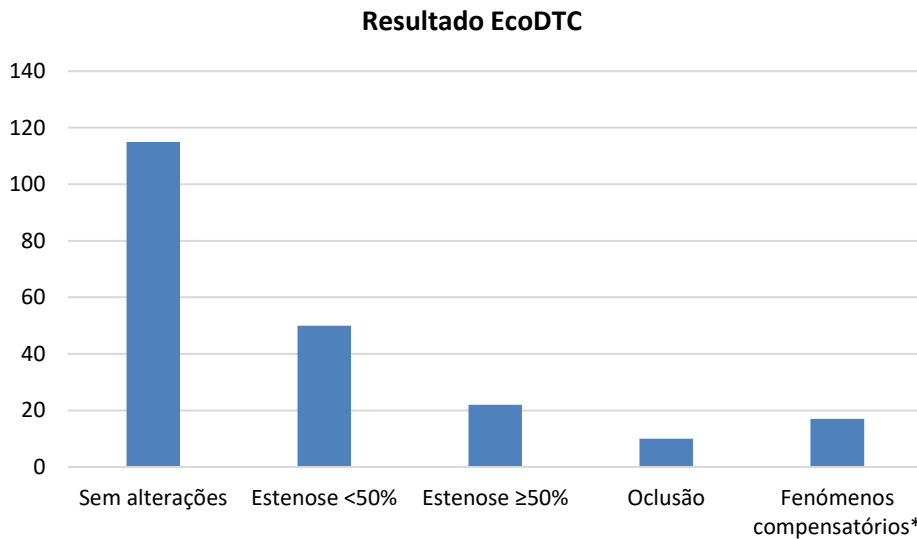
Na análise dos resultados obtidos pelo ECO DVP, a maioria dos exames revelou ausência de alterações significativas (109/214; 50,9%), seguida da identificação de placas de ateroma em 57 exames (26,6%). Foram detetadas 23 estenoses ligeiras (<50%; 10,7%) e 23 estenoses significativas (≥50%; 10,7%), incluindo 9 casos com estenose ≥70% (4,2%). A oclusão carotídea foi documentada em 4 exames (1,9%). Durante o internamento, procedeu-se à revascularização carotídea em alguns doentes, com 3 implantações de stent, 2 endarterectomias, 1 stent Tressidual de 40–50% e 2 exames com trombo, incluindo 1 caso com trombo associado a estenose de 40-50%. Estes resultados evidenciam que, apesar da maioria

dos vasos se encontrarem normais ou com alterações ligeiras, existe uma proporção significativa de estenoses e intervenções de revascularização, destacando a importância da monitorização e avaliação ultrassonográfica.



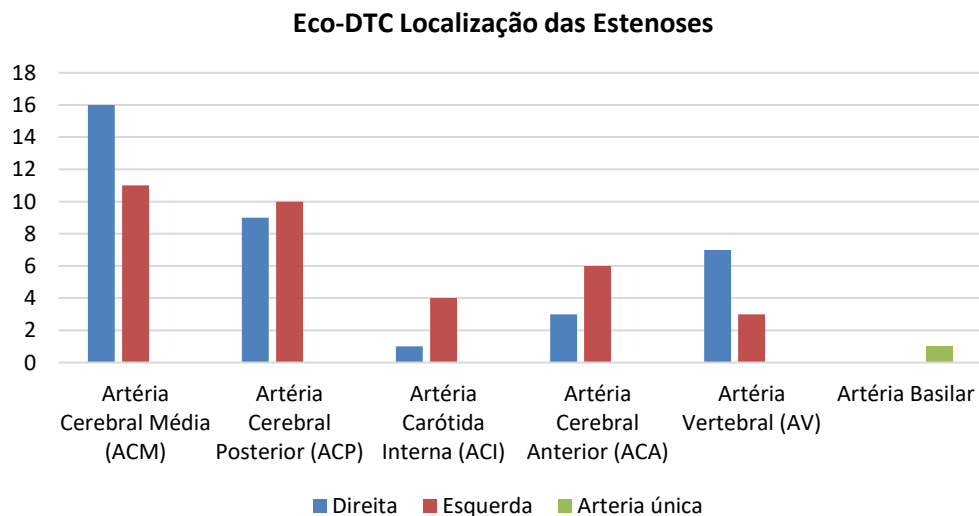
**Gráfico 8:** Frequência dos diferentes achados ultrassonográficos carotídeos em pacientes internados e em ambulatório.

Na avaliação da circulação vertebrobasilar pelo Eco-DTC, a maioria dos exames revelou ausência de alterações hemodinâmicas (115/214; 53,7%). Foram identificadas 50 estenoses ligeiras (<50%; 23,4%) e 22 estenoses significativas (≥50%; 10,3%). A oclusão de pelo menos uma artéria vertebrobasilar foi documentada em 10 exames (4,7%). Observou-se ainda evidência de ativação dos mecanismos compensatórios, através das circulações comunicante anterior, comunicante posterior, pial e artéria oftálmica, em 17 exames (7,9%). Estes dados evidenciam que, embora a maioria dos vasos se encontre dentro da normalidade, existe uma proporção significativa de estenoses, oclusões e fenómenos compensatórios que reforçam a importância da avaliação cuidadosa da circulação posterior no internamento e em situações de urgência. O Gráfico 7 apresenta a distribuição detalhada destes achados.



**Gráfico 9:** Frequência dos diferentes achados do EcoDTC na circulação vertebrobasilar em internamento e ambulatório.

O gráfico seguinte (Gráfico 10) apresenta a distribuição das estenoses intracranianas identificadas na conclusão dos relatórios técnicos do Ecodoppler Transcraniano Codificado a Cores (EcoDTC). Foram encontradas alterações em várias artérias do polígono de Willis e da circulação vertebrobasilar. As estenoses localizaram-se principalmente na Artéria Cerebral Média (ACM; n=27), Artéria Cerebral Posterior (ACP; n=19), Artéria Cerebral Anterior (ACA; n=9) e Artéria Carótida Interna (ACI; n=5). Na circulação posterior, observaram-se sete estenoses na Artéria Vertebral Direita (AVD), três na Artéria Vertebral Esquerda (AVE) e uma na Artéria Basilar. Estes achados totalizam 70 estenoses/oclusões, correspondendo a 32,7% dos exames realizados (70/214). O predomínio das alterações na ACM e ACP confirma a relevância da avaliação hemodinâmica detalhada dessas artérias nos doentes submetidos a estudo de EcoDTC.



**Gráfico 10:** Localização e lateralidade das estenoses intracranianas observadas por EcoDTC.

## **4. Estudo de casos**

Durante o estágio na Unidade de Neurosonologia acompanhei diversos doentes, mas destaco dois casos pela sua relevância diagnóstica e pelo valor formativo que representam, sobretudo quando comparados às realidades europeia e africana. Ambos os casos seguidamente expostos foram redigidos em observância aos princípios gerais das guidelines CARE - CAse REports (Riley et al., 2017).

O primeiro caso corresponde a uma estenose crítica da artéria carótida interna esquerda, com repercussão hemodinâmica no território de barreira ACM/ACP. A associação de exames de imagem (TC e Angio-TC) à avaliação funcional pelo Doppler carotídeo e transcraniano foi decisiva para documentar a gravidade da lesão e orientar a opção cirúrgica (endarterectomia). O seguimento ultrassonográfico pós-operatório confirmou a eficácia da intervenção e a normalização dos fluxos, ilustrando a utilidade clínica da neurosonologia no diagnóstico, decisão terapêutica e follow-up.

O segundo caso diz respeito a um doente jovem com anemia falciforme, patologia altamente prevalente em Angola e fortemente associada a complicações cerebrovasculares precoces. A ultrassonografia transcraniana revelou velocidades compatíveis com vasculopatia falciforme e risco elevado de AVC, sublinhando o papel deste exame como ferramenta de rastreio e prevenção. Apesar de ser o padrão-ouro em contextos europeus e norte-americanos, permanece subutilizado em África, onde poucos serviços dispõem de Doppler carotídeo ou transcraniano de rotina.

Em conjunto, os dois casos- estenose aterosclerótica da ACI tratada cirurgicamente e vasculopatia falciforme com risco de AVC precoce, refletem tanto a diversidade como a urgência dos desafios em neurosonologia. Mostram como a ultrassonografia vascular se consolida como ferramenta essencial, quer em contextos de alta tecnologia europeia, quer em realidades africanas ainda carentes de estudos epidemiológicos e de acesso a métodos diagnósticos estruturados.

### **4.1. Caso clínico I - Estenose crítica da carótida interna esquerda**

#### **4.1.1. Enquadramento teórico**

O acidente vascular cerebral (AVC) representa uma das principais causas de

morbilidade e mortalidade em Portugal e a nível mundial, sendo que aproximadamente 80% dos casos são de natureza isquémica (Naylor et al., 2023). Entre as diversas etiologias, a aterosclerose da artéria carótida interna (ACI) assume particular relevância, sobretudo em doentes com fatores de risco cardiovascular clássicos, como hipertensão arterial, dislipidemia, diabetes mellitus e tabagismo (Correia et al., 2022).

A formação de placas ateromatosas no bulbo carotídeo pode conduzir a estenoses críticas e fenómenos embólicos, constituindo um dos principais mecanismos fisiopatológicos de AVC aterotrombótico de grande vaso (Adams et al., 1993). Para além do grau de estenose, a morfologia da placa, nomeadamente a presença de ulceração, hemorragia intraplaca ou trombo mural, são fatores de instabilidade que aumentam o risco de eventos neurológicos (Sevco et al., 2024).

De acordo com o estudo de Rathburn et al. (2024), a utilização do sistema de classificação etiológica TOAST (Trial of Org 10172 in Acute Stroke Treatment) continua a ser fundamental na avaliação clínica detalhada dos AVC isquémicos, permitindo distinguir os eventos em cinco subtipos principais.

Esta classificação é amplamente aplicada em contextos hospitalares e de investigação em Portugal, incluindo no Hospital de Vila Franca de Xira, permitindo correlacionar achados clínicos, imagiológicos e hemodinâmicos para orientar intervenção terapêutica e prevenção de recorrência. O subtipo de aterosclerose de grandes vasos caracteriza-se por evidência clínica de envolvimento cortical, lesões corticais em TC/RM e angio TC/RM/Doppler carotídeo ou transcraniano sugerindo estenose > 50% no território afetado, com placas de ateroma localizando-se frequentemente nas bifurcações e tortuosidades. O subtipo cardioembólico refere-se à oclusão de uma artéria cerebral por êmbolos de origem arterial (artéria a artéria em 33% dos casos, com placas de ateroma extracranianas cervicais em 70% ou intracranianas em 30%) ou cardíaca (34% dos casos), em que coágulos formados no coração entram na circulação e ocluem vasos de menor calibre (Rathburn et al., 2024).

A oclusão de pequenos vasos (lacunares) ocorre quando há estenose ou oclusão de vasos perfurantes, como as artérias lentículo-estriadas, geralmente associada a história de hipertensão e diabetes, sem envolvimento cortical. O subtipo de etiologia conhecida inclui situações sem fatores de risco ateroscleróticos habituais, mas com doença sistémica associada ou histórico familiar de AVC, como disseções arteriais, enxaqueca, vasculites, trombose venosa ou doenças hematológicas. Finalmente, a etiologia desconhecida abrange casos em

que existem duas ou mais causas potenciais, quando a avaliação é negativa ou quando o estudo ainda está incompleto.

O reconhecimento precoce dos sinais de AVC é fundamental para reduzir mortalidade e incapacidade. Em Portugal, a “Via Verde AVC” constitui um protocolo estruturado que permite o encaminhamento rápido do doente para unidades especializadas, maximizando a janela terapêutica. Os principais sinais e sintomas podem ser identificados pelo mnemónico internacional *FAST (Face-Arm-Speech-Time)*, que avalia simetria facial, força nos membros, fala e tempo de início dos sintomas. Alterações como hemiparesia, disartria, afasia, défices visuais ou sensoriais devem motivar ativação imediata do 112 e referência hospitalar urgente (Costa et al., 2020; Antunes et al., 2024).

A integração da avaliação clínica, imagiológica e ultrassonográfica permite estratificar o risco, guiar a intervenção terapêutica e prevenir recorrência. A ultrassonografia Doppler carotídea e transcraniana destaca-se como exame de primeira linha, pela sua capacidade de quantificar estenoses, avaliar morfologia de placas e analisar repercussão hemodinâmica a jusante. O diagnóstico precoce e a monitorização seriada são fundamentais para decisões terapêuticas, incluindo endarterectomia carotídea ou *stenting*, especialmente em casos sintomáticos com estenose crítica (Takekawa et al., 2022).

Do ponto de vista terapêutico, a endarterectomia carotídea (EAC) demonstrou, em ensaios clínicos de referência (NASCET, ECST), benefício significativo em doentes sintomáticos com estenoses graves (>70%), reduzindo de forma relevante o risco de recorrência de AVC ipsilateral (Orrapin et al., 2017). Trata-se de um procedimento cirúrgico com risco perioperatório que deve ser ponderado individualmente.

Em Portugal, a realização de EAC enfrenta desafios operacionais. Um estudo realizado no Hospital de Santa Marta, em Lisboa, revelou que a mediana do tempo de espera entre o evento neurológico e a cirurgia foi de 27,5 dias, com apenas 21,7% dos doentes operados nos primeiros 14 dias após o evento (Rodrigues et al., 2015). Os maiores atrasos ocorreram no encaminhamento para cirurgia vascular e na realização de exames de imagem vascular, indicando a necessidade de estratégias para otimizar os tempos de espera e melhorar os resultados clínicos.

