

# Panorama Atual do Diagnóstico de Morte Encefálica no Brasil: Papel da Ultrassonografia Doppler Transcraniana

Mauricio A Barros<sup>1\*</sup> , Iruena Moraes Kessler<sup>2</sup> 

1. Hospital de Base do Distrito Federal  – Brasília (DF), Brasil. 2. Universidade de Brasília  – Brasília (DF), Brasil.

Autor correspondente: mbavelino@gmail.com

Recebido: Fev. 29, 2023 | Aceito: Mar. 01, 2023

Editora de seção: Ilka de Fátima Santana F Boin 

Como citar: Barros MA, Kessler IM. Panorama Atual do Diagnóstico de Morte Encefálica no Brasil: Papel da Ultrassonografia Doppler Transcraniana. BJT. 2023.26 (01):e1323. [https://doi.org/10.53855/bjt.v26i1.502\\_PORT](https://doi.org/10.53855/bjt.v26i1.502_PORT)

## RESUMO

A Ultrassonografia Doppler Transcraniana (UDTC) compreende uma ferramenta imprescindível para o fechamento de protocolo de morte encefálica (ME) devido à sua praticidade e baixo custo. No Brasil é utilizado na maioria dos centros de organização de procura de órgãos (OPO) para este fim. A avaliação da importância do mesmo no diagnóstico de ME no Brasil nos dias atuais constitui o principal escopo deste trabalho. **Objetivos:** análise de resultados de UDTC de uma série de 100 pacientes consecutivos com diagnóstico clínico de ME, com cálculo de sensibilidade e intervalos de tempo para fechamento de protocolos. Avaliação das variáveis sexo, idade, doenças causadoras do óbito e presença de cirurgias cranianas descompressivas em relação ao tempo até o óbito. **Métodos:** avaliação de tomografias computadorizadas, exames de UDTC e prontuários de pacientes em protocolo de ME com análise estatística da amostra. **Resultados:** foram avaliados 145 exames de UDTC em 100 pacientes (62% masculino). Espículas sistólicas foram encontradas em 40,1%, velocidade de fluxo reduzida em 12,9%, reversão diastólica em 8,3%, ausência de fluxo em 5,2% e fluxo normal em 3,5%. A sensibilidade variou de 69% a 90,5% quando repetido em série. O tempo médio para completar os protocolos foi de 35,4 h (DP=±48,2h), com a maioria (59,5%) em até 24h. Não houve correlação estatisticamente significativa entre o sexo, idade ou variáveis diagnósticas, presença de craniectomia descompressiva e o tempo até o óbito. **Conclusão:** a maioria das UDTC confirmou o *status* de ME, mas pequena porcentagem (9,5%) não concluiu o diagnóstico, atrasando o protocolo nesses casos.

Palavras-chave: Ultrassonografia Doppler Transcraniana. Morte cerebral.

## *Status of Brain Death Diagnosis in Brazil: The Role of Transcranial Doppler Ultrasonography*

## ABSTRACT

Transcranial Doppler Ultrasonography (TCDU) comprises an indispensable tool for brain death (BD) protocol closure due to its practicality and low cost. In Brazil, it is used in most organ procurement organization (OPO) centers for this purpose. The evaluation of its importance in the diagnosis of BD in Brazil nowadays constitutes the main scope of this work. **Objectives:** analysis of the results of TCDU from a series of 100 consecutive patients with clinical diagnosis of BD, with calculation of sensitivity and time intervals for closure of protocols. Evaluation of the variables gender, age, diseases causing death and presence of decompressive cranial surgery in relation to time to death. **Methods:** evaluation of CT scans, TCDU and medical records of patients on BD protocol with statistical analysis of the sample. **Results:** 145 TCDU examinations in 100 patients (62% male) were evaluated. Systolic spicules were found in 40.1%, reduced flow velocity in 12.9%, diastolic reversal in 8.3%, no flow in 5.2% and normal flow in 3.5%. Sensitivity ranged from 69% to 90.5% when repeated serially. The mean time to complete the protocols was 35.4 hours (SD=±48.2h), with the majority (59.5%) within 24 hours. There was no statistically significant correlation between gender, age or diagnostic variables, presence of decompressive craniectomy and time to death. **Conclusion:** most TCDU confirmed the status of BD, but a small percentage (9.5%) did not complete the diagnosis, delaying the protocol in these cases.

Keywords : Transcranial Doppler Ultrasonography. Brain Death.

