



**Escola Superior
de Tecnologia
da Saúde**

Politécnico de Coimbra

Elizabete Stelvia Domingos Francisco

RELATÓRIO DE ESTÁGIO EM ULTRASSONOGRAFIA VASCULAR

Relatório de Estágio no âmbito do Mestrado em Fisiologia Clínica, orientado pelo Professor Doutor Telmo António dos Santos Pereira e coorientado pela CPL. Mestre Maria de Fátima Soares apresentada à Escola Superior de Tecnologia da Saúde do Instituto Politécnico de Coimbra.

Setembro de 2025



**Escola Superior
de Tecnologia
da Saúde**

Politécnico de Coimbra

Elizabete Stelvia Domingos Francisco

RELATÓRIO DE ESTÁGIO EM ULTRASSONOGRAFIA VASCULAR

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 coorientado pela CPL. Mestre

Maria de Fátima Soares, apresentada à Escola Superior de Tecnologia da Saúde do Instituto Politécnico de Coimbra.

Setembro de 2025

Agradecimentos

Agradeço à Escola Superior de Tecnologia da Saúde de Coimbra pela formação de excelência e pelo apoio prestado ao longo do curso.

Expresso o meu sincero reconhecimento à instituição de acolhimento de estágio, pela oportunidade de aprendizagem, colaboração prestada e pela partilha de conhecimentos e experiências.

Ao meu orientador Telmo Pereira e coorientadora Maria de Fátima Soares, docentes e colegas, deixo o meu apreço pela orientação, disponibilidade e incentivo constante.

Por fim, um agradecimento especial à minha família e amigos pelo apoio incondicional e encorajamento ao longo de todo este percurso.

Resumo

Introdução: A ultrassonografia vascular é um exame de imagem não invasivo que utiliza ondas de ultrassom para a avaliação da estrutura vascular e hemodinâmica do fluxo sanguíneo em tempo real. Quando aplicada à neurologia, permite tanto o diagnóstico, acompanhamento e estratificação de risco de doenças cerebrovasculares.

Objetivo: Consolidar competências técnicas em ultrassonografia vascular, com foco em EcoDoppler Triplex cerebrovascular, bem como discutir dois relevantes casos clínicos, entre os exames realizados no Hospital de Santa Maria (Lisboa).

Resultados: Relativamente à casuística do estágio a amostra é constituída por 244 doentes. Foram recolhidos os dados referentes aos achados ultrassonográficos de 216 EcoDoppler dos grandes vasos do pescoço mais transcraniano, 9 EcoDoppler transcraniano mais Sinais Microembólicos, 7 EcoDoppler das artérias temporais, 7 EcoDoppler das artérias oftálmicas e 5 EcoDoppler transcraniano. Deste conjunto, observaram-se ainda, na sala de EcoDoppler cerebrovascular, 3 exames de ultrassonografia vascular dos membros inferiores em doentes com pesquisa positiva de microêmbolos sistémicos, identificados com utilização do Doppler transcraniano e soro agitado.

Foram ainda analisados 2 casos clínicos com utilização do EcoDoppler como meio complementar de diagnóstico e como técnica de apoio na monitorização do tratamento e seguimento: uma mulher de 34 anos de idade com quadro de Acidente Isquémico Transitório em território vertebro-basilar por dissecação vertebral; uma mulher de 76 anos de idade com Acidente Vascular Cerebral isquémico no território da artéria cerebral média.

Conclusão: O EcoDoppler constitui atualmente uma ferramenta indispensável na avaliação hemodinâmica cerebral e na prevenção do acidente vascular cerebral. A experiência adquirida durante o estágio permitiu consolidar competências técnicas relevantes e compreender o contributo clínico do EcoDoppler no diagnóstico e no seguimento das doenças cerebrovasculares, tal como demonstrado nos dois casos clínicos apresentados.

Palavras-chave: Ultrassonografia vascular; EcoDoppler; Doenças cerebrovasculares; Diagnóstico.

Abstract

Introduction: Vascular ultrasonography is a non-invasive imaging modality that uses ultrasound waves to assess vascular structure and blood flow haemodynamics in real time. When applied to neurology, it enables the diagnosis, follow-up, and risk stratification of cerebrovascular diseases.

Objective: To consolidate technical skills in vascular ultrasonography, with a focus on cerebrovascular Triplex Doppler ultrasound, as well as to discuss two relevant clinical cases among the examinations performed at Hospital de Santa Maria (Lisbon).

Results: Regarding the case series from the clinical internship, the sample consisted of 244 patients. Data were collected from the ultrasonographic findings of 216 extracranial carotid and vertebral Doppler ultrasound examinations combined with transcranial Doppler, 9 transcranial Doppler examinations with microembolic signal detection, 7 temporal artery Doppler ultrasound examinations, 7 ophthalmic artery Doppler ultrasound examinations, and 5 transcranial Doppler examinations. In addition, within the cerebrovascular Doppler ultrasound unit, 3 vascular ultrasonography examinations of the lower limbs were observed in patients with positive systemic microembolic signal detection, identified using transcranial Doppler and agitated saline.

Furthermore, two clinical cases were analysed in which Doppler ultrasound was used both as a complementary diagnostic tool and as a monitoring technique during treatment and follow-up: a 34-year-old woman presenting with a transient ischaemic attack in the vertebrobasilar territory caused by vertebral artery dissection; and a 76-year-old woman with an ischaemic stroke in the middle cerebral artery territory.

Conclusion: Doppler ultrasound currently represents an indispensable tool in the assessment of cerebral haemodynamics and in stroke prevention. The experience acquired during the clinical internship enabled the consolidation of relevant technical skills and provided a deeper understanding of the clinical contribution of Doppler ultrasound in the diagnosis and follow-up of cerebrovascular diseases, as demonstrated in the two clinical cases presented.

Keywords: Vascular ultrasonography; EchoDoppler; Cerebrovascular diseases; Diagnosis

Lista de Abreviaturas e Siglas

AAS	–	Ácido Acetilsalicílico
AB	–	Artéria Basilar
ACA	–	Artéria Cerebral Anterior
ACC	–	Artéria Carótida Comum
ACE	–	Artéria Carótida Externa
ACI	–	Artéria Carótida Interna
ACM	–	Artéria Cerebral Média
ACP	–	Artéria Cerebral Posterior
AIT	–	Acidente Isquémico Transitório
AngioRM	–	Angio Ressonância Magnética
AngioTC	–	Angio-Tomografia Computorizada
AO	–	Artéria Oftálmica
AV	–	Artéria Vertebral
AVC	–	Acidente Vascular Cerebral
DAV	–	Dissecção da Artéria Vertebral
DCV	–	Doenças Cardiovasculares
DTC	–	Doppler Transcraniano
ECG	–	Eletrocardiograma
FA	–	Fibrilhação Auricular
FC	–	Frequência Cardíaca
HSM	–	Hospital de Santa Maria
IP	–	Índice de Pulsatilidade
IR	–	Índice de Resistência
MES	–	Microembolic signals
PICA	–	Artéria Cerebelar Ínfero-Posterior
PRF	–	Pulse Repetition Frequency ou Frequência de Repetição
PW	–	Doppler Pulsado
RM - CE	–	Ressonância Magnética Crânio-Encefálica
TA	–	Tensão Arterial
TC-CE	–	Tomografia Computorizada Crânio-Encefálica
TEV	–	Trombectomia Endovascular

TIBI – Thrombolysis in Brain Ischemia

TICI – Thrombolysis in Cerebral Infarction ou Trombólise no Enfarte Cerebral

US – Ultrassonografia

USV – Ultrassonografia Vascular

VB – Sistema Vertebrobasilar

VD – Velocidade Diastólica

Vm – Velocidade Média

VS – Velocidade Sistólica

Lista de Tabelas

Tabela 1 - Classificação da estenose - Correlação entre o método NASCET e a Ultrassonografia	33
Tabela 2 - Classificação do vasoespasmo – Razão de Lindegaard.....	38
Tabela 3 - Distribuição por grupos de alterações encontradas no EcoDoppler, durante o período de estágio.	48

Lista de figuras

Figura 1 - Anatomia da circulação extracraniana e intracraniana.....	17
Figura 2 - Anatomia do polígono de Willis.. ..	18
Figura 3 - Modo bidimensional.....	21
Figura 4 - Doppler Codificado a Cores. Demonstração da recirculação do bulbo carotídeo. . .	22
Figura 5 - Doppler Pulsado.....	23
Figura 6 - Distribuição dos diferentes tipos de estudos realizados por EcoDoppler	46
Figura 7 - Distribuição por faixa etária, dos doentes que realizaram EcoDoppler.....	46
Figura 8 - Distribuição por género dos pacientes aos quais foram realizados os EcoDopplers.	47
Figura 9 - Distribuição da ocorrência de acidente vascular cerebral em função da presença ou ausência de doença carotídea aterosclerótica.....	49
Figura 10 - Caso clínico I - EcoDoppler triplex dos grandes vasos do pescoço - entrada. Plano submandibular.....	56
Figura 11 - Caso clínico I - EcoDoppler duplex dos grandes vasos do pescoço - entrada. Plano submandibular. SEPE. (efeito mapa de cores) em modo B e doppler cor.....	56
Figura 12 - Caso clínico I - EcoDoppler transcraniano triplex. Plano vertebro-basilar.....	57
Figura 13 - Caso clínico I - Ressonância Magnética - Crânio-Encefálica... ..	57
Figura 14 - Caso clínico I - Angio-Ressonância Magnética. A- AngioRM dos grandes vasos supra-aórticos (TOF). B- Plano axial.....	58
Figura 15 - Caso clínico I - EcoDoppler triplex dos grandes vasos do pescoço pós tratamento. Plano submandibular.. ..	60
Figura 16 - Caso clínico I - EcoDoppler transcraniano pós tratamento. Plano vertebro-basilar.	60
Figura 17 - Caso clínico II - Tomografia Computorizada Crânio-Encefálica entrada.	64
Figura 18 - Caso clínico II – Angio-Tomografia Computorizada dos troncos supra-aórticos. ..	64
Figura 19 – Caso clínico II - Trombectomia Endovascular.. ..	65
Figura 20 - Caso clínico II - Angio-TEV.....	65
Figura 21 - Caso clínico II - Tomografia Computorizada Crânio-Encefálica 24 horas pós tratamento.....	66
Figura 22 - Caso clínico II - EcoDoppler dos grandes vasos do pescoço. Plano submandibular. SEPE (efeito mapa de cores) em modo B.....	67

Figura 23 - Caso clínico II - EcoDoppler dos grandes vasos do pescoço. Plano submandibular.	67
Figura 24 - Caso clínico II - EcoDoppler transcraniano pós tratamento. Plano transtemporal..	67
Figura 25 - Caso clínico II - EcoDoppler dos grandes vasos do pescoço. Plano submandibular. Imagem em modo B.....	68
Figura 26 - Caso clínico II - EcoDoppler dos grandes vasos do pescoço. (A) Plano submandibular longitudinal.....	68
Figura 27 - Caso clínico II - EcoDoppler transcraniano pós tratamento. Plano transtemporal.	69
Figura 28 - Caso clínico II - EcoDoppler dos grandes vasos do pescoço. Plano submandibular. SEPE (efeito mapa de cores) em modo B.....	70
Figura 29 - Caso clínico II - EcoDoppler dos grandes vasos do pescoço. Plano submandibular longitudinal. Eixo carotídeo esquerdo.....	70

Lista de anexos

Anexos 1 - Ilustração das tortuosidades da artéria carótida interna cervical..	94
Anexo 2 - Modo bidimensional dos grandes vasos do pescoço.	94
Anexo 3 – EcoDoppler Triplex dos grandes vasos do pescoço	94
Anexo 4 – Imagem em modo B da artéria vertebral.....	95
Anexo 5 - Janelas acústicas utilizadas em triplex transcraniano codificado por cores.....	96
Anexo 6 – Janela transtemporal. Plano horizontal	96
Anexos 7 - EcoDoppler triplex. Plano suboccipital.....	97
Anexo 8 - Janela transorbital. Medição do diâmetro da bainha do nervo óptico	97
Anexo 9 - Microembolic signals (MES).....	97
Anexo 10 – Relatório de estágio..	99

Índice geral

Agradecimentos	III
Resumo	IV
Abstract	V
Lista de Abreviaturas e Siglas	VI
Lista de Tabelas	VIII
Lista de figuras	IX
Lista de anexos	XI
1. Introdução	15
2. Enquadramento Teórico	17
2.1. Anatomia Cerebrovascular.....	17
2.2. Doenças Cerebrovasculares	18
2.3. EcoDoppler no Diagnóstico de Doenças Cerebrovasculares	20
2.3.1. Modo Bidimensional.....	21
2.3.2. Doppler Codificado a Cores	21
2.3.3. Doppler Pulsado	22
2.3.4. EcoDoppler dos Grandes Vasos do Pescoço ou Cervical	23
2.3.5. EcoDoppler Transcraniano	27
2.4. Circulação Colateral	30
2.5. Alterações cerebrovasculares	31
2.5.1. Estenose e Aterosclerose Carotídea.....	31
2.5.2. Estenose Intracraniana Aterosclerótica	33
2.5.3. Dissecções das Artérias Cervicais	35
2.5.4. Web Carotídea.....	36
2.5.5. Vasoespasmo Cerebral	37

3.	Serviço Nacional de Saúde em Angola	39
3.1.	Doenças Cerebrovasculares em África-Angola	40
4.	Caracterização e Local de Estágio	41
4.1.	Serviço de Neurologia	41
4.2.	Estágio no Laboratório de Hemodinâmica Cerebral do Serviço de Neurologia	42
5.	Casuística do Estágio	45
5.1.1.	Outras Atividades Desenvolvidas	49
5.1.2.	Competências adquiridas	50
6.	Análise e Apreciação Crítica Do Estágio	51
7.	Estudo de Casos	53
7.1.	Caso clínico I – Acidente Isquémico Transitório em território vertebro-basilar	53
7.1.1.	Enquadramento teórico	53
7.1.2.	Descrição do Caso Clínico	55
7.1.3.	Resultados dos Exames do Estudo Vascular por EcoDoppler	56
7.1.4.	Ressonância Magnética-Crânio-Encefálica e Angio-Ressonância Magnética (08 de julho de 2025)	57
7.1.5.	Tratamento	58
7.1.6.	Evolução no Internamento	58
7.1.7.	Seguimento	59
7.1.7.1.	Resultados dos Exames do Estudo Vascular por EcoDoppler	59
7.1.8.	Discussão do caso	60
7.2.	Caso clínico II – Acidente Vascular Cerebral isquémico no território da artéria cerebral média esquerda	61
7.2.1.	Enquadramento teórico	61
7.2.2.	Descrição do caso clínico	63
7.2.3.	Tomografia Computorizada Crânio-Encefálica (TC-CE, 11 de julho de 2025)	63
7.2.4.	AngioTC dos troncos supra-aórticos (11 de julho de 2025)	64

7.2.5.	Tratamento	64
7.2.6.	Seguimento.....	65
7.2.6.1.	Tomografia Computorizada Crânio-Encefálica (12 de julho de 2025)	65
7.2.6.2.	Resultados dos Exames do Estudo Vascular por EcoDoppler	66
7.2.7.	Evolução no Internamento	70
7.2.8.	Discussão do caso	71
8.	Discussão	74
9.	Conclusão	79
10.	Referência Bibliográficas	81
11.	Anexos	94

1. Introdução

O presente relatório insere-se no âmbito do estágio curricular do Mestrado em Fisiologia Clínica, com especialização em Ultrassonografia Cardíaca e Função Vascular, da Escola Superior de Tecnologia da Saúde do Instituto Politécnico de Coimbra. O estágio foi desenvolvido no Laboratório de Hemodinâmica Cerebral – EcoDoppler Cerebrovascular (Serviço de Neurologia) do Hospital de Santa Maria de Lisboa (HSML) em aproximadamente 3 meses, concluindo um total de 360 horas. O Hospital de Santa Maria é um Hospital público universitário do Serviço Nacional de Saúde, membro integrante da Unidade Local de Saúde de Lisboa.

As doenças cardiovasculares (DCV) representam a principal causa de mortalidade global, associando-se igualmente a elevados níveis de incapacidade. Estima-se que mais de três quartos dos óbitos relacionados com estas patologias ocorram em países de baixo e médio rendimento, com especial destaque para a região africana (Di Cesare et al., 2024). Entre as DCV, as doenças cerebrovasculares assumem especial relevância pela elevada incidência, prevalência e impacto na saúde pública. Nos países em desenvolvimento, cerca de 2/3 dos casos das alterações cerebrovasculares resultam em mortalidade. Além disso, estas doenças representam uma das principais causas de incapacidade crónica, quer em países desenvolvidos quer em desenvolvimento, sendo reconhecidas como um dos maiores desafios de saúde global (Polese, 2023).

O diagnóstico e a abordagem terapêutica das doenças cerebrovasculares dependem atualmente de tecnologias amplamente disponíveis nos países desenvolvidos, mas que estão ausentes na maioria dos países africanos. Essa desigualdade faz com que grande parte dos doentes não seja devidamente diagnosticada e não receba o tratamento adequado.

A ultrassonografia vascular (USV) é um método de diagnóstico não invasivo que combina a imagem ecocardiográfica em modo B para a avaliação estrutural ou morfológica com a aplicação do efeito Doppler permitindo a análise hemodinâmica do fluxo sanguíneo em tempo real. Quando aplicada à neurologia, permite tanto o diagnóstico, seguimento e estratificação de risco de doenças cerebrovasculares.

O presente relatório apresenta, de forma sistematizada, as atividades realizadas ao longo do estágio e evidencia as competências profissionais e científicas adquiridas durante a sua realização.

Este estágio representou uma etapa determinante na consolidação da formação técnico-científica, permitindo a aplicação prática dos conhecimentos adquiridos ao longo o percurso académico, num contexto clínico de elevada complexidade e exigência.

2. Enquadramento Teórico

2.1. Anatomia Cerebrovascular

O cérebro é um órgão do tecido nervoso que desempenha funções essenciais na integração e coordenação do organismo, incluindo respostas motoras, percepção sensorial, processamento cognitivo, memória, comunicação e regulação emocional. A sua proteção é assegurada por três estruturas principais: o crânio, as meninges e o líquido cefalorraquidiano, que em conjunto garantem suporte mecânico e defesa contra agressões externas (Thau et al., 2025). A circulação cerebrovascular divide-se em circulação extracraniana e circulação intracraniana.

A irrigação do cérebro é assegurada por quatro artérias principais: duas artérias carótidas internas (ACIs) e duas artérias vertebrais, localizadas bilateralmente. As ACIs constituem a circulação anterior, enquanto o sistema vertebrobasilar (VB) corresponde à circulação posterior, ambas integrando a circulação extracraniana. Ao nível da base do crânio, estas duas circulações estabelecem comunicação através de um anel arterial anastomótico, designado por círculo ou polígono de Willis, que corresponde à circulação intracraniana (Konan et al., 2023).

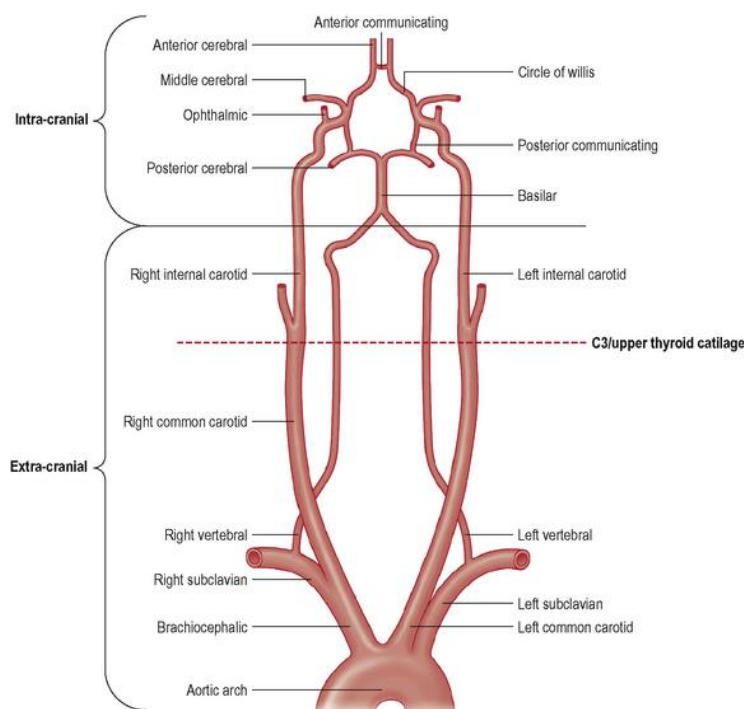


Figura 1 - Anatomia da circulação extracraniana e intracraniana. Adaptado: Drake et al. (2005), citado em Musculoskeletal Key (s.d.).

A artéria carótida interna (ACI) apresenta quatro segmentos anatómicos: cervical, intrapetroso, intracavernoso e cerebral (Morales-Roccuzzo et al., 2024). É ao nível do segmento cerebral (segmento intracraniano) que se originam os seus principais ramos, sendo o primeiro a artéria oftálmica (AO), seguida da artéria coroideia anterior, culminando na bifurcação que dá origem à artéria cerebral média (ACM) e à artéria cerebral anterior (ACA), circulação anterior da porção intracraniana. As artérias vertebrais direita e esquerda unem-se para formar a artéria basilar, a qual, posteriormente, se bifurca originando as artérias cerebrais posteriores (ACP) direita e esquerda, circulação posterior da porção intracraniana (Albricker et al., 2023).

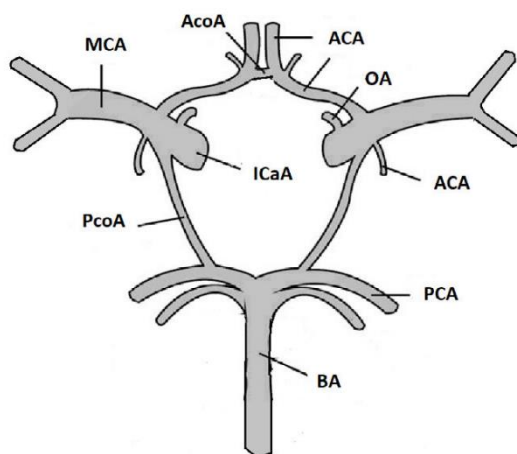


Figura 2 - Anatomia do polígono de Willis. Adaptado: Essadik et al., 2022. Automatic classification of the cerebral vascular bifurcations using dimensionality reduction and machine learning.

Tal como as artérias das restantes partes do corpo, as artérias cerebrais são compostas por três camadas histologicamente distintas, nomeadamente: a íntima, camada mais interna, composta por células endoteliais com uma fina membrana basal subjacente; a média, camada intermédia, constituída predominantemente por músculo liso e tecido fibroso (Taylor & Bordoni, 2023); e a adventícia, camada mais externa, que contém fibroblastos e tecido conjuntivo, sendo responsável pela integridade do vaso e pela resistência à tensão física da parede (Salehi et al., 2023). Contudo, as artérias cerebrais diferem das artérias sistémicas por não possuírem lâmina elástica externa e apresentarem uma espessura relativamente reduzida das camadas média e adventícia, bem como uma menor percentagem de fibras elásticas nestas camadas (Prince & Ahn, 2013).

2.2. Doenças Cerebrovasculares

As doenças cerebrovasculares correspondem a um grupo heterogéneo de alterações do fluxo sanguíneo dos vasos cerebrais, resultantes de fenómenos como estenose, aterosclerose, trombose, embolia e dissecção. Estas condições comprometem a perfusão adequada do tecido cerebral, podendo originar acidente vascular cerebral isquémico ou hemorrágico (AVCI ou AVCH), bem como ataques isquémicos transitórios (AIT). Entre as diversas manifestações clínicas das doenças cerebrovasculares, destaca-se o AVC como a mais relevante. (Potenza et al., 2023).

As doenças cerebrovasculares estão intimamente associadas a fatores comportamentais. Entre os principais determinantes destacam-se os hábitos alimentares, o sedentarismo, o tabagismo, o alcoolismo, bem como fatores metabólicos, psicoemocionais, a qualidade do sono e o apoio familiar, contribuindo para o risco e a progressão da doença (Li et al., 2023).

A fim de harmonizar as várias classificações e nomenclaturas de doenças cerebrovasculares, o termo “AVC” é a definição mais apropriadamente usada para esse tipo de distúrbio (Gunda et al., 2024). De acordo com Feigin et al. (2025), o AVC mantém-se como a segunda principal causa de morte a nível mundial, sendo responsável por cerca de sete milhões de óbitos anuais, e representa ainda a terceira principal causa de morte e incapacidade combinadas. O AVC isquémico é descrito como o subtipo mais prevalente, correspondendo a mais de 80% de todos os casos registados de AVC. Dados recentes de África revelam estatísticas alarmantes: uma taxa anual de incidência de AVC de até 316 por 100 000, uma prevalência tão elevada como 1460 por 100 000 e uma taxa de mortalidade a 3 anos superior a 80% (Olatunji et al., 2023).

Apesar dos avanços obtidos através de investigações intensivas, cerca de 30% dos casos de AVC permanecem de origem indeterminada. Após a exclusão das causas mais comuns, devem ainda ser consideradas diversas condições raras, de natureza hereditária ou não hereditária, que frequentemente permanecem subdiagnosticadas e que podem estar na origem de casos de AVC criptogénico (Bersano et al., 2021).

Numa revisão sistemática recente conduzida pelos Colaboradores do Global Burden of Disease Study (Global, regional, and national burden of stroke and its risk factors, 1990–2019: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2019), foi estimado que, em 2019, ocorreram 12,2 milhões (95% UI: 11,0–13,6) de casos incidentes de acidente vascular cerebral (AVC), 101 milhões (93,2–111) de casos prevalentes e 6,55 milhões (6,00–7,02) de mortes por esta causa (GBD 2019 Stroke Collaborators, 2021).

Entre 1990 e 2019, observou-se um aumento substancial no número absoluto de casos: os AVC incidentes cresceram 70% (67,0–73,0), os prevalentes 85% (83,0–88,0), as mortes por AVC 43% (31,0–55,0). Contudo, quando analisadas as taxas padronizadas por idade, verificou-se uma tendência inversa no mesmo período: a incidência diminuiu 17% (15,0–18,0), a mortalidade 36% (31,0–42,0), a prevalência 6% (5,0–7,0) (GBD 2019 Stroke Collaborators, 2021). Importa salientar, porém, que entre indivíduos com menos de 70 anos se observou um aumento das taxas de prevalência (22%, 21,0–24,0) e de incidência (15%, 12,0–18,0), evidenciando um impacto crescente do AVC nas faixas etárias mais jovens (GBD 2021 Stroke Risk Factor Collaborators, 2021).

2.3. EcoDoppler no Diagnóstico de Doenças Cerebrovasculares

O EcoDoppler constitui um método de diagnóstico por imagem não invasivo e não ionizante, baseado na utilização de ultrassons, que permite a avaliação hemodinâmica cerebrovascular através do efeito Doppler. Esta técnica possibilita o estudo dos vasos cervicais ou extracranianos, através do EcoDoppler dos grandes vasos do pescoço, bem como dos vasos intracranianos, mediante o EcoDoppler transcraniano, integrando simultaneamente informações morfológicas e funcionais (Azevedo, 2023).