Além da realidade portuguesa, a situação em países da África Subsaariana apresenta desafios ainda mais complexos. Estudos mostram que até 69% dos pacientes com AVC isquémico podem apresentar estenose carotídea significativa, sendo a deteção precoce

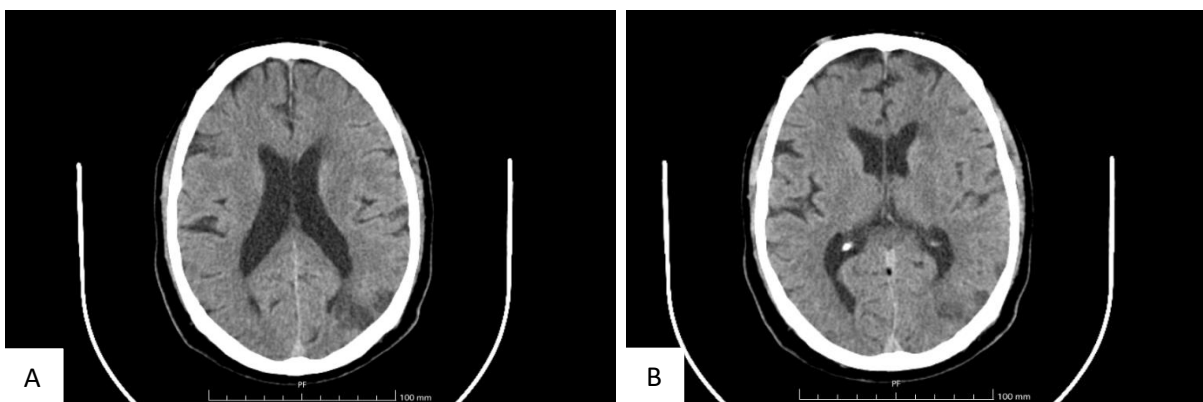
frequentemente limitada pela falta de triagem sistemática e recursos de imagem adequados (Maryam et al., 2024). Em Angola e em outras regiões africanas, a realização de EAC é rara devido à escassez de infraestrutura hospitalar e à limitada formação especializada. A maioria dos pacientes recebe apenas tratamento clínico, muitas vezes insuficiente para prevenir recorrências de AVC. Essa realidade é consistente com dados de Uganda e de outras regiões da África Subsaariana, onde a falta de acesso a exames de imagem e profissionais treinados limita significativamente a implementação de intervenções cirúrgicas (Legio et al., 2023).

Portanto, enquanto em Portugal existem desafios relacionados aos tempos de espera e à otimização dos processos de referência para EAC, em países africanos a principal limitação é a falta de recursos e formação especializada, comprometendo a implementação de intervenções cirúrgicas eficazes para o tratamento de estenoses carotídeas e prevenção de AVCs recorrentes.

#### 4.1.2. Caso clínico

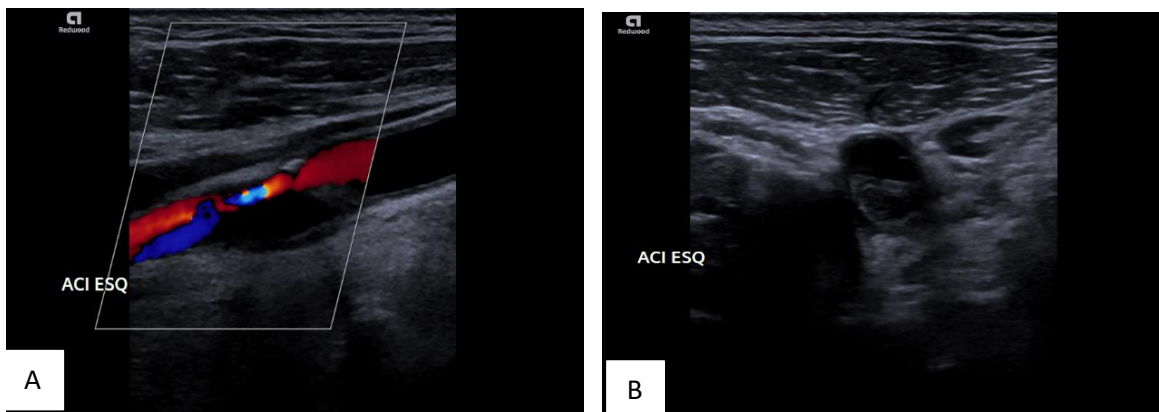
Doente do sexo masculino, 61 anos, dextro, vigilante de profissão, com antecedentes de hipertensão arterial, dislipidemia, obesidade, síndrome de apneia obstrutiva do sono ligeira e tabagismo ativo de longa data. Independente para todas as atividades da vida diária (mRS 0). A 28/02/2025 iniciou défice motor ligeiro do membro superior direito, associado a alterações discretas da fala (dificuldade em iniciar palavras, gaguez transitória). Recorrendo ao serviço de urgência a 03/03/2025, encontrava-se consciente, orientado e colaborante, sem défices neurológicos evidentes no exame objetivo.

A TC cerebral (04/03) evidenciou área hipodensa occipital/parietal esquerda compatível com enfarte isquémico recente.

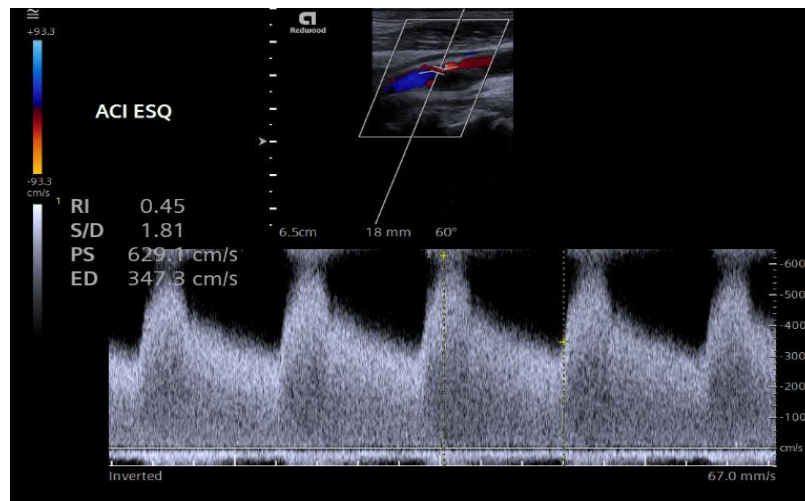


**Figura 4:** Caso clínico I. Imagens A e B- TC cerebral realizada em 04/03, evidenciando área hipodensa occipital/parietal esquerda compatível com enfarte isquémico recente (imagem obtida no serviço de imagiologia do Hospital de Vila Franca de Xira, 2025).

O EcoDoppler carotídeo (06/03) revelou estenose crítica (>90%) da ACI esquerda, com padrões espectrais de aceleração marcada e sinais sugestivos de instabilidade da placa.

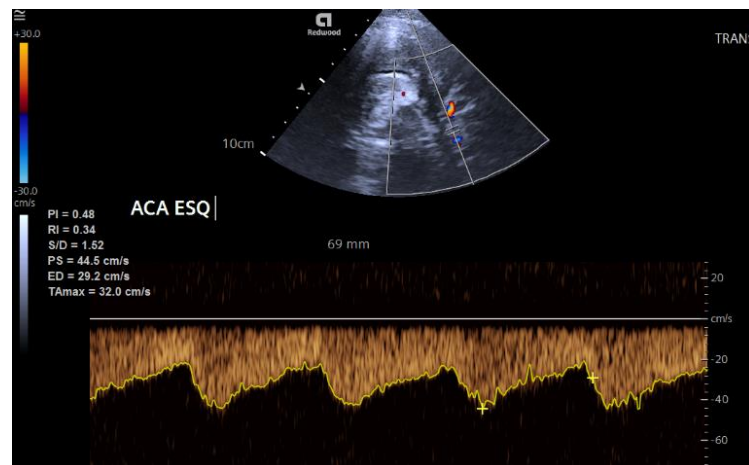


**Figura 5:** Imagem (A) EcoDoppler dos vasos do pescoço, em plano longitudinal da artéria carótida interna esquerda (ACI), evidenciando estenose crítica (>90%), com visualização da placa aterosclerótica e fluxo sanguíneo codificado a cores (vermelho e azul) nos vasos cervicais. Imagem (B) em plano transversal da mesma artéria, destacando irregularidade da superfície da placa aterosclerótica, com sinais sugestivos de instabilidade (imagens obtidas no laboratório de Neurosonologia do Hospital de Vila Franca de Xira, 2025).



**Figura 6:** Caso clínico I - Ecodoppler carotídeo realizado em 06/03, espectro da artéria carótida interna esquerda com padrões de aceleração marcada e sinais sugestivos de instabilidade da placa. Registado pico sistólico (PS) de 629,1 cm/s, velocidade diastólica final (ED) de 347,3 cm/s e índice de resistência (IR) de 0,45 (imagem obtida no laboratório de Neurosonologia do Hospital de Vila Franca de Xira, 2025).

O estudo transcraniano demonstrou curva espectral achatada na circulação anterior esquerda, consistente com repercussão hemodinâmica significativa.



**Figura 7:** Caso clínico I - Doppler transcraniano; Imagem espectral da artéria cerebral anterior (ACA) esquerda, registada a uma profundidade de 69 mm, evidenciando curva espectral achatada, consistente com repercussão hemodinâmica significativa. Valores obtidos: pico sistólico (PS) de 44,5 cm/s, velocidade diastólica final (ED) de 29,2 cm/s e índice de resistência (IR) de 0,34 (imagem obtida no laboratório de Neurosonologia do Hospital de Vila Franca de Xira, 2024).

A angio-TC crânio-carotídea (10/03) confirmou estenose grave da ACI esquerda (~90%), segundo os critérios NASCET.



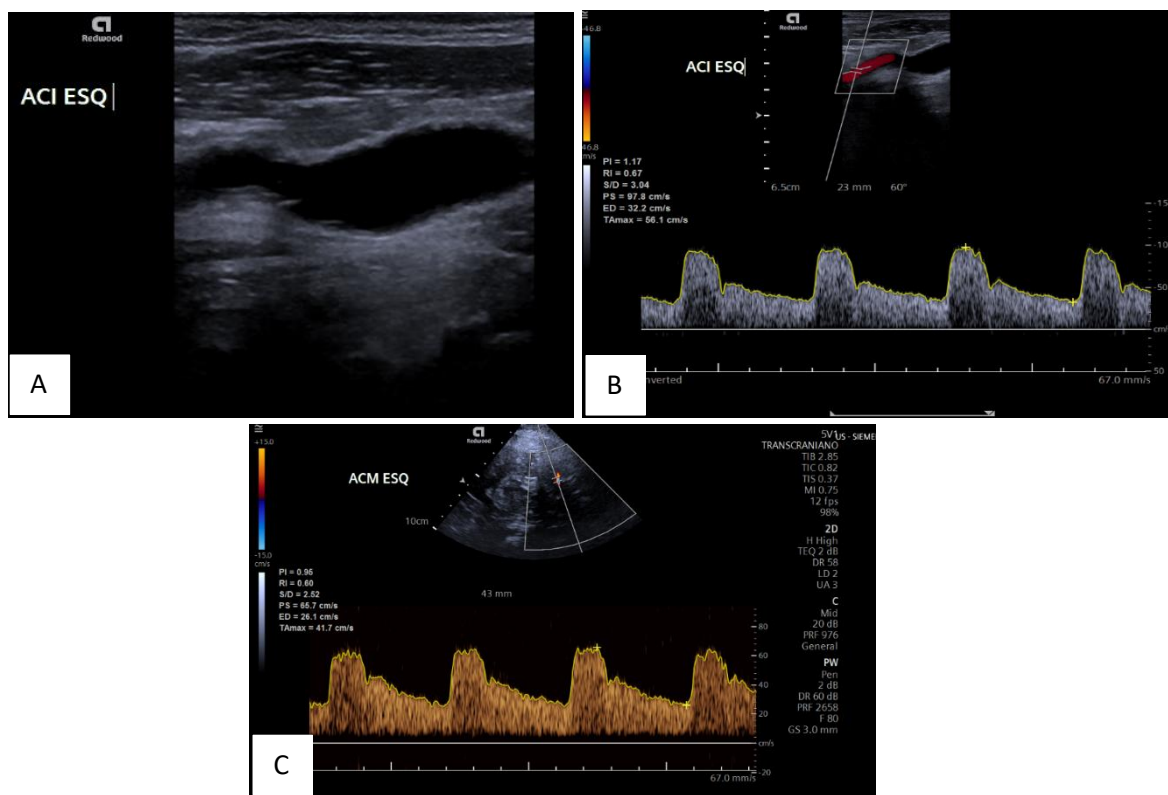
**Figura 8:** Caso clínico I - AngioTC crânio-carotídea. Reconstrução tridimensional (3D) evidenciando estenose grave (~90%) da artéria carótida interna esquerda, confirmando os achados do estudo ultrassonográfico prévio (imagem obtida no serviço de imagiologia do Hospital de Vila Franca de Xira, 2025).

O ecocardiograma transtorácico mostrou hipertrofia concêntrica do ventrículo esquerdo, função sistólica preservada (FEVE 52%) e aurícula esquerda discretamente dilatada, sem evidência de fonte cardioembólica.