## INTRODUÇÃO

A morte encefálica (ME) é caracterizada por danos irreversíveis ao cérebro, levando a morte do indivíduo. As principais causas são as encefalopatias hipóxico-isquêmicas, os traumas cranioencefálicos e acidentes vasculares cerebrais.<sup>1</sup> De acordo com a Resolução do CFM –nº. 2.173/2017, o médico assistente é responsável pelo diagnóstico inicial de ME e este é obtido por meio de uma história clínica, exame físico e de exames complementares (obrigatórios pela legislação brasileira).<sup>2</sup>

Alguns critérios devem estar presentes: ausência total de atividade cerebral, causa conhecida, suficiente e irreversível, com exames de imagem comprovando tal evento, excluindo intoxicação alcoólica ou por drogas depressoras.<sup>3,4</sup> O protocolo atual avalia os reflexos de: controle pupilar, oculo-cefálicos, córneo-palpebrais, vestibulo-calóricos, tosse, teste de apneia e reações motoras aos estímulos dolorosos. Dois exames clínicos realizados por dois médicos diferentes (com intervalo mínimo de uma hora entre eles), um teste de apneia e um exame complementar são necessários para esse fim no Brasil.<sup>4</sup>

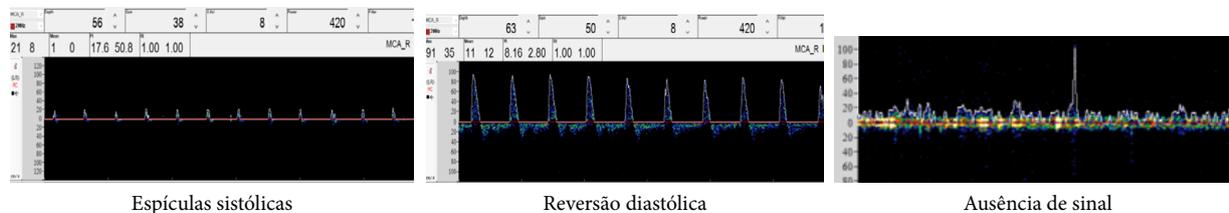
A ultrassonografia Doppler transcraniana (UDTC) é um dos exames complementares mais realizados em todo o mundo para o diagnóstico final de ME, por ser prático, de baixo custo relativo e de fácil repetição.<sup>5</sup>

Este artigo tem como objetivo analisar e descrever os achados de UDTC em uma série de pacientes consecutivos com diagnóstico clínico (suspeito ou confirmado) de ME, avaliando a sensibilidade, os intervalos de tempo entre os exames clínicos e complementares realizados e a descrição do perfil epidemiológico, verificando se as variáveis sexo, idade, doença causadora da ME e presença de cirurgia craniana descompressiva tiveram correlação com o tempo maior de fechamento dos protocolos.

## MÉTODOS

Trata-se de um estudo analítico transversal prospectivo incluindo 109 pacientes consecutivos atendidos em uma unidade hospitalar terciária entre maio de 2020 e abril de 2021 notificados à Organização de Procura de Órgãos (OPO) com clínica de ME, identificados com primeiro exame clínico e investigação radiológica por TC de crânio e UDTC. Todos os pacientes estavam com pressão arterial sistólica acima de 90 mmHg, frequência cardíaca acima de 60 bpm, sem hipoxemia (SpO<sub>2</sub> >95%) e temperatura acima de 35°C. Foram excluídos pacientes que não possuíam TC de crânio (imagem disponível), resultados das UDTC não gravados no aparelho, pacientes com atraso na realização de exames clínicos, teste de apneia ou de realização do DTC acima de 24h. Os exames clínicos e as UDTC foram realizados pela equipe médica da OPO (7 profissionais) nos seguintes setores do hospital: UTI, salas de emergência, hemodinâmica e recuperação pós-anestésica. Os exames de UDTC seguiram o protocolo padronizado pela Sociedade Brasileira de Neurosonologia,<sup>6</sup> sendo realizados em série (cerca de 24, 72 ou 96 horas após o primeiro) quando não apresentavam padrões de falência circulatória cerebral (FCC) na primeira análise. Foi utilizado um aparelho Doppler Box X DWL (Elektronische Systeme GmbH, Alemanha, 2018), com sonda de 2 Mhz. Os casos inconclusivos de ME nas UDTC foram submetidos a outros métodos complementares de diagnóstico, como angiografia e eletroencefalograma (EEG) pela mesma equipe.

A coleta dos resultados dos exames de Doppler, TC de crânio e do prontuário eletrônico foram realizadas por um único médico. Foram analisadas as seguintes variáveis: idade, sexo, etiologia da ME, tempo de fechamento dos protocolos, resultados das UDTC, resultados dos exames de TC e presença de cirurgia descompressivas. Quanto as UDTC, os padrões de falência circulatória cerebral (FCC) compatíveis com ME foram os de reversão diastólica, espículas sistólicas ou ausência de fluxo, este último somente quando um exame prévio mostrou algum fluxo residual como apresenta a Fig. 1. Tais padrões tinham que estar presentes em ambas as artérias cerebrais médias, vertebrais e eventualmente nos sífoes carotídeos e artéria basilar.



Fonte: própria do autor, 2021.