O princípio físico que sustenta esta técnica tem origem no efeito Doppler, descrito pela primeira vez em meados de 1800 por Christian Doppler, que demonstrou como a frequência de uma onda sonora se altera quando incide sobre um objeto em movimento. No contexto da ultrassonografia vascular (USV), esse objeto corresponde aos glóbulos vermelhos em circulação no interior dos vasos sanguíneos. A sonda de ultrassom emite uma onda sonora com frequência previamente conhecida, cuja interação com o fluxo permite a análise e inferência de parâmetros hemodinâmicos, essenciais para a caracterização funcional da circulação cerebral (Loomis et al., 2023).

Devido à sua ampla aplicabilidade, baixo custo relativo e elevada reprodutibilidade, o EcoDoppler tem vindo a afirmar-se como uma ferramenta fundamental no apoio ao diagnóstico de patologias cerebrovasculares (Albricker et al., 2023). Na prática clínica, é frequentemente utilizado como exame de rastreio, seguimento e monitorização de doenças cerebrovasculares, sendo habitualmente complementado por técnicas de neuroimagem avançada, tais como a angiografia por tomografia computadorizada (Angio-TC), a angiografia por ressonância magnética (Angio-RM) e a angiografia por subtração digital (ASD) (Cassola et al., 2022).

A aquisição de imagens através do EcoDoppler pode ser realizada por três modalidades distintas: o modo bidimensional, o Doppler codificado a cores e o Doppler pulsado. A integração destas três abordagens deu origem ao conceito de EcoDoppler triplex, que combina a representação anatómica em tempo real com a avaliação simultânea do fluxo sanguíneo, permitindo uma análise mais completa e precisa das condições vasculares cerebrais (Robba et al., 2019).

2.3.1. Modo Bidimensional

O modo bidimensional (modo B) constitui a base da imagem ecográfica convencional, fornecendo representações em escala de cinzentos, nas quais a intensidade do eco de retorno varia em função da impedância acústica dos tecidos. Esta variação traduz-se numa gradação de tons que vai do preto (correspondente a estruturas anecóicas ou hipoecóicas) ao branco (relativo a estruturas hiperecóicas), permitindo uma visualização detalhada das características morfológicas dos vasos, incluindo o diâmetro, trajeto das artérias, espessura da camada íntima-média, presença de placas, calcificações, estenoses e trombose (Meola et al., 2021).

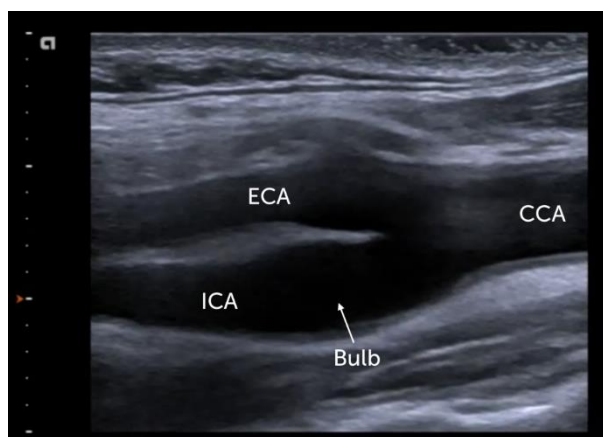


Figura 3 - Modo bidimensional. Adaptado: Binder, 2021. External versus internal carotid artery.

2.3.2. Doppler Codificado a Cores

O Doppler codificado a cores baseia-se na análise da frequência e da amplitude dos ecos de retorno obtidos por interrogação pulsada de uma determinada região, permitindo a representação gráfica do fluxo sanguíneo em tempo real. Nesta técnica, a direção do fluxo é expressa por um código de cores, sendo tradicionalmente representado a azul quando o fluxo se afasta do transdutor e a vermelho quando se dirige na sua direção (Meola et al., 2021).

A velocidade média do fluxo é traduzida pela intensidade do brilho da cor exibida, enquanto a turbulência ou variância do sinal é indicada por uma terceira cor, habitualmente verde ou amarela. Esta modalidade revela-se de grande utilidade na deteção da presença ou ausência de fluxo sanguíneo em diferentes territórios vasculares, permitindo também uma avaliação expedita e visualmente intuitiva de extensas áreas em busca de padrões de fluxo anómalos ou turbulentos (Shah & Irshad, 2023).

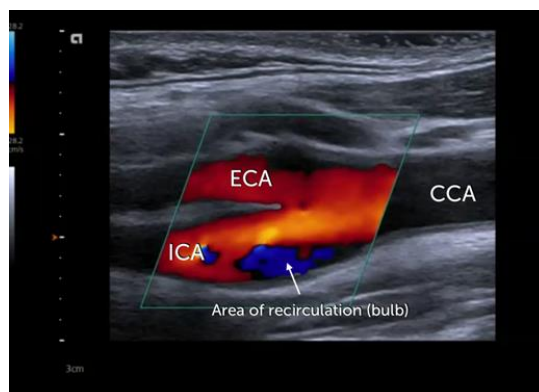


Figura 4 - Doppler Codificado a Cores. Demonstração da recirculação do bulbo carotídeo. Adaptado: Binder, 2021. External versus internal carotid artery.

2.3.3. Doppler Pulsado

O Doppler pulsado (PW) constitui uma das modalidades mais relevantes da ultrassonografia vascular, permitindo a análise espectral das velocidades do fluxo sanguíneo numa região específica do vaso. Esta técnica baseia-se na emissão de pulsos descontínuos de ultrassom, cuja frequência de repetição (PRF) deve ser cuidadosamente ajustada em função da velocidade do fluxo em estudo, uma vez que valores mais elevados de PRF são necessários para detetar com precisão frequências de retorno associadas a fluxos rápidos (Shah & Irshad, 2023). A análise espectral obtida através do PW fornece um conjunto de parâmetros quantitativos essenciais para a avaliação hemodinâmica. Entre estes destacam-se a velocidade do pico sistólico (V_s), a velocidade diastólica final (V_d), o tempo de aceleração, o índice de pulsatilidade (IP), o índice de resistência (IR) e a velocidade média do fluxo (V_m) (Purkayastha et al., 2013).

Durante a execução e interpretação do exame, é crucial considerar o trajeto anatómico das artérias, uma vez que variações anatómicas podem influenciar significativamente as medições obtidas. Nem todas as artérias apresentam um percurso linear, e a presença de tortuosidades vasculares pode alterar os valores de velocidade de fluxo, simulando falsamente a existência de estenoses. Estas tortuosidades podem

manifestar-se sob diferentes formas, designadamente kinking, coiling ou looping (conforme o anexo 1), e devem ser devidamente reconhecidas para evitar erros de diagnóstico (Spasojević et al., 2023).

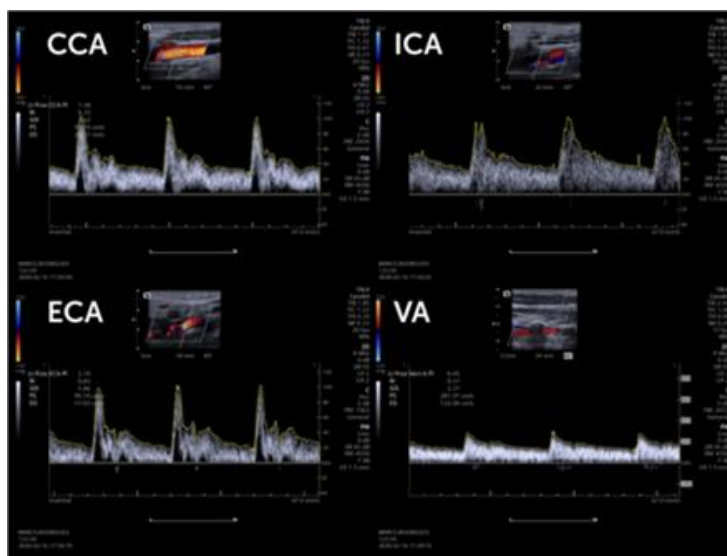


Figura 5 - Doppler Pulsado. Espectro da ACC apresenta uma velocidade diastólica maior do que a da ACE, mas menor do que a da ACI. A ACI é caracterizada por uma velocidade sistólica menor e uma velocidade diastólica maior em comparação com a ACE. A AV apresenta uma baixa resistência. Adaptado: Binder, 2021. External versus internal carotid artery.

2.3.4. EcoDoppler dos Grandes Vasos do Pescoço ou Cervical

O EcoDoppler cervical constitui uma técnica ultrassonográfica fundamental na avaliação das artérias carótidas e vertebrais, permitindo analisar, de forma não invasiva, a espessura da íntima-média, a morfologia das placas ateromatosas e a hemodinâmica do fluxo sanguíneo em tempo real (Azevedo, 2023). Para além da sua relevância no estudo e seguimento da doença cerebrovascular, esta técnica revela-se igualmente útil no diagnóstico de vasculites inflamatórias, dissecções arteriais e tumores do corpo carotídeo, ampliando o seu papel clínico na caracterização de múltiplas patologias vasculares (Bhattacharjee et al., 2022). A imagem Doppler, ao fornecer dados quantitativos sobre a velocidade do fluxo, permite, quando combinada com a imagem em escala de cinzentos (modo B), uma avaliação simultaneamente qualitativa e quantitativa das placas ateroscleróticas e do grau de estenose (Dhingra et al., 2025).

O exame é realizado com o doente em decúbito dorsal, com a cabeça rodada para o lado oposto ao da região de interesse e o pescoço em ligeira hiperextensão, de modo a facilitar o acesso e a otimização da janela acústica. Utiliza-se, geralmente, um transdutor linear com frequência entre 5 e 12 MHz, sendo a experiência do operador determinante

para a obtenção de resultados fiáveis e reproduzíveis (Dhingra et al., 2025). A posição do técnico pode variar consoante o protocolo institucional, podendo o transdutor ser orientado de forma caudal ou superior relativamente ao paciente (Bhattacharjee et al., 2022).

Durante o procedimento, aplica-se um gel ultrassonográfico sobre o transdutor para otimizar o contacto acústico com a pele. A aquisição das imagens inicia-se com cortes transversais e longitudinais em modo B, garantindo uma caracterização anatómica detalhada das estruturas vasculares. O feixe de ultrassom deve manter-se orientado a menos de 60°, ângulo considerado ideal para a avaliação anatómica e hemodinâmica (Yang et al., 2023). O ângulo de insonação Doppler assume particular importância na medição das velocidades espectrais, sendo geralmente padronizado em 60°; contudo, alguns autores sugerem a sua adaptação individual, desde que permaneça inferior a esse valor, para maximizar a precisão das medições (Mukabagorora et al., 2025).

A obtenção das imagens faz-se, habitualmente, através da via de acesso submandibular, permitindo a visualização das artérias carótida comum (ACC), bifurcação carotídea, carótida interna, carótida externa (ACE) e das artérias vertebrais, abrangendo os segmentos V1, V2 e V3 (Psychogios et al., 2020). Esta abordagem possibilita uma análise abrangente do território vascular cervical, essencial para a caracterização completa da circulação extracraniana.

2.3.4.1. Protocolo de exames

2.3.4.1.1. Artéria Carótida Comum

A imagem em escala de cinzentos (modo B) constitui, habitualmente, a etapa inicial da avaliação ultrassonográfica das artérias cervicais. Nesta fase, as artérias carótidas são examinadas desde a incisura jugular até ao ângulo da mandíbula, utilizando planos transversal e longitudinal, de modo a garantir uma caracterização anatómica completa. O ângulo de insonação deve ser mantido inferior a 60° e o mais paralelo possível ao eixo do vaso, por forma a maximizar a precisão das medições hemodinâmicas (Dhingra et al., 2025). A varredura pode iniciar-se em plano transversal, uma vez que esta abordagem permite a identificação rápida da ACC, da veia jugular interna, do nível da bifurcação carotídea e da presença de possíveis placas ateroscleróticas. A utilização complementar dos modos de fluxo codificado a cores possibilita a visualização do fluxo no

lúmen vascular, facilitando a distinção entre estruturas arteriais e venosas e permitindo uma análise dinâmica do fluxo sanguíneo (Alexandrov et al., 2011).

Nesta etapa, procede-se à avaliação da anatomia vascular, da integridade e espessura das paredes arteriais, através do índice íntima-média (IMT), bem como da presença de placas de ateroma e das características hemodinâmicas do fluxo, nomeadamente a direção, a velocidade e a morfologia da curva espectral. A forma de onda espectral obtida na artéria carótida comum resulta da combinação dos padrões hemodinâmicos das artérias carótida interna (ACI) e carótida externa (ACE) (Psychogios et al., 2020).

O índice íntima-média é visualizado, em modo B, como uma dupla linha hiperecogénica, correspondente às interfaces luz-íntima e média-adventícia. Este parâmetro tem sido amplamente estudado como um marcador substituto da aterosclerose subclínica, desempenhando um papel relevante na avaliação do risco cardiovascular e no rastreio da progressão da doença aterosclerótica (Mukabagorora et al., 2025). Um aumento do IMT é considerado indicativo de espessamento da parede arterial e, potencialmente, de processo aterosclerótico ativo. Valores superiores a 1 mm na artéria carótida comum são geralmente interpretados como anormais (Conforme o anexo 2) (Bhattacharjee et al., 2022).

2.3.4.1.2. Eixo Carotídeo

A avaliação ultrassonográfica inclui a análise detalhada da anatomia vascular, da integridade e espessura das paredes arteriais, bem como da presença de placas de ateroma e das características hemodinâmicas do fluxo, nomeadamente a sua direção, velocidade e permeabilidade. Esta região assume particular relevância clínica, uma vez que, devido à divisão do fluxo sanguíneo em dois ramos principais, tende a apresentar padrões de fluxo turbulento, o que aumenta o risco de lesão endotelial e, consequentemente, o potencial de desenvolvimento de aterosclerose.

2.3.4.1.3. Artérias Carótidas Internas e Artérias Carótidas Externas

A obtenção do registo das artérias carótidas internas (ACI) e externas (ACE) realiza-se através do seguimento da ACC ao longo do pescoço, até à visualização da bifurcação carotídea. Posteriormente, pequenas variações na orientação do transdutor

permitem a diferenciação das duas artérias: a ACI é identificada direcionando o feixe ultrassónico ligeiramente para a orelha, enquanto a ACE é visualizada com o transdutor apontado em direção ao nariz. A distinção entre a ACI e a ACE baseia-se em diversos critérios hemodinâmicos e anatómicos. A ACI caracteriza-se por apresentar fluxo diastólico persistente, baixa resistência vascular, débitos elevados, ausência de ramos extracranianos e um sinal acústico agudo e rápido. Em contraste, a ACE evidencia velocidades diastólicas reduzidas, devido à sua divisão em múltiplos ramos, altas resistências vasculares, presença de ramos extracranianos, e um sinal acústico mais grave e pausado. Além disso, a compressão da artéria temporal superficial provoca uma repercussão característica no traçado Doppler da ACE, fenómeno designado por “tapping temporal” (Conforme o anexo) (Bhattacharjee et al., 2022; Lee et al., 2014).

2.3.4.1.4. Artérias Vertebrais

A avaliação ultrassonográfica das artérias vertebrais (AVs) requer um posicionamento específico do transdutor, dada a localização pósterio-lateral destas estruturas em relação ao pescoço. Para a sua visualização adequada, é necessário fazer um angulo de 90º em relação ao eixo cervical com o transdutor, de modo a otimizar a captação do feixe ultrassónico.

Nesta projecção, procede-se à análise da anatomia vascular, da permeabilidade dos segmentos arteriais e das características do fluxo sanguíneo, incluindo a presença de fluxo laminar ou turbulento, a direção do fluxo, bem como a morfologia e amplitude das curvas espectrais. As artérias vertebrais apresentam um fluxo anterógrado, dirigido em sentido cranial, e de baixa resistência, com um padrão hemodinâmico semelhante ao observado na ACI (Psychogios et al., 2020).

A assimetria vertebral constitui uma variação anatómica frequente, sendo descrito que cerca de 50% dos indivíduos possuem uma artéria vertebral (AV) esquerda dominante, 25% uma direita dominante, e os restantes 25% apresentam ambas com calibres semelhantes. Anatomicamente, a AV divide-se em cinco segmentos (V0–V4): o V0 corresponde à origem da AV, os segmentos V1 a V3 formam a porção extracraniana, e o segmento V4 representa a porção intracraniana (Psychogios et al., 2020). As alterações patológicas das AVs, como a dissecção vertebral e o roubo da subclávia, podem ser identificadas neste plano de avaliação, reforçando a importância do EcoDoppler na caracterização morfológica e funcional destas estruturas (Conforme o anexo 4).

2.3.5. EcoDoppler Transcraniano

Para a realização do exame o doente deve estar em decúbito dorsal, com a cabeça direita ou virada para o lado oposto ao que se quer estudar e queixo junto ao peito. O exame realiza-se com recurso a um transdutor setorial (2 a 3,5 MHz) sendo necessário um técnico com experiência para a sua realização (Loomis et al., 2023). É aplicado um gel ultrassonográfico no transdutor (para melhor contacto do transdutor com a pele) e depois coloca-se este na via de acesso ou janelas acústicas que se pretende. Este exame permite-nos avaliar a circulação intracraniana (Polígono de Willis) que tal como referido anteriormente é composta pela circulação anterior (porção intracraniana da ACI, ACM, ACA) e pela circulação posterior (porção intracraniana das AV (segmento V4), ACP e AB). Para obtenção das imagens recorre-se às janelas acústicas transtemporal, suboccipital, transorbital e submandibular (Conforme o anexo 5) (Carrizosa et al., 2022, Pan et al., 2022).

Em termos gerais, o estudo do ecoDoppler transcraniano pode ser realizado usando dois planos principais de varredura: os planos axial e coronal a uma profundidade que permite exibir também os vasos contralaterais. A varredura axial é a mais comumente usada e permite dois tipos diferentes de planos de imagem: as incidências mesencefálica e diencefálica. Na prática clínica, o plano de varredura mais relevante para o estudo dos vasos arteriais cerebrais é o plano mesencefálico (D'Andrea et al., 2016).

Este exame é muito útil na deteção e follow-up de estenoses/oclusões intracranianas e também no complemento do estudo extracraniano. Neste exame é muito importante fazer a comparação das velocidades entre os dois lados (não devendo variar mais de 30 cm/s) e ver as características da curva espectral que nos dá informação de possíveis lesões distais/proximas nas artérias. Quando a lesão é proximal vai haver um arrastamento da curva, ou seja, o pico sistólico não é tão bem definido. Se a lesão é distal a curva vai ser de menor amplitude e a diástole é baixa. Neste exame as estenoses são classificadas como sendo pouco significativas (menor que 50%) ou significativas (maior que 50%), dependendo das velocidades de fluxo naquela artéria e também das repercussões hemodinâmicas que ela está a causar (Wan et al., 2022).

O DTC é usado não apenas para avaliar estenoses/oclusões intracranianas, mas também para estratificação de risco em pacientes com estenose carotídea assintomática e para diagnóstico e estratificação de risco de pacientes com embolia paradoxal por meio

de um forame oval patente (FOP) por monitoramento contínuo e não invasivo da velocidade sanguíneo cerebrovascular (Spence et al., 2020).

2.3.5.1. Protocolo de EcoDoppler codificado a cor transcraniano

2.3.5.1.1. Janela Transtemporal

A janela transtemporal constitui o principal ponto de acesso para a avaliação da circulação intracraniana anterior e média. Esta encontra-se localizada acima do arco zigomático e anteriormente ao tragus, sendo utilizado um plano axial para obtenção da visão mesencefálica, com a cabeça do paciente posicionada em orientação ântero-posterior e a marca do transdutor alinhada com o plano ocular (Carrizosa et al., 2022).

Esta janela é geralmente subdividida em zonas anterior, média e posterior, permitindo a visualização dos principais ramos arteriais intracranianos. Através desta abordagem, é possível identificar a ACM nos seus segmentos M1 e M2, bem como o segmento A1 da ACA, os segmentos P1 e P2 da ACP, o segmento C1 do sifão carotídeo e ainda as artérias comunicantes anterior e posterior (Pan et al., 2022; D'Andrea et al., 2016). Durante o exame, a codificação em cores segue um padrão específico: a ACM ipsilateral é representada a vermelho nos segmentos M1 e M2, e a azul no segmento M3; a ACA ipsilateral surge codificada a azul, enquanto a ACP ipsilateral é visualizada a vermelho no segmento P1 e a azul no segmento P2 (Conforme o anexo 6) (Carrizosa et al., 2022).

Importa referir que cerca de 10 a 20% dos pacientes apresentam janelas acústicas transtemporais inadequadas, o que pode comprometer a qualidade da insonação. Essa limitação é mais frequente em pacientes idosos, mulheres e indivíduos com maior espessura óssea temporal, fatores que dificultam a penetração do feixe ultrassónico (Pan et al., 2022; D'Andrea et al., 2016).

2.3.5.1.2. Janela Suboccipital

A janela suboccipital, localiza-se entre a margem posterior do forame magno e o processo espinhoso do atlas. Para a obtenção das imagens, o transdutor é posicionado na linha média ou ligeiramente lateralizado, cerca de 2,5 cm abaixo da borda occipital, com o feixe ultrassónico direcionado em sentido antero-superior, em direção à ponte do nariz. O

marcador de índice deve manter-se orientado para o globo ocular. Esta janela permite a visualização do foramen magno e da porção intracraniana das AVs, bem como da AB, sendo fundamental para a avaliação da circulação posterior encefálica (Conforme o anexo 7) (Baska et al., 2024). A partir desta abordagem, é possível estudar as características hemodinâmicas e a permeabilidade destas artérias, contribuindo para o diagnóstico de oclusões, estenoses ou anomalias de fluxo nesta região.

2.3.5.1.3. Janela Transorbital

A janela transorbital constitui uma via de acesso complementar no estudo ultrassonográfico da circulação intracraniana. A abordagem é realizada através da pálpebra fechada, recorrendo a um transdutor linear de alta frequência, colocado sobre a pálpebra superior. Esta janela permite a visualização da artéria oftálmica, do sifão carotídeo e da bainha do nervo óptico. Devido à sensibilidade das estruturas oculares, a insonação deve respeitar o princípio ALARA (tão baixo quanto razoavelmente possível), garantindo que a intensidade acústica utilizada seja a mínima necessária para obtenção de imagens adequadas. Adicionalmente, o exame deve ser evitado em doentes submetidos a cirurgia de substituição do cristalino, uma vez que o feixe ultrassónico pode originar efeitos adversos sobre a lente intraocular. Para a proteção do cristalino e da retina, recomenda-se que a saída acústica do equipamento seja ajustada segundo os parâmetros específicos da ultrassonografia orbital (Conforme o anexo 8) (Carrizosa et al., 2022; Baska et al., 2024).

2.3.5.1.4. Janela submandibular

A janela submandibular localiza-se ao nível do ângulo da mandíbula, permitindo uma abordagem inferior e lateral à região cervical. O transdutor linear é posicionado lateralmente sob a mandíbula anterior, com orientação medial em relação ao músculo esternocleidomastoídeo. Embora esta não constitua, estritamente, uma janela acústica intracraniana, possibilita a visualização extracraniana do segmento distal da ACI. Esta abordagem é particularmente relevante na avaliação hemodinâmica complementar do fluxo carotídeo, permitindo o cálculo do índice de Lindegaard (LI). Este índice corresponde à razão entre a velocidade média do fluxo (VMF) da ACM e a da ACI, constituindo um parâmetro útil na diferenciação entre vasoespasmo e hiperemia (ver secção

“Vasoespasmo”) (Baska et al., 2024).

2.3.5.1.5. Monitorização de microêmbolos

Os microêmbolos são partículas constituídas maioritariamente por gás ou detritos provenientes de procedimentos cirúrgicos ou da circulação extracorpórea, geralmente com um diâmetro inferior a 500 μm . Historicamente, a deteção destes eventos microembólicos (MES, microembolic signals) não era possível. Contudo, o DTC veio permitir a monitorização em tempo real da passagem dos microêmbolos na circulação cerebral, através da retrodifusão das ondas de ultrassom geradas pelos mesmos. A intensidade da retrodifusão varia de acordo com a composição do êmbolo, sendo significativamente maior nos êmbolos gasosos do que nos êmbolos sólidos ou nos glóbulos vermelhos. Estudos recentes indicam que pacientes com MES detetados pelo DTC apresentam maior probabilidade de recorrência de isquemia cerebral e de défices funcionais mais graves após um evento trombótico (Wan et al., 2022).

O FOP está presente em aproximadamente 25% da população geral. Em doentes com AVC e FOP, torna-se frequentemente difícil determinar se a etiologia foi causada por embolia paradoxal ou incidental. Embora a Ecocardiografia transesofágica (ETE) continue a ser considerada o padrão-ouro para o diagnóstico de FOP, os estudos com solução salina contrastada realizados por Doppler transcraniano demonstram maior sensibilidade na deteção de shunts direita-esquerda. Além disso, o tamanho do shunt quantificado pelo Doppler transcraniano tem-se mostrado mais preditivo de recorrência de AVC do que a mera presença de shunt detetado no Ecocardiograma transtorácico (Conforme o anexo 9) (Spence et al., 2020).

2.4. Circulação Colateral

Quando a etiopatogenia do AVC decorre de uma oclusão ou estenose superior a 70% do fluxo sanguíneo cerebral, podem estabelecer-se mecanismos compensatórios através da circulação colateral, reduzindo a extensão da área de lesão. Nos casos em que a reperfusão ocorre nos primeiros minutos, é possível evitar sequelas permanentes (Wan et al., 2022).

No contexto da oclusão ou estenose significativa da ACI, os fenómenos compensatórios envolvem alterações complexas do fluxo arterial. Uma das primeiras

adaptações observadas é a inversão do fluxo da artéria oftálmica, promovida por ramos da artéria carótida externa (ACE). A circulação segue o trajeto ACE, artéria tiroideia, artéria facial, artéria oftálmica, sendo que, a artéria facial estabelece anastomoses com a artéria oftálmica, invertendo o sentido do seu fluxo e permitindo que esta irrigue o território terminal da ACI (Maguida et al., 2023; Fahmy et al., 2022).

Paralelamente, pode ocorrer inversão do fluxo na ACA ipsilateral à lesão, de modo que a irrigação do lado afetado passa a depender da circulação contralateral: a corrente flui da ACI contralateral, ACA contralateral, artéria comunicante anterior (ACoA), ACA ipsilateral. Esta redistribuição hemodinâmica é evidenciada no exame por velocidades aumentadas no segmento A1 contralateral e diminuídas no segmento A1 ipsilateral, permitindo ainda a visualização da ACoA (Liu et al., 2018; Chen et al., 2023).

Outro mecanismo compensatório envolve a circulação posterior através da artéria comunicante posterior (ACoP). Neste caso, o fluxo segue das AVs, AB, segmento P1 da ACP ipsilateral, ACoP, resultando em aumento da velocidade de fluxo na ACP ipsilateral e redução nas velocidades da ACA e da ACM ipsilateral, com a ACoP frequentemente bem desenvolvida e visível (Maguida et al., 2023; Zarrinkoob et al., 2019).

Em situações de oclusão do segmento M1 da ACM, a colateralização pode ser complementada pela ACE e pela circulação leptomeníngea, manifestando-se como aumento das velocidades na ACA e ACP ipsilaterais. Ao mesmo tempo, o segmento A1 da ACA contralateral pode apresentar velocidades elevadas, desviando fluxo através da ACoA para o segmento A2 ipsilateral, reforçando assim a irrigação leptomeníngea anterior (Sablić et al., 2024).