Foi instituída dupla antiagregação plaquetária (AAS + Clopidogrel), estatina em dose alta e profilaxia tromboembólica. O doente foi referenciado para cirurgia vascular, tendo realizado endarterectomia carotídea esquerda a 21/03/2025 no Hospital de Santa Marta.

A evolução pós-operatória decorreu sem intercorrências, mantendo independência funcional (mRS 0).

O exame de follow-up por EcoDoppler carotídeo e transcraniano (25/06/2025) demonstrou boa permeabilidade da artéria operada, ausência de restenose e normalização dos fluxos intracranianos.



**Figura 9:** Caso clínico I - Estudo de follow-up após endarterectomia carotídea esquerda. Imagem (a) ecodoppler carotídeo em plano longitudinal da artéria carótida interna esquerda, evidenciando lúmen arterial pérvio, sem presença de placas ateroscleróticas ou sinais de reestenose. Imagem (b) espectro Doppler da mesma artéria, demonstrando velocidades normalizadas: pico sistólico (PS) de 97,8 cm/s, velocidade diastólica final (ED) de 32,2 cm/s, índice de resistência (IR) de 0,67 e índice de pulsatilidade (PI) de 1,17. Imagem (c) Doppler transcraniano da artéria cerebral média (ACM) esquerda, apresentando curva espectral com padrão hemodinâmico regular, valores de PS 65,7 cm/s, ED 26,1 cm/s e IR 0,60, compatíveis com normalização dos fluxos intracranianos (imagens obtidas no laboratório de neurosonologia do Hospital de Vila Franca de Xira, 2024). no laboratório de neurosonologia do Hospital de Vila Franca de Xira, 2025).

### 4.1.3. Discussão do Caso

O acidente vascular cerebral (AVC) isquémico representa cerca de 80 % de todos os AVCs em Portugal e na Europa, constituindo uma das principais causas de incapacidade e mortalidade prematura (Antunes et al., 2024; Bonati et al., 2021).

A aterosclerose da artéria carótida interna (ACI), particularmente em doentes com fatores de risco clássicos, hipertensão arterial, dislipidemia, tabagismo e obesidade, é reconhecida como um dos principais mecanismos etiológicos dos AVCs de grandes vasos (Naylor et al., 2023).

No presente caso, o doente apresentava múltiplos fatores de risco cardiovascular: hipertensão arterial, dislipidemia, obesidade, síndrome de apneia obstrutiva do sono e tabagismo ativo. Estes fatores estão amplamente descritos como determinantes na progressão da aterosclerose carotídea e no risco de AVC isquémico.

A hipertensão arterial é o fator mais fortemente associado a AVC em todo o mundo, responsável por aproximadamente metade da carga global de AVC (O'Donnell et al., 2016). O tabagismo, presente neste doente de longa data, duplica o risco de AVC isquémico e potencia o efeito da hipertensão e da dislipidemia (Peters et al., 2013). A dislipidemia, particularmente níveis elevados de LDL-colesterol, está implicada na formação e instabilidade das placas carotídeas, sendo alvo prioritário de intervenção com estatinas (Baigent et al., 2010). A obesidade contribui para um estado inflamatório crónico e resistência à insulina, aumentando a probabilidade de eventos aterotrombóticos (Müller-Nedebock et al., 2021). Além disso, a síndrome de apneia obstrutiva do sono, ainda que ligeira, associa-se a maior risco de hipertensão resistente e eventos cerebrovasculares, sobretudo pela hipóxia intermitente e ativação simpática (Arzt et al., 2005).

A coexistência destes fatores exerce efeito sinérgico, acelerando a formação de placas instáveis e aumentando o risco de AVC precoce e recorrente. Assim, a abordagem deste doente ilustra a importância da estratificação multifatorial do risco, indo além da avaliação isolada do grau de estenose carotídea.

No presente caso, o défice neurológico inicial foi transitório, mas a TC revelou enfarte isquémico recente em território ACM/ACP, compatível com mecanismo embólico ou hipoperfusão secundária à estenose grave.

O padrão imagiológico observado - enfarte em território de fronteira ACM/ACP,

sugere mecanismo misto de embolização distal e hipoperfusão hemodinâmica. Estudos recentes reforçam que a estenose crítica da ACI, quando associada a colaterais insuficientes, pode reduzir a perfusão cerebral distal, favorecendo lesões em zonas limítrofes (Nogles et al., 2023). Neste contexto, o conceito de núcleo isquémico e penumbra torna-se crucial: enquanto o núcleo representa tecido irreversivelmente lesado, a penumbra mantém viabilidade temporária e pode ser salva se a reperfusão for restabelecida atempadamente (Nogles et al., 2023).

Além do grau da estenose, a morfologia da placa carotídea é determinante no risco de AVC. Placas com superfície irregular, ulceração, hemorragia intraplaca ou hipogenicidade têm risco acrescido de embolização (Prati P et al., 2011). Link

Condições não ateroscleróticas como a membrana carotídea (carotid web), também têm emergido como causa subestimada de AVC isquémico, particularmente em mulheres jovens. Apesar de rara (prevalência ~1,2%), esta entidade tem sido cada vez mais reconhecida como responsável por AVCs criptogénicos recorrentes. O tratamento pode envolver endarterectomia ou stenting, embora ainda não exista consenso sobre a melhor abordagem (Ren et al., 2022).

No presente caso, o EcoDoppler carotídeo evidenciou sinais sugestivos de instabilidade da placa, reforçando a indicação cirúrgica precoce.

Estudos observacionais demonstram que o risco de recorrência de AVC em doentes com estenose carotídea sintomática pode atingir 7,5 % no primeiro mês se não tratados cirurgicamente (Strömberg et al., 2015). A análise conjunta dos ensaios NASCET e ECST confirmou que a endarterectomia em estenoses  $\geq 70\%$  reduz de forma significativa o risco de AVC ipsilateral, sobretudo quando realizada nas duas primeiras semanas após o evento (Rothwell et al., 2003). Estes achados sustentam a conduta seguida no presente caso, em que a cirurgia foi efetuada dentro da janela temporal recomendada.

A ultrassonografia Doppler carotídea é uma ferramenta essencial na avaliação de pacientes com suspeita de estenose carotídea. Estudos demonstram que a ultrassonografia Doppler cervical e transcraniana apresentam alta sensibilidade e especificidade para a deteção de estenoses significativas, com taxas de sensibilidade de até 95% e especificidade de 100% para estenoses superiores a 70% (De la Cruz Cosme et al., 2017). Além disso, a neurosonologia permite a avaliação hemodinâmica das artérias cerebrais, identificando áreas de hipoperfusão e circulação colateral, essenciais para o planeamento terapêutico. A

combinação de ultrassonografia Doppler com contrastes intravenosos (CEUS) tem mostrado melhorar a sensibilidade na detecção de características da placa aterosclerótica, como neovascularização e ulceração (De la Cruz Cosme et al., 2017).

As guidelines europeias (ESVS 2023) recomendam fortemente a endarterectomia carotídea (CEA) em doentes sintomáticos com estenoses  $\geq 70\%$ , desde que o risco perioperatório seja inferior a 6%. O benefício é particularmente relevante quando a intervenção decorre até 2-4 semanas após o evento isquémico. No caso estudado, a estenose crítica, sintomática, com repercussão hemodinâmica comprovada justificou a intervenção, que ocorreu dentro do período recomendado.

A manutenção de independência funcional (mRS 0) após endarterectomia demonstra o benefício da intervenção precoce. Contudo, o prognóstico a longo prazo depende do controlo rigoroso dos fatores de risco. A literatura aponta que terapêutica médica otimizada (estatinas, antiagregação prolongada, cessação tabágica, controlo da HTA e dislipidemia) é determinante para prevenir recorrência e reduzir mortalidade cardiovascular global (ESO, 2022; AHA/ASA, 2021). Além disso, a presença de colaterais adequados tem sido associada a melhor evolução clínica e menor extensão de enfarte, reforçando a importância da avaliação hemodinâmica por ultrassonografia transcraniana (J-Stroke, 2023).

Após EAC, a monitorização com EcoDoppler carotídeo foi fundamental para avaliar a permeabilidade da artéria revascularizada e identificar restenoses precoces. O seguimento é geralmente recomendado no 1.º mês, aos 6 meses e anualmente, salvo achados que justifiquem maior vigilância (Stilo F et al., 2020). A literatura sugere que a restenose significativa após EAC ocorre em apenas 2-3% dos casos, com necessidade de reintervenção em  $< 1\%$  (Paraskevas et al., 2020).

A intervenção cirúrgica deve ser complementada por tratamento médico rigoroso: estatinas em alta intensidade, antiagregação plaquetária, controlo da pressão arterial e cessação tabágica. Estes fármacos reduzem progressão da doença aterosclerótica, risco de restenose e recorrência de AVC (Naylor et al., 2023). No presente caso, foi instituída dupla antiagregação plaquetária (AAS + Clopidogrel), estatina em alta dose e profilaxia tromboembólica, em concordância com as recomendações internacionais.

O ecocardiograma transtorácico não revelou fonte cardioembólica, tornando menos provável uma etiologia mista. A angio-TC confirmou a gravidade da estenose e permitiu

planeamento cirúrgico adequado. O seguimento pós-operatório, com normalização dos fluxos intracranianos e ausência de restenose, reforça o sucesso da intervenção.

Portanto, este caso exemplifica um perfil clássico de AVC isquémico a1' associado a estenose crítica da ACI, em doente com múltiplos fatores de risco cardiovascular. A integração da avaliação clínica, imagiológica e ultrassonográfica foi determinante para a decisão terapêutica, permitindo uma intervenção cirúrgica atempada e eficaz. O seguimento com Doppler carotídeo e a terapêutica médica otimizada permanecem essenciais para garantir o sucesso a longo prazo, reduzir a probabilidade de restenose e prevenir eventos isquémicos recorrentes.

## **4.2. Caso clínico II – Drepanocitose e AVC**

### **4.2.1. Enquadramento teórico**

A doença falciforme (DF) resulta de uma mutação pontual no gene da  $\beta$ -globina que substitui o ácido glutâmico por valina na posição 6, formando a hemoglobina S (HbS). A polimerização da HbS em situações de desoxigenação altera a morfologia e a deformabilidade dos eritrócitos, aumenta a sua adesividade ao endotélio e provoca hemólise crónica e fenómenos vaso-oclusivos que condicionam lesão orgânica multifatorial. Estes mecanismos fisiopatológicos explicam a predisposição a crises vaso-oclusivas, insuficiência orgânica e risco cerebrovascular aumentado (Elendu et al; 2023; Aggeli et al., 2021).

A carga global da DF é concentrada sobretudo na África subsariana: estimativas recentes apontam para  $\approx$ 300-500 mil nascimentos com formas graves por ano, com mais de três quartos desses nascimentos ocorrendo em países africanos. A mortalidade infantil e a falta de rastreio neonatal em muitos países africanos tornam a DF uma prioridade de saúde pública no continente. Em Angola, estudos de coortes pediátricas mostram uma frequência relevante de formas graves e variabilidade genotípica que influencia a expressão clínica, reforçando a importância de programas de diagnóstico neonatal e de acompanhamento especializado nas populações africanas (GBD, 2021; Delgado et al., 2021).

Em paralelo, a realidade europeia mostra uma prevalência significativamente menor, mas em crescimento devido aos fluxos migratórios oriundos de regiões endémicas. Em Portugal, um estudo-piloto de rastreio neonatal revelou uma incidência de 1:928 recém-nascidos nos distritos de Lisboa e Setúbal, associada à imigração de populações africanas e do

Mediterrâneo, transformando a DF num desafio emergente de saúde pública no país (Rodrigues et al., 2025).

No sistema nervoso central, a DF causa dano por dois mecanismos principais: a arteriopatía intracraniana progressiva - com remodelamento intimal, proliferação de células musculares lisas e estreitamento segmentar das artérias do polígono de Willis, e a oclusão microvascular por agregados de hemácias falciformes, inflamação endotelial e ativação plaquetária. Ambos os mecanismos explicam a ocorrência de AVCs isquémicos sintomáticos e de lesões silenciosas detectadas na ressonância magnética, especialmente em idade pediátrica/adolescente. Em ambientes com recursos limitados destes mecanismos podem ser agravados por menor acesso a terapêutica preventiva e rastreio sistemático (DeBaun et al., 2020; GBD, 2021).

Os enfartes cerebrais silenciosos são a forma mais frequente de doença neurológica crónica na DF e associam-se a défices cognitivos, pior desempenho escolar e aumento do risco subsequente de AVC sintomático. A identificação precoce (ressonância magnética com protocolo pediátrico mais a vigilância clínica) e intervenções preventivas (transfusão crónica, hidroxiureia em contextos seleccionados) são estratégias que reduzem morbidade a longo prazo, porém, na realidade africana, lacunas no acesso à imagiologia e à terapêutica tornam a prevenção e o diagnóstico mais difíceis (Houwing et al., 2020).

O Doppler transcraniano (DTC) é a técnica de rastreio de eleição para estratificação do risco de AVC em crianças com DF. O ensaio STOP mostrou que velocidades médias elevadas na artéria cerebral média (TAMMV  $\geq 200$  cm/s) identificam crianças de muito alto risco de AVC e que transfusões crónicas reduzem substancialmente esse risco. Valores entre 170-199 cm/s são classificados como “condicionais” e exigem seguimento intensivo. Diretrizes internacionais (ASH, consórcios pediátricos) mantêm estes limiares como padrão de referência. No entanto, estudos multicêntricos recentes apontam para subutilização do TCD em muitas regiões, incluindo vários países africanos, devido a falta de equipamento, formação e programas nacionais de rastreio, o que reduz oportunidades de prevenção primária (Lee MT et al., 2006; Reeves et al., 2016; WHO, 2024).