**Figura 1.** Padrões de Morte Encefálica nas ultrassonografias Doppler transcraniana.

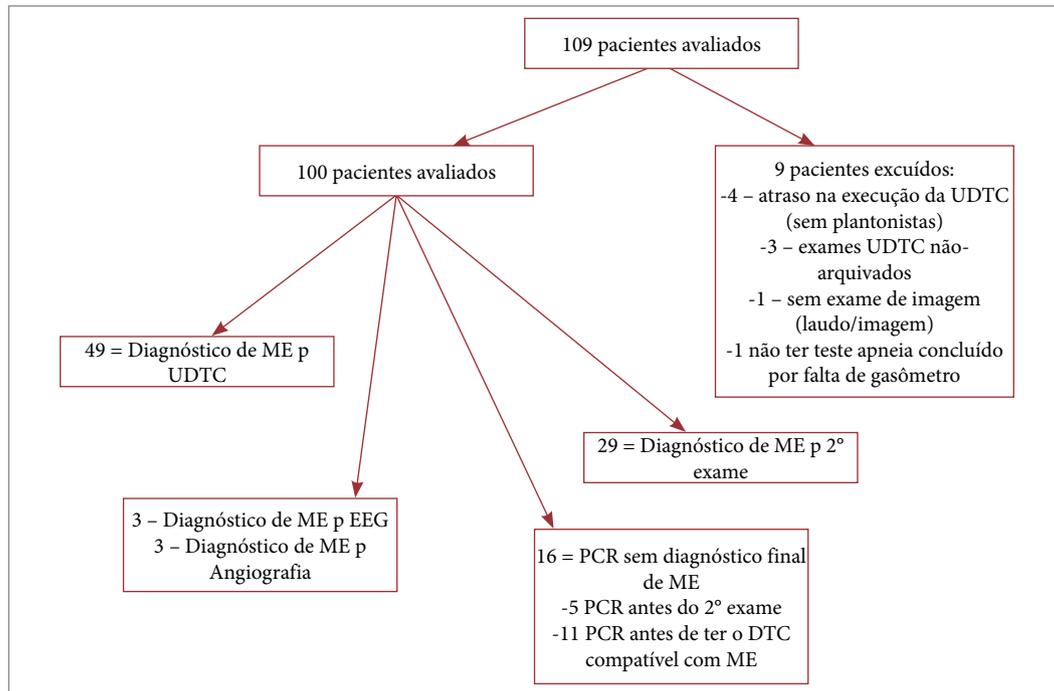
A análise estatística utilizou o programa IBM SPSS (Statistical Package for the Social Sciences) 23, 2015. O nível de significância utilizado em todos os estudos foi de 5%. O estudo foi dividido em análise de concordância e de associação/correlação. O resultado do primeiro exame clínico para ME foi considerado padrão ouro e utilizado como referência na análise de concordância. Para determinar a normalidade da distribuição dos dados e considerando o tempo como variável quantitativa, foi aplicado o teste de Kolmogorov-Smirnov. Para todos os tempos, foram aplicados testes não paramétricos, rejeitando a hipótese nula.

Os 16 pacientes que tiveram parada cardíaca antes do diagnóstico final de morte encefálica (Fig. 2) não foram utilizados na análise de concordância e, portanto, não entraram no cálculo de sensibilidade.

O Projeto foi submetido ao CEP (Conselho de Ética em Pesquisa) da unidade hospitalar terciária em setembro de 2019, aprovado, conforme Parecer REC/IGES-DF nº. 3.955.101 de 04/05/2020 e seguiu todos os aspectos éticos descritos na Resolução CNS/MS 466/2012.

## RESULTADOS

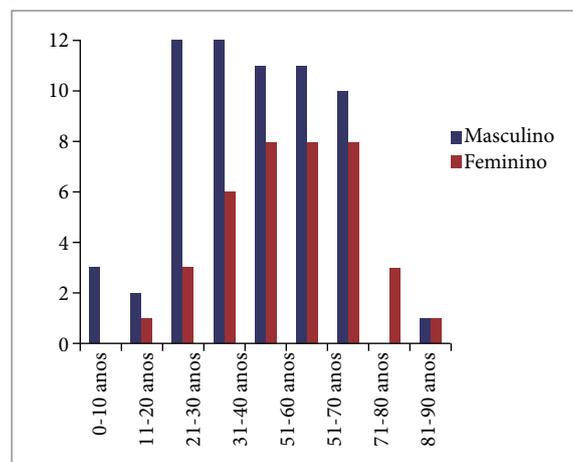
De maio de 2020 a abril de 2021, foram avaliados os prontuários eletrônicos e TC de crânio de 109 pacientes consecutivos com clínica de morte encefálica notificados à OPO, que realizaram pelo menos uma UDTC como exame complementar de diagnóstico. Foram excluídos 3 pacientes por falta de registro dos exames de UDTC no aparelho, 1 por perda do exame de TC, 4 por atraso na realização dos exames de UDTC (acima de 24h) e 1 por indisponibilidade da gasometria aparelho para realização do teste de apneia conforme Fig. 2.



Fonte: própria do autor, 2021.

Figura 2. Fluxograma de pacientes analisados.