2.5. Alterações cerebrovasculares

2.5.1. Aterosclerose e Estenose Carotídea

A doença carotídea aterosclerótica constitui uma das principais causas de AVC isquémico, representando um problema de saúde pública de relevância mundial devido à sua elevada morbilidade e mortalidade. Esta patologia caracteriza-se pela formação e acumulação de placas ateroscleróticas na parede das artérias carótidas, levando à redução do lúmen arterial e, consequentemente, à diminuição do fluxo sanguíneo cerebral. Estas alterações estruturais favorecem a ocorrência de eventos embólicos ou de estenose hemodinamicamente significativa, com potencial risco de isquemia cerebral

(Munakomi et al., 2025; Bir et al., 2022).

Do ponto de vista fisiopatológico, a aterosclerose constitui um processo inflamatório crónico e difuso que afeta predominantemente a camada íntima arterial, resultando na deposição de lípidos, formação de células espumosas, migração de células musculares lisas e, conseqüentemente, na formação de placas ateromatosas (Aguilar et al., 2021). Estas alterações estruturais promovem a perda de elasticidade da parede vascular e favorecem o desenvolvimento de estenoses de diferentes graus de severidade, constituindo fatores determinantes no risco de acidente vascular cerebral.

A análise das placas ateromatosas extracranianas através do ecoDoppler surge como um método não invasivo essencial para a estratificação do risco de eventos cerebrovasculares. Neste contexto, a classificação Gray–Weale–Nicolaidis é amplamente utilizada, categorizando as placas com base na ecogenicidade e homogeneidade do tecido em cinco tipos: placas uniformemente hipoeóicas (tipo I), predominantemente hipoeóicas com pequenas áreas ecogénicas (tipo II), predominantemente ecogénicas com pequenas áreas hipoeóicas (tipo III), uniformemente ecogénicas (tipo IV) e fortemente calcificadas (tipo V) (Fedak & Urbanik, 2020). Por outro lado, a avaliação da superfície da placa, nomeadamente a sua caracterização como regular, irregular ou ulcerada, assume particular relevância clínica, uma vez que placas com superfície irregular ou ulcerada estão associadas a maior instabilidade, risco de ruptura e formação de trombos, aumentando significativamente a probabilidade de eventos cerebrovasculares isquémicos (Lovett et al., 2004; Saba et al., 2019).

A quantificação do grau de estenose é igualmente fundamental para a avaliação do risco de acidente vascular cerebral e para a definição da conduta terapêutica. Segundo Saba et al. (2024), a percentagem de estenose pode ser calculada pela seguinte fórmula:

$$\text{Grau de estenose (\%)} = [1 - (\text{Diâmetro luminal mínimo} / \text{Diâmetro da ACI distal normal})] \times 100$$

Esta relação aritmética, amplamente utilizada na prática clínica, requer medições precisas do diâmetro luminal e do segmento distal normal da ACI, sendo sensível a erros de mensuração e variações anatómicas. Os ensaios clínicos multicêntricos North American Symptomatic Carotid Endarterectomy Trial (NASCET) e European Carotid Surgery Trial (ECST), estabeleceram o grau de estenose como um biomarcador anatómico determinante para a indicação cirúrgica e terapêutica na doença da artéria carótida (Saba et al., 2024).

Com base nos critérios do NASCET, a estenose carotídea é classificada em: leve: < 30%, moderada: 30–69% (subdividida em baixo-moderada (30–49%) e alto-moderada “50–69%”), grave: 70–99% e oclusão: 100% (Saba et al., 2024).

Estenose ACI (NASCET)	ACI PSV (cm/s)	ACI EDV (cm/s)	Rácio PSV (ACI/ACE)
Normal	<125	<40	<2.0
<50%	<125	<40	<2.0
50-60%	125-130	40-100	2.0-4.0
>70%	>230	>100	>40
Quase oclusão	Variável	Variável	Variável
Oclusão	Indetetável	Indetetável	Indetetável

Tabela 1 - Classificação da estenose - Correlação entre o método NASCET e a Ultrassonografia (US). Adaptado: Grant. Carotid artery stenosis: gray-scale and Doppler US diagnosis--Society of Radiologists in Ultrasound Consensus Conference.

O tratamento cirúrgico de referência é a endarterectomia carotídea, que consiste na remoção da placa aterosclerótica com o objetivo de restaurar o fluxo sanguíneo cerebral e prevenir novos eventos isquémicos (Bir et al., 2022).

2.5.2. Estenose Intracraniana Aterosclerótica

A estenose intracraniana caracteriza-se pelo estreitamento patológico de uma ou mais artérias intracranianas, sendo a aterosclerose a causa mais frequente. Contudo, outras etiologias podem estar implicadas, incluindo vasculites, displasias arteriais, fibrose, lesão por radiação ou doenças infecciosas. A estenose aterosclerótica intracraniana constitui uma das principais causas de AVC em todo o mundo, conferindo um elevado risco de AVC recorrente em comparação com outras etiologias (Gutierrez et al., 2022).

A sua fisiopatologia envolve um processo complexo de disfunção endotelial, inflamação crónica e deposição lipídica na parede arterial. A formação e progressão da placa aterosclerótica conduzem à redução progressiva do lúmen vascular, originando

alterações hemodinâmicas significativas e comprometendo a perfusão cerebral distal. A diminuição do fluxo sanguíneo cerebral pode resultar em hipoperfusão tecidual, particularmente quando os mecanismos compensatórios da circulação colateral são insuficientes (Krasteva et al., 2020).

Para além da hipoperfusão, a estenose intracraniana aterosclerótica pode desencadear eventos isquémicos através de outros mecanismos fisiopatológicos. Entre estes, destacam-se os fenómenos tromboembólicos decorrentes da instabilidade ou rutura da placa aterosclerótica. A embolização artéria-artéria resulta da libertação de material trombótico da placa aterosclerótica, que é transportado para territórios arteriais distais, podendo originar um AVC isquémico. A turbulência do fluxo sanguíneo induzida pelo estreitamento arterial, associada ao aumento local da velocidade do fluxo e da tensão de cisalhamento exercido sobre o endotélio vascular, favorece a fissuração e eventual rutura da placa. Consequentemente, ocorre ativação plaquetária e da cascata da coagulação, promovendo a formação de trombos (Krasteva et al., 2020; Ahmed et al., 2023).

Adicionalmente, a aterosclerose intracraniana pode comprometer diretamente a permeabilidade dos ramos perfurantes. Neste contexto, a oclusão de pequenas artérias perfurantes ocorre pela extensão da placa aterosclerótica para o óstio destes vasos, comprometendo o fluxo sanguíneo para os territórios por eles irrigados. Este mecanismo pode resultar em enfartes lacunares ou noutras lesões isquémicas profundas localizadas (Krasteva et al., 2020).

Tendo em conta a diversidade dos mecanismos fisiopatológicos envolvidos e o impacto clínico associado ao risco de AVC recorrente, a identificação precoce e a caracterização adequada da estenose intracraniana assumem particular relevância na prática clínica. Contudo, a deteção direta de muitas estenoses intracranianas através da ultrassonografia convencional é limitada, sendo frequentemente necessário recorrer a técnicas avançadas, como o DTC codificado a cor ou o DTC convencional, que permitem avaliar alterações hemodinâmicas sugestivas de estenose. Estes métodos possibilitam a análise da velocidade e do padrão do fluxo sanguíneo, funcionando como marcadores indiretos da presença de estenoses intracranianas significativas (Pan et al., 2022).

Na avaliação ultrassonográfica intracraniana, velocidades do fluxo sanguíneo superiores a 120 cm/s são geralmente consideradas sugestivas de estenose intracraniana significativa, constituindo um critério útil na prática clínica para estratificação do risco e

orientação terapêutica (Carr et al., 2013).

Para complementar a avaliação hemodinâmica obtida por ultrassonografia, técnicas de imagem de elevada resolução, como a ressonância magnética intracraniana, têm vindo a assumir um papel crescente na identificação de subgrupos populacionais de alto risco. Estas técnicas permitem uma caracterização mais detalhada da parede vascular e das placas ateroscleróticas, possibilitando a implementação precoce de estratégias terapêuticas destinadas a reduzir a recorrência de AVC (Gutierrez et al., 2022).

2.5.3. Dissecções das Artérias Cervicais

As dissecções das artérias cervicais que irrigam o cérebro representam uma das principais causas de AVC isquémico em adultos jovens, com uma incidência anual estimada de 2,5 a 3 casos por 100.000 para dissecção da artéria carótida e de 1 a 1,5 casos por 100.000 para dissecção da artéria vertebral (Arning et al., 2022). Esta patologia caracteriza-se pela ruptura da parede arterial, podendo estar associada ou não à formação de hematoma mural. As dissecções podem ocorrer de forma espontânea ou secundária a traumatismos. Fatores predisponentes incluem fraqueza subjacente da parede arterial, que pode ser temporária ou permanente. Do ponto de vista clínico, a dor aguda unilateral é o sintoma predominante. Nas dissecções da ACI, a dor localiza-se frequentemente na região cervical (46% dos casos) ou frontal (19%). Nas dissecções da AV, a dor é tipicamente nugal ou occipital em cerca de 80% dos casos (Arning et al., 2022; Blum et al., 2015).

Do ponto de vista fisiopatológico, os mecanismos de evento isquémico incluem hipoperfusão cerebral secundária à redução do fluxo sanguíneo e embolização distal decorrente de fragmentação trombótica. A instabilidade da parede arterial e a alteração do fluxo hemodinâmico local promovem turbulência e tensão hemodinâmica, contribuindo para progressão da lesão vascular e risco de eventos isquémicos cerebrais (Yaghi et al., 2024).

O ecoDoppler é um dos métodos utilizados na avaliação inicial e no seguimento das dissecções das artérias extracranianas, permitindo a identificação de alterações estruturais da parede vascular e de repercussões hemodinâmicas associadas à lesão arterial (Traenka et al., 2020).

Entre os principais achados ultrassonográficos diretos destaca-se o hematoma intramural, visualizado como um espessamento excêntrico hipocogénico ou

heterogéneo da parede arterial, frequentemente associado à redução do calibre do lúmen verdadeiro (Arning et al., 2022). Outro sinal característico é o flap intimal, definido como uma membrana ecogénica móvel que separa o lúmen verdadeiro do falso lúmen, embora a sua visualização nem sempre seja possível devido a limitações anatómicas e técnicas do exame. Além disso, podem ser observadas estenoses segmentares de diferentes graus ou mesmo oclusão completa da artéria acometida, particularmente nas dissecções da artéria carótida interna (Traenka et al., 2020).

Ao estudo do ecoDoppler colorido, são frequentemente identificadas alterações hemodinâmicas como turbulência do fluxo sanguíneo, efeito de aliasing em áreas de estenose e aumento localizado das velocidades sistólicas, refletindo a redução do calibre vascular e a perturbação do fluxo laminar normal (Albricker et al., 2023). Alterações espectrais também podem ser observadas, incluindo aumento da resistência distal e redução do fluxo diastólico, especialmente em situações de estenose grave ou oclusão arterial (Albricker et al., 2023).

O tratamento médico baseia-se na terapia antiplaquetária ou anticoagulante, com o objetivo de prevenir trombose do lúmen arterial e embolia recorrente, minimizando assim a ocorrência de sintomas isquémicos neurológicos. Alternativamente, o tratamento invasivo, seja endovascular ou cirúrgico, destina-se a restaurar a permeabilidade do lúmen arterial e a assegurar uma perfusão cerebral adequada (Pini et al., 2024).

2.5.4. Web Carotídea

A carotid web, ou “web carotídea”, constitui uma anomalia vascular intra-luminal caracterizada por uma projeção em forma de prateleira (“shelf-like”) na parede posterior da ACI, tipicamente localizada no bulbo carotídeo, na região da bifurcação (Chen H et al., 2024). Diferentemente das placas ateroscleróticas, esta estrutura consiste num espessamento focal da camada íntima, tem sido proposta como uma variante de displasia fibromuscular, com predominância fibrosa ou fibrointimal (Zedde et al., 2025).

Do ponto de vista hemodinâmico, a presença da carotid web altera o padrão de fluxo sanguíneo, criando zonas de estase ou turbulência, o que favorece a formação de trombos locais e, conseqüentemente, aumenta o risco de embolias à jusante e eventos isquémicos (Guglielmi et al., 2021).

O diagnóstico da carotid web baseia-se predominantemente em técnicas de imagem não invasivas, como a angiotomografia computadorizada (Angio-TC),

ultrassonografia e ressonância magnética (Zedde et al., 2025).

No que diz respeito ao tratamento, as webs sintomáticas podem ser abordadas através de terapia intervencionista, nomeadamente endarterectomia carotídea ou implante de stent, ou por terapia medicamentosa com antiplaquetários ou anticoagulantes, dependendo das características clínicas do paciente e do risco de eventos isquémicos recorrentes (Patel et al., 2022).

2.5.5. Vasoespasmo Cerebral

O vasoespasmo cerebral é definido como a constrição dos vasos sanguíneos intracranianos, sendo mais a complicação mais frequente na hemorragia subaracnoide (HSA) aneurismática. Apesar da HSA representar apenas cerca de 5% de todos os acidentes vasculares cerebrais, a sua mortalidade pode atingir 40%, sendo o vasoespasmo grave e a isquemia cerebral tardia os principais fatores que contribuem para a morbilidade e mortalidade associadas a esta condição (Chugh & Agarwal, 2019).

O diagnóstico de referência para vasoespasmo cerebral é a angiografia, particularmente a angiografia por subtração digital, que permite a visualização direta da constrição vascular. Contudo, na prática clínica atual, o DTC ou ecoDoppler codificado a cor transcraniano é a principal ferramenta utilizada para o diagnóstico não invasivo desta complicação. A deteção baseia-se no aumento da velocidade do fluxo sanguíneo nos vasos intracranianos, secundário à redução do calibre arterial. Este aumento relativo da velocidade do fluxo, é quantificado através do índice de Lindegaard, definido como a relação entre a velocidade média na ACM e a velocidade média na ACI. O índice de Lindegaard permite diferenciar a elevação de velocidade secundária a vasoespasmo da causada por hiperemia, sendo amplamente utilizado na monitorização de doentes com HSA para identificação precoce de vasoespasmo e prevenção de complicações isquémicas (Carr et al., 2013).

Por outro lado, é importante quantificar o vasoespasmo para a tomada de decisões terapêuticas. De acordo com Nickson (2024), usa-se o cálculo da Razão de Lindegaard para a quantificação do vasoespasmo na ACM, podendo ser expresso pela seguinte fórmula:

Índice de Lindegaard = velocidade média na ACM / velocidade média na ACI extracraniana ipsilateral.

Por sua vez, na hiperemia cerebral, o aumento da velocidade do fluxo ocorre em

consequência do aumento global do fluxo sanguíneo cerebral, sem que exista estreitamento arterial significativo. Desta forma, tanto as velocidades intracranianas como extracranianas tendem a aumentar proporcionalmente, ao contrário do que acontece no vasoespasm, em que o aumento da velocidade é predominantemente focal (Robba et al., 2019).

Normal	1.5
Hyperemia	<3
Vasospasm	>3
Moderate vasospasm	3-6
Severe vasospasm	>6

Tabela 2 - Classificação do vasoespasm – Razão de Lindegaard. Adaptado: Radiopaedia, 2023. Assessing Cerebral Vasospasm with Transcranial Doppler: A Step-by-Step Guide

3. Serviço Nacional de Saúde em Angola

O sistema de saúde em Angola caracteriza-se por uma estrutura mista, integrando prestadores de cuidados de saúde públicos e privados. O setor público assume um papel predominante, sendo responsável pela prestação de cuidados à maioria da população, com acesso tendencialmente gratuito nos hospitais públicos. Estima-se que cerca de 60% da população angolana recorra a estas unidades para obtenção de cuidados de saúde. Apesar da sua ampla cobertura, o sistema público enfrenta desafios significativos ao nível da qualidade dos serviços prestados, sendo frequentemente reportadas limitações relacionadas com a consistência dos cuidados, a organização dos serviços e a experiência do utente. Estas fragilidades refletem constrangimentos estruturais mais amplos, nomeadamente ao nível das infraestruturas, recursos humanos e capacidade diagnóstica, particularmente em áreas especializadas como a ultrassonografia vascular (U.S. International Trade Administration, 2023; Chitanga & Malaquias, 2023).

A literatura evidencia a existência de uma escassez de profissionais de saúde, com rácios inferiores aos recomendados internacionalmente, bem como uma distribuição desigual destes recursos, concentrados sobretudo em áreas urbanas (U.S. International Trade Administration, 2023).

Paralelamente, o setor privado oferece serviços de saúde diferenciados, frequentemente associados a melhores condições assistenciais e maior disponibilidade de meios técnicos. Contudo, o elevado custo destes serviços constitui uma barreira significativa ao seu acesso, restringindo a sua utilização a uma parcela mais limitada da população (U.S. International Trade Administration, 2023).

Neste contexto, verifica-se que uma parte considerável das famílias com maior capacidade económica recorre a cuidados de saúde no exterior, sobretudo para a realização de intervenções médicas mais complexas. Este fenómeno evidencia não só as limitações do sistema de saúde nacional na resposta a situações clínicas mais exigentes, mas também as desigualdades no acesso a cuidados de saúde de qualidade (Arrais et al. 2022; Chitanga & Malaquias, 2023).

De um modo geral, independentemente da capacidade financeira, persistem desafios transversais no sistema de saúde angolano, particularmente no setor público, onde a qualidade dos cuidados e a organização dos serviços nem sempre correspondem às necessidades da população, comprometendo a eficácia e a equidade na prestação de

cuidados.

3.1. Doenças Cerebrovasculares em África-Angola

A doença cerebrovascular constitui uma das principais causas de mortalidade e incapacidade em África, apresentando uma incidência crescente, associada à transição epidemiológica e à elevada prevalência de fatores de risco, particularmente a hipertensão arterial. Estudos demonstram que o acidente vascular cerebral ocorre em idades mais jovens e apresenta maior taxa de mortalidade quando comparado com países desenvolvidos (Akinyemi et al., 2021).

No contexto angolano, a evidência científica disponível é ainda limitada, refletindo dificuldades estruturais na recolha de dados epidemiológicos. Adicionalmente, a escassez de meios de diagnóstico avançados, como técnicas de imagem vascular, compromete a adequada caracterização etiológica dos eventos isquémicos, conduzindo frequentemente a subdiagnóstico e classificação imprecisa (Walker et al., 2015; Owolabi et al., 2018).

4. Caracterização e Local de Estágio

4.1. Serviço de Neurologia

O Serviço de Neurologia é dirigido por Joaquim Ferreira e desenvolve atividade assistencial nas áreas do internamento, consulta externa, hospital de dia, urgência e meios complementares de diagnóstico. Paralelamente, desempenha funções de ensino, formação e investigação clínica, contribuindo para o desenvolvimento das Neurociências Clínicas em Portugal (Unidade Local de Saúde de Santa Maria [ULS Santa Maria], s.d.).

Por sua vez, o Serviço de Neurologia da Unidade Local de Saúde de Santa Maria (ULS Santa Maria) integra o Departamento de Neurociências e Saúde Mental, uma estrutura assistencial dedicada à prestação de cuidados especializados nas áreas das doenças neurológicas, neurocirúrgicas e da saúde mental. Este departamento é dirigido por João Carlos Correia de Sá e promove uma abordagem multidisciplinar, articulando diferentes especialidades no diagnóstico, tratamento e acompanhamento dos doentes neurológicos (ULS Santa Maria, s.d.).

No âmbito do internamento, o serviço integra a área de Neurologia Geral e a Unidade de Acidentes Vasculares Cerebrais (AVC), assegurando cuidados especializados a doentes com patologia neurológica aguda e crónica. Destaca-se igualmente a sua participação na Via Verde do AVC, um circuito assistencial que visa a rápida identificação e tratamento dos doentes com acidente vascular cerebral, contribuindo para a melhoria dos resultados clínicos e funcionais destes doentes (ULS Santa Maria, s.d.).

Em regime ambulatorio, o Serviço de Neurologia disponibiliza consultas diferenciadas em múltiplas áreas de subespecialização, nomeadamente doenças cerebrovasculares, acidentes isquémicos transitórios, doenças desmielinizantes, epilepsia, doenças neuromusculares, paramiloidose, esclerose lateral amiotrófica, cefaleias, perturbações do sono, demências, neuro-oncologia, doenças do movimento, neurogenética, perturbações funcionais e encefalites autoimunes (ULS Santa Maria, s.d.).

O serviço dispõe ainda de diversos meios complementares de diagnóstico e terapêutica, incluindo eletroencefalografia, estudos do sono, eletromiografia, potenciais evocados, hemodinâmica cerebral, neuropatologia, terapia da fala e tratamentos com toxina botulínica. A atividade desenvolvida encontra-se certificada segundo referenciais de qualidade reconhecidos, refletindo o compromisso institucional com a melhoria contínua dos cuidados prestados (ULS Santa Maria, s.d.).

A atividade do Serviço de Neurologia é complementada pelo Serviço de Imagiologia Neurológica, responsável pela realização de exames de neurodiagnóstico por imagem, bem como por atividades de formação e investigação. Este serviço conta com uma equipa multidisciplinar constituída por médicos especialistas em neurorradiologia, técnicos de diagnóstico e terapêutica, enfermeiros e outros profissionais de saúde, assegurando a realização de exames de angiografia, ecografia, ressonância magnética e tomografia computadorizada. A sua missão centra-se na promoção de um diagnóstico rigoroso e no apoio à orientação terapêutica dos doentes neurológicos, contribuindo para a qualidade assistencial e para o bem-estar dos utentes (ULS Santa Maria, s.d.).

4.2. Estágio no Laboratório de Hemodinâmica Cerebral do Serviço de Neurologia

O estágio curricular foi desenvolvido no Serviço de Neurologia do Hospital de Santa Maria, em Lisboa, sob a supervisão da coordenadora Cardiopneumologista. Maria de Fátima Soares, técnica de Cardiopneumologista e ultrassonografia vascular. Teve como principal objetivo aprofundar os conhecimentos teórico-científicos adquiridos na área da ultrassonografia vascular, através da aplicação prática das técnicas de diagnóstico por ecoDoppler carotídeo-vertebral e ecoDoppler transcraniano.

O estágio decorreu entre 7 de julho e 26 de setembro de 2025, totalizando 360 horas de prática supervisionada. As atividades foram distribuídas de segunda a sexta-feira, entre as 08h30 e as 15h30, de acordo com o cronograma previamente definido conforme a agenda da especialista. Nos períodos em que tal não foi possível, a orientação foi assegurada por outros técnicos de Cardiopneumologia do serviço, nomeadamente David Passão e Tânia Martins. As atividades realizaram-se maioritariamente durante os exames de ambulatório e internamento, com participação esporádica em exames realizados nos cuidados intensivos de neurologia.

No início do estágio, foi realizada uma reunião de integração com a coordenadora e com os técnicos de cardiopneumologia do serviço, durante a qual foram definidos os objetivos e o plano de atividades. No final da primeira semana, durante a reunião científica do serviço (habitualmente à sexta-feira), foi feita a apresentação formal à chefe de neurologia e à restante equipa, de modo a contextualizar a minha presença no âmbito da formação em estágio.

Durante o período de estágio, participei ocasionalmente na observação e

acompanhamento de exames realizados em doentes internados, bem como em chamadas de urgência para a execução de eletrocardiogramas. Estas atividades permitiram consolidar competências técnicas e interpretativas de critérios diagnósticos, nas técnicas de execução e na compreensão das diferentes patologias avaliadas. Após uma semana de observação inicial, iniciei a realização de exames sob supervisão direta, adquirindo progressivamente autonomia técnica e interpretativa.

Foi elaborada uma base de dados contendo as patologias observadas e as variáveis relevantes para a análise casuística do estágio. A maioria dos exames realizados encontrava-se previamente agendada, correspondendo a casos de doentes em seguimento clínico ou pós-tratamento cirúrgico endovascular. Ocasionalmente, foram também realizados exames de carácter pediátrico e de urgência, de acordo com as prioridades clínicas estabelecidas.

No contexto do serviço, os doentes internados eram encaminhados pelos auxiliares de enfermagem e admitidos na secretaria do laboratório. Antes de cada exame, era efetuada uma breve explicação sobre o procedimento e a sua aplicabilidade. Sempre que necessário, procedia-se a uma anamnese dirigida, realizada pelo técnico de diagnóstico, de modo a contextualizar os achados imagiológicos de acordo com a história clínica. Nos casos pediátricos, esta anamnese era realizada junto dos pais ou cuidadores.

O exame ecoDoppler triplex, complementado pelos modos bidimensional (modo B), Doppler pulsado (PW) e Doppler codificado a cor, foi utilizado rotineiramente, podendo ser complementado com outras técnicas específicas conforme a patologia. A relevância destas metodologias na avaliação cerebrovascular encontra-se detalhada no Ponto 2.3 deste trabalho, onde são descritas as diferentes janelas acústicas e os métodos de insonação aplicáveis.

Os exames foram realizados com ecógrafos Canon Aplio 500 e Canon Aplio 700, equipados com sondas lineares (4,0 MHz e 7,5 MHz para janelas temporais) e setoriais (2,0 MHz). O utente era posicionado em decúbito dorsal, com a cabeça rodada para o lado oposto ao exame e o pescoço em ligeira hiperextensão.

No ecoDoppler carotídeo-vertebral, a sonda linear era posicionada entre a traqueia e o músculo esternocleidomastoideu (via submandibular), avaliando-se a artéria carótida comum, as artérias carótidas interna e externa, o eixo carotídeo, o índice íntima-média, bem como a orientação e a velocidade do fluxo sanguíneo (modo PW e codificação a cor). Para a análise das artérias vertebrais, a sonda era colocada póstero-lateralmente, a

um ângulo de mais ou menos 90°, permitindo avaliar a anatomia vascular, a permeabilidade segmentar, a direção e a velocidade do fluxo.

Na avaliação das artérias temporais superficiais, pelo ecoDoppler, a sonda linear era posicionada sobre a região temporal, observando-se sinais de inflamação (como o “sinal de halo”, característico da arterite temporal de células gigantes), espessamento da parede arterial e alterações do fluxo sanguíneo.

O ecoDoppler transcraniano foi realizado também em decúbito dorsal, utilizando a sonda setorial, com gel condutor aplicado. Foram exploradas as janelas acústicas transtemporal, suboccipital, transorbital e submandibular, esta última utilizada para abordagem extracraniana do segmento distal da artéria carótida interna.

Após a aquisição das imagens, procedia-se à limpeza e desinfecção da sonda, realizada pelos auxiliares de enfermagem. Por fim, era elaborado o relatório diagnóstico, contendo a descrição das características anatómicas e morfológicas dos vasos avaliados, a permeabilidade segmentar e as velocidades do fluxo sanguíneo, incluindo observações sobre simetria vascular e eventuais anomalias hemodinâmicas (ver exemplo de relatório em Anexo 10).

5. Casuística do Estágio

Durante o período de estágio, foram realizados um total de 244 exames de ecoDoppler no Laboratório de Hemodinâmica Cerebral do Serviço de Neurologia. Deste conjunto, tive a oportunidade de realizar sob supervisão 107 exames, englobando doentes provenientes tanto do internamento como do ambulatório, incluindo casos de primeira observação e de seguimento. Os exames de seguimento abrangeram, igualmente, doentes provenientes dos Cuidados Intensivos e de outros serviços hospitalares, nomeadamente o Serviço de Cardiologia.

Os dados relativos à amostra dos exames realizados foram inseridos, tratados e analisados com recurso ao programa Microsoft Excel, integrado no pacote Microsoft Office 2024, e ao programa IBM SPSS statistics (versão 29.0). Procedeu-se a uma análise descritiva simples com o objetivo de caracterizar e analisar a distribuição das variáveis em estudo, tendo-se calculado a frequência absoluta (n) e relativa (%) para as variáveis qualitativas.