Ensaio posteriores (por exemplo, TWITCH) testaram a substituição segura de transfusões por hidroxiureia em crianças seleccionadas com TCD controlado; em centros com programas robustos de transfusão e monitorização, a hidroxiureia surge como alternativa em

alguns contextos. Contudo, em muitos cenários africanos a transfusão continua a ser a estratégia mais disponível para prevenção imediata, embora carregue riscos (sobrecarga férrica, infeções transfusionais) e desafios logísticos. Esta realidade reforça a necessidade de políticas públicas que integrem rastreio neonatal, TCD acessível e estratégias locais de gestão (Ware et al., 2015; Wood et al., 2016).

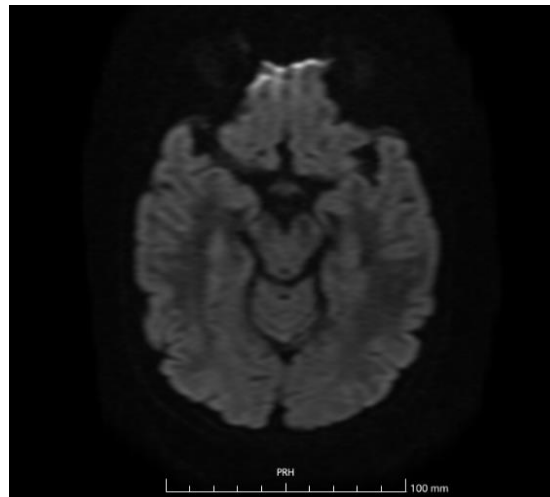
#### 4.2.2. Caso Clínico

Adolescente do sexo masculino, 13 anos, natural de Angola e residente em Portugal desde 2019 sob tutela da tia materna, com diagnóstico de doença falciforme (HbSS, fenótipo grave) realizado aos 6 meses de idade.

Apresenta antecedentes pessoais relevantes de múltiplos internamentos por crises vaso-oclusivas (CVOs), com hemoglobina basal de 6,5-7 g/dL, e um episódio prévio de síndrome torácica aguda. Iniciou regime de transfusões desde a infância, tendo realizado mais de 20 episódios transfusionais, encontrando-se desde agosto de 2024 em programa transfusional crónico. Está medicado com hidroxiureia (1000 mg/dia), ácido fólico (5 mg/dia) e ácido acetilsalicílico (100 mg/dia). Tem como comorbilidades défice de G6PD (com contra-indicação para AINEs), cardiopatia congénita corrigida cirurgicamente em Angola - com angio-TC de 2023 a revelar dilatação difusa da artéria coronária esquerda e litíase biliar, submetido a colecistectomia em 2022 após episódio de colangite.

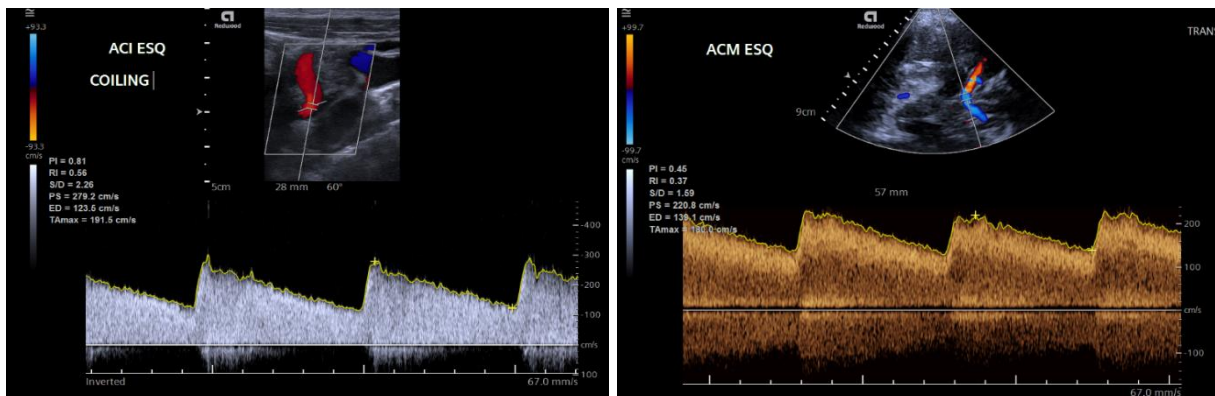
Regista ainda história de evento neurológico transitório em 2022, suspeito de AVC isquémico no território ACM/ACA esquerda, com hemiparésia direita reversível, e diagnóstico de perturbação do desenvolvimento intelectual ligeiro.

Em setembro de 2024 realizou ressonância magnética encefálica, que evidenciou múltiplas micro-hemorragias subcorticais bilaterais e irregularidade discreta do segmento M1 da artéria cerebral média direita, sem estenose crítica.



**Figura 10:** Caso clínico II – Ressonância magnética encefálica realizada em setembro de 2024. Exame demonstrando múltiplas microhemorragias subcorticais bilaterais, bem como irregularidades discretas no segmento M1 da artéria cerebral média direita, sem evidência

O Doppler carotídeo extracraniano de outubro de 2024 demonstrou tortuosidade da artéria carótida interna bilateral, sem estenoses significativas. No mesmo período, o Doppler transcraniano (DTC) revelou aumento da velocidade média na ACM esquerda (TAMMx = 180 cm/s), compatível com risco condicional de AVC segundo critérios STOP.



**Figura 11:** Caso clínico II -Doppler carotídeo e transcraniano realizado em outubro de 2024. Imagem (a) espectro Doppler da artéria carótida interna esquerda, evidenciando tortuosidade do tipo coiling, com velocidades elevadas: pico sistólico (PS) de 279,2 cm/s e velocidade diastólica final (ED) de 123,6 cm/s. Imagem (b) Doppler intracraniano da artéria cerebral média esquerda, demonstrando aumento da velocidade média (TAMax 180,0 cm/s), com PS de 220,8 cm/s e ED de 139,1 cm/s, compatível com risco condicional de AVC segundo critérios STOP (imagens obtidas no laboratório de neurosonologia do Hospital de Vila Franca de Xira, 2024).

O doente encontra-se em seguimento multidisciplinar em hematologia, neurologia pediátrica e cardiologia, mantendo regime transfusional regular associado a hidroxiureia, com redução da frequência de crises vaso-oclusivas nos últimos meses.

### 4.2.3. Discussão do Caso Clínico

Trata-se de um adolescente angolano com DF (HbSS), histórico de crise vaso-oclusiva, eventos neurológicos transitórios (hemiparésia ligeira, cefaleias, epistáxis) e achados de risco condicional ao DTC (TAMMx = 180 cm/s na ACM esquerda). Estes sinais clínicos são *red flags* em DF, pois crises vaso-oclusivas repetidas promovem dano microvascular, inflamação endotelial e podem precipitar lesões silenciosas no cérebro.

A ocorrência de micro-hemorragias subcorticais bilaterais à RMN sugere fragilidade vascular, e a irregularidade do segmento M1 da ACM direita evidencia remodelamento arterial sugerindo arteriopatia, mesmo sem estenose crítica visível. Estes achados estruturais combinados com o aumento da velocidade de fluxo ao DTC apontam para risco aumentado de progressão para velocidades  $\geq 200$  cm/s, limiar associado ao risco elevado de AVC sintomático em crianças com DF (como mostrado no ensaio STOP). Por exemplo, o *STOP Trial* demonstrou que crianças com velocidades elevadas ao DTC têm risco substancial de AVC, e que transfusões regulares reduzem esse risco significativamente (Diop et al., 2023; DeBaun, et al., 2020; Ambrose et al., 2025).

Além disso, o estudo *“Silent Cerebral Infarcts in Patients with Sickle Cell Disease: a systematic review and meta-analysis”* mostra que SCIs têm uma prevalência alta (variando conforme idade, gravidade e acesso a cuidados) em crianças com DF, frequentemente antes dos 6-10 anos, em muitos casos sem sintomas clínicos evidentes, mas com consequências neurocognitivas (Houwing et al., 2020).

Crises vaso-oclusivas são gatilhos não apenas para dor e dano orgânico agudo, mas também para hipóxia local, estresse oxidativo, ativação endotelial e agregação celular que afetam o leito vascular cerebral. No paciente, a frequência de internamentos por CVOs indica carga inflamatória recorrente, que soma ao risco de lesão silenciosa cerebral.

Em relação às transfusões, o estudo *“Controlled trial of transfusions for silent cerebral infarcts in sickle cell anemia”* demonstra que transfusões regulares reduzem a incidência de novos ou alargamento de SCIs comparado ao cuidado padrão (observação) - por volta de 6% de eventos em grupo de transfusão vs 14% em grupo observação num follow-up de cerca de 3 anos (DeBaun et al., 2014).

No entanto, transfusões têm desafios: risco de sobrecarga férrica, necessidade de infra-estrutura para garantir provisão segura de sangue, riscos infecciosos, logística nos periferias africanas. Em Portugal, estes desafios são menores, o que facilita que crianças migrantes ou de origem africana sejam acompanhadas de forma mais próxima, com acesso a transfusões regulares, diagnósticos de imagem e DTC.

A hidroxiureia surge como terapia modificadora de doença que pode diminuir velocidade do DTC, reduzir crises vasooclusivas e diminuir risco de AVC ou SCIs. Por exemplo, meta-análises recentes mostram que crianças com DF em uso de hidroxiureia têm redução significativa nas velocidades de TCD e menor incidência cumulativa de eventos cerebrais, embora ainda haja necessidade de mais estudos randomizados, especialmente em contexto africano (Hasson et al., 2019; Ambrose et al., 2025; Diop et al., 2023).

Em Angola (e outros países da África subsaariana), recentemente estudos prospectivos multicêntricos têm demonstrado que hidroxiureia é segura, reduz eventos vasooclusivos e mortalidade, e está associada a redução de velocidades anormais do TCD, embora seja menos usado por limitações de acesso, custo, monitorização e formação especializada (Diop et al., 2023; DeBaun et al., 2020).

SCIs são lesões que não produzem défices neurológicos claros de forma imediata, mas têm impacto cognitivo (função executiva, memória, atenção), escolar e psicossocial. No estudo sistemático da BMC Medicine, fatores como anemia mais grave, baixas hemoglobinas, muitas crises vaso-oclusivas, e altos níveis de hemólise foram associados com maior probabilidade de SCI (Houwing et al., 2020).

No nosso caso, com hemoglobina basal de cerca de 6,5-7 g/dL, múltiplas transfusões e crises vasooclusivas, há elevado risco de SCIs ainda não detectados ou já estabelecidos. Em Angola, como imagiologia de ressonância magnética nem sempre é acessível, muitos SCIs podem passar despercebidos até manifestações cognitivas ou neurológicas mais tardias.

## 5. Discussão

Este estágio em Neurosonologia no Hospital de Vila Franca de Xira configurou-se como uma experiência de aprendizagem robusta, oferecendo não só um contacto intenso com a prática clínica real, mas também a oportunidade de confrontar os meus conhecimentos teóricos com o inesperado dos casos de dia a dia. A integração numa unidade de referência permitiu-me observar um volume relevante de casos, o que se traduziu em evolução técnica e cognitiva, desde os primeiros procedimentos de observação até à realização autónoma de exames e à interpretação de achados de complexidade variável.

Relativamente ao perfil demográfico da amostra ( $n = 214$ ), constata-se uma preponderância do sexo masculino (59,8 %), com uma idade média elevada de 70,2 anos e um intervalo etário de 11 a 94 anos, e predominância de exames em contexto de internamento (69,2 % vs. 30,8 % em ambulatório). Este perfil é consistente com o que se observa em unidades hospitalares de AVC em países europeus, onde o AVC isquémico acomete mais frequentemente populações idosas e com maior carga de comorbilidades, e onde os homens tipicamente apresentam maior incidência do que as mulheres até idades avançadas (Peige et al., 2020).

A idade média observada ( $\approx 70$  anos) salienta que a maioria dos doentes submetidos a ultrassonografia cerebrovascular hospitalar pertence à faixa etária de elevado risco, confirmando que muitos casos de AVC, estenoses carotídeas ou alterações intracranianas ocorrem em fases senis da vida. Estudos epidemiológicos europeus e internacionais indicam claramente que o risco de doença cerebrovascular cresce de forma exponencial com a idade, reflexo da aterosclerose cumulativa, disfunção endotelial, rigidez vascular e maior prevalência de comorbilidades como hipertensão, diabetes e fibrilhação auricular (Wang et al., 2014; Tomoto et al., 2023; Peige et al., 2020).

A predominância masculina na amostra pode relacionar-se com diferenças epidemiológicas de risco vascular entre sexos, por exemplo, o tabagismo, doença coronária e alguns fatores de risco têm maior prevalência nos homens em várias populações europeias embora nas idades mais avançadas essa diferença se atenua ou até se inverte em alguns contextos (as mulheres tendem a viver mais e acumular risco vascular com a idade). (Ospel et al., 2023).