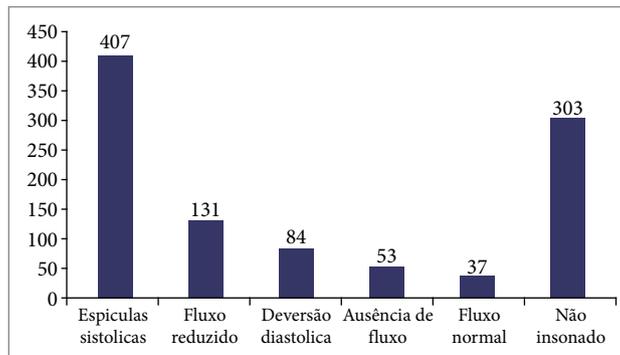
Cento e quarenta e cinco exames de UDTC em 100 pacientes foram analisados, sendo 62% do sexo masculino e 38% do sexo feminino. Um exame de UDTC foi realizado em 73 pacientes, dois em 12 pacientes, três em 12 pacientes e quatro em 3 pacientes. A faixa etária e sexo, bem como a prevalência de doenças associadas ao ME estão resumidas na Fig. 3.



Fonte: própria do autor, 2021.

Figura 3. Perfil epidemiológico da amostra por idade e sexo.

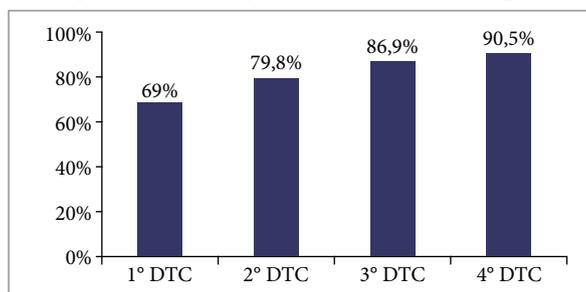
Os padrões de espículas sistólicas foram descritas em 40,1%, velocidade de fluxo reduzida em 12,9%, reversão diastólica em 8,3%, ausência de fluxo em 5,2% e velocidade de fluxo normal em 3,5% como demonstrado na Fig. 4.



Fonte: própria do autor, 2021.

**Figura 4.** Principais achados dos exames de ultrassonografias Doppler transcraniana.

A sensibilidade do teste variou de 69 a 90,1% quando realizado em série (Fig. 5). O tempo médio entre os dois exames clínicos foi estimado em 12,9h (DP=±12,4h) e o tempo médio entre o primeiro exame clínico e a primeiro UDTC foi de 12,5h (DP=±12,6h).



Fonte: própria do autor, 2021.

**Figura 5.** Sensibilidade da ultrassonografia Doppler transcraniana em exames sequenciais.

O tempo médio para completar o protocolo foi estimado em 35,4h (DP=±48,2h). A amplitude variou de 1,6h a 291,2h (12 dias e 13h) com a maioria (59,3%) sendo finalizada dentro de 24 horas do início (48% entre 6 e 12h). Apenas 16,6% foram concluídos em 6 horas e 9,5% foram concluídos em 96 horas.

A Tabela 1 mostra a correlação estatística entre sexo e tempo até o óbito em horas, não havendo diferença estatística entre ambos os sexos com o uso do Teste U de Mann-Whitney.

**Tabela 1.** Associação entre o tempo até o óbito (confirmação da Morte Encefálica) e a variável sexo.

Sexo	Tempo até o óbito (horas)		P*
	Mediana	Amplitude interquartil	
Masculino	25,44	41,04	0,752
Feminino	22,56	53,28	

\* Teste U de Mann-Whitney. Fonte: própria do autor, 2021.

A correlação entre as variáveis de diagnóstico correlacionadas com a etiologia do ME e o tempo até o término do protocolo não apresentou significância estatística segundo o teste de Kruskal-Wallis conforme apresentado na Tabela 2.

**Tabela 2.** Associação entre o tempo até o óbito (confirmação da Morte Encefálica) e as variáveis de diagnóstico em pacientes notificados.

Diagnóstico	Tempo até o óbito (horas)		P*
	Mediana	Amplitude interquartil	
Acidente Vascular Cerebral Hemorrágico	25,22	55,33	0,055
Acidente Vascular Cerebral Isquêmico	20,13	17,89	
Encefalopatia Anóxica	9,00	29,08	
Hemorragia subaracnóideia espontânea	36,93	101,36	
Infeção cerebral	71,87	90,98	
Projétil de arma de fogo	84,42	85,21	
Traumatismo cranioencefálico	21,24	25,45	
Tumor cerebral	18,58	110,80	

\* Teste de Kruskal-Wallis. Fonte: própria do autor, 2021.

O tempo de confirmação do óbito e a idade foram analisados pela correlação não paramétrica de Spearman, considerando que o tempo não apresentou distribuição normal. A Tabela 3 mostra que não houve correlação entre o tempo até o óbito e a idade do paciente.

**Tabela 3.** Análise de correlação entre o tempo até o óbito (confirmação da Morte Encefálica) e a idade dos pacientes notificados.