Observa-se que, do total dos exames realizados, incluindo de seguimento, o ecoDoppler dos grandes vasos do pescoço (eco-GVP) em combinação com ecoDoppler transcraniano (eco-DTC) foi o exame mais frequentemente executado, correspondendo a 88,5% (n = 216) do total de exames. Os restantes tipos de exames apresentaram uma frequência substancialmente menor: o EcoDoppler dos grandes vasos do pescoço mais Doppler transcraniano mais MES representou 3,7% (n = 9), enquanto o ecoDoppler dos grandes vasos do pescoço mais o ecoDoppler das artérias temporais e o ecoDoppler dos grandes vasos do pescoço mais ecoDoppler transcraniano mais oftálmicas corresponderam ambos a 2,9% (n = 7). O EcoDoppler exclusivamente transcraniano foi o menos realizado, com apenas 2,0% (n = 5) dos casos, conforme se encontra representado na figura 6.

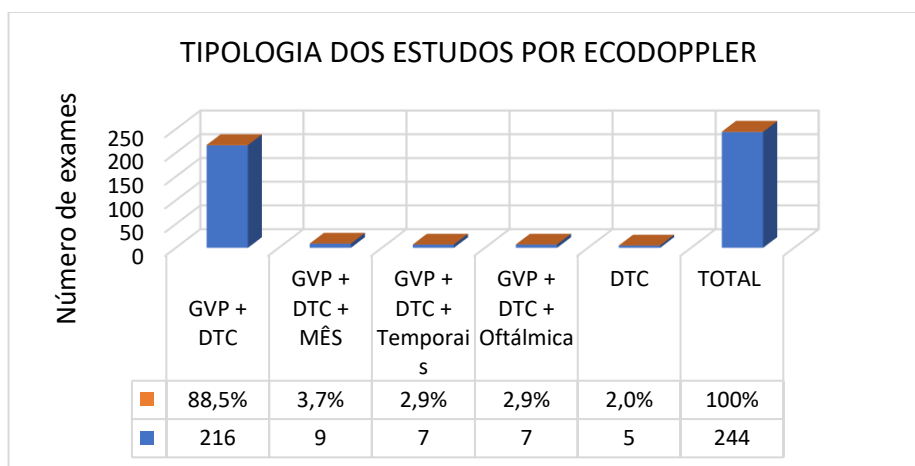


Figura 6 - Distribuição dos diferentes tipos de estudos realizados por EcoDoppler durante o período de estágio no laboratório de hemodinâmica cerebral do serviço de neurologia do HSM.

A idade dos doentes avaliados variou entre os 6 e os 95 anos, distribuindo-se por quatro grupos etários, conforme ilustrado na figura 7. Verificou-se um predomínio de exames EcoDoppler carotídeo-vertebral e transcraniano em indivíduos com idade superior a 65 anos ($n = 144$), correspondendo a 88,5% dos exames realizados. Por outro lado, a faixa etária entre os 18 e os 35 anos apresentou menor representatividade ($n = 9$), corresponde a 4% destes exames, o que pode se justificar pela ausência de recomendações para rastreio por este método em indivíduos jovens e saudáveis, sendo o exame apenas realizado perante a presença de sintomas neurológicos sugestivos ou em casos de doenças específicas.

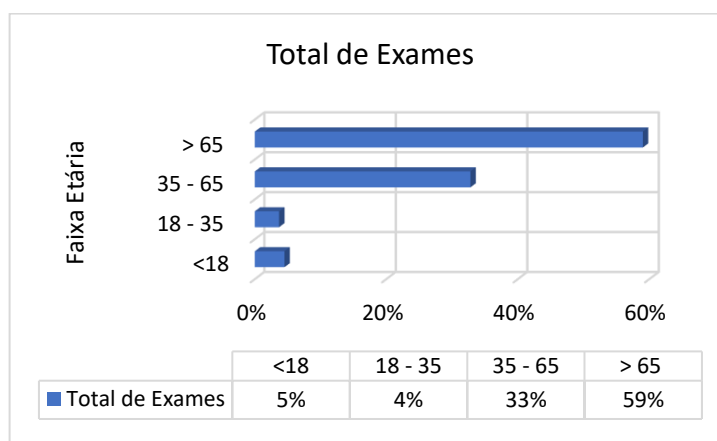


Figura 7 - Distribuição por faixa etária, dos doentes que realizaram EcoDoppler durante o período de estágio no laboratório de hemodinâmica cerebral do serviço de neurologia do Hospital de Santa Maria.

Durante o período de estágio, observou-se uma distribuição equilibrada entre os sexos dos doentes avaliados. Do total de exames realizados, 124 EcoDopplers (51%) foram efetuados em doentes do sexo masculino, enquanto 120 EcoDopplers (49%)

corresponderam a doentes do sexo feminino, conforme se encontra representado na figura 8.

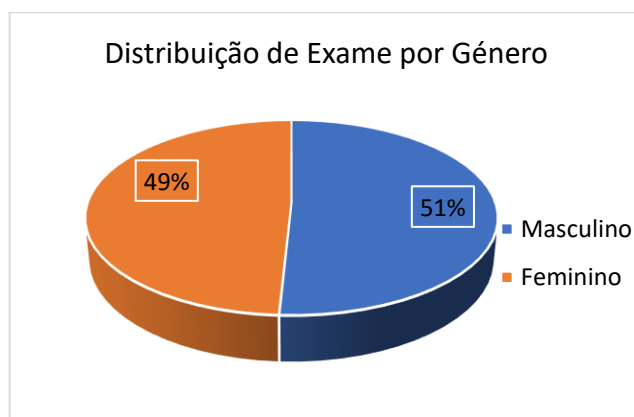


Figura 8 - Distribuição por género dos pacientes aos quais foram realizados os EcoDoplers durante o período de estágio no laboratório de hemodinâmica cerebral do serviço de neurologia do Hospital de Santa Maria.

De acordo com os dados apresentados na Tabela 3, a doença carotídea aterosclerótica destacou-se como a alteração cerebrovascular mais frequentemente observada, correspondendo a 103 casos (61 em doentes do sexo masculino e 42 em doentes do sexo feminino). Seguiram-se as estenoses extracranianas (carotídeas e vertebrais), com 39 casos (13 em doentes do sexo masculino e 26 em doentes do sexo feminino), e as estenoses intracranianas (vertebrobasilar e da ACM), com 22 casos (11 em doentes do sexo masculino e 11 em doentes do sexo feminino), que representaram também uma proporção significativa das alterações detetadas. As oclusões extracranianas, principalmente da ACI, corresponderam a 14 exames (5 em doentes do sexo masculino e 9 em doentes do sexo feminino), enquanto as oclusões intracranianas, predominantemente da ACM, contabilizaram 12 casos (4 em doentes do sexo masculino e 8 em doentes do sexo feminino). As dissecções arteriais, tanto da ACI como da AV, totalizaram 11 exames (7 em doentes do sexo masculino e 4 em doentes do sexo feminino), reforçando a relevância destas patologias na amostra estudada.

Foram ainda observados 7 casos de vasoespasmos cerebrais (5 em doentes do sexo masculino e 2 em doentes do sexo feminino), 6 de carotid web (3 em doentes do sexo masculino e 3 em doentes do sexo feminino) e 3 de microembolização (0 em doentes do sexo masculino e 3 em doentes do sexo feminino), refletindo a diversidade de condições avaliadas no contexto do estudo hemodinâmico. Outras alterações menos frequentes como a reestenose carotídea, o roubo da subclávia, hiperplasia, massa cervical, oclusão da veia jugular, contabilizaram 11 exames. Tendo ainda se verificado 16 exames normais.

A Doença Carotídea Ateromatosa foi o achado com mais exames realizados. No entanto, no que respeita à distribuição das alterações observadas por sexo, verificou-se um ligeiro predomínio de doentes do sexo masculino (124; 51%) em relação ao sexo feminino (120; 49%).

Alterações		Masculino (n)	Feminino (n)	Total (n)
Reestenose Carotídea		2	1	3
Doença Carotídea Ateromatosa		61	42	103
Estenose Extracraniana	Estenose Carotídea e Vertebral	13	26	39
Estenose Intracraniana	Estenose da ACM e Vertebro-Basilar	11	11	22
Vasoespasmo		5	2	7
Dissecção da AV		2	2	4
Dissecção da ACI		5	2	7
Web Carotídea		3	3	6
Oclusão Extracranianas	Oclusão da ACI	5	9	14
Oclusão Intracranianas	Oclusão da ACM	4	8	12
Roubo da Subclávia		1	1	2
Microembolização		0	3	3
Hiperplasia		1	2	3
Massa Cervical		2	0	2
Oclusão da Veia Jugular		1	0	1
Normal		8	8	16
Total		124	120	244

Tabela 3 - Distribuição por grupos de alterações encontradas no EcoDoppler, durante o período de estágio no laboratório de hemodinâmica cerebral do serviço de neurologia do Hospital de Santa Maria.

Durante o período de estágio, observou-se que, entre os indivíduos sem AVC, a maioria não apresentou doença carotídea ateromatosa (aproximadamente 80%), enquanto uma menor proporção apresentou a doença (20%). Em contraste, entre os indivíduos com AVC, verifica-se uma predominância marcante de doença carotídea ateromatosa (aproximadamente 75%), sendo reduzida a proporção daqueles sem essa condição (25%).

Estes achados sugerem que a presença de doença carotídea ateromatosa está associada a uma maior ocorrência de AVC, indicando uma possível relação entre aterosclerose carotídea e eventos cerebrovasculares isquémicos.

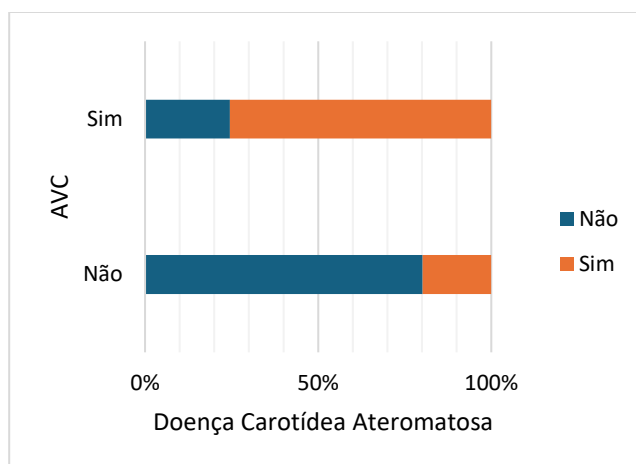


Figura 9- Distribuição da ocorrência de acidente vascular cerebral em função da presença ou ausência de doença carotídea aterosclerótica.

5.1.1. Outras Atividades Desenvolvidas

Durante o estágio, participei na realização de exames de ultrassonografia vascular dos membros inferiores em doentes com pesquisa positiva de sinais microembólicos (MES), identificados através do DTC durante a investigação de FOP ou de shunt direito-esquerdo.

A ultrassonografia vascular dos membros inferiores, embora não seja executada simultaneamente com o DTC, constitui um exame complementar útil, uma vez que permite confirmar ou excluir a presença de trombose venosa profunda (TVP), principal fonte de êmbolos paradoxais. Este exame contribui para correlacionar os achados do DTC com uma etiologia embólica plausível, além de orientar a conduta terapêutica do caso clínico. Após a realização do exame, procedia-se à elaboração do relatório, integrando as informações complementares obtidas na ultrassonografia vascular dos membros inferiores, de forma a proporcionar uma avaliação diagnóstica mais completa.

Fui orientada quanto aos principais critérios ecográficos para o diagnóstico de TVP, o que me permitiu consolidar conhecimentos teóricos previamente adquiridos e aprofundar a competência técnica no reconhecimento das manifestações imagiológicas desta patologia.

Adicionalmente, durante o período de estágio no Serviço de Neurologia, em colaboração com o Centro de Investigação Clínica e sob a orientação do Cardiopneumologista David Passão, tive a oportunidade de assistir e realizar exames de eletrocardiograma (ECG). Esta experiência contribuiu para o reforço dos meus

conhecimentos na aquisição e interpretação do traçado eletrocardiográfico, com enfoque numa análise sistemática do ritmo e morfologia das ondas, permitindo distinguir padrões normais de possíveis alterações patológicas cardíacas, bem como a relação destas patologias com as possíveis alterações cerebrovasculares observadas. Tive ainda a oportunidade de participar num “*journal club*” com o tema “Avaliação do Acidente Vascular Cerebral no Jovem”, bem como numa sessão clínica de discussão de casos, que proporcionaram um enriquecimento académico e científico, fomentando o pensamento crítico e a integração multidisciplinar no contexto das doenças cerebrovasculares.

5.1.2. Competências adquiridas

Numa perspetiva global, o estágio desenvolvido na área da ultrassonografia vascular, com particular enfoque no EcoDoppler Carotídeo-Vertebral e no EcoDoppler Transcraniano, realizado no Serviço de Neurologia-Laboratório de Hemodinâmica Cerebral, constituiu uma experiência enriquecedora, tanto a nível científico como profissional.

Enquanto Cardiopneumologista em formação pós-graduada, considero que o estágio superou as expectativas inicialmente delineadas, permitindo-me consolidar os conhecimentos teóricos previamente adquiridos, através da aplicação prática das técnicas de diagnóstico por imagem em contexto clínico real.

A prática contínua das técnicas em ecoDoppler cerebrovascular possibilitou a compreensão da hemodinâmica cerebrovascular, bem como o reconhecimento das principais patologias vasculares avaliadas por este método de diagnóstico. Esta experiência contribuiu para o desenvolvimento de uma visão integrada do diagnóstico vascular, associando a análise morfológica à interpretação funcional dos fluxos sanguíneos intracranianos e extracranianos.

Além do progresso técnico, o estágio reforçou o meu sentido de responsabilidade e rigor profissional na execução e interpretação dos exames, estimulando simultaneamente um entusiasmo e dedicação pela área da ultrassonografia vascular. A experiência adquirida permitiu-me evoluir não apenas em termos de competências técnicas em ecoDoppler cerebrovascular, mas também no pensamento clínico, científico e crítico, fundamentais para o exercício da Cardiopneumologia.

6. Análise e Apreciação Crítica Do Estágio

O estágio em Ultrassonografia Vascular, realizado no Laboratório de Hemodinâmica Cerebral do Serviço de Neurologia do Hospital de Santa Maria, com duração de aproximadamente três meses, constituiu uma etapa fundamental para o desenvolvimento e consolidação das minhas competências técnicas e científicas na área do EcoDoppler carotídeo-vertebral e ecoDoppler transcraniano.

O contacto direto com uma variedade de casos clínicos, desde exames de rastreio, até situações de suspeita de AVC dos pacientes externos e internados no serviço de Neurologia, proporcionou uma aprendizagem prática e aprofundada, essencial para o fortalecimento da minha capacidade de interpretação diagnóstica e raciocínio clínico.

A diversidade de casos observados durante o estágio, incluindo etiologias menos frequentes de acidente vascular isquémico como a dissecção arterial em jovens e a web carotídea, evidenciou a importância de uma abordagem diagnóstica diferenciada, dificilmente replicável em contextos com limitações de recursos como em Angola.

Após o período inicial de adaptação, foi-me concedida a oportunidade de realizar exames de ecoDoppler sob supervisão direta da coorientadora, Cardiopneumologista com experiências em ultrassonografia cerebrovascular. Para além disso, tive a oportunidade de colaborar com outros profissionais do serviço, cujas diferentes abordagens e experiências enriqueceram o meu processo formativo, permitindo discussões clínicas e um melhor entendimento da diversidade de apresentações das patologias cerebrovasculares observadas.

Durante a execução dos exames, tornou-se evidente a importância do conhecimento detalhado da anatomia cerebrovascular, das janelas acústicas e das técnicas específicas adequadas a cada indicação clínica. A correta avaliação dos fluxos sanguíneos, a quantificação das velocidades e a correlação entre a imagem ecográfica e a fisiopatologia subjacente da doença exigem uma análise minuciosa e rigorosa. Nos casos de obstrução ou oclusão vascular, foi particularmente relevante compreender a circulação colateral cerebral, uma vez que, nestas situações, é frequente observar inversão do sentido dos fluxos no EcoDoppler transcraniano. Dessa forma, tive a oportunidade de observar a inversão do fluxo da artéria oftálmica, via ramos da carótida

externa e a Inversão do fluxo da artéria cerebral anterior ipsilateral à lesão, por oclusão da artéria carótida interna.

O exame transcraniano revelou-se o maior desafio técnico, devido à variabilidade anatómica das janelas ósseas e às limitações inerentes ao método, ao facto de ser operador dependente e a impossibilidade de fornecer imagens anatómicas cerebrais detalhadas. Contudo, o acompanhamento próximo e a orientação contínua da equipa permitiram superar essas dificuldades e evoluir de forma progressiva e segura na realização dos exames.

O estágio evidenciou igualmente a importância da integração interdisciplinar, demonstrando como os resultados obtidos em laboratório constituem um suporte essencial à tomada de decisão clínica em Neurologia.

O ecoDoppler carotídeo e transcraniano assume um papel determinante no diagnóstico precoce das alterações cerebrovasculares. Por ser uma técnica lecionada no primeiro ano do mestrado e integrada numa das áreas de especialização, reconheço que seria desejável um tempo adicional de prática para maior aprofundamento.

Durante o estágio, observei ainda a relevância das parcerias internacionais estabelecidas entre o serviço e os países africanos de língua oficial portuguesa (PALOP). Estas colaborações possibilitam o acesso de pacientes oriundos desses países a diagnóstico e tratamento especializado, o que considero de grande valor, tendo em conta as limitações que ainda se verificam em alguns desses contextos, particularmente em Angola, no que respeita ao diagnóstico e tratamento do AVC.

7. Estudo de Casos

Durante o período do estágio desenvolvido no hospital de Santa Maria, em Lisboa, foram recolhidos 2 casos clínicos de interesse com utilização do EcoDoppler cerebrovascular como meio complementar essencial tanto ao nível do diagnóstico como tratamento e seguimento (caso clínico I – Acidente Isquémico Transitório em território vertebro-basilar dissecção da artéria vertebral direita; caso clínico II – Acidente Vascular Cerebral isquémico no território da artéria cerebral média (ACM) esquerda).

7.1. Caso clínico I – Acidente Isquémico Transitório em território vertebro-basilar

7.1.1. Enquadramento teórico

O acidente isquémico transitório (AIT) é definido como um episódio transitório de disfunção neurológica causado por isquemia cerebral sem evidência de enfarte agudo, sendo amplamente reconhecido como um marcador precoce de risco para acidente vascular cerebral. Estudos recentes demonstram que o risco de AVC após AIT permanece significativo, particularmente nos primeiros 90 dias, com uma incidência estimada em cerca de 5% (Hejazian et al., 2025).

Além disso, evidências provenientes de meta-análises indicam que o risco de AVC não se limita ao curto prazo, mantendo-se elevado ao longo de vários anos, o que reforça a necessidade de estratégias eficazes de prevenção secundária (Khan et al., 2025). O AIT também tem sido associado a declínio cognitivo, com estudos demonstrando que a deterioração cognitiva após AIT pode ser semelhante à observada após um AVC isquémico, sugerindo impacto neurológico significativo mesmo na ausência de lesão estrutural evidente (Del Bene et al., 2025).

Quanto à etiologia, é multifatorial. As principais causas incluem: cardioembolia, frequentemente associada à fibrilhação auricular, constituindo uma das causas mais relevantes de eventos isquémicos transitórios; doença de pequenos vasos, relacionada com hipertensão arterial e diabetes mellitus, levando a alterações microvasculares cerebrais. Outras causas incluem: dissecção arterial, estados de hipercoagulabilidade e doenças inflamatórias vasculares (Hart et al., 2014).

A dissecção das artérias vertebrais (DAV) é uma condição rara, mas

potencialmente fatal, caracterizada pela ruptura da camada íntima da artéria vertebral, levando à estenose, oclusão e AVC (Tavakoli et al., 2025). Embora uma condição relativamente rara, constitui uma das principais causas de AVC isquémico em adultos jovens, saudáveis e imunocompetentes, particularmente em indivíduos com menos de 45 anos de idade. Esta patologia apresenta uma taxa de mortalidade próxima de 10% e uma taxa de recuperação incompleta de cerca de 20%, o que reforça a sua relevância clínica (Kana et al., 2023).

A incidência anual da DAV é estimada entre 2,6 e 3,0 casos por 100.000 habitantes, segundo dados recentes da literatura. Schievink, citado por Gomez-Rojas et al., refere que a forma bilateral pode ser responsável por 10 a 25% de todos os casos de AVC isquémico em indivíduos jovens, salientando o seu impacto na população ativa (Franco et al., 2025).

O quadro clínico da DAV é frequentemente inespecífico, podendo variar desde défices neurológicos transitórios ou persistentes, até apresentações assintomáticas, o que torna o diagnóstico particularmente desafiante (Kana et al., 2023). Esta variabilidade clínica pode levar a atrasos no diagnóstico, sobretudo quando os sintomas iniciais se confundem com patologias musculoesqueléticas benignas.

O tratamento da dissecção vertebral depende de múltiplos fatores, incluindo a apresentação clínica, o tempo de evolução, os achados anatómicos, o número de vasos envolvidos e eventuais contraindicações terapêuticas. As opções terapêuticas abrangem tratamento conservador com fármacos antitrombóticos (antiplaquetários ou anticoagulantes), trombólise, intervenção endovascular ou, em casos selecionados, cirurgia reconstrutiva (Gomez-Rojas et al., 2020).

Em grande parte dos casos, a dissecção é precedida por trauma cervical, sendo a manipulação quiroprática, a flexão excessiva do pescoço e o trauma contuso as causas traumáticas mais frequentemente associadas (Franco et al., 2025). Contudo, também pode ocorrer de forma espontânea, especialmente em indivíduos com predisposição para fragilidade vascular.

A deteção precoce da DAV é fundamental para prevenir incapacidade significativa ou eventos cerebrovasculares graves, nomeadamente o AVC isquémico com potencial risco de vida. Assim, a utilização de técnicas de imagem vascular não invasivas, como o EcoDoppler, a angio-TC e a angio-RM, desempenha um papel determinante no diagnóstico e seguimento destes doentes (Elkady et al., 2020).

7.1.2. Descrição do Caso Clínico

Doente de 34 anos de idade, sexo feminino, ex-fumadora passiva, previamente independente para as atividades de vida diária (mRankin 0), com antecedentes de hipertensão arterial e enxaqueca sem aura, com início aos 12 anos de idade (livre de crises há 3-4 anos). Medicada com perindopril 4mg. Sem alergias medicamentosas conhecidas. No seu estado habitual de saúde até às 14h00 do dia 27 de junho de 2025, descreve instalação súbita de cervicalgia direita em repouso (sentada). A dor era persistente com medicação analgésica em ambulatório. Tinha feito um treino físico dois dias antes “kettlebell swing”. Passados 5 dias, sem intervalos livres de dor, descreve episódio de alteração transitória da visão no hemisfério esquerdo que motivou ida ao Serviço de Urgência de um hospital privado (03 de julho de 2025). Realizou Tomografia Computorizada Crânio-Encefálica (TC-CE) que não evidenciou alterações do parênquima cerebral. A Angio-Tomografia Computorizada (angioTC) mostrou disseção da artéria vertebral direita, em segmento V2 e ectasia do segmento V3 (local de disseção arterial anterior, provavelmente traumática em contexto de treino físico “crossfit”). Atendendo às alterações identificadas, recorreu ao Serviço de Urgência do Hospital Santa Maria, onde foi admitida às 16h19 do dia 04 de julho de 2025, fazendo-se acompanhar pelas imagens e relatórios dos exames de imagem mencionados. Na admissão, com a tensão arterial (TA) 200/101mmHg, foi administrado captopril de 25mg com subsequente registo de 137/97 mmHg.

Ao exame neurológico, sem défices neurológicos focais (NIHSS 0). O ECG mostrou ritmo sinusal, com frequência cardíaca de 70 batimentos por minutos. Sem indicação para trombólise por ausência de défices neurológicos. Sem indicação para trombectomia endovascular por ausência de oclusão de grande vaso supra-aórtico. Ficou internada na Unidade de Acidentes Vasculares Cerebrais (UAVC). No dia 07 de julho de 2025, durante a avaliação analítica, o estudo de Síndromes Pró-trombóticas (AVC jovem) apresentou anticoagulante lúpico negativo, proteína S livre 103%, D-dímeros 0.32 ug/mL, antitrombina III funcional 101%, fibrinogénio 318 mg/dL, proteína C funcional 102%, Ca++ 9.4 mg/dL, CK total 77, LDH 172 U/L, Anticorpos anti-HIV1/2 negativos, serologia Treponema pallidum não reativa; serologias Hep B e Hep C negativas.

7.1.3. Resultados dos Exames do Estudo Vascular por EcoDoppler

A doente no dia 8 de julho de 2025 realizou um EcoDoppler Triplex Carotídeo, Vertebral e transcraniano, tendo se verificado permeabilidade do sistema carotídeo com morfologia e velocidades de fluxo normais, artéria vertebral esquerda permeável com velocidades e sentidos de fluxo normais, com critérios de hipoplasia, artéria vertebral direita permeável no trajeto acessível a esta técnica, identificando-se na origem de V2 a presença de ecos lineares a parecer descontinuar-se da parede arterial, com aumento da velocidade de fluxo no segmento distal (VS= 178 cm/s; VD= 75 cm/s), achados são compatíveis com dissecção longa e estenosante com flap e hematoma intramural. O EcoDoppler Triplex Transcraniano verificou permeabilidade de todos os segmentos estudados com velocidades e sentidos de fluxo normais.

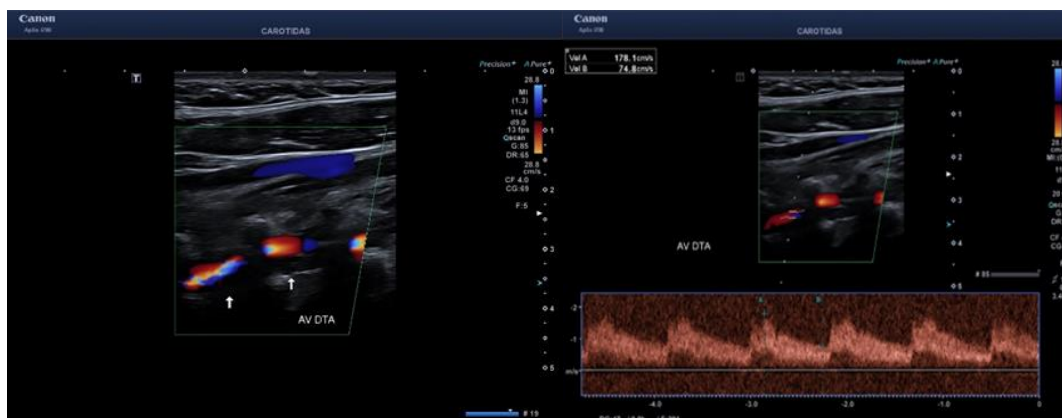


Figura 10 - Caso clínico I - EcoDoppler triplex dos grandes vasos do pescoço - entrada. Plano submandibular. AV direita, observa-se a presença de ecos lineares a parecer descontinuar-se da parede arterial, com aumento da velocidade de fluxo no segmento distal. AV, artéria vertebral. (imagens obtidas no laboratório de hemodinâmica cerebral do serviço de neurologia do Hospital de Santa Maria, 2025).