Em termos comparativos, numa coorte saudável ou de rastreio na população geral, as proporções de placas ateroscleróticas carotídeas e estenoses são mais baixas, e a distribuição etária costuma mostrar menor incidência acima dos 80 anos. Por exemplo, num estudo ultrassonográfico populacional europeu avaliado por Joakimsen et al (1999) a prevalência de placas carotídeas aumentou com a idade e foi significativamente maior em homens do que em mulheres até idades avançadas (faixa etária até 84 anos).

Os resultados do Gráfico 3 refletem o perfil clássico de risco cerebrovascular europeu, com predominância de hipertensão, seguida de dislipidémia, diabetes, tabagismo/ex-tabagismo e fibrilhação auricular/flutter. Outros fatores, como obesidade, etanolismo, doença cardíaca e antecedentes de AIT/AVC, surgem também com expressão relevante, evidenciando a natureza multifatorial da doença.

A hipertensão destaca-se como principal fator, em concordância com a literatura europeia, enquanto a coexistência de dislipidémia, diabetes e tabagismo reforça o conceito de risco vascular cumulativo (Bejot et al., 2007; Boehme et al., 2017). No que toca à dislipidémia e diabetes mellitus, a sua presença em elevada proporção na tua amostra reflete a tendência, observada também em coortes europeias - de acúmulo de múltiplos fatores de risco em pacientes com doença vascular. Estudos em diversas populações mostram que a coexistência de hipertensão, dislipidémia e diabetes eleva exponencialmente o risco de eventos isquémicos cerebrais, especialmente quando combinados com tabagismo e doença cardíaca (Psychogios et al., 2022; Boehme et al., 2017).

A fibrilhação auricular, apesar de menos frequente no presente estudo, tem impacto clínico significativo devido ao risco de AVC cardioembólico e à possibilidade de prevenção (Psychogios et al., 2022).

Quanto à localização das lesões, tiveram predomínio as lesões no hemisfério direito, seguido do esquerdo, com menor incidência na circulação vertebro-basilar. A Artéria Cerebral Média (ACM) foi o território mais frequentemente afetado, seguida da Artéria Cerebral Posterior (ACP) e das artérias vertebrobasilares, enquanto a Artéria Cerebral Anterior (ACA) apresentou menor expressão. Este padrão é consistente com a literatura europeia e global, que documenta maior frequência de AVCs em território da ACM (Pop et al., 2021). Além disso, em registos de AVC no âmbito europeu, como no estudo PRAGUE 16 (sobre etiologia por local de oclusão), mais da metade dos AVCs com oclusão da ACM esteve associada a causas

cardioembólicas, em especial fibrilhação (J Vavrova et al., 2020).

Em relação a prevalência de exames combinados (EcoDoppler carotídeo + vertebral + transcraniano), representando 79,4% dos casos, sugere uma abordagem integrada e abrangente do sistema vascular cerebral, o que é congruente com boas práticas em laboratórios de neurosonologia de referência, favorecendo a avaliação tanto das artérias cervicais quanto da circulação intracraniana e posterior. Essa estratégia combinada encontra paralelo em protocolos europeus que recomendam avaliação vascular global (cervical e intracraniana) em doentes com risco elevado de doença cerebrovascular (Aguiar et al., 2019; Psychogios et al., 2022).

A experiência de realizar exames de forma autónoma (sob supervisão) revelou-se um dos pontos mais enriquecedores do estágio, permitindo-me identificar dificuldades próprias, consolidar técnicas e aprimorar a capacidade interpretativa. O contacto direto com os doentes internados na Unidade de AVC constituiu uma mais-valia, facilitando a mobilização, oferecendo uma perspetiva realista de situações clínicas agudas e evidenciando a importância da ultrassonografia não apenas como ferramenta diagnóstica, mas também no seguimento e monitorização do doente vascular.

O acolhimento e o apoio da equipa de Neurosonologia foram determinantes para a aprendizagem. O orientador mostrou-se acessível, promovendo autonomia responsável, enquanto a metodologia pedagógica, incluindo discussão de casos clínicos, fichas de estudo, exercícios em grupo e participação em reuniões multidisciplinares- estimulou o raciocínio crítico, identificou áreas de maior dificuldade e reforçou a perceção da importância da colaboração interdisciplinar no cuidado ao doente vascular.

Apesar da qualidade formativa do estágio no Hospital de Vila Franca de Xira, a experiência esteve naturalmente condicionada pela realidade clínica da instituição, o que limitou a exposição a alguns cenários neurovasculares mais complexos ou menos frequentes, habitualmente observados em centros hospitalares de maior diferenciação. Ainda assim, esta experiência revelou-se muito enriquecedora, permitindo a consolidação de competências fundamentais em neurosonologia.

Contudo, um dos elementos mais significativos deste estágio foi a possibilidade de refletir sobre a realidade angolana à luz da experiência adquirida em Portugal. Em Angola, o

diagnóstico e acompanhamento das doenças cerebrovasculares enfrentam desafios importantes, desde a escassez de equipamentos e técnicos especializados até à limitada produção científica na área. Patologias prevalentes, como a anemia falciforme, permanecem subdiagnosticadas, e a aplicação sistemática do Doppler transcraniano ainda é rara. De igual modo, procedimentos consolidados em Portugal, como a endarterectomia carotídea, apresentam acesso restrito no contexto angolano.

Neste sentido, a formação realizada em Portugal não apenas constitui um marco académico e profissional, mas também representa uma oportunidade de contribuir para o fortalecimento da prática clínica em Angola. A experiência adquirida reforça o compromisso de regressar e aplicar os conhecimentos na prevenção, diagnóstico precoce e monitorização das doenças cerebrovasculares, impactando diretamente na redução da mortalidade e da incapacidade associadas ao AVC, uma das principais causas de morte no país.

Em síntese, este estágio permitiu desenvolver competências técnicas sólidas, consolidar raciocínio clínico estruturado e adquirir uma visão ampla das diferenças entre as realidades portuguesa e angolana. Os pontos fortes experienciados superam largamente as limitações encontradas, reforçando a convicção de que a Neurosonologia, e em particular o Doppler transcraniano, pode ter um papel transformador em contextos de maior carência de recursos, configurando-se como uma ferramenta essencial para o futuro da saúde cerebrovascular em Angola.

## 6. Conclusão

A ultrassonografia cerebrovascular revelou-se uma ferramenta central na prática clínica contemporânea, destacando-se por ser não invasiva, acessível, reprodutível e de elevado valor no diagnóstico e monitorização das doenças vasculares cerebrais. Durante o estágio, foi possível consolidar competências técnicas essenciais, desde a avaliação de fluxos hemodinâmicos até à identificação de estenoses e alterações morfológicas, reforçando a relevância do EcoDoppler como exame de primeira linha.

A análise da casuística e dos casos clínicos evidenciou a importância prática da ultrassonografia no acompanhamento do doente, permitindo compreender a doença aterosclerótica, apoiar decisões terapêuticas e realizar diagnósticos precoces de patologias complexas. Entre os pontos fortes identificados destacam-se a precisão diagnóstica, a aplicabilidade direta do Doppler na prática clínica e o desenvolvimento de raciocínio crítico na interpretação dos exames.

Foram também reconhecidos desafios, como limitações relacionadas com o equipamento e a formação de profissionais, aspetos particularmente relevantes em contextos de recursos limitados, como o angolano. A experiência adquirida reforça a visão de que a transferência de conhecimentos e competências adquiridas em contextos bem estruturados pode contribuir significativamente para o fortalecimento da prática clínica em países com menor disponibilidade tecnológica e científica.

O estágio evidenciou, ainda, o papel do Cardiopneumologista na Neurosonologia, demonstrando autonomia, responsabilidade na gestão, ensino, auditoria, investigação científica e divulgação, assim como colaboração efetiva em equipas multidisciplinares, garantindo cuidados de qualidade ao doente vascular cerebral.

Em suma, esta experiência proporcionou desenvolvimento técnico, científico e clínico avançado, fomentou uma prática reflexiva e consolidou a convicção de que a ultrassonografia cerebrovascular é uma ferramenta indispensável para a melhoria contínua do cuidado ao doente, sendo essencial para o diagnóstico precoce, monitorização eficaz e tomada de decisão clínica fundamentada.

## 7. Referências bibliográficas

Abissegue, G., Yakubu, S. I., Ajay, A. S., & Niyi-Odumosu, F. (2024a). A systematic review of the epidemiology and the public health implications of stroke in Sub-Saharan Africa. *Journal of Stroke and Cerebrovascular Diseases*, 33(8). Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jstrokecerebrovasdis.2024.107733>

Aderinto, N., Olatunji, D., Abdulbasit, M., & Edun, M. (2023). The essential role of neuroimaging in diagnosing and managing cerebrovascular disease in Africa: A review. *Annals of Medicine*, 55(2), 2251490. <https://doi.org/10.1080/07853890.2023.2251490>

Aggeli, C., Polytaichou, K., Dimitroglou, Y., Patsourakos, D., Delicou, S., Vassilopoulou, S., Tsiamis, E., & Tsioufis, K. (2021). Stroke and presence of patent foramen ovale in sickle cell disease. *Journal of Thrombosis and Thrombolysis*, 52(3), 889–897. <https://doi.org/10.1007/s11239-021-02398-3>

Aguiar de Sousa, D., von Martial, R., Abilleira, S., Gattringer, T., Kobayashi, A., Gallofré, M., Fazekas, F., Szikora, I., Feigin, V., Caso, V., & Fischer, U. (2019). Access to and delivery of acute ischaemic stroke treatments: A survey of national scientific societies and stroke experts in 44 European countries. *European Stroke Journal*, 4(1), 13–28. <https://doi.org/10.1177/2396987318786023>

Akinyemi, R. O., Ovbiagele, B., Adeniji, O. A., Sarfo, F. S., Abd-Allah, F., Adoukonou, T., Ogah, O. S., Naidoo, P., Damasceno, A., Walker, R. W., Ogunniyi, A., Kalaria, R. N., & Owolabi, M. O. (2021a). Stroke in Africa: Profile, progress, prospects and priorities. *Nature Reviews. Neurology*, 17(10), 634–656. <https://doi.org/10.1038/s41582-021-00542-4>

Akinyemi, R. O., Owolabi, M. O., Ihara, M., Damasceno, A., Ogunniyi, A., Dotchin, C., Paddick, S.-M., Ogeng'o, J., Walker, R., & Kalaria, R. N. (2019c). Stroke, cerebrovascular diseases and vascular cognitive impairment in Africa. *Brain Research Bulletin*, 145, 97–108. <https://doi.org/10.1016/j.brainresbull.2018.05.018>

Albricker, A. C. L., Freire, C. M. V., dos Santos, S. N., de Alcântara, M. L., Cantisano, A. L., Porto, C. L. L., do Amaral, S. I., Veloso, O. C. G., de Moraes, D., Teodoro, J. A. R., Petisco, A. C. G. P., Saleh, M. H., de Barros, M. V. L., Barros, F. S., Engelhorn, A. L. D. V., Engelhorn, C. A., Nardino, É. P., Silva, M. A. de M., Biagioni, L. C., ... Naves, B. de L. (2023a). Atualização da Recomendação para Avaliação da Doença das Artérias Carótidas e Vertebrais pela Ultrassonografia Vascular: DIC, CBR, SBACV – 2023. *Arquivos Brasileiros de Cardiologia*, 120(10), e20230695. <https://doi.org/10.36660/abc.20230695>

Amado, B., Melo, L., Pinto, R., Lobo, A., Barros, P., & Gomes, J. R. (2022). Ischemic Stroke, Lessons from the Past towards Effective Preclinical Models. *Biomedicines*, 10(10), 2561.

<https://doi.org/10.3390/biomedicines10102561>

Ambrose, E. E., Sabuni, P. A., Jason, D. P., Ware, R. E., & Smart, L. R. (2025). Hydroxyurea to decrease stroke risk in children with sickle cell anemia: A systematic review and meta-analysis. *Blood Global Hematology*. Disponível em: <https://ashpublications.org/bloodglobal/article/1/1/100001/535647/Hydroxyurea-to-decrease-stroke-risk-in-children>

American Society of Hematology 2020 guidelines for sickle cell disease: Prevention, diagnosis, and treatment of cerebrovascular disease in children and adults | *Blood Advances* | American Society of Hematology. (2020). Obtido 22 de setembro de 2025, <https://ashpublications.org/bloodadvances/article/4/8/1554/454384/American-Society-of-Hematology-2020>.

Andériz, F., González Ogallar, F. J., & Moro Punset, C. (2023). Reversed flow in the ophthalmic artery due to internal carotid artery obstruction. *Medicina Intensiva (English Edition)*, 47(12), 744–745. <https://doi.org/10.1016/j.medine.2023.07.005>

Antunes, R., Costeira, C., Pereira Sousa, J., & Santos, C. (2024). The Contribution of the Triage Nurse in the Optimisation of Door-to-Computed-Tomography Time in Stroke. *Nursing Reports*, 14(3), 1769–1780. <https://doi.org/10.3390/nursrep14030131>

Baska, A., Sporysz-Janiec, K., Figura, M., Andruszkiewicz, P., & Zawadka, M. (2025a). Transcranial sonography: Practical use in the intensive care unit. *Anaesthesiology Intensive Therapy*, 56(5), 267–276. <https://doi.org/10.5114/ait.2024.146640>

Bathala, L., Mehndiratta, M. M., & Sharma, V. K. (2013a). Cerebrovascular ultrasonography: Technique and common pitfalls. *Annals of Indian Academy of Neurology*, 16(1), 121–127. <https://doi.org/10.4103/0972-2327.107723>

Bejot, Y., Benatru, I., Rouaud, O., Fromont, A., Besancenot, J. P., Moreau, T., & Giroud, M. (2007). Epidemiology of stroke in Europe: Geographic and environmental differences. *Journal of the Neurological Sciences*, 262(1–2), 85–88. <https://doi.org/10.1016/j.jns.2007.06.030>

Boehme, A. K., Esenwa, C., & Elkind, M. S. (2017). Stroke risk factors, genetics, and prevention. *Circulation Research*, 120(3), 472–495. <https://doi.org/10.1161/CIRCRESAHA.116.308398>

Bonati, L. H., Kakkos, S., Berkefeld, J., de Borst, G. J., Bulbulia, R., Halliday, A., van Herzelee, I., Koncar, I., McCabe, D. J., Lal, A., Ricco, J.-B., Ringleb, P., Taylor-Rowan, M., & Eckstein, H.-H. (2021). European Stroke Organisation guideline on endarterectomy and stenting for carotid artery stenosis. *European Stroke Journal*, 6(2), I–XLVII.