Tempo até o óbito	Coeficiente de Correlação de Spearman*		Idade
	<i>P</i>		0,012
	<i>n</i>		0,905
			100

Correlação não paramétrica de Spearman\*. Fonte: própria do autor, 2021.

A realização de cirurgia descompressiva (craniectomias, DVE, monitor de PIC) e a associação com o aumento do tempo para diagnóstico de ME foram relacionadas por meio do cálculo de *Odds-Ratio* entre as variáveis cirurgias versus não confirmação diagnóstica no primeiro DTC. Essa relação foi fracamente positiva, com valor de 1,942, e a aplicação do teste qui-quadrado de Pearson com correção de continuidade não mostrou correlação estatisticamente significativa entre essas variáveis neste estudo ( $P=0,473$ , IC=95%) conforme apresentado na Tabela 4.

**Tabela 4.** Associação entre a realização de cirurgia e a não-confirmação da morte encefálica no 1º exame de ultrassonografia Doppler transcraniana em pacientes notificados.

		Confirmação na 1º UDTC		Total	RC	I.C.95%	<i>P</i> *	
		Sim	Não					
Cirurgia	Não	<i>n</i>	55	34	89	1,942	0,550 - 6,849	0,473
		%	61,8	38,2	100			
	Sim	<i>n</i>	5	6	11			
		%	45,45	54,55	100			
Total	<i>n</i>	60	40	100				
	%	60	40	100				

UDTC: Ultrassonografia Doppler Transcraniana; RC: Razão de possibilidades; I.C.: Intervalo de Confiança \* teste Qui-quadrado de Pearson com correção de continuidade. Fonte: própria do autor, 2021.

## DISCUSSÃO

A legislação brasileira relacionada ao processo de diagnóstico de ME ainda é muito criteriosa, exigindo quatro etapas mínimas (dois exames clínicos, teste de apneia e exame complementar) para seu preenchimento e uma equipe de pelo menos dois médicos treinados para realizá-lo, além de parâmetros mínimos para o seu desenvolvimento.<sup>2</sup>

A necessidade de confirmação de possíveis doadores de órgãos, a crescente demanda por leitos de terapia intensiva e a redução de custos tornam o diagnóstico de ME um serviço essencial em grandes hospitais.<sup>7-8</sup> Acreditamos que esta série, a qual acreditamos que seja o primeiro estudo sobre o assunto no Brasil após a nova Resolução do CFM – nº.2.173/2017, é de grande relevância, considerando o número de pacientes e a uniformidade de ter sido realizado em um único serviço, com o mesmo protocolo e coleta de dados por um único pesquisador. A maioria dos estudos envolvendo UDTC e ME, segundo meta-análise mais recente,<sup>6</sup> avaliou menos de 100 pacientes.<sup>9-11</sup>

Os parâmetros de velocidade de fluxo nos vasos estudados demonstraram padrões de espículas sistólicas em 40,1%, velocidade de fluxo reduzida em 12,9%, reversão diastólica em 8,3%, ausência de fluxo em 5,2% e velocidade de fluxo normal em 3,5%. A sensibilidade do teste variou de 69 a 90,1% quando realizado em série. DOMINGUEZ-ROLDAN<sup>12</sup> encontrou padrões de espículas sistólicas em 11 pacientes avaliados (45,8%) e reversão diastólica em 9 (37,5%). HASSLER, STEINMETZ e PIRCHEL<sup>9</sup> apresentaram 26,9% de espículas sistólicas, 20% de reversão diastólica e 53% sem fluxo detectado em suas séries. DUCROCQ e cols.<sup>13</sup> mostraram reversão diastólica em 73% e espículas sistólicas em 24%, com apenas 3,8% de ausência de fluxo em suas séries.

Esses achados refletem diferentes níveis de uma curva ascendente de um fenômeno contínuo que é a falência circulatória cerebral (FCC). Alguns autores tiveram mais pacientes em situação de franca falência caracterizada pela ausência de fluxo sanguíneo cerebral. Todos eles mostram que a maioria dos pacientes apresentam resultados compatíveis com um dos padrões descritos acima, exceto uma pequena porção que ainda não entrou na curva de FCC. Ressalta-se que em relação aos padrões de velocidade de fluxo descritos nesta série, provavelmente existe um viés de amostragem, considerando que 29,85% das janelas (303/1015) não foram avaliadas, devido a não realização completa de alguns testes (a critério do examinador), por ter sido evidenciado fluxo viável em uma das principais artérias de diagnóstico no início do procedimento.

A curva de sensibilidade da UDTC para confirmação de ME tem sido objeto de vários estudos com intervalos que variam de 53%<sup>14</sup> a 100%.<sup>14-15</sup> O presente estudo mostrou uma variação de sensibilidade de 69 a 90,1%, semelhante a vários estudos.<sup>7,13,16,17</sup>

Acredita-se também que as diferenças se devam às diferentes amostras, bem como às metodologias aplicadas para a realização do teste, que não é padronizado no mundo.