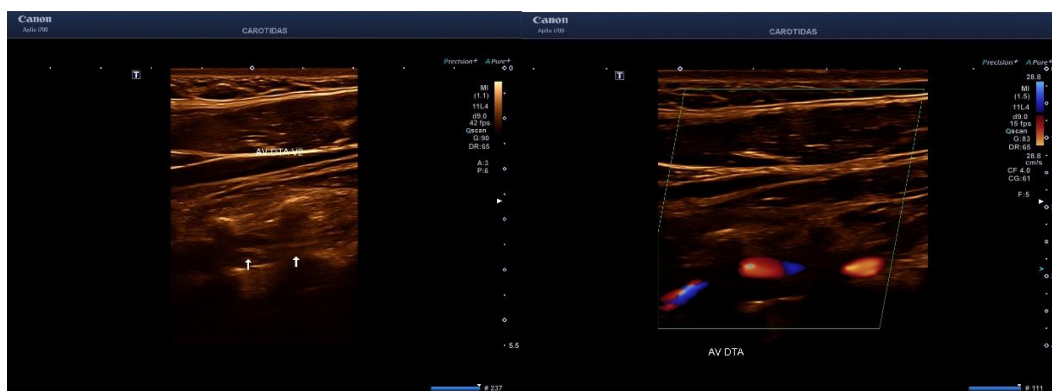


Figura 11 - Caso clínico I - EcoDoppler duplex dos grandes vasos do pescoço - entrada. Plano submandibular. SEPE. (efeito mapa de cores) em modo B e doppler cor. Observa-se a AV direita com dissecção longa e estenosante com flap e hematoma intramural. (imagens obtidas no laboratório de hemodinâmica cerebral do serviço de neurologia do Hospital de Santa Maria, 2025).

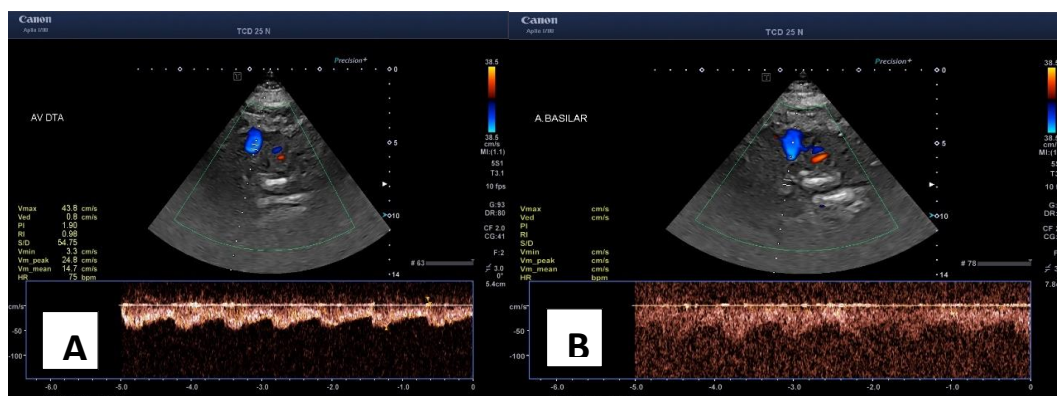


Figura 12 - Caso clínico I - EcoDoppler transcraniano triplex. Plano vertebro-basilar. (A) AV direita. (B) AB, observa-se velocidades e sentidos de fluxo normais. AV, artéria vertebral. AB, artéria basilar. (imagens obtidas no laboratório de hemodinâmica cerebral do serviço de neurologia do Hospital de Santa Maria, 2025).

7.1.4. Ressonância Magnética-Crânio-Encefálica e Angio-Ressonância Magnética (08 de julho de 2025)

O exame não apresentava evidência de lesões parenquimatosas com restrição à difusão hídrica que pudessem traduzir enfartes isquémicos recentes. Sem lesões focais com edema ou efeito de massa no parênquima encefálico nem lesões hemorrágicas intracranianas. Sem sinais de hidrocefalia. Estruturas da linha média centradas. Mantido o normal vazio de sinal das principais estruturas venosas intracranianas.

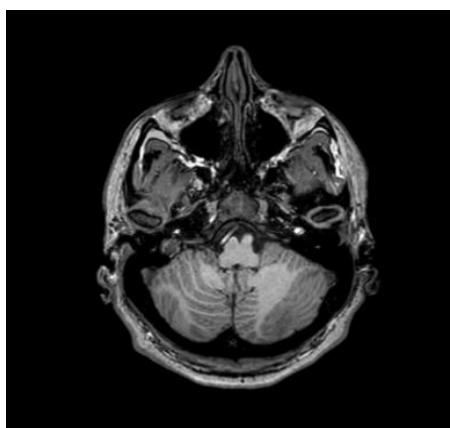


Figura 13 - Caso clínico I - Ressonância Magnética - Crânio-Encefálica. Sem lesões focais com edema ou efeito de massa no parênquima encefálico nem lesões hemorrágicas intracranianas. (imagens obtidas no laboratório de hemodinâmica cerebral do serviço de neurologia do Hospital de Santa Maria, 2025).

Na avaliação angiográfica cervical (Angio-Ressonância Magnética), confirma-se a hipótese de disseção da AV direita (dominante), com irregularidades murais no segmento V2 e redução do seu calibre entre C4 e C2. Identificam-se sinais sugestivos de hematoma mural, com hipersinal espontâneo em T1, que envolve circunferencialmente a artéria, com predomínio lateral entre C3-C4 e medial entre C2-C3. Hipoplasia da AV esquerda,

que termina em artéria cerebelar ínfero-posterior (PICA). Mantido o normal sinal de fluxo da artéria basilar.

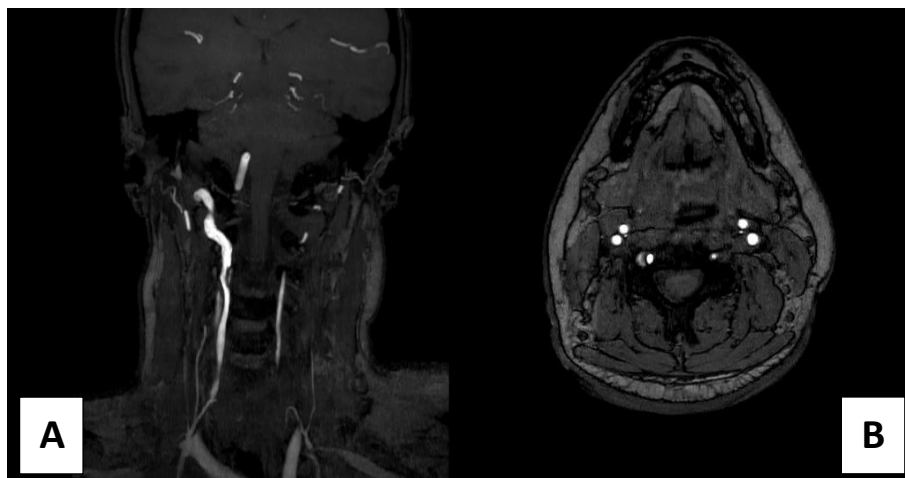


Figura 14 - Caso clínico I - Angio-Ressonância Magnética. A- AngioRM dos grandes vasos supra-aórticos (TOF). B- Plano axial. Observa-se irregularidades murais no segmento V2 da AV direita e redução do seu calibre entre C4 e C2 e sinais sugestivos de hematoma mural. AV, artéria vertebral. (imagens obtidas no laboratório de hemodinâmica cerebral do serviço de neurologia do Hospital de Santa Maria, 2025).

7.1.5. Tratamento

Durante o internamento, manteve estabilidade dos sinais vitais e exame neurológico, realizado seriadamente, sem alterações. Iniciou prevenção secundária com antiagregação plaquetária (aspirina “AAS” 150 mg) e foi instituída analgesia em esquema com naproxeno 500mg para a cervicalgia.

7.1.6. Evolução no Internamento

Realizou ecografia com estudo Doppler dos vasos do pescoço e vasos intracranianos que documentou nova disseção estenosante na Artéria Vertebral direita, em segmento V2, com permeabilidade mantida a jusante.

Pelo episódio de alteração transitória da visão, interpretado como Acidente Isquémico Transitório (AIT) associado à disseção arterial, realizou RM-CE que não evidenciou enfarte isquémico recente. O estudo por AngioRM dos grandes vasos supra-aórticos (TOF) documentou disseção da artéria vertebral direita, no segmento V2, com hematoma mural circunferencial, hipoplasia da artéria vertebral contralateral, fluxo mantido na artéria basilar.

Atendendo à recorrência de disseção arterial, foi solicitada avaliação pela Genética Médica ainda em internamento, sem descrição de dismorfias ou alterações sindrômicas.

Foi colhido sangue para painel Next Generation Sequencing (NGS) de Aortopatias e ficou com consulta de Genética Médica, agendada em 1 mês, para verificação dos resultados. A doente já tinha realizado anteriormente angio-TC abdomino-pelvica para investigação etiológica (exame normal). O restante internamento decorreu sem complicações.

À data de alta (09 de julho de 2025), apresentou exame neurológico sem défices focais (NIHSS 0), tendo capacidade para marcha autónoma e encontrando-se independente para as atividades de vida diária (mRankin 0). Teve como indicação para alta: Vigilância e controlo dos fatores de risco vascular e abstenção da prática de exercício físico ou atividades físicas rigorosas até nova indicação. Deve cumprir a seguinte terapêutica: Ácido acetilsalicílico 150 mg e Perindopril 4mg.

7.1.7. Seguimento

7.1.7.1. Resultados dos Exames do Estudo Vascular por EcoDoppler

No dia 11 de agosto de 2025 a doente voltou a realizar o EcoDoppler Triplex Carotídeo, Vertebral e Transcraniano, tendo se verificado permeabilidade do sistema carotídeo com morfologia e velocidades de fluxo normais (Eixo carotídeo esquerdo e direito), artéria vertebral direita apresentou permeabilidade no trajeto acessível a esta técnica, identificando-se desde a origem de V2 a presença de imagem linear, com critérios heterogéneas, registando-se atualmente discreto aumento da velocidade de fluxo no segmento distal (VS= 120 cm/s; VD= 38 cm/s). Estes achados são compatíveis com dissecação longa e estenosante, com diminuição do hematoma intramural, atualmente sem presença de flap, artéria vertebral esquerda permeável com velocidades e sentidos de fluxo normais, com critérios de hipoplasia. O EcoDoppler Triplex Transcraniano apresentou permeabilidade de todos os segmentos estudados com velocidades e sentidos de fluxo normais.

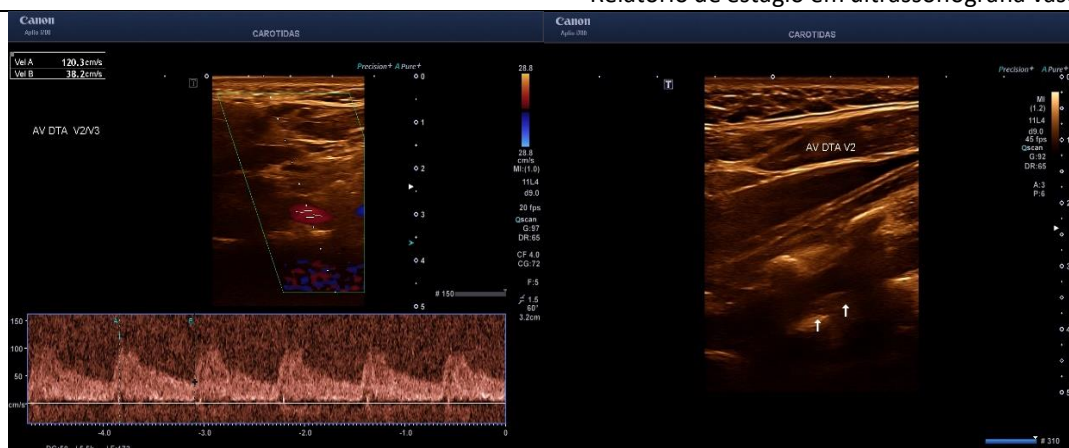


Figura 15 - Caso clínico I - EcoDoppler triplex dos grandes vasos do pescoço pós tratamento. Plano submandibular. Observa-se a artéria vertebral direita com imagem linear heterogênea da parede arterial, discreto aumento da velocidade de fluxo distal, com regressão do hematoma intramural e sem fluxo. (imagens obtidas no laboratório de hemodinâmica cerebral do serviço de neurologia do Hospital de Santa Maria, 2025).

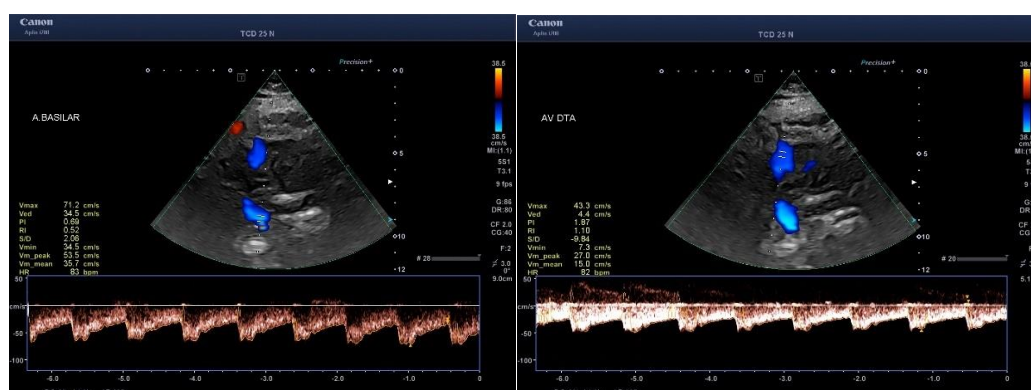


Figura 16 - Caso clínico I - EcoDoppler transcraniano pós tratamento. Plano vertebro-basilar. Observa-se imagens triplex, com velocidades e sentidos de fluxo normais na AB e AV direita. AV, artéria vertebral. AB, artéria basilar. (imagens obtidas no laboratório de hemodinâmica cerebral do serviço de neurologia do Hospital de Santa Maria, 2025).

Em 03 de setembro de 2025, em consulta de Genética Médica, confirmou-se a ausência de causa hereditária, ficando recomendada vigilância clínica periódica.

7.1.8. Discussão do caso

Trata-se de um caso de acidente isquêmico transitório no território vertebro-basilar, secundário a dissecção da artéria vertebral, uma entidade reconhecida como causa importante de AVCI, particularmente em indivíduos mais jovens ou na ausência de fatores de risco cardiovasculares clássicos (Tavakoli et al., 2025; Clark et al., 2022).

Do ponto de vista etiológico, a dissecção arterial cervical resulta de uma rotura da camada íntima do vaso, conduzindo à formação de um hematoma intramural, com consequente estreitamento luminal ou oclusão. Este processo pode desencadear eventos

isquémicos por dois mecanismos principais: compromisso hemodinâmico e fenómenos tromboembólicos, sendo este último o mais frequentemente implicado (Keser et al., 2022).

No caso em análise, o envolvimento da artéria vertebral assume particular relevância clínica, dado o seu contributo para a circulação posterior, nomeadamente tronco cerebral e cerebelo. Assim, alterações hemodinâmicas mesmo discretas podem traduzir-se em manifestações neurológicas significativas, reforçando a necessidade de diagnóstico precoce. Relativamente ao diagnóstico, o EcoDoppler cerebrovascular desempenhou um papel determinante na identificação de alterações sugestivas de dissecção, nomeadamente presença de rotura da camada íntima do vaso, hematoma intramural, assimetrias de fluxo e padrões espectrais anómalos. Apesar de não ser o exame de referência, constitui uma ferramenta essencial na abordagem inicial, permitindo orientar a necessidade de exames complementares, como angio-TC ou angio-RM.

Do ponto de vista clínico, a identificação da dissecção teve implicações terapêuticas relevantes, nomeadamente na instituição de terapêutica antitrombótica, com o objetivo de prevenir recorrência de eventos isquémicos. Pois, evidências científicas, demonstram que o tratamento com antiagregantes ou anticoagulantes é eficaz na redução do risco embólico associado à dissecção (Gomez-Rojas et al., 2020; Redekop, 2008).

Em suma, este caso evidencia a importância da suspeição clínica de etiologias não ateroscleróticas em doentes com AVCI ou acidentes isquémicos transitórios (AITs), reforçando o papel do EcoDoppler na sua identificação precoce e na orientação diagnóstica subsequente.

7.2. Caso clínico II – Acidente Vascular Cerebral isquémico no território da artéria cerebral média esquerda

7.2.1. Enquadramento teórico

O acidente vascular cerebral isquémico é uma das principais causas de mortalidade e incapacidade a nível mundial, resultando da oclusão de uma artéria cerebral e consequente interrupção do fluxo sanguíneo. Entre os fatores de risco mais relevantes destacam-se a hipertensão arterial, diabetes mellitus, dislipidemia,

responsável por estenose ou oclusão arterial e cardioembolia, associada a patologias cardíacas como fibrilhação auricular, enfarte agudo do miocárdio ou valvulopatias. Outros fatores de risco incluem a doença de pequenos vasos (AVC lacunar), relacionada com alterações crónicas da microcirculação cerebral, dissecação arterial, trombofilias, vasculites e causas indeterminadas (Santos et al., 2024; Hart et al., 2014). Nos últimos anos, verificaram-se avanços significativos no tratamento do AVCI, nomeadamente com a trombólise intravenosa e a trombectomia mecânica, que permitem melhorar o prognóstico funcional dos doentes quando aplicadas dentro da janela terapêutica adequada. Paralelamente, estratégias de prevenção secundária, incluindo controlo de fatores de risco e terapêutica farmacológica antiplaquetária, têm demonstrado eficácia na redução de eventos recorrentes em indivíduos com história de AVC (Macedo et al., 2024).

Relativamente às Webs carotídeas, são comumente encontradas no bulbo carotídeo ou no início da artéria carótida interna. Apresentando-se como uma fina camada de tecido intimal ou projeção anómala de um septo membranoso proliferativo originando-se da parede arterial e estendendo-se para o lúmen do vaso (Talathi et al., 2025).

Essa entidade cada vez mais reconhecida como uma causa importante e potencialmente indeterminada ou subdiagnosticada de AVC isquêmico, particularmente em pacientes mais jovens com poucos fatores de risco tradicionais. A sua incidência no AVC isquêmico é de cerca de 1,2%, e ocorre com maior incidência em homens do que em mulheres (Talathi et al., 2025, Liang et al., 2023).

Liang et al. (2023) afirmou que um estudo da patologia da carotid web indicou que era possível observar a membrana que se formou na parede da artéria carótida. Um corte longitudinal mostrou hiperplasia vascular intimal acompanhada de fibrose e degeneração mixoide que se projetava para o lúmen para formar espécie de uma válvula. Os fatores de risco relacionados à sua ocorrência ainda não são claramente compreendidos, e os papéis dos fatores endógenos (hormonais, genéticos) ou exógenos (tabaco, microtrauma) permanecem controversos (Faye et al., 2023).

Embora existam características morfológicas definidas da Web carotídea, o diagnóstico é clinicamente difícil e facilmente mal diagnosticado devido à sua raridade, tamanho pequeno e compreensão insuficiente (Zhou et al, 2022). O EcoDoppler é um método não invasivo importante e conveniente para o seu diagnóstico e seguimento a curto e longo prazo.

Os procedimentos cirúrgicos para a Web carotídea incluem principalmente endarterectomia carotídea e implante de stent arterial, ambos com resultados satisfatórios. Terapias medicamentosas incluem anticoagulação e terapias antiplaquetárias (Marnat et al., 2023). No entanto, a terapia antiplaquetária única pode não ser suficiente para prevenir o AVC isquêmico recorrente atribuível à embolização da artéria resultante da formação e deslocamento de trombos causados por turbulência de fluxo e estase após a ocorrência da Web carotídea (Liang et al., 2023).

7.2.2. Descrição do caso clínico

Doente de 76 anos de idade, sexo feminino, reformada, previamente independente para as atividades de vida diária (mRankin 1), com antecedentes de carcinoma da mama sob hormonoterapia (letrozol 2.5mg) e asma. Medicada com Vilanterol/Fluticasona 184/22 mcg 1 inal/dia; Fluticasona 250 mcg/Formoterol 10 mcg – SOS, Brometo de acilidínio 322 mcg 12/12h; Montelukaste 10 mg/ dia; Bilastina 20 mg SOS; Avamys/ Fluticasona nasal tópica SOS. Sem alergias medicamentosas conhecidas. Admitida no Serviço de Urgência do Hospital de Santa Maria no dia 11 de julho de 2025, através da Via Verde AVC extrahospitalar, por quadro súbito de afasia global, paresia facial central direita (NIHSS 11) e hemiparesia direita, compatível com AVC isquémico. Ao exame objetivo, apresentava TA de 102/84 mmHg e glicémia capilar 90 mg/dl. O Eletrocardiograma apresentou ritmo sinusal, com frequência cardíaca de 70 batimentos por minutos. O Ecocardiograma Transtorácico (ETT, 14 de julho de 2025) apresentou ventrículo esquerdo (VE) com fração de ejeção normal e sem imagens sugestivas de fonte cardioembólica, por este método de imagem. No dia 15 de julho de 2025 fez a avaliação Analítica, sendo revelado hemoglobina de 12.5g/dL, Leucócitos 5.50/uL, Neutrófilos 74.9%, Plaquetas 229/uL, VS 60mm, apTT 29.2seg, TP 11.0seg, Creatinina 0.66mg/dL, Ureia 32mg/dL, Na 135mmol/L, K 4.0mmol/L, ácido úrico 4.9mg/dL, ALT 13U/L, GGT 13U/L, PCR 1.22mg/dL, HbA1c 5.6%, colesterol total 143mg/dL, LDL 67mg/dL, HDL 61mg/dL, triglicéridos 74mg/dL, Proteínas totais 6.2g/dL, albumina 3.6g/dL, alteração do perfil de eletroforese de proteínas, serologia Treponema pallidum não reativa. No dia 16 de julho de 2025 a doente realizou um Holter-24h tendo sido revelado ritmo sinusal.

7.2.3. Tomografia Computorizada Crânio-Encefálica (TC-CE, 11 de julho de 2025)

O exame mostrou hipodensidade cortico-subcortical fronto-opercular e insular à

esquerda, a determinar efeito de massa traduzido por apagamento dos sulcos locorregionais e da vala sylvica ipsilateral (ASPECTS 7). Lesão sequelar de provável natureza vascular na substância branca das coroas radiárias a nível frontal esquerda.



Figura 17 - Caso clínico II - Tomografia Computorizada Crânio-Encefálica entrada. Visualiza-se hipodensidade cortico-subcortical fronto-opercular e insular à esquerda. (imagens obtidas no laboratório de hemodinâmica cerebral do serviço de neurologia do Hospital de Santa Maria, 2025).

7.2.4. AngioTC dos troncos supra-aórticos (11 de julho de 2025)

O exame apresentou oclusão do segmento M2 da ACM esquerda.



Figura 18 - Caso clínico II – Angio-Tomografia Computorizada dos troncos supra-aórticos. Visualização de oclusão do segmento M2 da ACM esquerda. ACM, artéria cerebral média. (imagens obtidas no laboratório de hemodinâmica cerebral do serviço de neurologia do Hospital de Santa Maria, 2025).

7.2.5. Tratamento

Por apresentar oclusão de grande vaso, foi proposta a realização de trombectomia

endovascular (TEV) com punção femoral e recanalização (TICI 3). O procedimento decorreu sem complicações. No final do procedimento apresentava exame neurológico sobreponível (NIHSS 11). Ficou internada na Unidade de Acidentes Vasculares Cerebrais (UAVC). Iniciou prevenção secundária com AAS e estatina. Iniciou prevenção de trombose venosa profunda dos membros inferiores com enoxaparina no dia 12/07/2025.



Figura 19 – Caso clínico II - (A) Trombectomia Endovascular. Observa-se a passagem do fio guia na ACI-ACM esquerda. (B) Angiografia cerebral pós TEV. Observa-se recanalização do segmento M2 da ACM esquerda. ACI, artéria carótida interna. TEV, trombectomia endovascular. (imagens obtidas no laboratório de hemodinâmica cerebral do serviço de neurologia do Hospital de Santa Maria, 2025).



Figura 20 - Caso clínico II - Angio-TEV. Observa-se a presença de Web na parede posterior da ACI esquerda, durante o processo procedimento. (imagens obtidas no laboratório de hemodinâmica cerebral do serviço de neurologia do Hospital de Santa Maria, 2025).

7.2.6. Seguimento

7.2.6.1. Tomografia Computorizada Crânio-Encefálica (12 de julho de 2025)

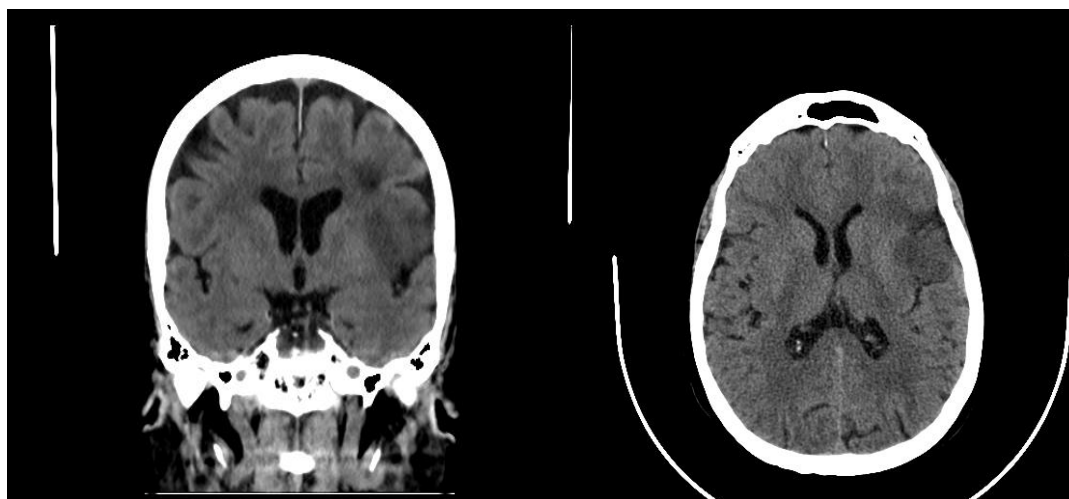


Figura 21 - Caso clínico II - Tomografia Computorizada Crânio-Encefálica 24 horas pós tratamento. Observa-se isquémia no território da ACM esquerda. Sem sinais de transformação hemorrágica. (imagens obtidas no laboratório de hemodinâmica cerebral do serviço de neurologia do Hospital de Santa Maria, 2025).

7.2.6.2. Resultados dos Exames do Estudo Vascular por EcoDoppler

A doente no dia 15 de julho de 2025 realizou um EcoDoppler Triplex Carotídeo, Vertebral e transcraniano, tendo se verificado permeabilidade do eixo carotídeo (Eixo carotídeo direito) com velocidades de fluxo normais, observando-se espessamento difuso das paredes arteriais, salientando-se na Bifurcação com extensão à ACI a presença de pequena indentação, na base da parede posterior do vaso, contudo sem estenose significativa. Aspectos morfológicos sugestivos de provável Web carotídea, a integrar com AngioTC. O eixo carotídeo esquerdo apresentou-se permeável com velocidades de fluxo normais, observando-se igualmente espessamento difuso das paredes arteriais, salientando-se ao nível da bifurcação carotídea a presença de placas ateromatosas, nodulares, fazendo discreta protusão no lúmen arterial, sem repercussão hemodinâmica. As artérias vertebrais apresentaram-se permeáveis com velocidades e sentidos de fluxo normais. O EcoDoppler Triplex Transcraniano apresentou permeabilidade de todos os segmentos estudados, salientando-se ligeiro aumento da velocidade de fluxo em toda a ACM esquerda (VS= 130 cm/s; VD=60cm/s), sugestivo de circulação hiperdinâmica pós TEV TICI 3 (Thrombolysis in Cerebral Infarction), com curvas velocimétricas TIBI 4 (Thrombolysis in Brain Ischemia). Os Restantes segmentos estudados apresentaram velocidades e sentidos de fluxo dentro dos valores normais. Apresentou ainda, aumento dos índices de pulsatilidade traduzindo inelasticidade arterial.