<https://doi.org/10.1177/23969873211012121>

Carmo Lourenço, R., & Linhares, R. (2023). Artéria carótida interna. Kenhub. <https://www.kenhub.com/pt/library/anatomia/arteria-carotida-interna>.

Carvalho, C. F., Chammas, M. C., & Cerri, G. G. (2008). Physical principles of Doppler ultrasonography. *Ciência Rural*, 38(3), 872–879. <https://doi.org/10.1590/S0103-84782008000300047>.

Chan, A. Y., Choi, E. H., Yuki, I., Suzuki, S., Golshani, K., Chen, J. W., & Hsu, F. P. K. (2021). Cerebral vasospasm after subarachnoid hemorrhage: Developing treatments. *Brain Hemorrhages*, 2(1), 15–23. <https://doi.org/10.1016/j.hest.2020.08.003>

Chan, L. L. (2019). Intracranial and Extracranial Atherosclerosis: More Similar Than Different? *American Journal of Neuroradiology*, 40(12), 2023–2024. <https://doi.org/10.3174/ajnr.A6349>

Choi, H.-Y. (2021a). Carotid duplex ultrasound: Interpretations and clinical applications. *Annals of Clinical Neurophysiology*, 23(2), 82–91. <https://doi.org/10.14253/acn.2021.23.2.82>

Costa, A. C. L., Preto, L. S. R., Barreira, I. M. M., Mendes, L. A., Araújo, F. L., & Novo, A. F. M. P. (2020). Triagem e ativação da via verde do Acidente Vascular Cerebral: Dificuldades sentidas pelos enfermeiros. *Revista Portuguesa de Enfermagem de Reabilitação*, 3(2), 96–101. <https://doi.org/10.33194/rper.2020.v3.n2.14.5829>.

Costa, L. C., Moreira, D. A. D., Ferreira, G. J., Santos, A. P., Carvalho, B. I., & Martins, N. (2025, ). Relação entre as variações anatômicas no polígono de Willis e o acidente vascular encefálico isquêmico. *Ciências da Saúde*, 29(143). <https://doi.org/10.69849/revistaft/dt10202502161009>.

D’Andrea, A., Conte, M., Cavallaro, M., Scarafile, R., Riegler, L., Cocchia, R., Pezzullo, E., Carbone, A., Natale, F., Santoro, G., Caso, P., Russo, M. G., Bossone, E., & Calabrò, R. (2016b). Transcranial Doppler ultrasonography: From methodology to major clinical applications. *World Journal of Cardiology*, 8(7), 383–400. <https://doi.org/10.4330/wjc.v8.i7.383>

D’Andrea, A., Conte, M., Scarafile, R., Riegler, L., Cocchia, R., Pezzullo, E., Cavallaro, M., Carbone, A., Natale, F., Russo, M. G., Gregorio, G., & Calabrò, R. (2016). Transcranial Doppler Ultrasound: Physical Principles and Principal Applications in Neurocritical Care Unit. *Journal of Cardiovascular Echography*, 26(2), 28–41. <https://doi.org/10.4103/2211-4122.183746>

De la Cruz Cosme, C., Dawid Milner, M. S., Ojeda Burgos, G., Gallardo Tur, A., Márquez

Martínez, M., & Segura, T. (2019a). Validation of a basic neurosonology laboratory for detecting cervical carotid artery stenosis. *Neurologia*, 34(6), 367–375. <https://doi.org/10.1016/j.nrl.2017.01.015>

DeBaun, M. R., Gordon, M., McKinstry, R. C., Noetzel, M. J., White, D. A., Sarnaik, S. A., Meier, E. R., Howard, T. H., Majumdar, S., Inusa, B. P. D., Telfer, P. T., Kirby-Allen, M., McCavit, T. L., Kamdem, A., Airewele, G., Woods, G. M., Berman, B., Panepinto, J. A., Fuh, B. R., ... Casella, J. F. (2014). Controlled Trial of Transfusions for Silent Cerebral Infarcts in Sickle Cell Anemia. *The New England journal of medicine*, 371(8), 699–710. <https://doi.org/10.1056/NEJMoa1401731>

DeBaun, M. R., Jordan, L. C., King, A. A., Schatz, J., Vichinsky, E., Fox, C. K., McKinstry, R. C., Telfer, P., Kraut, M. A., Daraz, L., Kirkham, F. J., & Murad, M. H. (2020a). American Society of Hematology 2020 guidelines for sickle cell disease: Prevention, diagnosis, and treatment of cerebrovascular disease in children and adults. *Blood Advances*, 4(8), 1554–1588. <https://doi.org/10.1182/bloodadvances.2019001142>

Del Corso, L., Moruzzo, D., Conte, B., Agelli, M., Romanelli, A. M., Pastine, F., Protti, M., Pentimone, F., & Baggiani, G. (1998). Tortuosity, kinking, and coiling of the carotid artery: Expression of atherosclerosis or aging? *Angiology*, 49(5), 361–371. <https://doi.org/10.1177/000331979804900505>

Diário da República. (2018). *Portaria n.º 254/2018*. <https://dre.tretas.org/dre/3461136/portaria-254-2018-de-7-de-setembro>

Díaz, A., Bia, D., Zócalo, Y., Manterola, H., Larrabide, I., Lo Vercio, L., Del Fresno, M., & Cabrera Fischer, E. (2018). Carotid Intima Media Thickness Reference Intervals for a Healthy Argentinean Population Aged 11–81 Years. *International Journal of Hypertension*, 2018, 8086714. <https://doi.org/10.1155/2018/8086714>

Direção-Geral da Saúde. Programa nacional para as doenças cérebro cardiovasculares. Lisboa: DGS; 2017.

Diretriz de 2023 para o manejo de pacientes com hemorragia subaracnóidea aneurismática: Uma diretriz da American Heart Association/American Stroke Association | AVC. Obtido 24 de setembro de 2025, de [https://www.ahajournals.org/doi/10.1161/STR.000000000000436?url\\_ver=Z39.88-2003&rfr\\_id=ori:rid:crossref.org&rfr\\_dat=cr\\_pub%20%20pubmed](https://www.ahajournals.org/doi/10.1161/STR.000000000000436?url_ver=Z39.88-2003&rfr_id=ori:rid:crossref.org&rfr_dat=cr_pub%20%20pubmed)

Eggers, J., Pade, O., Rogge, A., Schreiber, S. J., & Valdueza, J. M. (2009). Transcranial Color-Coded Sonography Successfully Visualizes All Intracranial Parts of the Internal Carotid Artery Using the Combined Transtemporal Axial and Coronal Approach. *American Journal of Neuroradiology*, 30(8), 1589–1593. <https://doi.org/10.3174/ajnr.A1602>

Elendu, C., Amaechi, D. C., Alakwe-Ojimba, C. E., Elendu, T. C., Elendu, R. C., Ayabazu, C. P., Aina, T. O., Aborisade, O., & Adenikinju, J. S. (2023). Understanding Sickle cell disease: Causes, symptoms, and treatment options. *Medicine*, 102(38), e35237. <https://doi.org/10.1097/MD.00000000000035237>

Elwertowski, M., & Małek, G. (2014). Standards of the Polish Ultrasound Society – update. Examination of extracranial carotid and vertebral arteries. *Journal of Ultrasonography*, 14(57), 179–191. <https://doi.org/10.15557/JoU.2014.0018>

Estudo de bolhas (ou teste de PFO) com TCD - Viasonix. (sem data). Obtido 23 de setembro de 2025, de <https://viasonix.com/pt-br/neurologia-neurocirurgia/forame-oval-patente-pfo/>

Fedak, A., Ciuk, K., & Urbanik, A. (2020). Ultrasonography of vulnerable atherosclerotic plaque in the carotid arteries: B-mode imaging. *Journal of Ultrasonography*, 20(81), e135–e145. <https://doi.org/10.15557/JoU.2020.0022>

Gaillard, F. (2025). Circle of Willis | Radiology Reference Article | Radiopaedia.org. Radiopaedia. <https://doi.org/10.53347/rID-1130>

Gonçalves, H., & Ricardo, J. (2025). Clinical profile of adult stroke patients in Angola: A cross-sectional study. *Scientific Reports*, 15, 10679. <https://doi.org/10.1038/s41598-025-88288-7>

Goldemund, D. (2021, 26 março). *Intima-media thickness (IMT)*. *Stroke Manual*. Disponível em: <https://www.stroke-manual.com/intima-media-thickness-imt/>

Gunabushanam, G., Kent, R. H., & Scutt, L. M. (2023). Pitfalls in Carotid Doppler Interpretation and How to Avoid Them. *Journal of Ultrasound in Medicine: Official Journal of the American Institute of Ultrasound in Medicine*, 42(9), 1907–1921. <https://doi.org/10.1002/jum.16218>

Hayreh, S. S. (2006a). Orbital vascular anatomy. *Eye*, 20(10), 1130–1144. <https://doi.org/10.1038/sj.eye.6702377>

Hersant, J., Ramondou, P., Douillet, D., Abrard, S., Vandeputte, P., Lapébie, F.-X., Abraham, P., & Henni, S. (2022). Comparison between conventional duplex ultrasonography and the dual-gate Doppler mode for hemodynamic measurements of the carotid arteries. *Ultrasonography*, 41(2), 373–381. <https://doi.org/10.14366/usg.21175>

Hong, S. P., Park, Y. W., Lee, C. W., Park, J. W., Bae, K. R., Jun, S. W., Lee, Y. S., Lee, J. B., Ryu, J. K., Choi, J. Y., Chang, S. G., & Kim, K. S. (2014). Usefulness of the Doppler Flow of the Ophthalmic Artery in the Evaluation of Carotid and Coronary Atherosclerosis. *Korean Circulation Journal*, 44(6), 406–414. <https://doi.org/10.4070/kcj.2014.44.6.406>

Houwing, M. E., Grohssteiner, R. L., Dremmen, M. H. G., Atiq, F., Bramer, W. M., de Pagter, A. P. J., Zwaan, C. M., White, T. J. H., Vernooij, M. W., & Cnossen, M. H. (2020a). Silent cerebral infarcts in patients with sickle cell disease: A systematic review and meta-analysis. *BMC Medicine*, 18, 393. <https://doi.org/10.1186/s12916-020-01864-8>

Ihle-Hansen, H., Vigen, T., Rønning, O. M., Berge, T., Thommessen, B., Lyngbakken, M. N., Orstad, E. B., Enger, S., Nygård, S., Røsjø, H., & Tveit, A. (2018). Prevalence of carotid plaque in a 63- to 65-year-old Norwegian cohort from the general population: The ACE (Akershus Cardiac Examination) 1950 Study. *Journal of the American Heart Association*, 7(10), e008562. <https://doi.org/10.1161/JAHA.118.008562>

Jaiswal, S. K., Fu-ling, Y., Gu, L., Lico, R., Changyong, F., & Paula, A. (2019). Accuracy of Transcranial Doppler Ultrasound Compared with Magnetic Resonance Angiography in the Diagnosis of Intracranial Artery Stenosis. *Journal of Neurosciences in Rural Practice*, 10(3), 400–404. <https://doi.org/10.1055/s-0039-1696586>

Jenderka, K.-V., & Delorme, S. (2015). [Principles of Doppler sonography]. *Der Radiologe*, 55(7), 593–609; quiz 610. <https://doi.org/10.1007/s00117-015-2869-x>

Jinnouchi H, Sato Y, Sakamoto A, Cornelissen A, Mori M, Kawakami R, et al. Calcium deposition within coronary atherosclerotic lesion: Implications for plaque stability. *Atherosclerosis*. 2020 Aug;306:85–95.