O protocolo foi concluído em 6 horas em 16,6% dos casos, 48% entre 6-12 horas e 59,3% em 24 horas. Apenas 9,5% em mais de 96 h, o que é compatível com outros estudos listados, mesmo com diferenças na metodologia de realização das UDTC, bem como nos testes de diagnóstico clínico. Em um estudo,<sup>8</sup> 28 pacientes de 84 (33,33%) completaram o protocolo em 24 horas, 18 pacientes em 48 horas e 9 pacientes em 72 horas. Já em outro estudo<sup>18</sup> apenas 5% dos pacientes completaram o protocolo em 12 horas, sendo 16% em 24 horas e 47% em 48 horas. Enquanto outra pesquisa<sup>19</sup> apresentou uma curva de distribuição de 44% em 12 horas, 25,5% em 24 horas e 22% em mais de 24 horas.

Embora seja recomendado que o tempo para realização da UDTC referente ao primeiro exame seja o menor possível,<sup>2</sup> o tempo médio estimado para realização da primeira UDTC após o primeiro exame clínico foi de 12,5h (DP=±12,5h) nesta série. Vários fatores justificaram esse atraso: hipotensão após o exame clínico inicial (6 pacientes), hipotermia (um paciente), atraso na comunicação da equipe assistente (10 pacientes) e atraso da equipe para realização do exame (6 pacientes). O tempo médio entre os dois exames clínicos foi de 12,9h (DP=±12,4h).

A correlação sexo *versus* tempo de término do protocolo apresentou valores de 25,4 horas para homens e 22,5 horas para mulheres. Utilizando o teste U de Mann-Whitney, não foi encontrada correlação estatística para a diferença no tempo de finalização dos protocolos entre eles. Um estudo<sup>19</sup> descreveu uma série de 270 pacientes, com diferença estatística, que o tempo de perda de sinal de fluxo foi maior para o sexo feminino (Odds ratio de 3,7; P=0,03), mas os mesmos autores em outros série de 100 pacientes não encontrou essa diferença<sup>20</sup>. Em nenhum outro trabalho esta relação é estudada, com pouca base a ser afirmada.

As causas de ME também foram correlacionadas com o tempo de término do protocolo, por meio do teste de Kruskal-Wallis. Um estudo<sup>21</sup> mencionou que a confirmação da ME pela UDTC é influenciada pelo mecanismo causador e, em alguns casos, a teoria de um mecanismo clássico de lesão supratentorial causando efeito de massa e posteriormente aumentando a PIC, causando herniação transtentorial, levaria a uma FCC mais rápida, diferindo do mecanismo de edema difuso, como na encefalopatia anóxica, hemorragia subaracnóide difusa ou edema cerebral difuso pós TCE. Esses teriam, em teoria, mais tempo para manter um fluxo intracraniano viável. Porém, um estudo<sup>19</sup> não mostrou diferença significativa no tempo entre os diferentes mecanismos de ME. Nossos resultados também não mostraram diferença nesse aspecto (P=0,055).

Uma pesquisa<sup>21</sup> sugere que as cirurgias de descompressão podem retardar o processo de FCC, reduzindo a PIC causada pela própria descompressão óssea. Ele também menciona que crianças com fontanelas abertas também podem apresentar o mesmo problema de persistência do fluxo nos exames devido aos mecanismos compensatórios da PIC. Dois casos de pacientes operados com persistência de fluxo, porém, não concluem que essa relação seja verdadeira, considerando que outros cinco pacientes avaliados persistiram com fluxo mesmo sem terem sido operados.<sup>22</sup>

Um estudo<sup>20</sup> não encontrou diferença em suas séries quanto a esse aspecto. Enquanto outro estudo<sup>13</sup> descreveu apenas um paciente com manutenção de fluxo no DTC ao ser avaliado para ME, e esse paciente havia sido craniectomizado. Na mesma série, 13 pacientes eram crianças e nenhum deles teve atraso no diagnóstico de ME. O presente estudo encontrou Odds Ratio de 1,942 para as variáveis cirurgia descompressiva *versus* negatividade na 1ª UDTC, sugerindo que tal relação existe, mas foi baixa e estatisticamente não significativa.

No presente estudo dos três pacientes com idade inferior a 10 anos, apenas 1 paciente (masculino, 6 anos, vítima de TCE, craniectomizado) apresentou manutenção do fluxo no 1º DTC, realizado 14h após o primeiro exame clínico, sendo compatível no segundo DTC realizado 42h após. Os outros dois pacientes (vítimas de TCE e AVC, respectivamente) tiveram seu primeiro DTC já compatível. No entanto, nenhum deles tinha menos de um ano de idade.