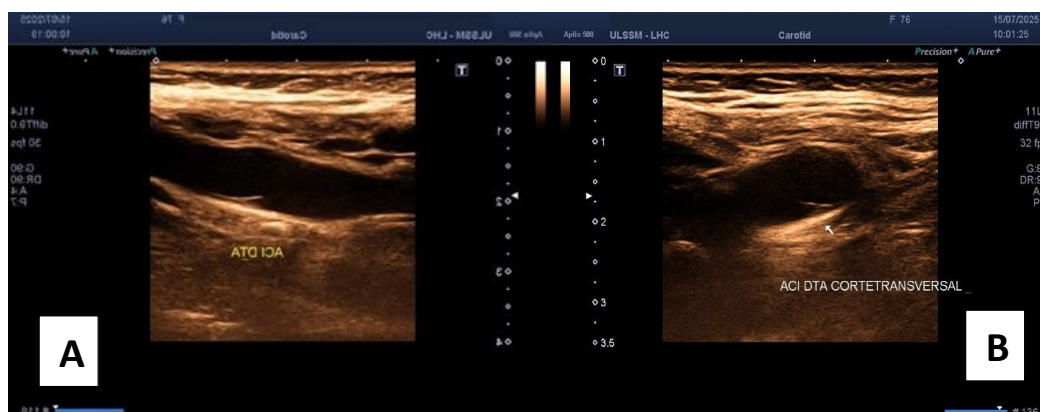


Figura 22 - Caso clínico II - EcoDoppler dos grandes vasos do pescoço. Plano submandibular. SEPE (efeito mapa de cores) em modo B. (A) Corte longitudinal. (B) Corte transversal. Observa-se a ACI direita com evidência de pequena indentação, na base da parede posterior do vaso, sugestivo de Web. (imagens obtidas no laboratório de hemodinâmica cerebral do serviço de neurologia do Hospital de Santa Maria, 2025).

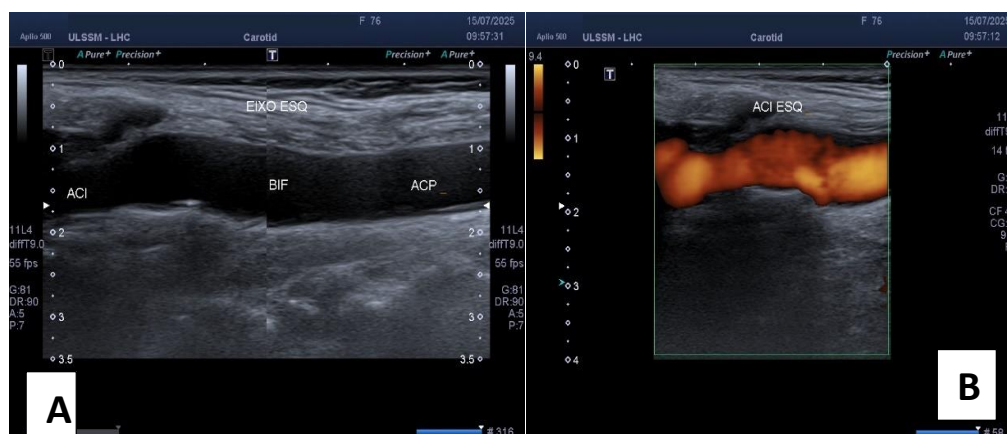


Figura 23 - Caso clínico II - EcoDoppler dos grandes vasos do pescoço. Plano submandibular. (A) Modo B. (B) Doppler cor. (A) Observa-se o eixo carotídeo esquerdo. (B) Imagem codificada a cor da ACI esquerda com presença de placas ateromatosas, nodulares, fazendo discreta protusão no lúmen arterial. (imagens obtidas no laboratório de hemodinâmica cerebral do serviço de neurologia do Hospital de Santa Maria, 2025).

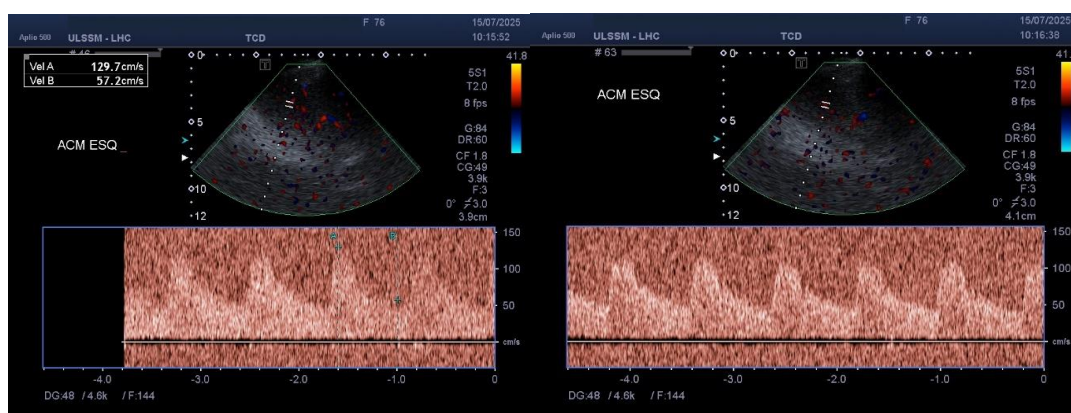


Figura 24 - Caso clínico II - EcoDoppler transcraniano pós tratamento. Plano transtemporal. Observa-se imagens triplex, com presença de ligeiro aumento da velocidade de fluxo na ACM esquerda. (imagens obtidas no laboratório de hemodinâmica cerebral do serviço de neurologia do Hospital de Santa Maria, 2025).

No 17 de julho de 2025, a doente voltou a realizar um EcoDoppler Triplex Carotídeo, Vertebral e transcraniano, tendo se verificado permeabilidade do eixo carotídeo direito com velocidades de fluxo normais, observando-se espessamento difuso das paredes arteriais, salientando-se na Bifurcação com extensão à ACI a presença de pequena indentação, na base da parede posterior do vaso. Contudo, sem estenose significativa. Aspetos morfológicos sugestivos de provável Web carotídeo, já identificada anteriormente. O eixo carotídeo esquerdo apresentou-se permeável com velocidades de fluxo normais, observando-se igualmente espessamento difuso das paredes arteriais, identificando-se igualmente na parede posterior da Bifurcação Carotídea, a presença de imagem heterogénea, compatível com provável indentação da parede (visível em corte transversal). Web carotídeo? As artérias Vertebrais permeáveis com velocidades e sentidos de fluxo normais. O EcoDoppler Triplex Transcraniano revelou permeabilidade de todos os segmentos estudados, atualmente com velocidades e sentido de fluxo normais e aumento dos índices de pulsatilidade traduzindo inelasticidade arterial.

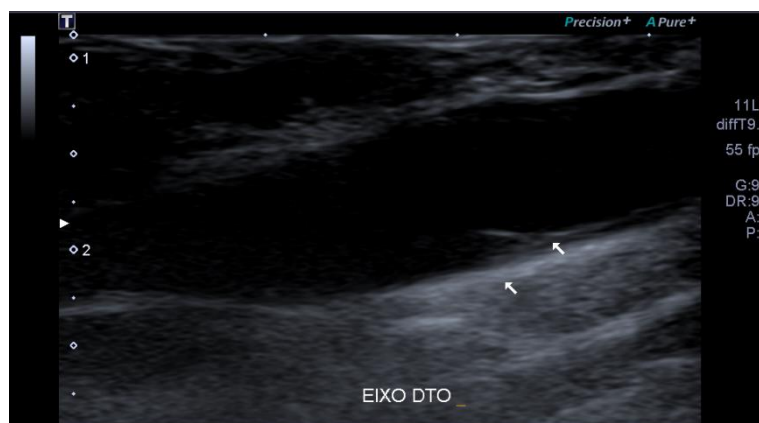


Figura 25 - Caso clínico II - EcoDoppler dos grandes vasos do pescoço. Plano submandibular. Imagem em modo B. Bifurcação com extensão à artéria carótida interna direita. Observa-se com evidência de pequena indentação, na base da parede posterior do vaso, sugestivo de Web. (imagens obtidas no laboratório de hemodinâmica cerebral do serviço de neurologia do Hospital de Santa Maria, 2025).



Figura 26 - Caso clínico II - EcoDoppler dos grandes vasos do pescoço janela submandibular. (A) Plano longitudinal. (B) Plano transversal. SEPE (efeito mapa de cores) em modo B. Bifurcação Carotídea

esquerda. Observa-se na parede posterior pequena indentação. (imagens obtidas no laboratório de hemodinâmica cerebral do serviço de neurologia do Hospital de Santa Maria, 2025).

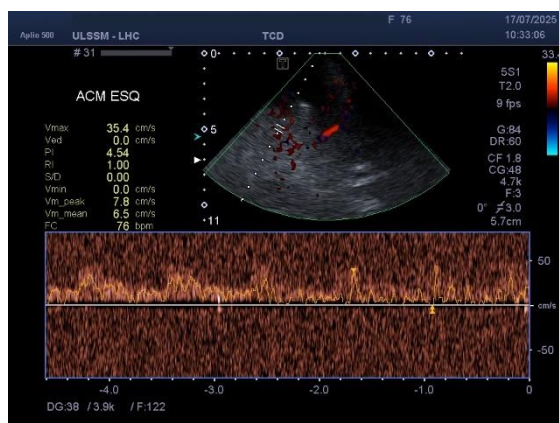


Figura 27 - Caso clínico II - EcoDoppler transcraniano pós tratamento. Plano transtemporal. Observa-se imagens triplex, com velocidades de fluxo normais na artéria cerebral média esquerda. (imagens obtidas no laboratório de hemodinâmica cerebral do serviço de neurologia do Hospital de Santa Maria, 2025).

Ainda durante o seguimento, a doente no dia 19 de agosto de 2025 realizou um outro EcoDoppler Triplex Carotídeo, Vertebral e transcraniano, tendo se verificado permeabilidade do eixo carotídeo direito com velocidades de fluxo normais, observando-se espessamento difuso das paredes arteriais, salientando-se na Bifurcação com extensão à ACI a presença de pequena indentação, na base da parede posterior do vaso. Contudo, sem estenose significativa. Aspetos morfológicos sugestivos de provável Web carotídeo, já identificada anteriormente. O eixo carotídeo esquerdo apresentou-se permeável com velocidades de fluxo normais, observando-se igualmente espessamento difuso das paredes arteriais, identificando-se igualmente na parede posterior da Bifurcação Carotídea, a presença de imagem heterogénea, compatível com provável indentação da parede, já identificada anteriormente. Web carotídeo? As artérias Vertebrais permeáveis com velocidades e sentidos de fluxo normais. O EcoDoppler Triplex Transcraniano revelou permeabilidade de todos os segmentos estudados, com velocidades e sentido de fluxo normais e, com aumento dos índices de pulsatilidade traduzindo inelasticidade arterial.

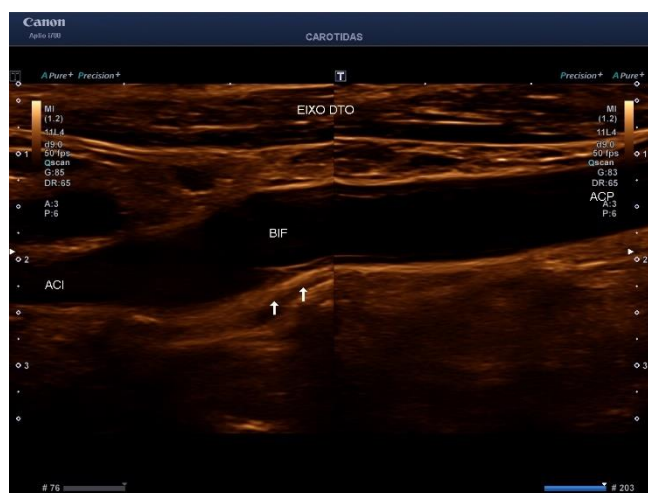


Figura 28 - Caso clínico II - EcoDoppler dos grandes vasos do pescoço. Plano submandibular. SEPE (efeito mapa de cores) em modo B. Eixo carotídeo direito (Bifurcação com extensão à artéria carótida interna direita). Observa-se pequena indentação, na base da parede posterior do vaso, sugestivo de Web. (imagens obtidas no laboratório de hemodinâmica cerebral do serviço de neurologia do Hospital de Santa Maria, 2025).



Figura 29 - Caso clínico II - EcoDoppler dos grandes vasos do pescoço. Plano submandibular longitudinal. Eixo carotídeo esquerdo. (A) Imagem em modo B com SMI. (B) Imagem em modo B, sem SMI. Observa-se na parede posterior pequena indentação. SMI, Superb Microvascular Imaging. (imagens obtidas no laboratório de hemodinâmica cerebral do serviço de neurologia do Hospital de Santa Maria, 2025).

7.2.7. Evolução no Internamento

Às 24h, após tratamento, apresentava ao exame neurológico apagamento do sulco nasogeniano à direita e disartria ligeira (NIHSS 2). Com base nos exames realizados, considera-se etiologia indeterminada por mais do que uma causa possível: estado protrombótico (hormonoterapia) e por ter sido identificado webs carotídeas bilaterais. Permaneceu monitorizada durante 2 dias, sem identificação de arritmias, nomeadamente sem fibrilhação auricular (FA). Foi testada disfagia no dia 11/07/2025, não apresentando disfagia. Iniciou levante no dia 13/07/2025. O internamento decorreu sem complicações. À data de alta apresentou ao exame neurológico ligeiro apagamento do sulco

nasogeniano à direita (NIHSS 1), tendo capacidade para marcha autónoma, encontrando-se independente para as atividades de vida diária.

7.2.8. Discussão do caso

Trata-se de um caso de acidente vascular cerebral isquémico no território da artéria cerebral média, de etiologia indeterminada por mais de uma causa possível (estado protrombótico e web carotídea bilateral).

Do ponto de vista fisiopatológico, a web carotídea corresponde a uma alteração estrutural da parede arterial, caracterizada por uma projeção intimal que interfere com o padrão de fluxo sanguíneo. Apesar de, na maioria dos casos, não provocar estenose significativa (coincidente com o caso em análise), esta alteração favorece a estase sanguínea e a formação de trombos, com subsequente embolização cerebral. Evidência científica tem vindo a reforçar o papel desta entidade na génese de AVC isquémico, particularmente em doentes sem fatores de risco tradicionais (que diverge com o caso clínico apresentado), sendo frequentemente subdiagnosticada (Coutinho et al., 2017). Estudos mais recentes demonstram uma associação significativa entre web carotídea e AVC criptogénico, bem como um risco aumentado de recorrência na ausência de tratamento adequado (Mac Grory et al., 2021).

No caso clínico em análise, a ocorrência de AVC no território da artéria cerebral média encontra-se em concordância com a literatura, sendo esta a artéria mais frequentemente afetada nos acidentes vasculares cerebrais isquémicos. Este padrão explica-se, em grande parte, pela sua continuidade anatómica direta com a artéria carótida interna, constituindo o principal trajeto de fluxo sanguíneo cerebral. Assim, possivelmente, os êmbolos formados ao nível da web carotídea tendem a seguir o percurso de menor resistência, sendo preferencialmente direcionados para a artéria cerebral média, onde acabam por impactar. Este fenómeno é ainda potenciado pelo maior calibre desta artéria e pelo elevado volume de fluxo que a atravessa, fatores que aumentam a probabilidade de captação de material embólico (Margetis et al., 2025; Hague et al., 2021). Adicionalmente, a extensa área cortical irrigada pela artéria cerebral média contribui para uma maior expressão clínica dos eventos isquémicos neste território.

Relativamente ao diagnóstico, a avaliação imagiológica da web carotídea coloca desafios diagnósticos relevantes, sobretudo quando se utilizam métodos baseados em

parâmetros hemodinâmicos, como o EcoDoppler cerebrovascular. De facto, sendo esta entidade caracterizada por uma projeção intraluminal fina, frequentemente sem repercussão significativa no fluxo sanguíneo, a sua deteção pode ser limitada quando baseada exclusivamente em alterações de velocidade ou turbulência.

Neste contexto, uma revisão sistemática recente demonstrou diferenças significativas no desempenho diagnóstico entre o EcoDoppler e a Angio-TC. Os autores reportaram uma sensibilidade de 76,7% para o EcoDoppler, com uma taxa de falha diagnóstica de 22,3%, evidenciando limitações importantes deste método na identificação da web carotídea. Em contraste, a Angio-TC apresentou uma capacidade superior de deteção, identificando um maior número de casos (116 vs. 94) e registando uma taxa de falha substancialmente inferior, na ordem dos 4% (Serôdio et al., 2024).

Estes achados reforçam a noção de que o EcoDoppler possui uma sensibilidade moderada nesta entidade, sendo inferior à Angio-TC, particularmente em lesões que não determinam estenose significativa. Tal diferença pode ser explicada pelas bases físicas de cada técnica: enquanto o EcoDoppler avalia predominantemente alterações hemodinâmicas, a Angio-TC permite uma análise direta da morfologia luminal, possibilitando a identificação da típica projeção membranosa associada à web carotídea.

Por outro lado, no caso em análise, EcoDoppler cerebrovascular revelou-se fundamental na identificação das alterações estruturais e hemodinâmicas sugestivas desta entidade (antes mesmo de qualquer menção por outros meios diagnósticos ou durante a Angio-TEV), permitindo orientar a investigação complementar. Contudo, à semelhança do descrito na literatura, o diagnóstico definitivo exigiu métodos de imagem adicionais, como angio-TC, dada a dificuldade na visualização direta da lesão numa primeira fase. Porém, não foi possível a realização da angio-TC dos grandes vasos do pescoço no momento, rebuscou-se as imagens anteriores da Angio-TEV (obtidas durante o procedimento terapêutico) e ficou confirmado o seu diagnóstico.

Do ponto de vista terapêutico, a relevância clínica da web carotídea reside no seu elevado potencial embólico, mesmo na ausência de estenose significativa, o que levanta desafios na abordagem clínica. A literatura sugere que, em casos selecionados, estratégias intervencionais que incluam cirurgia de endarterectomia carotídea e tratamento endovascular (stent) (Zedde et al., 2025) poderão ser consideradas, especialmente perante recorrência de eventos isquémicos. No caso clínico, a paciente realizou trombectomia com punção femoral, por apresentar oclusão de grande vaso, com antiplaquetários e estatina

enquanto o tratamento curativo.

8. Discussão

A realização do estágio em EcoDoppler cerebrovascular no Hospital de Santa Maria constituiu um marco determinante no percurso formativo, permitindo uma consolidação de competências técnicas e científicas dificilmente alcançáveis no contexto de formação de base em Angola.

Enquanto licenciada em Cardiopneumologia em Angola, a formação prática caracterizou-se por um período relativamente curto de estágio curricular, com exposição limitada à área da ultrassonografia cardíaca e nenhuma exposição à área da ultrassonografia vascular. A experiência prática centrou-se maioritariamente em áreas como eletrocardiografia e monitorização ambulatória da pressão arterial (MAPA), com reduzida exploração de técnicas imagiológicas avançadas, devido a escassez de recursos técnicos de diagnósticos disponíveis, conforme citado anteriormente.

Dessa forma, a experiência em Portugal evidenciou um contraste significativo ao nível dos recursos tecnológicos e da organização dos serviços de saúde, com particular destaque para a disponibilidade e utilização sistemática do EcoDoppler cerebrovascular como umas das ferramentas de primeira linha na avaliação das doenças cerebrovasculares (Ferreira Pinheiro et al., 2021).

Durante o estágio em Portugal, foi possível observar uma abordagem diagnóstica estruturada e protocolada, com integração do EcoDoppler cerebrovascular na avaliação inicial e seguimento dos doentes com suspeita de patologia vascular cerebral. Por outro lado, em Angola, a abordagem diagnóstica das doenças cerebrovasculares é frequentemente condicionada pela indisponibilidade de recursos técnico-profissionais (U.S. International Trade Administration, 2023; Chitanga & Malaquias, 2023).

Segundo a Organização Mundial da Saúde, Angola apresenta uma lacuna significativa no número de profissionais de saúde qualificados, insuficiente para responder de forma adequada às necessidades da população (World Health Organization, 2022). Esta escassez constitui um dos principais desafios do sistema de saúde, condicionando a capacidade de resposta dos serviços e a qualidade dos cuidados prestados. Para além da limitação quantitativa, verifica-se também a perda de recursos humanos qualificados, associada à emigração de profissionais de saúde. Muitos destes profissionais, após adquirirem formação e experiência frequentemente no exterior,

enfrentam dificuldades na valorização e integração plena das suas competências no contexto nacional, o que contribui para a sua saída do país ou, em alguns casos, para o abandono da prática profissional (Chitanga & Malaquias, 2023).

A transição do contexto formativo angolano para o contexto académico e clínico português permitiu uma evolução significativa, não apenas ao nível técnico, mas também ao nível do pensamento crítico e da integração da evidência científica na prática clínica.

A diferença de oportunidades formativas entre os dois contextos evidencia desigualdades estruturais importantes, nomeadamente no acesso à formação especializada, à investigação científica e à prática baseada na evidência. A aquisição de competências avançadas em ultrassonografia vascular no contexto português assume particular relevância quando perspetivada no contexto angolano, onde estas técnicas permanecem subutilizadas.

Quanto à análise dos resultados obtidos ao longo do estágio em ecoDoppler cerebrovascular no Hospital de Santa Maria permitiu não só a caracterização da população em estudo, mas também a compreensão da diversidade etiológica do acidente vascular cerebral isquémico, integrando dados clínicos, hemodinâmicos e imagiológicos. A amostra, constituída por 244 doentes, revela-se representativa de um contexto clínico real em ambiente hospitalar diferenciado, possibilitando uma reflexão crítica sobre os padrões epidemiológicos e a aplicabilidade do ecoDoppler na prática clínica.

De um modo geral, os achados da casuística encontram-se em concordância com a literatura, que descreve o AVC como uma das principais causas de morbilidade e mortalidade a nível mundial, com aumento da incidência associado ao envelhecimento populacional e à elevada prevalência de fatores de risco cardiovasculares (World Health Organization, 2025; Institute for Health Metrics and Evaluation, 2024; Wang et al., 2024).

Verificou-se um claro predomínio da realização de ecoDoppler dos grandes vasos do pescoço associado ao estudo transcraniano, o que reflete a prática clínica atual, onde a avaliação combinada dos territórios extracraniano e intracraniano é fundamental para uma caracterização hemodinâmica completa. Este resultado está em concordância com a literatura recente, que aponta o ecoDoppler triplex como método de primeira linha no rastreio e seguimento das doenças cerebrovasculares, dada a sua natureza não invasiva, acessibilidade e elevada reprodutibilidade (Azevedo, 2023; Albricker et al., 2023).

A distribuição etária evidenciou um predomínio significativo de indivíduos com idade superior a 65 anos, sendo a faixa jovem (18–35 anos) pouco representada. Este

padrão é consistente com a epidemiologia das doenças cerebrovasculares, cuja incidência aumenta exponencialmente com a idade, refletindo a acumulação de fatores de risco cardiovasculares, como hipertensão arterial, dislipidemia e aterosclerose (Ren et al., 2020).

Por outro lado, a reduzida representatividade de indivíduos jovens pode ser explicada pela ausência de indicação para rastreio sistemático nesta população, sendo o ecoDoppler reservado para situações clínicas específicas, como suspeita de dissecção arterial ou eventos isquémicos de etiologia indeterminada.

Relativamente à distribuição por sexo, observou-se uma ligeira predominância do sexo masculino na ocorrência de alterações patológicas, apesar de uma distribuição global de exames relativamente equilibrada entre géneros. Este achado está de acordo com diversos estudos epidemiológicos que demonstram maior prevalência de doença aterosclerótica nos indivíduos do sexo masculino, particularmente em idades mais avançadas, embora se observe uma tendência de aproximação entre géneros nas últimas décadas (van Dam-Nolen et al., 2023).

No que respeita aos achados ultrassonográficos, a doença carotídea ateromatosa destacou-se como a alteração mais frequente, correspondendo ao maior número de casos na amostra. Este resultado reforça o papel central da aterosclerose como principal etiologia das doenças cerebrovasculares, sendo amplamente reconhecida como uma das principais causas de acidente vascular cerebral isquémico. As estenoses extracranianas e intracranianas representaram igualmente uma proporção significativa dos achados, evidenciando a importância da avaliação hemodinâmica detalhada na estratificação do risco cerebrovascular.

Adicionalmente, a presença de oclusões, dissecções arteriais e webs carotídeas, embora menos frequente, assume particular relevância clínica, sobretudo em populações específicas, como indivíduos jovens ou doentes com AVC criptogénico, onde estas entidades podem constituir causas subjacentes frequentemente subdiagnosticadas.

No que respeita à etiologia, a doença carotídea ateromatosa constituiu a principal causa identificada, o que está em consonância com o conhecimento atual, sendo esta responsável por uma proporção significativa dos eventos isquémicos. No entanto, a identificação de etiologias menos frequentes reforça a heterogeneidade do AVCI e a importância de uma abordagem diagnóstica abrangente. (Bekwelem et al., 2016; Parish et al., 2019).

Do ponto de vista fisiopatológico, a formação de placas ateromatosas nas artérias carótidas pode conduzir à redução do fluxo sanguíneo cerebral ou à embolização de material aterosclerótico, contribuindo diretamente para a ocorrência de AVC (Kamtchum-Tatuene et al., 2021).

Importa ressaltar que, a diversidade de alterações identificadas ao longo do estágio evidencia a versatilidade do ecoDoppler como ferramenta diagnóstica, permitindo não só a deteção de alterações estruturais, como também a avaliação funcional do fluxo sanguíneo. Neste contexto, o ecoDoppler assume um papel determinante não apenas no diagnóstico inicial, mas também no seguimento e monitorização terapêutica dos doentes, conforme evidenciado nos casos clínicos analisados.

Apesar da relevância dos resultados obtidos, importa considerar algumas limitações inerentes à casuística apresentada, nomeadamente o facto de corresponder ao retrato de um único centro hospitalar, o que pode limitar a generalização dos resultados.

Adicionalmente, a natureza predominantemente descritiva da análise não permite estabelecer relações de causalidade, sendo necessários estudos analíticos futuros para aprofundar estas associações.

Em síntese, a análise da casuística do estágio permitiu evidenciar um perfil epidemiológico dominado por doentes idosos, com elevada prevalência de patologia aterosclerótica e estenótica, reforçando o papel do ecoDoppler como exame de eleição na avaliação das doenças cerebrovasculares. Estes resultados sublinham a importância da integração desta técnica na prática clínica diária, contribuindo para o diagnóstico precoce, estratificação de risco e orientação terapêutica dos doentes, consolidando o seu valor no contexto da medicina moderna baseada na evidência.

A inclusão dos casos clínicos permitiu aprofundar a análise de etiologias menos comuns, mas clinicamente relevantes.