Johansson, E., & Fox, A. J. (2016). Carotid Near-Occlusion: A Comprehensive Review, Part 1—Definition, Terminology, and Diagnosis. *AJNR: American Journal of Neuroradiology*, 37(1), 2–10. <https://doi.org/10.3174/ajnr.A4432>

Joakimsen, O., Bønaa, K. H., Stensland-Bugge, E., & Jacobsen, B. K. (1999). Age and sex differences in the distribution and ultrasound morphology of carotid atherosclerosis: The Tromsø Study. *Arteriosclerosis, Thrombosis, and Vascular Biology*, 19(12), 3007–3013. <https://doi.org/10.1161/01.ATV.19.12.3007>

Karn, A. K., Narayan, S., Qavi, A., Maurya, P. K. K., Singh, A., & Kulshreshtha, D. (2024). Sequential carotid Doppler study in acute stroke and its clinical correlation: A prospective study. *Journal of Neurosciences in Rural Practice*, 15(1), 42–46. [https://doi.org/10.25259/JNRP\\_342\\_2023](https://doi.org/10.25259/JNRP_342_2023)

Kawaguchi, S., Iida, J., & Uchiyama, Y. (2012). Ocular Circulation and Chronic Ocular Ischemic Syndrome before and after Carotid Artery Revascularization Surgery. *Journal of Ophthalmology*, 2012(1), 350475. <https://doi.org/10.1155/2012/350475>

Kawnayn, G., Kabir, H., Huq, M. R., Chowdhury, Md. I., Shahidullah, Md., Hoque, B. S., & Anwar, M. B. (2023). The Association of Carotid Plaque Size, Carotid Intima-Media

Thickness, Resistive Index, and Pulsatility Index With Acute Ischemic Stroke. *Cureus*, 15(7), e41384. <https://doi.org/10.7759/cureus.41384>

Kirby, C., Flood, R., Mullan, R., Murphy, G., & Kane, D. (2022). Evolution of ultrasound in giant cell arteritis. *Frontiers in Medicine*, 9, 981659. <https://doi.org/10.3389/fmed.2022.981659>

Lauwerys, B. R., Puttemans, T., Houssiau, F. A., & Devogelaer, J. P. (1997). Color Doppler sonography of the temporal arteries in giant cell arteritis and polymyalgia rheumatica. *The Journal of Rheumatology*, 24(8), 1570–1574.

Lee, W. (2014). General principles of carotid Doppler ultrasonography. *Ultrasonography*, 33(1), 11–17. <https://doi.org/10.14366/usg.13018>

Maitas, O., Bob-Manuel, T., Price, J., Noor, A., Obi, K., Okoh, N., Garikapati, K., Kim, J., Jahan, S., & Jenkins, J. S. (2023). Vertebral Artery Interventions: A Comprehensive Updated Review. *Current Cardiology Reviews*, 19(1), e170322202296. <https://doi.org/10.2174/1573403X18666220317093131>

Marinoni, M., Ginanneschi, A., Forleo, P., & Amaducci, L. (1997). Technical limits in transcranial Doppler recording: Inadequate acoustic windows. *Ultrasound in Medicine & Biology*, 23(8), 1275–1277. [https://doi.org/10.1016/s0301-5629\(97\)00077-x](https://doi.org/10.1016/s0301-5629(97)00077-x)

Mechtouff, L., Rasclé, L., Crespy, V., Canet-Soulas, E., Nighoghossian, N., & Millon, A. (2021). A narrative review of the pathophysiology of ischemic stroke in carotid plaques: A distinction versus a compromise between hemodynamic and embolic mechanism. *Annals of Translational Medicine*, 9(14), 1208–1208. <https://doi.org/10.21037/atm-20-7490>

Mercado, C. H. (sem data). Carotid artery tortuosity | Radiology Reference Article | Radiopaedia.org. Radiopaedia. <https://doi.org/10.53347/rID-98815>

Moreira, E., & Pires, I. (2023). A importância terapêutica do AVC. *Proceedings of Research and Practice in Allied and Environmental Health*, 1(4), 5–5. <https://doi.org/10.26537/prpaeh.v1i4.5609>

Naylor, A. R., Rothwell, P. M., & Bell, P. R. F. (2003). Overview of the principal results and secondary analyses from the European and North American randomised trials of endarterectomy for symptomatic carotid stenosis. *European Journal of Vascular and Endovascular Surgery*, 26(2), 115–129. <https://doi.org/10.1053/ejvs.2002.1946>

Nunes, G. M. (2021). *A atividade do cardiopneumologista na neurosonologia*. Laboratório de Neurosonologia, Serviço de Neurologia, Hospital de Vila Franca de Xira, Escola Superior de Saúde Dr. Lopes Dias, Instituto Politécnico de Castelo Branco. (Elaborado em setembro de 2020; revisto em março de 2021).nunes

Orrapin, S., & Rerkasem, K. (2017). Carotid endarterectomy for symptomatic carotid stenosis. *The Cochrane Database of Systematic Reviews*, 2017(6), CD001081. <https://doi.org/10.1002/14651858.CD001081.pub3>

Ospel, J., Singh, N., Ganesh, A., & Goyal, M. (2023). Sex and gender differences in stroke and their practical implications in acute care. *Journal of Stroke*, 25(1), 16–25. <https://doi.org/10.5853/jos.2022.04077>

Palacios-Mendoza, M. A., García-Pastor, A., Gil-Núñez, A., Ramírez-Moreno, J. M., González-Nafría, N., Moniche, F., Portilla-Cuenca, J. C., Fuentes, B., Gamero-García, M. A., Alonso de Leciñana, M., Masjuan, J., Canovas-Verge, D., Aladro, Y., Lago, A., de Arce-Borda, A. M., Usero-Ruiz, M., Delgado-Mederos, R., Pampliega, A., Ximenez-Carrillo, Á., ... on behalf of the Stroke Project of the Spanish Cerebrovascular Diseases Study Group. (2021). Ultrasonographic and hemodynamic characteristics of patients with symptomatic carotid near-occlusion: Results from a multicenter registry study. *Neuroradiology*, 63(5), 705–711. <https://doi.org/10.1007/s00234-020-02567>.

Park, S.-H., Kim, T. J., & Ko, S.-B. (2022). Transcranial Doppler Monitoring in Subarachnoid Hemorrhage. *Journal of Neurosonology and Neuroimaging*, 14(1), 1–9. <https://doi.org/10.31728/jnn.2022.00115>

Phan, H. A. O. (2025). Morphological and hemodynamic features of the carotid artery on doppler ultrasound in hypertensive patients. *European Heart Journal - Cardiovascular Imaging*, 26(Supplement\_1), jeae333.400. <https://doi.org/10.1093/ehjci/jeae333.400>

Piepoli, M. F., Hoes, A. W., Agewall, S., Albus, C., Brotons, C., Catapano, A. L., Cooney, M.-T., Corrà, U., Cosyns, B., Deaton, C., Graham, I., Hall, M. S., Hobbs, F. D. R., Løchen, M.-L., Löllgen, H., Marques-Vidal, P., Perk, J., Prescott, E., Redon, J., ... Verschuren, W. M. M. (2016). 2016 European Guidelines on cardiovascular disease prevention in clinical practice. *European Heart Journal*, 37(29), 2315–2381. <https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehw106>

Pinheiro, I. D. R. (2020). *Apoio ao estudo – Angiologia* [Relatório de estágio, Unidade Curricular de Estágio em Fisiologia Clínica II, Licenciatura em Fisiologia Clínica]. Instituto Politécnico de Castelo Branco, Escola Superior de Saúde Dr. Lopes Dias, Vila Franca de Xira. Ano letivo 2019/2020.

Pizzolato, R., & Romero, J. M. (2016). Chapter- Neurosonology and noninvasive imaging of the carotid arteries. Em J. C. Masdeu & R. G. González (Eds.), *Handbook of Clinical Neurology* (Vol. 135, pp. 165–191). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-444-53485-9.00009-X>

Polin, M. A. M. (2018). Avaliação do Doppler transcraniano no atendimento agudo do acidente vascular cerebral isquêmico [Tese de Doutoramento, Universidade Estadual

Paulista “Júlio de Mesquita Filho” – Faculdade de Medicina de Botucatu]. Repositório Institucional UNESP. <https://repositorio.unesp.br/server/api/core/bitstreams/af61d4d7-5f8b-4352-96f8-9c70d6c076da/content>

Pop, N. O., Babeş, P. A., Holhoş, L. B., & Iacob-Cucian, A. O. (2021). Current data about localization of acute ischemic stroke and prognostic factors in diabetic and non-diabetic patients. *Romanian Journal of Medical Practice*, 16(2), 215–224. <https://doi.org/10.37897/RJMP.2021.2.19>

Psychogios, M., Brehm, A., López-Cancio, E., et al. (2022). European Stroke Organisation guidelines on treatment of patients with intracranial atherosclerotic disease. *European Stroke Journal*, 7(3), XLII–LXXX. <https://doi.org/10.1177/23969873221099715>

Prasad, K. (2015). Pathophysiology and Medical Treatment of Carotid Artery Stenosis. *The International Journal of Angiology: Official Publication of the International College of Angiology, Inc*, 24(3), 158–172. <https://doi.org/10.1055/s-0035-1554911>

Prati, P., Tosetto, A., Casaroli, M., Bignamini, A., Canciani, L., Bornstein, N., Prati, G., & Touboul, P. J. (2011). Carotid Plaque Morphology Improves Stroke Risk Prediction: Usefulness of a New Ultrasonographic Score. *Cerebrovascular Diseases*, 31(3), 300–304. <https://doi.org/10.1159/000320852>

Reeves, S. L., Madden, B., Freed, G. L., & Dombkowski, K. J. (2016). Transcranial Doppler Screening Among Children with Sickle Cell Anemia. *JAMA pediatrics*, 170(6), 550–556. <https://doi.org/10.1001/jamapediatrics.2015.4859>

Riley, D. S., Barber, M. S., Kienle, G. S., Aronson, J. K., von Schoen-Angerer, T., Tugwell, P., Kiene, H., Helfand, M., Altman, D. G., Sox, H., Werthmann, P. G., Moher, D., Rison, R. A., Shamseer, L., Koch, C. A., Sun, G. H., Hanaway, P., Sudak, N. L., Kaszkin-Bettag, M., Carpenter, J. E., & Gagnier, J. J. (2017). *CARE guidelines for case reports: Explanation and elaboration document*. *Journal of Clinical Epidemiology*, 89, 218-235. <https://doi.org/10.1016/j.jclinepi.2017.04.026>

Robba, C., Goffi, A., Geeraerts, T., Cardim, D., Via, G., Czosnyka, M., Park, S., Sarwal, A., Padayachy, L., Rasulo, F., & Citerio, G. (2019a). Brain ultrasonography: Methodology, basic and advanced principles and clinical applications. A narrative review. *Intensive Care Medicine*, 45(7), 913–927. <https://doi.org/10.1007/s00134-019-05610-4>

Rodrigues, D., Marcão, A., Lopes, L., Ventura, A., Faria, T., Ferrão, A., Gonçalves, C., Kjöllnerström, P., Castro, A., Fraga, S., Almeida, M., Maia, T., Gomes, J., Lachado, A., Guerra, I., Ferreira, F., Trigo, F., Bento, C., & Vilarinho, L. (2025). Newborn Screening for Sickle Cell Disease: Results from a Pilot Study in the Portuguese Population. *International Journal of Neonatal Screening*, 11(1), 10. <https://doi.org/10.3390/ijns11010010>

- Rodrigues, G., Garcia, A., Abreu, R., Quintas, A., Ferreira, R., Camacho, N., Valentim, H., Ferreira, M., Castro, J., & Capitão, L. (2015). Tempos de espera na endarterectomia carotídea: Realidade institucional e estratégias de melhoria. *Angiologia e Cirurgia Vascular*, 12. <https://doi.org/10.1016/j.ancv.2015.07.004>
- Saba, L., Scicolone, R., Johansson, E., Nardi, V., Lanzino, G., Kakkos, S. K., Pontone, G., Annoni, A. D., Paraskevas, K. I., & Fox, A. J. (2024). Quantifying Carotid Stenosis: History, Current Applications, Limitations, and Potential: How Imaging Is Changing the Scenario. *Life*, 14(1), 73. <https://doi.org/10.3390/life14010073>
- Santos, B., Miranda, A., & Brito, M. (2021b). Genotypic Diversity among Angolan Children with Sickle Cell Anemia. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(10), 5417. <https://doi.org/10.3390/ijerph18105417>
- Santos, R. M. P. (2015). Estenose/oclusão intracraniana - Critérios de diagnóstico por ultrassonografia [Trabalho para candidatura ao título de especialista, Instituto Politécnico do Porto]. [file:///C:/Users/Portugal/Downloads/content%20\(21\).pdf](file:///C:/Users/Portugal/Downloads/content%20(21).pdf)
- Santos, S. N., de Alcantara, M. L., Freire, C. M. V., Cantisano, A. L., Teodoro, J. A. R., Porto, C. L. L., do Amaral, S. I., Veloso, O., Albricker, A. C. L., Petisco, A. C. G. P., Barros, F. S., Barros, M. V. L., Saleh, M. H., & Vieira, M. L. C. (2019). Vascular Ultrasound Statement from the Department of Cardiovascular Imaging of the Brazilian Society of Cardiology—2019. *Arquivos Brasileiros de Cardiologia*, 112(6), 809–849. <https://doi.org/10.5935/abc.20190106>
- Sastry, S., MacNab, A., Daly, K., Ray, S., & McCollum, C. (2009). Transcranial Doppler detection of venous-to-arterial circulation shunts: Criteria for patent foramen ovale. *Journal of Clinical Ultrasound*, 37(5), 276–280. <https://doi.org/10.1002/jcu.20564>
- Serena, J., Irimia, P., Calleja, S., Blanco, M., Vivancos, J., & Ayo-Martín, Ó. (2013a). Ultrasound measurement of carotid stenosis: Recommendations from the Spanish Society of Neurosonology. *Neurología (English Edition)*, 28(7), 435–442. <https://doi.org/10.1016/j.nrleng.2013.09.004>
- Sevco, T. J., Patel, M. K., & Deurdulian, C. (2025). Carotid Ultrasound. *Radiologic Clinics of North America*, 63(1), 137–152. <https://doi.org/10.1016/j.rcl.2024.07.011>
- Sickle Cell Disease: Role of Oxidative Stress and Antioxidant Therapy. (sem data). Obtido 17 de setembro de 2025, de <https://www.mdpi.com/2076-3921/10/2/296?utm>
- Sociedade Portuguesa de Neurosonologia. (2025). Educação: Ultrassonografia neurovascular (neurosonologia). Recuperado em 11 de outubro de 2025, de <https://www.neurosonologia.org/educacao.php>

Song, P., Fang, Z., Wang, H., Cai, Y., Rahimi, K., Zhu, Y., Fowkes, F. G. R., Fowkes, F. J. I., & Rudan, I. (2020). Global and regional prevalence, burden, and risk factors for carotid atherosclerosis: A systematic review, meta-analysis, and modelling study. *The Lancet Global Health*, 8(5), e721–e729. [https://doi.org/10.1016/S2214-109X\(20\)30117-0](https://doi.org/10.1016/S2214-109X(20)30117-0)

Stary HC. Composition and classification of human atherosclerotic lesions. *Virchows Arch A Pathol Anat Histopathol*. 1992 Jul;421(4):277–90.