Por fim, em geral, o DTC é examinador-dependente<sup>22,24</sup> com possíveis vieses, porém, a taxa de erro por utilizar-se a sonda com ângulo próximo a 90° em quase todas as avaliações, é próxima de zero. Alguns estudos<sup>13,19</sup> descrevem um único examinador para toda a sua série, porém na maioria não há relato<sup>9,15</sup> e outros citam “equipe especializada”<sup>12</sup>. O Consenso Brasileiro de Neurosonologia para o Diagnóstico de ME não especifica a necessidade do examinador ser o mesmo nos casos de diagnósticos seriados de UDTC para ME.<sup>6</sup>

Para fins de cálculo, foi considerado apenas a primeira UDTC realizada para comparação com exames de imagem. Como o tempo médio para realização do 1º DTC foi de 12,5h (DP=±12,5h), acreditamos que esse intervalo de tempo possa influenciar nos resultados encontrados.

## CONCLUSÃO

O presente estudo avaliou os achados de UDTC em uma série de pacientes com diagnóstico clínico de ME (confirmado ou não), analisando a sensibilidade do exame, os intervalos de tempo entre os exames clínicos e complementares realizados e o perfil epidemiológico da população estudada.

Os padrões de espículas sistólicas foram os mais descritos (40,1%) e os a sensibilidade do teste variou de 69% a 90,5%, aumentando à medida que os testes foram repetidos em série.

Não houve correlação estatística evidente entre sexo, doença causadora ou idade com o tempo de finalização do protocolo, considerando que a FCC é um processo dinâmico e individual. Não houve comprovação de que os procedimentos descompressivos cranianos aumentaram o tempo para diagnóstico de final de ME.

Embora a UDTC seja uma ferramenta importante para a confirmação final do diagnóstico de ME, em uma parte dos casos o exame não demonstrou essa resposta (9,5%), retardando a confirmação final de ME.

O atual protocolo brasileiro de ME, embora desenhado para ser concluído em uma hora de sua abertura, estendeu-se nessa casuística em sua maioria em 12 horas ou mais, com outra minoria indo além desse intervalo.

## CONFLITO DE INTERESSE

Os autores declaram que não há conflito de interesses.

## FINANCIAMENTO

Esta pesquisa não recebeu bolsa específica de qualquer agência de financiamento nos setores público, comercial ou sem fins lucrativos.

## CONTRIBUIÇÃO DOS AUTORES

**Contribuições científicas e intelectuais substantivas para o estudo:** Barros MA; **Concepção e projeto:** Barros MA; **Procedimentos técnicos:** Barros MA; **Análise e interpretação de dados:** Barros MA; **Escrita do manuscrito:** Barros MA; **Revisão crítica:** Kessler I; **Aprovação final:** Barros MA.

## DISPONIBILIDADE DE DADOS DE PESQUISA

Todos os dados foram gerados/analizados no presente artigo.

## AGRADECIMENTOS

Agradecemos a toda a Equipe da NOPO-DF, composta por profissionais médicos, enfermeiros e técnicos de enfermagem, os quais contribuíram com a base desse trabalho.

## REFERÊNCIAS

1. André C. O Guia Prático da Neurologia. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan; 1999. p.70-3.
2. Conselho Federal de Medicina (CFM – Brasil). Resolução CFM nº 2.173 de 23 de novembro de 2017. Define os critérios do diagnóstico de morte encefálica. Brasília: Diário Oficial da União, 15 de dezembro de 2017, Ed: 240. Seção 1, p. 250-75. Disponível em: <https://portal.cfm.org.br/noticias/cfm-atualiza-resolucao-com-criterios-de-diagnostico-da-morte-encefalica/>. Acesso em:
3. Dominguez-Roldan JM, Garcia-Alfaro C, Jimenez-Gonzalez PI, Rivera-Fernandez V, Hernandez-Hasanas F, Perez-Bernal J. Brain death due to supratentorial masses: diagnosis using transcranial Doppler sonography. *Transplant Proc.* 2004 Dec;36(10):2898-900. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.transproceed.2004.11.017>.
4. Westphal GA, Veiga VC, Franke CA. Determinação da morte encefálica no Brasil. *Rev. bras. ter. intensiva.* 2019;31(3):403-9. Disponível em: <https://doi.org/10.5935/0103-507X.20190050>.
5. Aaslid R, Newell DW. *Transcranial Doppler.* New York: Raven Press; 1986. p. 1-8.
6. Lange MC, Zétola VF, Miranda-Alves M, Moro CHC, Silvado C E, Rodrigues DLG, et al. Brazilian guidelines for the application of transcranial ultrasound as a diagnostic test for the confirmation of brain death. *Arq. Neuro-Psiquiatr.* 2012 May;70(5):373-80. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0004-282X2012000500012>.
7. Dosemeci L, Dora B, Yilmaz M, Cengiz M, Balkan S, Ramazanoglu A. Utility of transcranial Doppler ultrasonography for confirmatory diagnosis of brain death: two sides of the coin. *Transplantation.* 2004 Jan; 77(1):71-5. Disponível em: <https://doi.org/10.1097/01.TP.0000092305.00155.72>.