O primeiro caso, ilustra um mecanismo não aterosclerótico de AIT, resultante de alterações estruturais da parede arterial, correspondente a uma dissecção da artéria vertebral direita. Do ponto de vista fisiopatológico, esta entidade associa-se à formação de hematoma intramural e subsequente compromisso hemodinâmico ou fenómenos tromboembólicos, sendo estes últimos os mais frequentemente implicados na génese do evento isquémico. A sua associação com o território vertebro-basilar encontra-se bem documentada, refletindo a distribuição vascular da artéria afetada (Clark et al., 2022; Keser et al., 2022; Tavakoli et al., 2025).

O segundo caso, AVCI no território da artéria cerebral média esquerda de etiologia indeterminada por mais de uma causa possível (estado protrombótico e web carotídea), relativamente à web carotídea, uma entidade pertinente e não muito comum, caracterizada por uma alteração intimal, promove estase sanguínea e formação de trombos. A ocorrência de AVC no território da artéria cerebral média neste contexto encontra-se em concordância com a literatura, sendo esta a artéria mais frequentemente afetada, devido à sua continuidade anatómica com a artéria carótida interna, maior calibre e maior fluxo sanguíneo, fatores que favorecem a embolização (Coutinho et al., 2017; Hague et al., 2021; Margetis et al., 2025;).

Em conjunto, estes casos reforçam a importância da identificação de etiologias menos frequentes, particularmente em contextos clínicos atípicos, evidenciando o papel fundamental do ecoDoppler cerebrovascular na suspeição diagnóstica.

9. Conclusão

O ecoDoppler assume, atualmente, um papel essencial na avaliação hemodinâmica cerebral e na prevenção do acidente vascular cerebral, constituindo uma ferramenta indispensável no rastreio, diagnóstico e acompanhamento de múltiplas patologias cerebrovasculares. A sua elevada sensibilidade e caráter não invasivo tornam-no um método de eleição na prática clínica moderna, contribuindo decisivamente para a deteção precoce de alterações hemodinâmicas e para a definição de estratégias terapêuticas adequadas. A contínua evolução tecnológica nesta área impõe ao Cardiopneumologista a necessidade de atualização científica constante, de modo a garantir a execução e interpretação dos exames com precisão e rigor, assegurando simultaneamente uma integração eficaz no contexto multidisciplinar das equipas clínicas.

A experiência formativa em Portugal, nomeadamente na Escola Superior de Tecnologia da Saúde de Coimbra e Hospital de Santa Maria, representou um avanço significativo relativamente ao percurso académico realizado em Angola, permitindo o desenvolvimento de competências técnicas nomeadamente em ecoDoppler carotídeo-vertebral e transcraniano, científicas e críticas essenciais para a prática clínica moderna. As diferenças observadas entre os dois contextos refletem desigualdades estruturais no acesso a recursos e formação especializada, mas evidenciam também o potencial impacto da transferência de conhecimento e competências na melhoria dos cuidados de saúde em contextos com menores recursos. Neste sentido, a formação avançada em ultrassonografia vascular constitui não apenas uma evolução individual, mas também uma oportunidade de contributo futuro para o desenvolvimento da prática clínica em Angola.

Durante este período de aprendizagem, considero que a experiência foi extremamente enriquecedora, pois permitiu-me adquirir competências sólidas, superar dificuldades e consolidar os conhecimentos adquiridos. Destaco, de forma especial, a disponibilidade e o apoio dos técnicos de Cardiopneumologia, em particular do orientador e da coorientadora, que estiveram sempre presentes no esclarecimento das minhas dúvidas e na partilha generosa do seu saber, o que foi determinante para o meu crescimento académico e profissional. Em síntese, considero que este percurso formativo contribuiu de forma decisiva para o meu desenvolvimento pessoal e profissional,

reforçando a motivação para continuar a investir na formação contínua e na excelência técnica na área da ultrassonografia vascular, com o objetivo de prestar cuidados de saúde cada vez mais diferenciados e baseados na evidência científica.

10. Referência Bibliográficas

1. Aguiar, G. B., & Caldas, J. G. M. P. (2021). Carotid artery atherosclerotic profile as a progression marker for cardiovascular disease. *Arquivos Brasileiros de Cardiologia*, 116(4), 734–735. <https://doi.org/10.36660/abc.20210229>
2. Ahmed, R., Maqsood, H., Bains, R. S., Gulraiz, A., & Kamal, M. (2023). Intracranial atherosclerotic disease: current management strategies. *Annals of medicine and surgery* (2012), 85(10), 4903–4908. <https://doi.org/10.1097/MS9.0000000000001145>
3. Albricker, A. C. L., et al. (2023). Recommendation update for vascular ultrasound evaluation of carotid and vertebral artery disease: DIC, CBR and SABCV – 2023. *Arquivos Brasileiros de Cardiologia*, 120(10), e20230695. <https://doi.org/10.36660/abc.20230695>
4. Akinyemi, R. O., et al. (2021). Stroke in Africa: profile, progress, prospects and priorities. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6011494/>
5. Alexandrov, A. V., Robinson-Vaughn, A., Balucani, C., & Neumyer, M. M. (2011). Principles of extracranial ultrasound examination. In A. V. Alexandrov (Ed.), *Cerebrovascular ultrasound in stroke prevention and treatment* (2nd ed., pp. 1–12). Cambridge University Press.
6. Anisimova, M. (2025). Dissecção da artéria vertebral: Estudo de caso. *Radiopaedia*. <https://doi.org/10.53347/rID-48506>
7. Arning, C., Hanke-Arning, K., & Eckert, B. (2022). The Clinical Features of Dissection of the Cervical Brain-Supplying Arteries. *Deutsches Arzteblatt international*, 119(35-36), 581–587. <https://doi.org/10.3238/arztebl.m2022.0238>
8. Arrais, M., Dias, W., Gama, J. M. R., & Brito, M. (2022). Physicians' perceptions of their knowledge and the preparedness of health facilities in Angola to diagnose and manage COVID-19. *International health*, 14(1), 103–110. <https://doi.org/10.1093/inthealth/ihab017>

9. Arning, C., Hanke-Arning, K., & Eckert, B. (2022). The clinical features of dissection of the cervical brain-supplying arteries. *Deutsches Ärzteblatt International*, 119(35–36), 581–587. <https://doi.org/10.3238/arztebl.m2022.0238>
10. Azevedo, E. (2023). Diagnostic ultrasonography in neurology. *Continuum (Minneapolis, Minn)*, 29(1), 324–363. <https://doi.org/10.1212/CON.0000000000001241>
11. Baska, A., Sporysz-Janiec, K., Figura, M., Andruszkiewicz, P., & Zawadka, M. (2024). Transcranial sonography: practical use in the intensive care unit. *Transcranial sonography: practical use in the intensive care unit. Anaesthesiology intensive therapy*, 56(5), 267–276. <https://doi.org/10.5114/ait.2024.146640>
12. Bekwelem, W., Norby, F. L., Soliman, E. Z., et al. (2016). Carotid atherosclerosis and the risk of stroke: The ARIC study. *Stroke*, 47(10), 2467–2473. <https://doi.org/10.1161/STROKEAHA.116.013499>
13. Benson, J. C., Brinjikji, W., Messina, S. A., Lanzino, G., & Kallmes, D. F. (2019). Tortuosidade da artéria carótida interna cervical: Uma análise morfológica de pacientes com acidente vascular cerebral isquêmico agudo. *Neurorradiologia Intervencionista*, 26, 216–221.
14. Bersano, A., Kraemer, M., Burlina, A., Mancuso, M., Finsterer, J., Sacco, S., Salvarani, C., Caputi, L., Chabriat, H., Oberstein, S. L., Federico, A., Lasserre, E. T., Hunt, D., Dichgans, M., Arnold, M., Debette, S., & Markus, H. S. (2021). Heritable and non-heritable uncommon causes of stroke. *Journal of Neurology*, 268(8), 2780–2807. <https://doi.org/10.1007/s00415-020-09836-x>
15. Bhattacharjee, S., Jain, R. D., Bathala, L., Hk, A., & Sharma, V. K. (2022). Pictorial essay of cervical duplex ultrasonography. *POCUS Journal*, 7(2), 245–252. <https://doi.org/10.24908/pocus.v7i2.15635>
16. Bir, S. C., & Kelley, R. E. (2022). Carotid atherosclerotic disease: A systematic review of pathogenesis and management. *Brain Circulation*, 8(3), 127–136. https://doi.org/10.4103/bc.bc_36_22
17. Blum, C. A., & Yaghi, S. (2015). Cervical artery dissection: A review of the

- epidemiology, pathophysiology, treatment, and outcome. *Archives of Neuroscience*, 2(4), e26670. <https://doi.org/10.5812/archneurosci.26670>
18. Carr, K. R., Zuckerman, S. L., & Mocco, J. (2013). Inflammation, cerebral vasospasm, and evolving theories of delayed cerebral ischemia. *Neurology Research International*, 2013, 506584. <https://doi.org/10.1155/2013/506584>
19. Carrizosa, J. (2022). Transcranial Doppler (TCD/TCCS) approaches: Acoustic windows. https://doi.org/10.1007/978-3-030-81419-9_10
20. Cassola, N., Baptista-Silva, J. C., Nakano, L. C., Flumignan, C. D., Sesso, R., Vasconcelos, V., Carvas Junior, N., & Flumignan, R. L. (2022). Duplex ultrasound for diagnosing symptomatic carotid stenosis in the extracranial segments. *Cochrane Database of Systematic Reviews*, 7(7), CD013172. <https://doi.org/10.1002/14651858.CD013172>
21. Chen, H., Colasurdo, M., Costa, M., et al. (2024). Membranas carotídeas: Uma revisão da fisiopatologia, achados diagnósticos e opções de tratamento. *Revista de Cirurgia Neurointervencionista*, 16, 1294–1299.
22. Chen, L. J., Liu, C. K., Wang, S. C., Lin, T. T., Ou, Y. H., & Lin, C. M. (2023). Impact of cerebral collateral flow on stroke outcomes after carotid stenting. *Annals of Clinical and Translational Neurology*, 10(11), 2065–2073. <https://doi.org/10.1002/acn3.51894>
23. Chitanga, F. C., & Malaquias, C. (2023). Human resource management in Angola health sector. <https://www.smj.rs/en/volume-6-no-1>
24. Chugh, C., & Agarwal, H. (2019). Vasoespasmo cerebral e isquemia cerebral tardia: Revisão da literatura e abordagem de gestão. *Neurology India*, 67(1), 185–200. <https://doi.org/10.4103/0028-3886.253627>
25. Clark, M., Unnam, S., & Ghosh, S. (2022). A review of carotid and vertebral artery dissection. *British Journal of Hospital Medicine*, 83(4), 1–11. <https://doi.org/10.12968/hmed.2021.0421>

26. Coutinho, J. M., Derkatch, S., Potvin, A. R., Tomlinson, G., Casaubon, L. K., Silver, F. L., & Mandell, D. M. (2017). Carotid artery web and ischemic stroke: A case-control study. *Neurology*, 88(1), 65–69. <https://doi.org/10.1212/WNL.0000000000003464>
27. 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>
28. Dahmani, B., Moudafia, Z., Omari Tadlaoui, S., & Rachidi Alaoui, S. (2022). Carotid Doppler ultrasonography: Normal aspect step by step [Poster presentation]. *ECR 2022*. <https://doi.org/10.26044/ecr2022/C-18547>
29. Del Bene, V. A., et al. (2025). Cognitive decline after first-time transient ischemic attack. *JAMA Neurology*. <https://doi.org/10.1001/jamaneurol.2024.5082>
30. Di Cesare, M., Perel, P., Taylor, S., Kabudula, C., Bixby, H., Gaziano, T. A., McGhie, D. V., Mwangi, J., Pervan, B., Narula, J., Pineiro, D., & Pinto, F. J. (2024). The heart of the world. *Global Heart*, 19(1), 11. <https://doi.org/10.5334/gh.1288>
31. Dhingra, K., Salisbury, B. H., & Chakko, M. N. (2025). Doppler extra-cranial carotid assessment, protocols, and interpretation. In *StatPearls*.
32. Drake, R. L., Vogl, W., & Mitchell, A. W. M. (2005). *Gray’s anatomy for students*. Elsevier. Citado em: *Musculoskeletal Key*. (s.d.). *Haemodynamics*. <https://musculoskeletalkey.com/haemodynamics/>
33. Elkady, A., Ghazal, S., Alanzi, A., Madkour, M., & Bakheet, M. F. (2020). Spontaneous vertebral artery dissection. *Cureus*, 12(7), e9183. <https://doi.org/10.7759/cureus.9183>
34. Essadik, I., Nouri, A., Touahni, R., Bourcier, R., & Autrusseau, F. (2022). Automatic classification of cerebral vascular bifurcations. *Neuroscience Informatics*, 2, 100108. <https://doi.org/10.1016/j.neuri.2022.100108>

35. Fahmy, Y., Abo El Naga, Y., Hazzou, A., et al. (2022). Reversed ophthalmic artery flow. *Egyptian Journal of Neurology, Psychiatry and Neurosurgery*, 58, 17. <https://doi.org/10.1186/s41983-022-00453-1>
36. Faye, I., Mbodji, A. B., Niang, F. G., Diop, N. R., Sarr, N., Diop, B., Franck, T. N. A., & Diop, A. N. (2023). Atypical fibromuscular dysplasia. *Radiology Case Reports*, 18(8), 2545–2548. <https://doi.org/10.1016/j.radcr.2023.04.030>
37. 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>
38. Feigin, V. L., Brainin, M., Norrving, B., Martins, S. O., Pandian, J., Lindsay, P., Grupper, M. F., & Rautalin, I. (2025). Global stroke fact sheet. *International Journal of Stroke*, 20(2), 132–144. <https://doi.org/10.1177/17474930241308142>
39. Ferreira Pinheiro, C., Morais, T., Perry da Câmara, C., Rios, C., Diogo, M. C., & Ferreira, M. P. (2021). Avaliação das vasculopatias não ateroscleróticas por ecografia-doppler. *Acta Radiológica Portuguesa*.
40. Franco, G., Moreira, M., & Nunes, G. (2025). Desafios da disseção traumática. *Salutis Scientia*, 17, 6–11.
41. GBD 2019 Stroke Collaborators. (2021). Global burden of stroke. *Lancet Neurology*, 20(10), 795–820. [https://doi.org/10.1016/S1474-4422\(21\)00252-0](https://doi.org/10.1016/S1474-4422(21)00252-0)
42. GBD 2021 Stroke Risk Factor Collaborators. (2024). Global burden of stroke. *Lancet Neurology*, 23(10), 973–1003. [https://doi.org/10.1016/S1474-4422\(24\)00369-7](https://doi.org/10.1016/S1474-4422(24)00369-7)
43. Goldemund, D. (2021). Espessura íntima-média (EIM). *Stroke Manual*.
44. Gomez-Rojas, O., Hafeez, A., Gandhi, N., Berghea, R., & Halalau, A. (2020). Bilateral vertebral artery dissection. *Case Reports in Medicine*. <https://doi.org/10.1155/2020/8180926>
45. Grant, E. G., Benson, C. B., Moneta, G. L., Alexandrov, A. V., Baker, J. D., Bluth, E. I., Carroll, B. A., Eliasziw, M., Gocke, J., Hertzberg, B. S., Katanick, S., Needleman, L.,

- Pellerito, J., Polak, J. F., Rholl, K. S., Wooster, D. L., & Zierler, R. E. (2003). Carotid artery stenosis. *Radiology*, 229(2), 340–346.
46. Guglielmi, V., Compagne, K. C. J., Sarrami, A. H., et al. (2021). Risk of recurrent stroke. *JAMA Neurology*, 78(7), 826–833. <https://doi.org/10.1001/jamaneurol.2021.1101>
47. Gunda, S. T., Yip, J. H.-Y., Ng, V. T.-K., Chen, Z., Han, X., Chen, X., Pang, M. Y.-C., & Ying, M. T.-C. (2024). Diagnostic accuracy of Doppler ultrasound. *Journal of Clinical Medicine*, 13(5), 1507. <https://doi.org/10.3390/jcm13051507>
48. Gutierrez, J., Turan, T. N., Hoh, B. L., & Chimowitz, M. I. (2022). Intracranial atherosclerotic stenosis. *Lancet Neurology*, 21(4), 355–368.
49. Hague, J. P., et al. (2021). Three-dimensional simulations of embolic stroke. *arXiv*.
50. Hejazian, S. S., Shahjouei, S., Sadr, A. V., Vemuri, A., Bahrami, S., Abedi, V., & Zand, R. (2025). Risk of Ischemic Stroke After Transient Ischemic Attack in Patients Receiving Comprehensive Versus Noncomprehensive Diagnostic Workup: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Journal of the American Heart Association*, 14(21), e042175. <https://doi.org/10.1161/JAHA.125.042175>
51. Hart, R. G., Catanese, L., Perera, K. S., Ntaios, G., & Connolly, S. J. (2014). Embolic stroke of undetermined source. *Lancet Neurology*, 13(4), 429–438. [https://doi.org/10.1016/S1474-4422\(14\)70026-7](https://doi.org/10.1016/S1474-4422(14)70026-7)
52. Horner, S. (2018, October 18). Proposals for standard examination of right-to-left shunt. European Society for Neurosonology and Cerebral Hemodynamics & World Federation of Neurosonology and Cerebral Hemodynamics. Recuperado em setembro de 2025, de <https://esnch.org/proposals-for-standard-examination-of-right-to-left-shunt/>
53. Institute for Health Metrics and Evaluation. (2024). Global, regional, and national burden of stroke and its risk factors, 1990–2021. <https://www.healthdata.org>
54. Kamtchum-Tatuene, J., Wilman, A. H., Saqqur, M., & Jickling, G. C. (2021). Carotid plaque and stroke risk: A systematic review. *Journal of the Neurological Sciences*,

55. Kana, T., Alsurakhi, D., Kawamji, A., Akerman, M. J., & Patel, N. (2023). Atraumatic vertebral dissection. *Cureus*, 15(4), e36998.
56. Keser, Z., Chiang, C. C., Benson, J. C., Pezzini, A., & Lanzino, G. (2022). Cervical artery dissections. *Vascular Health and Risk Management*, 18, 685–700.
57. Khaladkar, S. M., Dilip, D., Arkar, R., Chanabasanavar, V., & Lamghare, P. (2022). Membrana carotídea. *South African Journal of Radiology*, 26(1).
58. Khan, F., et al. (2025). Long-term risk of stroke after transient ischemic attack or minor stroke. *JAMA*, 333(17), 1508–1519. <https://doi.org/10.1001/jama.2025.2033>
59. Konan, L. M., Reddy, V., & Mesfin, F. B. (2023). Neuroanatomy, cerebral blood supply. In StatPearls. StatPearls Publishing. Recuperado em agosto de 2025, de <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK532297/>
60. Krasteva, M.P., Lau, K.K., Mordasini, P. et al. Intracranial Atherosclerotic Stenoses: Pathophysiology, Epidemiology, Risk Factors and Current Therapy Options. *Adv Ther* 37, 1829–1865 (2020). <https://doi.org/10.1007/s12325-020-01291-4>
61. Lee, W. (2014). General principles of carotid Doppler ultrasonography. *Ultrasonography*, 33(1), 11–17.
62. Li, J., Song, J., Zhu, X. L., Chen, M. F., & Huang, X. F. (2023). Health-promoting lifestyle. *BMC Cardiovascular Disorders*, 23(1), 118.
63. Liang, S., Qin, P., Xie, L., Niu, S., Luo, J., Chen, F., Chen, X., Zhang, J., & Wang, G. (2023). The carotid web. *Frontiers in Neuroscience*, 17, 1104212.
64. Liu, L., Ding, J., Leng, X., Pu, Y., Huang, L. A., Xu, A., Wong, K. S. L., Wang, X., & Wang, Y. (2018). Collateral circulation guidelines. *Stroke and Vascular Neurology*, 3(3), 117–130.
65. Loomis, A. L., & Chakko, M. N. (2023). Doppler trans-cranial assessment, protocols, and interpretation. In StatPearls. StatPearls Publishing. Recuperado em setembro de

2025, de <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK570636/>

66. Lovett, J. K., Gallagher, P. J., Hands, L. J., Walton, J., & Rothwell, P. M. (2004). Histological correlates of carotid plaque surface morphology on lumen contrast imaging. *Circulation*, 110(15), 2190–2197. <https://doi.org/10.1161/01.CIR.0000143837.67154.36>
67. Mac Grory, B., Nossek, E., Reznik, M. E., Schrag, M., Jayaraman, M., McTaggart, R., de Havenon, A., Yaghi, S., Feng, W., Furie, K., & Boyanpally, A. (2021). Carotid web. *PLoS ONE*, 16(9), e0257697.
68. Macedo, R. R. B., Costa, F. G., Santos, J. R., Martins, J. S., Queiroz, K. S., Souza, T. P., ... Massuda Filho, A. S. (2024). Acidente vascular cerebral isquêmico: avanços no tratamento e perspectivas terapêuticas. *ERR01*. <https://doi.org/10.56238/ERR01v10n4-015>
69. Maguida, G., & Shuaib, A. (2023). Collateral circulation. *Journal of Stroke*, 25(2), 179–198.
70. Margetis, K., & Sánchez-Manso, J. C. (2025). Neuroanatomy, middle cerebral artery. In *StatPearls*. StatPearls Publishing. Recuperado em agosto de 2025, de <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK526002/>
71. Meola, M., Ibeas, J., Lasalle, G., & Petrucci, I. (2021). Doppler sonography. *Journal of Vascular Access*, 22, 18–31.
72. Michael, N. A., Mselle, L. T., Bureta, C. A., et al. (2025). Barreiras no acesso ao AVC. *BMC Health Services Research*, 25, 848.
73. Morales-Roccuzzo, D., Sabahi, M., Obrzut, M., Najera, E., Monterroso-Cohen, D., Bsat, S., Adada, B., & Borghei-Razavi, H. (2024). Vascular anatomy of the brain. *Surgical and Radiologic Anatomy*, 46(6), 829–842.
74. Mukabagorora, T., Mbonambi, L., Lockhat, Z., Musafiri, A., & Kekana, R. M. (2025). A comprehensive scoping review of existing carotid duplex ultrasound scanning and reporting protocols: identifying gaps and opportunities for standardization of practice

- in low-income countries. *Journal of ultrasound*, 28(4), 783–801.
<https://doi.org/10.1007/s40477-025-01064-1>
75. Munakomi S, Theetha Kariyanna P. Carotid Artery Surgery. [Updated 2025 May 2]. In: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2026 Jan-. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK441947/>
76. Nickson, C. (2024). Transcranial Doppler (TCD) ultrasound. Life in the Fast Lane. Recuperado em 12 de setembro de 2025, de <https://litfl.com/transcranial-doppler-tcd-ultrasound/>
77. Olatunji, G., Kokori, E., Isarinade, T., Yusuf, I., Udojike, C. I., Abimbola, O., Owolabi, S., Abdulbasit, M. O., & Aderinto, N. (2023). Stroke care in Africa. *Medicine*, 102(44), e35899.
78. Owolabi, M. O., et al. (2018). The burden of stroke in Africa. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28472427/>
79. Pan, Y., Wan, W., Xiang, M., & Guan, Y. (2022). Transcranial Doppler ultrasonography. *Frontiers in Human Neuroscience*, 16, 841809.
80. Parish, S., Arnold, M., Clarke, R., et al. (2019). Carotid atherosclerosis and risk of ischemic stroke: A prospective study. *JAMA Network Open*, 2(6), e196840. <https://doi.org/10.1001/jamanetworkopen.2019.6840>
81. Patel, S. D., Otite, F. O., Topiwala, K., Saber, H., Kaneko, N., Sussman, E., Mehta, T. V., Tummala, R., Hinman, J., Nogueira, R., Haussen, D. C., Liebeskind, D. S., & Saver, J. L. (2022). Carotid web management. *Journal of Stroke and Cerebrovascular Diseases*, 31(10), 106682.
82. Pini, R., Faggioli, G., Lodato, M., Campana, F., Vacirca, A., Gallitto, E., & Gargiulo, M. (2024). Dissection outcomes. *Journal of Vascular Surgery*, 80(3), 913–921.
83. Polese, J. C. (2023). Distúrbios cerebrovasculares. In F. Maggino (Ed.), *Enciclopédia de pesquisa em qualidade de vida*. Springer.
84. Potenza, A., Gorla, G., Carrozzini, T., Bersano, A., Gatti, L., & Pollaci, G. (2023).