Stroke in Sub-Saharan Africa: What We Know And Why We Should Know More - European Stroke Organisation. (2023, agosto 11). <https://eso-stroke.org/stroke-in-sub-saharan-africa/>

Strosberg, D. S., Haurani, M. J., Satiani, B., & Go, M. R. (2017). Common carotid artery end-diastolic velocity and acceleration time can predict degree of internal carotid artery stenosis. *Journal of Vascular Surgery*, 66(1), 226–231. <https://doi.org/10.1016/j.jvs.2017.01.041>

Takekawa, H., Tsukui, D., Kobayasi, S., Suzuki, K., & Hamaguchi, H. (2022). Ultrasound diagnosis of carotid artery stenosis and occlusion. *Journal of Medical Ultrasonics*, 49(4), 675–687. <https://doi.org/10.1007/s10396-022-01259-7>

Tekieli, L., Mazurek, A., Dzierwa, K., Stefaniak, J., Kablak-Ziembicka, A., Knapik, M., Moczulski, Z., Banys, R. P., Urbanczyk-Zawadzka, M., Dabrowski, W., Krupinski, M., Paluszek, P., Weglarz, E., Wiewiórka, Ł., Trystula, M., Przewlocki, T., Pieniazek, P., & Musialek, P. (2022). Misclassification of carotid stenosis severity with area stenosis-based evaluation by computed tomography angiography: Impact on erroneous indication to revascularization or patient (lesion) migration to a higher guideline recommendation class as per ESC/ESVS/ESO/SVS and CMS-FDA thresholds. *Postępy w Kardiologii Interwencyjnej. Advances in Interventional Cardiology*, 18(4), 500–513. <https://doi.org/10.5114/aic.2023.125610>

Tomoto, T., Lu, M., Khan, A. M., et al. (2023). Cerebral blood flow and cerebrovascular resistance across the adult lifespan: A multimodality approach. *Journal of Cerebral Blood Flow & Metabolism*, 43(6), 962–976. <https://doi.org/10.1177/0271678X231153741>

Touboul, P., Hennerici, M., Meairs, S., Adams, H., Amarenco, P., Bornstein, N., Csiba, L., Desvarieux, M., Ebrahim, S., Hernandez, R. H., Jaff, M., Kownator, S., Naqvi, T., Prati, P., Rundek, T., Sitzer, M., Schminke, U., Tardif, J., Taylor, A., ... Woo, K. (2012). Mannheim Carotid Intima-Media Thickness and Plaque Consensus (2004–2006–2011): An Update on Behalf of the Advisory Board of the 3rd and 4th Watching the Risk Symposium 13th and 15th European Stroke Conferences, Mannheim, Germany, 2004, and Brussels, Belgium, 2006. *Cerebrovascular diseases (Basel, Switzerland)*, 34(4), 290–296. <https://doi.org/10.1159/000343145>

Tsivgoulis G, Alexandrov AV. Ultrassom em Neurologia. Continuum (Minneapolis, Minn). outubro de 2016; 22(5, Neuroimagem):1655-1677. doi: 10.1212/CON.0000000000000374. PMID: 27740993.

Van Rooij JLM, Takx RAP, Velthuis BK, Dankbaar JW, de Jong PA; Investigadores do DUST. O enrolamento da artéria carótida interna está associado à hipertensão em pacientes suspeitos de AVC. *Neuroradiol Clín.* junho de 2021; 31(2):425-430. doi: 10.1007/s00062-020-00892-4. Publicado em 2020 18 de mar. PMID: 32189014; PMCID: PMC8211591.

Vázquez, V., Armario García, P., García Sánchez, S. M., & Martí Castillejos, C. (2020). Subclavian steal syndrome: A forgotten aetiology of acute cerebral ischaemia. *Neurología (English Edition)*, 35(1), 65–67. <https://doi.org/10.1016/j.nrleng.2017.07.011>

Wang, H., Sun, W., Ji, Y., Shi, J., Xuan, Q., Wang, X., Xiao, J., & Kong, X. (2014). Trends in age-specific cerebrovascular disease in the European Union. *International Journal of Clinical and Experimental Medicine*, 7(11), 4165–4173.

Wang, J., Wang, W., Jin, B., Zhang, Y., Xu, P., Xiang, F., Zheng, Y., Chen, J., Sheng, S., Ouyang, C., & Li, Y. (2016). Improvement in Cerebral and Ocular Hemodynamics Early after Carotid Endarterectomy in Patients of Severe Carotid Artery Stenosis with or without Contralateral Carotid Occlusion. *BioMed Research International*, 2016(1), 2901028. <https://doi.org/10.1155/2016/2901028>

Ware, R. E., Davis, B. R., Schultz, W. H., Brown, R. C., Aygun, B., Sarnaik, S., Odame, I., Fuh, B., George, A., Owen, W., Luchtman-Jones, L., Rogers, Z. R., Hilliard, L., Gauger, C., Piccone, C., Lee, M. T., Kwiatkowski, J. L., Jackson, S., Miller, S. T., ... Adams, R. J. (2016).. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(15\)01041-7](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(15)01041-7)

Westin, G. G. (2021, 20 dezembro). Razão de Lindegaard. *Radiopaedia.org*. Obtido em 24 de setembro de 2025, de <https://radiopaedia.org/articles/lindegaard-ratio>

Willie, CK, Tzeng, Y.-C., Fisher, JA e Ainslie, PN (2014), Regulação integrativa do fluxo sanguíneo cerebral humano. *The Journal of Physiology*, 592: 841-859. <https://doi.org/10.1113/jphysiol.2013.268953>

World Health Organization. (2021). *Stroke, cerebrovascular accident* [Homepage]. Geneva: WHO. Disponível em: <https://www.emro.who.int/health-topics/stroke-cerebrovascular-accident/index.html>

Zhang, J., Wang, L., Chen, Y., Wang, S., Xing, Y., & Cui, L. (2022). Color Doppler Ultrasonography for the Evaluation of Subclavian Artery Stenosis. *Frontiers in Neurology*, 13, 804039. <https://doi.org/10.3389/fneur.2022.804039>

## Apêndice

FATOR DE RISCO / ANTECEDENTE PESSOAL	N	%
HTA	182	85,0%
Dislipidémia	165	77,1%
DM	94	43,9%
Tabagismo/Ex-tabagismo	87	40,7%
Fibrilhação auricular / Flutter	62	29,0%
Obesidade	58	27,1%
Antecedentes de AIT/AVC	54	25,2%
Patologia cardíaca (estrutural/isquémica)	39	18,2%
Etanolismo	24	11,2%
Doença arterial periférica (DAP)	18	8,4%
Doença venosa crónica / Insuficiência venosa	15	7,0%
Doenças cognitivas / Neurodegenerativas	12	5,6%
Doença pulmonar crónica (DPOC/Asma)	7	3,3%
SAOS (Síndrome de apneia obstrutiva do sono)	5	2,3%
Outras comorbilidades*	10	4,7%

**Apêndice 1:** Distribuição percentual dos fatores de risco e antecedentes pessoais identificados na amostra (n = 214). HTA = hipertensão arterial; DM = diabetes mellitus; AIT = acidente isquémico transitório; AVC = acidente vascular cerebral; DAP = doença arterial periférica.

LOCALIZAÇÃO	N	%
Hemisfério direito	65	52,4%
Hemisfério esquerdo	49	39,5%
Circulação vértebro-basilar	10	8,1%
<b>Total</b>	<b>124</b>	<b>100%</b>
<b>Média (±DP)</b>	<b>41,3 (± 23,2)</b>	<b>—</b>

**Apêndice 2:** Distribuição das localizações das lesões cerebrovasculares observadas nos exames de ultrassonografia realizados durante o estágio (n = 124).

TERRITÓRIO ARTERIAL	N	%
Artéria Cerebral Média (ACM)	51	55,4%
Artéria Cerebral Posterior (ACP)	13	14,1%
Artéria Cerebral Anterior (ACA)	4	4,3%
PICA / AICA / ASCA / AV / BA	13	14,1%
Território não especificado	11	12,1%
<b>Total</b>	<b>92</b>	<b>100%</b>
<b>Média (±DP)</b>	<b>18,4 (±17,5)</b>	<b>—</b>

**Apêndice 3:** Distribuição dos territórios arteriais cerebrais afetados nos exames de ultrassonografia realizados durante o estágio.

TIPO DE EXAME	N	% DO TOTAL (214)
<b>Ecodoppler Carotídeo + Vertebral + Transcraniano</b>	170	79,4%
<b>Monitorização EcoDoppler Transcraniano para Shunt</b>	9	4,2%
<b>EcoDoppler Transcraniano</b>	7	3,3%
<b>EcoDoppler Carotídeo + Vertebral</b>	16	7,5%
<b>Temporal Superficial</b>	7	3,3%
<b>EcoDoppler Vasos Subclávios</b>	5	2,3%
<b>Total</b>	214	100%

**Apêndice 4:** Tipologia dos exames de neurosonologia realizados no laboratório.

ALTERAÇÃO / DIAGNÓSTICO	N (Nº DE CASOS)	%
<b>Sem alterações</b>	109	50,9%
<b>Placa de ateroma</b>	57	26,6%
<b>Estenose &lt;50%</b>	23	10,7%
<b>Estenose ≥50%</b>	23	10,7%
<b>Estenose ≥70%</b>	9	4,2%
<b>Oclusão</b>	4	1,9%
<b>STENT</b>	3	1,4%
<b>Endarterectomia</b>	2	0,9%
<b>STENT residual 40–50%</b>	1	0,5%
<b>Trombo</b>	2	0,9%
<b>Trombo + estenose 40–50%</b>	1	0,5%

**Apêndice 5:** Distribuição dos achados do ECO DVP.

## Anexos

### **ANEXO 1: Modelo de Relatório de um Exame Ultrassonográfico dos Grandes Vasos do Pescoço**

#### **Informação Clínica:**

#### **Descrição de Exame:**

Exame ultrassonográfico em modo B, Doppler codificado a cores e análise espectral das velocidades de fluxo utilizando uma sonda linear.

O estudo morfológico revela infiltração ateromatosa difusa em ambos os eixos carotídeos (IMT= mm à direita IMT= mm à esquerda) sem imagens atribuíveis a placas de ateroma, zonas de estenose ou ectasias vasculares. Observa-se tortuosidade na carótida interna.

O estudo hemodinâmico por Doppler com análise espectral não revela alterações significativas nas carótidas internas (ACI VS=cm/s e VD=cm/s à direita e ACI VS=cm/s e VD=cm/s à esquerda).

O índice de resistência ao débito a jusante da carótida primitiva encontra-se normal bilateralmente (IR= à direita e IR= à esquerda).

Artérias vertebrais (segmento V1 e V2) sem alterações morfológicas detetáveis, permeáveis com velocidades de fluxo de amplitude e direção normal.

Artérias oftálmicas permeáveis, sentido de fluxo normal sem alterações hemodinâmicas significativas.

#### **Conclusão:**

**Ligeira infiltração ateromatosa em ambos os eixos carotídeos.**

**Exame sem alterações morfológicas e/ou hemodinâmicas significativas.**

## **ANEXO 2: Modelo de Relatório de um Ecodoppler Transcraniano Codificado a Cores**

### **Informação Clínica:**

**Descrição de Exame:** Exame ultrassonográfico com utilização Doppler codificado a cores e análise espectral das velocidades de fluxo utilizando uma sonda sectorial.

### **Hemisfério direito:**

Identificada carótida interna, cerebral média (segmento M1 e M2), anterior (segmento A1) e posterior (segmento P1 e P2) permeáveis com velocidades de fluxo de amplitude e direção normal.

### **Hemisfério esquerdo:**

Identificada carótida interna, cerebral média (segmento M1 e M2), anterior (segmento A1) e posterior (segmento P1 e P2) permeáveis com velocidades de fluxo de amplitude e direção normal.

### **Circulação vertebro-basilar:**

Artérias vertebrais (segmento V4) permeáveis com velocidades de fluxo de amplitude e direção normal.

Artéria basilar (segmento proximal e distal) permeável com velocidade de fluxo de amplitude e direção normal.

### **Conclusão:**

**Exame Ultrassonográfico Transcraniano sem alterações hemodinâmicas significativas.**