8. Hadani M, Bruk B, Ram Z, Knoller N, Spiegelmann R, Segal E. Application of transcranial Doppler ultrasonography for the diagnosis of brain death. *Intensive Care Med.* 1999 Aug;25:822–8. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s001340050958>.
9. Hassler W, Steinmetz H, Pirchel J. Transcranial Doppler study of intracranial circulatory arrest. *J Neurosurg.* 1989 Aug;71(2):195–201. Disponível em: <https://doi.org/10.3171/jns.1989.71.2.0195>.
10. Paolin A, Manuali A, Di Paola F, Boccaletto F, Caputo P, Zanata G, et al. Reliability in diagnosis of brain death. *Intensive Care Med.* 1995;21:657–62. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/BF01711544>
11. Powers AD, Graeber MC, Smith RR. Transcranial Doppler ultrasonography in the determination of brain death. *Neurosurgery.* 1989 Jun;24(6):884–9. Disponível em: <https://doi.org/10.1227/00006123-198906000-00015>.
12. Dominguez-Roldan JM, Garcia-Alfaro C, Jimenez-Gonzalez PI, Rivera-Fernandez V, Hernandez-Hasanas F, Perez-Bernal J. Diagnosis of brain death by transcranial Doppler sonography: solutions for cases of difficult sonic windows. *Transplant Proc.* 2004; 36(10):2896–7. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.transproceed.2004.10.052>
13. Ducrocq X, Braun M, Debouverie M, Junges C, Hummer M, Vespignani H. Brain death and transcranial Doppler: Experience in 130 cases of brain dead patients. *J Neurol Sci.* 1998 Sep;160(1):41–6. Disponível em: [https://doi.org/10.1016/S0022-510X\(98\)00188-9](https://doi.org/10.1016/S0022-510X(98)00188-9)
14. Abadal JM, Llopart-Pou JA, Homar J, Velasco J, Ibáñez J, Pérez-Bárcena, J. Ultrasonographic cerebral perfusion in assessment of brain death: a preliminary study. *J Ultrasound Med.* 2008 May;27(5):791–4. Disponível em: <https://doi.org/10.7863/jum.2008.27.5.791>
15. Newell DW, Grady MS, Sirotta AP, Winn HR. Evaluation of brain death using transcranial Doppler. *Neurosurgery.* 1989 Apr;24(4):509–13. Disponível em: <https://doi.org/10.1227/00006123-198904000-00004>.
16. Azevedo E, Teixeira J, Neves JC, Vaz R. Transcranial Doppler and brain death. *Transplant Proc.* 2000 Dec;32(8):2579–81. Disponível em: [https://doi.org/10.1016/S0041-1345\(00\)01794-2](https://doi.org/10.1016/S0041-1345(00)01794-2)
17. Van Velthoven V, Calliauw L; Diagnosis of brain death: transcranial Doppler sonography as an additional method. *Acta Neurochir (Wien).* 1998;95(1-2):57–60. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/BF01793084>.
18. Pimenta FP, Amorim BRV, Silva LJ. Morte encefálica: diagnostico possível sem utilização de exames complementares; *Arq Bras Neurocir.* 2012;31(1):22–7. Disponível em: <http://files.bvs.br/upload/S/0103-5355/2012/v31n1/a2833.pdf>. Acesso em:
19. De Freitas GR, André C. Sensitivity of transcranial Doppler for confirming brain death: a prospective study of 270 cases. *Acta Neurol Scand.* 2006 Jun;113(6):426–32. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/j.1600-0404.2006.00645.x>
20. De Freitas GR, André C, Bezerra M, Nunes RG, Vicent M. Persistence of isolated flow in the internal carotid artery in brain death. *J Neurol Sci.* 2003 Jun;210(1-2):31–4. Disponível em; [https://doi.org/10.1016/S0022-510X\(03\)00065-0](https://doi.org/10.1016/S0022-510X(03)00065-0).
21. Chang JJ, Tsivgoulis G, Katsanos AH, Malkoff MD, Alexandrov V. Diagnostic accuracy of transcranial Doppler for brain death confirmation: systematic review and meta-analysis. *AJNR Am J Neuroradiol.* 2016 Mar;37(3):408–14. Disponível em: <https://doi.org/10.3174/ajnr.A4548>.
22. Cabrer C, Dominguez-Roldan JM, Manyalich M, Trias E, Paredes D, Navarro A. et al. Persistence of intracranial diastolic flow in transcranial Doppler sonography exploration of patients in brain death. *Transplant Proc.* 2003 Aug;35(5):1642–3. Disponível em: [https://doi.org/10.1016/S0041-1345\(03\)00692-4](https://doi.org/10.1016/S0041-1345(03)00692-4).
23. Dominguez-Roldan JM, Garcia-Alfaro C, Jimenez-Gonzalez PI, Rivera-Fernandez V, Hernandez-Hasanas F, Perez-Bernal J. Brain death due to supratentorial masses: diagnosis using transcranial Doppler sonography. *Transplant Proc.* 2004 Dec;36(10):2898–900. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.transproceed.2004.11.017>.