85. Prince, E. A., & Ahn, S. H. (2013). Basic vascular neuroanatomy. *Seminars in Interventional Radiology*, 30(3), 234–239.
86. Purkayastha, S., & Sorond, F. (2012). Transcranial Doppler ultrasound. *Seminars in Neurology*, 32(4), 411–420.
87. Radiopaedia. (2023). Lindegaard index.
88. Redekop, G. J. (2008). Artery dissection review. *Canadian Journal of Neurological Sciences*, 35(2), 146–152.
89. Ren, H., Liu, Y., Zhao, M., Shen, H., Nie, S., Gao, X., & Huang, Y. (2025). Stroke epidemiology. *MedComm*, 6(12), e70558.
90. Robba, C., Goffi, A., Geeraerts, T., Cardim, D., Via, G., Czosnyka, M., Park, S., Sarwal, A., Padayachy, L., Rasulo, F., & Citerio, G. (2019). 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>
91. Robba, C., Goffi, A., Geeraerts, T., et al. (2019). Brain ultrasonography. *Intensive Care Medicine*, 45, 913–927.
92. Sablić, S., Dolić, K., Budimir Mršić, D., Čičmir-Vestić, M., Matana, A., Lovrić Kojundžić, S., & Marinović Guić, M. (2024). Collateral circulation. *Neurology International*, 16(3), 620–630.
93. 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. *Life*, 14(1), 73.
94. Saba, L., Yuan, C., Hatsukami, T. S., Balu, N., Qiao, Y., DeMarco, J. K., Saam, T., Moody, A. R., Li, D., Matouk, C., Johnson, M. H., Jäger, H. R., Wintermark, M., & Wasserman, B. A. (2019). Carotid artery wall imaging: Perspective and guidelines from the ASNR Vessel Wall Imaging Study Group and Expert Consensus Recommendations. *American*

95. Salehi Omran, S., Gutierrez, J., Mohr, J. P., & Elkind, M. S. V. (2023). Structural and Functional Characteristics of Cerebral Arteries as an Explanation for Clinical Syndromes Limited to the Brain. *Cerebrovascular diseases* (Basel, Switzerland), 52(1), 52–60. <https://doi.org/10.1159/000524724>
96. Santos, R. D., Malaco, J. P., Palmeira, P. O., Rodrigues, A. N., Sette, D. S., Carvalho, I. O., ... Sá, I. A. M. (2024). Ataque isquêmico transitório: pequenos episódios, grandes riscos – uma revisão atualizada. *ARACÊ*. <https://doi.org/10.56238/arev7n11-158>
97. Serôdio, M., Soares, M. F., Muxagata, T., Almeida, V., & Fonseca, A. C. (2024). Sensitivity and accuracy of Doppler ultrasound compared to CT angiography for the diagnosis of carotid webs: Systematic review. *Cerebrovascular Diseases*, 53(4), 488–494. <https://doi.org/10.1159/000535155>
98. Schaeffer, S., & Iadecola, C. (2021). Neurovascular unit. *Nature Neuroscience*, 24(9), 1198–1209.
99. Shah, A., & Irshad, A. (2023). Sonography Doppler Flow Imaging Instrumentation. In *StatPearls*. StatPearls Publishing.
100. Shakeri, A., Wang, Y., Zhao, Y., Landau, S., Perera, K., Lee, J., & Radisic, M. (2023). Organ-on-a-chip systems. *Arteriosclerosis, Thrombosis, and Vascular Biology*, 43(12), 2241–2255.
101. Spasojević, G., Malobabić, S., Vujmilović, S., Jović, D., Vujković, Z., & Vujnović, S. (2023). Artéria vertebral. *Folia Medica*, 65(4), 618–624.
102. Spence, J. D. (2020). Ultrasound in stroke prevention. *Cardiovascular Diagnosis and Therapy*, 10(4), 955–964.
103. Talathi, S., & Lipsitz, E. C. (2025). Terapia para teias carotídeas. *Annals of Vascular Surgery*, 113, 415–420.
104. Tavakoli, S. G., Britt, T. B., & Agarwal, S. (2025). Vertebral artery dissection. In *StatPearls*. StatPearls Publishing. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK441827/>

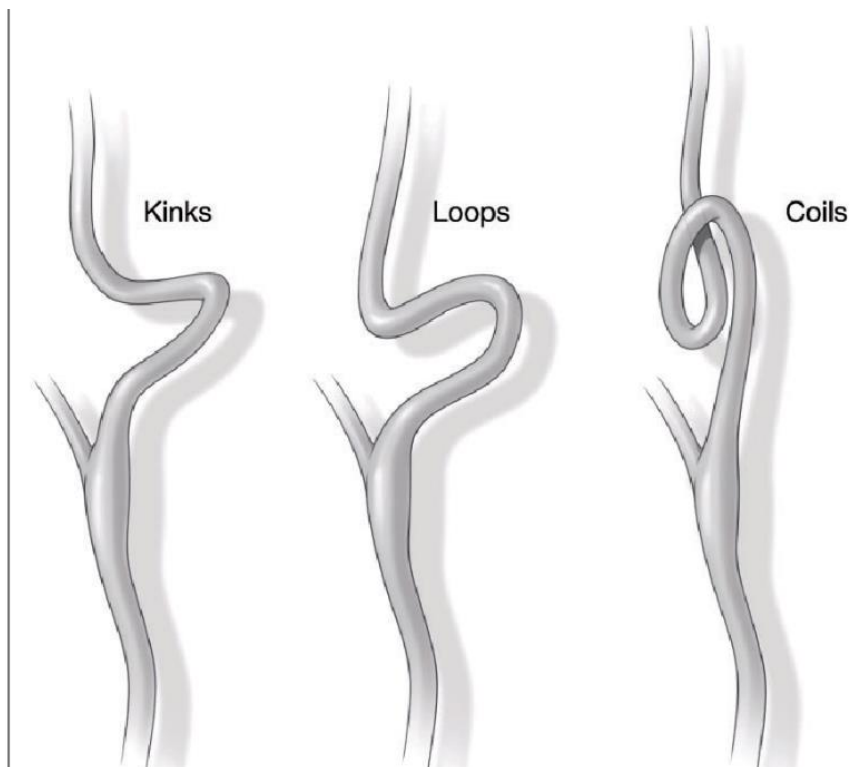
105. Taylor, A. M., & Bordoni, B. (2023). Histologia vascular. StatPearls.
106. Thau, L., Reddy, V., & Singh, P. (2025). Anatomy, central nervous system. StatPearls.
107. Traenka, C., De Marchis, G. M., Ruf, L., Gralla, J., Fischer, U., & Jung, S. (2020). Clinical usefulness of serial duplex ultrasound in cervical artery dissection patients. *Cerebrovascular Diseases*, 49(2), 206–215. <https://doi.org/10.1159/000507485>
108. Unidade Local de Saúde de Santa Maria. (s.d.). Departamento de Neurociências e Saúde Mental. ULS Santa Maria. Recuperado em 30 de maio de 2026, de ULS Santa Maria – Neurociências e Saúde Mental
109. Unidade Local de Saúde de Santa Maria. (s.d.). Serviço de Neurologia. ULS Santa Maria. Recuperado em 30 de maio de 2026, de ULS Santa Maria – Serviço de Neurologia
110. Unidade Local de Saúde de Santa Maria. (s.d.). Imagiologia Neurológica. ULS Santa Maria. Recuperado em 30 de maio de 2026, de ULS Santa Maria – Imagiologia Neurológica
111. U.S. International Trade Administration. (2023). Angola healthcare sector overview. <https://www.trade.gov/country-commercial-guides/angola-healthcare>
112. van Dam-Nolen, D. H. K., van Egmond, N. C. M., Koudstaal, P. J., van der Lugt, A., & Bos, D. (2023). Sex differences in carotid atherosclerosis. *Stroke*, 54(2), 315–326.
113. Wang, Y., et al. (2024). Forecasting the worldwide impact of stroke for individuals aged 45 and above. *Neuroepidemiology*. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/39532081/>
114. Walker, R., et al. (2015). Stroke epidemiology in Africa. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25962944/>
115. Wan, Y., Teng, X., Li, S., & Yang, Y. (2022). Application of transcranial Doppler. *Frontiers in Aging Neuroscience*, 14, 1035086.
116. World Health Organization. (2022). Global Health Observatory data repository –

Health workforce density (Angola).

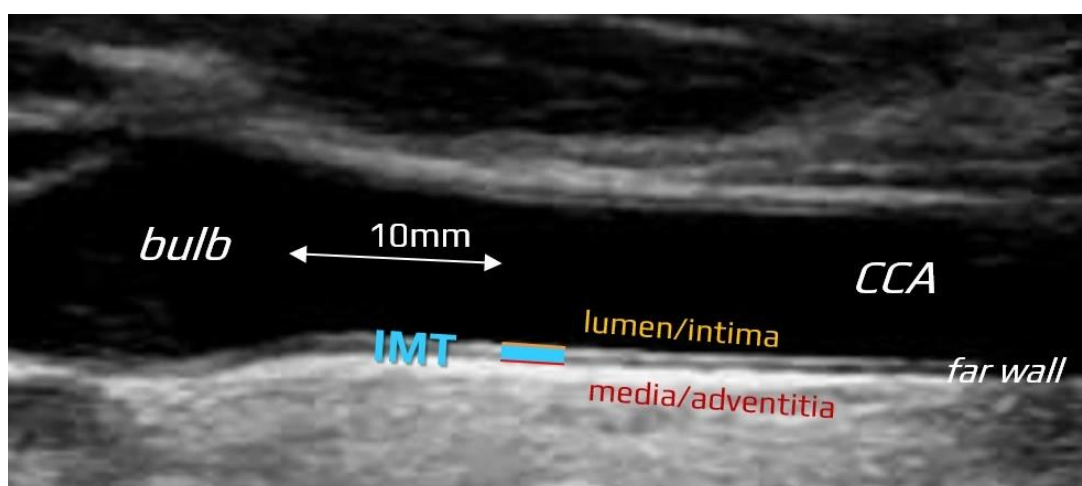
117. World Health Organization. (2025). Stroke (cerebrovascular accident). <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/stroke>
118. Yaghi, S., Engelter, S., Del Brutto, V. J., Field, T. S., Jadhav, A. P., Kicielinski, K., Madsen, T. E., Mistry, E. A., Salehi Omran, S., Pandey, A., Raz, E., & American Heart Association Stroke Council; Council on Cardiovascular and Stroke Nursing; Council on Clinical Cardiology; and Council on Peripheral Vascular Disease (2024). Treatment and Outcomes of Cervical Artery Dissection in Adults: A Scientific Statement From the American Heart Association. *Stroke*, 55(3), e91–e106. <https://doi.org/10.1161/STR.0000000000000457>
119. Yang, H. Y., Lian, I. B., Wang, S. C., Lin, T. T., Ou, Y. H., Liu, C. K., & Lin, C. M. (2023). Ophthalmic artery flow direction change predicts recurrence of ischemic stroke after carotid stenting: a longitudinal observational study. *European journal of medical research*, 28(1), 1. <https://doi.org/10.1186/s40001-022-00965-9>
120. Zarrinkoob, L., Wåhlin, A., Ambarki, K., Birgander, R., Eklund, A., & Malm, J. (2019). Blood Flow Lateralization and Collateral Compensatory Mechanisms in Patients With Carotid Artery Stenosis. *Stroke*, 50(5), 1081–1088. <https://doi.org/10.1161/STROKEAHA.119.024757>
121. Zedde, M., Stoenoiu, M. S., Persu, A., & Pascarella, R. (2025). Carotid Web: An Update Focusing on Its Relationship With Fibromuscular Dysplasia and Therapeutic Strategy. *Journal of stroke*, 27(2), 169–183. <https://doi.org/10.5853/jos.2025.00626>
122. Zhou, Q., Li, R., Feng, S., Qu, F., Tao, C., Hu, W., Zhu, Y., & Liu, X. (2022). The Value of Contrast-Enhanced Ultrasound in the Evaluation of Carotid Web. *Frontiers in neurology*, 13, 860979. <https://doi.org/10.3389/fneur.2022.860979>

11. Anexos

Anexo 1 - Ilustração das tortuosidades da artéria carótida interna cervical. Adaptado: Benson et al., 2019. Tortuosidade da artéria carótida interna cervical: uma análise morfológica de pacientes com acidente vascular cerebral isquêmico agudo.

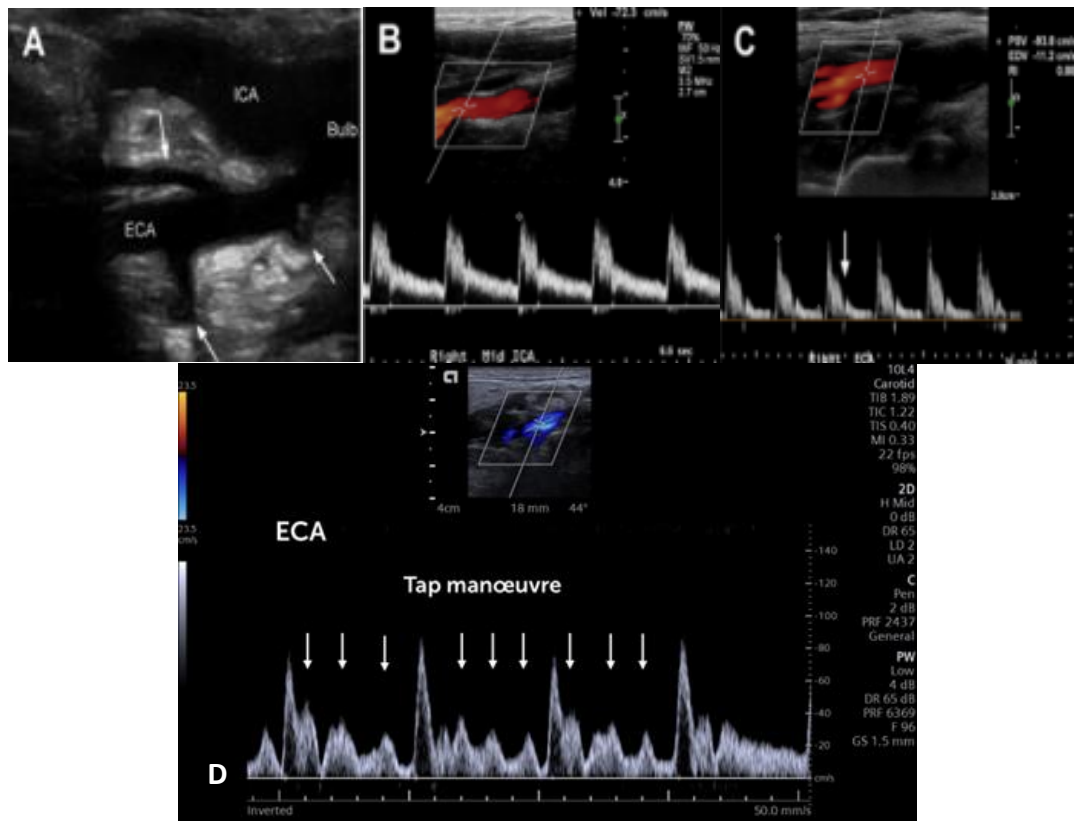


Anexo 2 - Modo bidimensional dos grandes vasos do pescoço. Artéria carótida comum. Medição do índice íntima-média. IMT: índice íntima-média; CCA: artéria carótida comum. Adaptado: Goldemund, D. (2021). Espessura íntima-média. Stroke Manual.

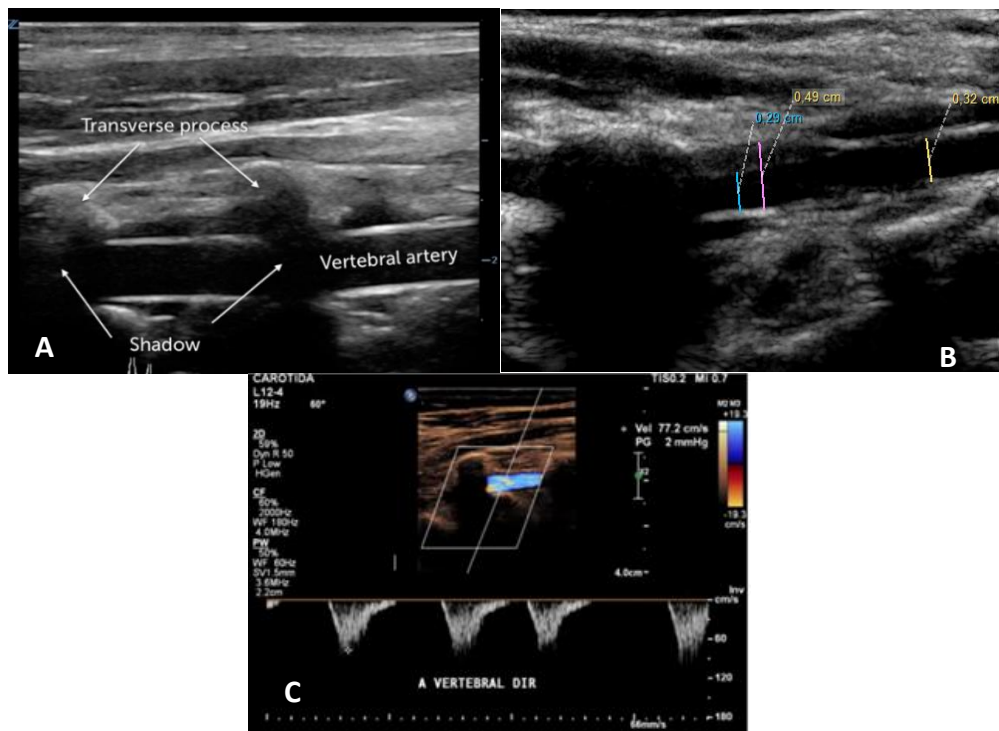


Anexo 3 – EcoDoppler Triplex dos grandes vasos do pescoço: (A) Imagem sagital em escala de cinza mostrando múltiplos ramos (setas) originários da ACE. (B) ACI normal mostrando uma ascensão sistólica acentuada, envelope espectral fino e fluxo diastólico anterógrado contínuo. (C) ACE normal mostrando uma ascensão sistólica acentuada, envelope espectral fino com entalhe diastólico precoce (seta) e fluxo diastólico relativamente baixo. Observa-se 2 ramos distais originando-se da ACE. (D) Compressão rápida (punção) da artéria temporal superficial causa pequenas ondas no espectro da ACE. Adaptado: (Dahmani et

al., 2022). Carotid Doppler Ultrasonography: Normal Aspect Step by Step; (Binder, 2021). External versus internal carotid artery.



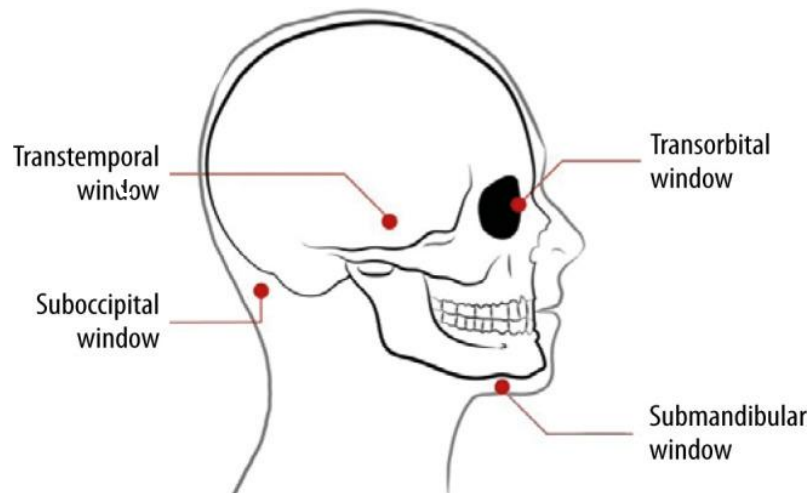
Anexo 4 – Imagem em modo B da artéria vertebral.



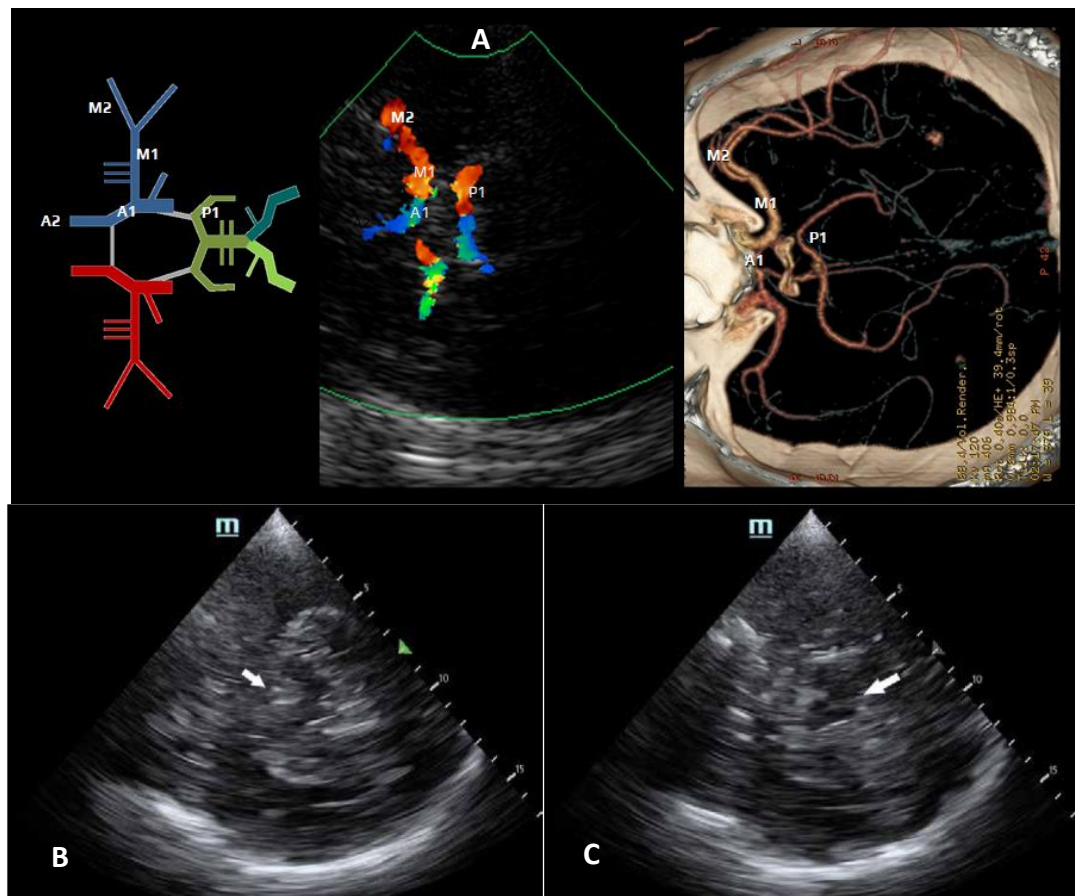
Visualização dos processos transversos, com sua sombra acústica posterior característica. (A) artéria vertebral normal. (B) Dissecção da parede vascular da artéria vertebral no segmento de entrada de C6. (C) ecoDoppler espectral da artéria vertebral direita mostrando fluxo invertido, compatível com roubo completo da subclávia. Adaptado: (Binder, 2021). External versus internal carotid artery; (Anisimova, 2025). Vertebral artery dissection. Case study, Radiopaedia; (Cetrus, 2025). Roubo de subclávia: o que é e como

diagnosticar.

Anexo 5 - Janelas acústicas utilizadas em triplex transcraniano codificado por cores. Adaptado: (Baska et al., 2024). Transcranial sonography: practical use in the intensive care unit.

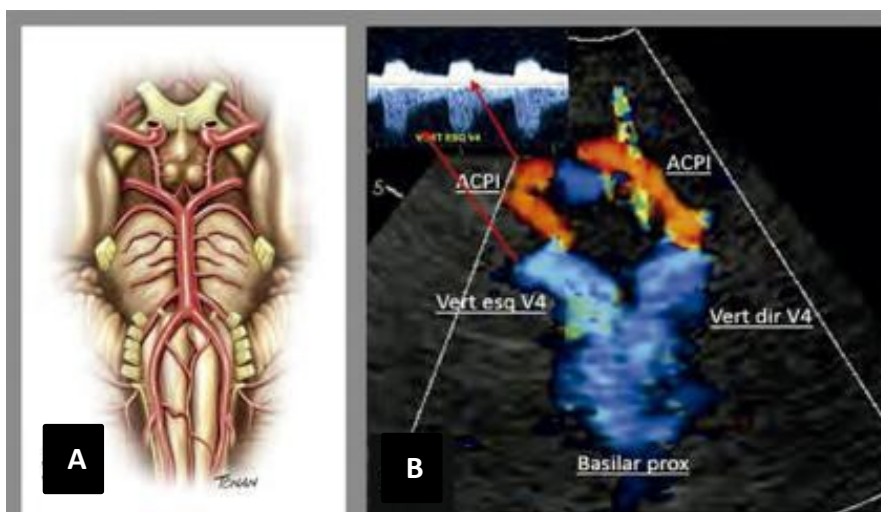


Anexo 6 – Janela transtemporal.



Plano horizontal: (A) Segmentos M1-2 da artéria cerebral média, A1-2 da artéria cerebral anterior e o segmento P1 da artéria cerebral posterior. (B) Plano diencefálico ou terceiro ventrículo, marcado com a seta branca. As duas linhas brancas paralelas estão localizadas anteriormente ao mesencéfalo. (C) Plano mesencefálico. O mesencéfalo está marcado com a seta branca. Assemelha-se a uma borboleta com as asas apontadas anteriormente. Adaptado: (Goldmund, 2021). Transcranial Doppler Ultrasound; (Baska et al., 2024). Transcranial sonography: practical use in the intensive care unit.

Anexos 7 - EcoDoppler triplex. Plano suboccipital: (A) Anatomia dos segmentos intracranianos das artérias vertebrais, basilar e seus ramos. (B) mapeamento em cores do fluxo sanguíneo dos segmentos V4 das artérias vertebrais e ramos cerebelares posteroinferiores. Adaptado: (Albricker, 2023). Atualização da Recomendação para Avaliação da Doença das Artérias Carótidas e Vertebrais pela Ultrassonografia Vascular.



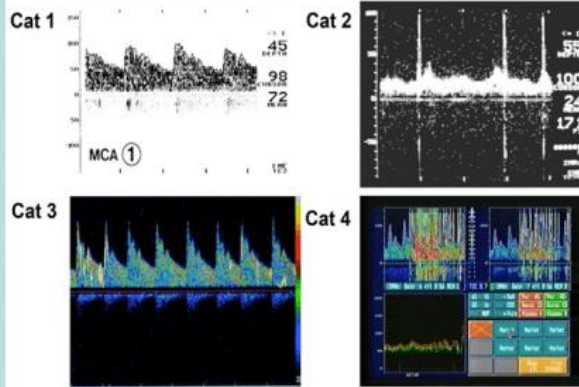
Anexo 8 - Janela transorbital. Medição do diâmetro da bainha do nervo óptico. O diâmetro da bainha do nervo óptico é medido 3 mm atrás da retina ao longo do nervo óptico (*) em um plano perpendicular ao eixo do nervo óptico. Neste exemplo, o valor diâmetro da bainha do nervo óptico é de 5,6 mm. Adaptado: (Baska et al., 2024). Transcranial sonography: practical use in the intensive care unit.



Anexo 9 - Microembolic signals (MÊS). Estudo com solução salina por Doppler transcraniana. Adaptado: (Horner, 2018). Proposals for Standard Examination of Right-to-Left Shunt.

cTCD Monitoring Protocol Count and Categorization / Test Result

	unilateral TCD Monitoring	bilateral TCD Monitoring
Cat 1 shunt negative	no Mb	no Mb
Cat 2 low-grade	1-10	1-20
Cat 3 medium-grade	> 10	> 20
Cat 4 high-grade	shower	shower



- shunt negative
- shunt positive
- permanent shunt
- functional shunt
- grading

Anexo 10 – Relatório de estágio. Adaptado: Hospital de Santa Maria, 2025.

CENTRO HOSPITALAR LISBOA NORTE, LPE



HOSPITAL DE SANTAMARIA

LABORATÓRIO DE HEMODINÂMICA CEREBRAL

SERVIÇO DE NEUROLOGIA

UNIDADE LOCAL DE SAÚDE DE SANTA MARIA, E P E - HOSPITAL DE SANTA MARIA

ECO-DOPPLER CAROTÍDEO E VERTEBRAL

Exame 15/07/2025

IDENTIFICAÇÃO

Nome [Redacted]

Data Nascimento [Redacted]

Idade [Redacted]

Sexo [Redacted]

Nº Processo [Redacted]

DADOS GERAIS

Proveniência UAVC

Méd. Assistente [Redacted]

Operadores [Redacted]

Indicação AVC H. Esq

Observações UAVC - AVC Isq ACM Esq (11/07), TC-CE ASPECTS 7, angioTC oclusão do segmento M2 (ramo superior) da ACM esquerda. TEV TICI 3

TRIPLEX CAROTÍDEO

Eixo Carotídeo direito - Permeabilidade do eixo carotídeo com velocidades de fluxo normais, observando-se espessamento difuso das paredes arteriais, salientando-se na Bifurcação com extensão à Artéria Carótida Interna a presença de pequena indentação, na base da parede posterior da parede, contudo sem estenose significativa. Aspectos morfológicos sugestivos de provável Web carotídeo, a integrar com AngioTC.

Eixo Carotídeo esquerdo - Permeabilidade do eixo carotídeo com velocidades de fluxo normais, observando-se igualmente espessamento difuso das paredes arteriais, salientando-se ao nível da Bifurcação Carotídea a presença de placas ateromatosas, nodulares, fazendo discreta protusão no lúmen arterial, sem repercussão hemodinâmica.

Artérias Vertebrais permeáveis com velocidades e sentidos de fluxo normais.

CONCLUSÕES

ECO/DTC - Permeabilidade de todos os segmentos estudados, salientando-se ligeiro aumento da velocidade de fluxo em toda a Artéria Cerebral Média Esquerda (VS= 130 cm/s; VD=60cm/s), sugestivo de circulação hiperdinâmica pós TEV TICI 3, com curvas velocimétricas TIBI 4.

Restantes segmentos estudados com velocidades e sentidos de fluxo dentro dos valores normais.

Salienta-se ainda, aumento dos índices de pulsatilidade traduzindo inelasticidade arterial.

[Redacted Signature]

[Redacted Signature]

(Validado Electronicamente)

Impresso em 15/07/2025 13:52 - NeuroBase® [Redacted]

1/1