

LILIANA SILVA

**AVALIAÇÃO DOS PROTOCOLOS
DE MORTE ENCEFÁLICA**



UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
FACULDADE DE ENGENHARIA ELÉTRICA

2025

LILIANA SILVA

**AVALIAÇÃO DOS PROTOCOLOS
DE MORTE ENCEFÁLICA**

Tese de Doutorado
apresentada ao Programa de Pós-
Graduação em Engenharia
Biomédica da Universidade
Federal de Uberlândia, como
parte dos requisitos para
obtenção do título de DOUTOR
EM ENGENHARIA
BIOMÉDICA

Orientador: Prof. Dr. João Batista Destro Filho

UBERLÂNDIA-MG

2025



UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
Coordenação do Programa de Pós-Graduação em Engenharia
Biomédica
Av. João Naves de Ávila, 2121, Bloco 3N, Sala 115 - Bairro Santa Mônica, Uberlândia-MG,
CEP 38400-902
Telefone: (34) 3239-4761 - www.ppegb.feelt.ufu.br - ppegb@feelt.ufu.br



ATA DE DEFESA - PÓS-GRADUAÇÃO

Programa de Pós-Graduação em:	Engenharia Biomédica				
Defesa de:	Tese; 013, PPGEB				
Data:	vinte e sete de outubro de dois mil e vinte e cinco	Hora de início:	19 horas	Hora de encerramento:	21:50
Matrícula do Discente:	12113EBI004				
Nome do Discente:	Liliana Silva				
Título do Trabalho:	Avaliação dos protocolos de morte encefálica				
Área de concentração:	Engenharia Biomédica				
Linha de pesquisa:	Tecnologias em Radiações, Imagens Médicas e Biológicas				
Projeto de vinculação:	Estudo do efeito da estimulação musical baseado em eletroencefalografia				

Reuniu-se via plataforma Videoconferência Teams, a Banca Examinadora, designada pelo Colegiado do Programa de Pós-graduação em Engenharia Biomédica, assim composta: Professores Doutores: Gisele Vissoci Marquini - HC/UFU, Tales Faleiros Nascimento Júnior - FAMED/UFU; Alexandre Gonçalves - Universidade Estadual de Goiás; Eduardo Jorge Custodio da Silva - UERJ; João Batista Destro Filho - PPGEB/UFU orientador da candidata.

Iniciando os trabalhos o presidente da mesa, Dr. João Batista Destro Filho, apresentou a Comissão Examinadora e a candidata, agradeceu a presença do público, e concedeu à Discente a palavra para a exposição do seu trabalho. A duração da apresentação da Discente e o tempo de arguição e resposta foram conforme as normas do Programa.

A seguir o senhor presidente concedeu a palavra, pela ordem sucessivamente, aos examinadores, que passaram a arguir a candidata. Ultimada a arguição, que se desenvolveu dentro dos termos regimentais, a Banca, em sessão secreta, atribuiu o resultado final, considerando a candidata:

Aprovada.

Esta defesa faz parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Doutor.

O competente diploma será expedido após cumprimento dos demais requisitos, conforme as normas do Programa, a legislação pertinente e a regulamentação interna da UFU.

Nada mais havendo a tratar foram encerrados os trabalhos. Foi lavrada a presente ata que após lida e achada conforme foi assinada pela Banca Examinadora.



Documento assinado eletronicamente por **João Batista Destro Filho, Professor(a) do Magistério Superior**, em 27/10/2025, às 21:32, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Tales Faleiros Nascimento Júnior, Professor(a) do Magistério Superior**, em 27/10/2025, às 21:32, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Gisele Vissoci Marquini, Médico(a)**, em 27/10/2025, às 21:32, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Alexandre Gonçalves, Usuário Externo**, em 28/10/2025, às 14:24, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Eduardo Jorge Custodio da Silva, Usuário Externo**, em 28/10/2025, às 20:24, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site https://www.sei.ufu.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **6779129** e o código CRC **4DC018D8**.

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Sistema de Bibliotecas da UFU, MG, Brasil.

S586a
2025 Silva, Liliana, 1977-
Avaliação dos protocolos de morte encefálica [recurso eletrônico] /
Liliana Silva. - 2025.

Orientador: João Batista Destro Filho.
Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Uberlândia, Programa de
Pós-graduação em Engenharia Biomédica.
Modo de acesso: Internet.
Disponível em: <http://doi.org/10.14393/ufu.te.2025.5068>
Inclui bibliografia.
Inclui ilustrações.

1. Engenharia Biomédica. I. Destro Filho, João Batista, 1970-
(Orient.). II. Universidade Federal de Uberlândia. Programa de Pós-
graduação em Engenharia Biomédica. III. Título.

CDU: 62:61

André Carlos Francisco
Bibliotecário-Documentalista - CRB-6/3408

DEDICATÓRIA

Dedico esta Tese, primeiramente a **Nossa Senhora da Abadia**, por guiar meu caminho
com luz e fé em todos os momentos.

Aos meus pais, pelo amor incondicional e por me ensinarem o valor da perseverança e
da educação. Vocês são o meu primeiro e mais forte alicerce.

Ao meu amado esposo, **Francisco Edes**, meu parceiro de vida. Sua paciência foi o meu
refúgio e o seu apoio, inabalável, foi o que manteve firme no propósito.

E aos meus queridos filhos, **Yasmin e Giovane**, o verdadeiro significado da minha luta.

Sei que houve momentos de ausência, de mamãe, de esposa, de filha, mas vocês
souberam entender o propósito.

Que este trabalho seja a prova viva de que o **Amor, a Dedicação e a Conquista**
caminham juntos.

Ao meu orientador João Batista Destro Filho obrigada pela confiança no meu trabalho e
pela paciência.

Este feito é tanto meu quanto de vocês, que me permitiram chegar até aqui.

Obrigada por tudo, de todo o meu coração.

AGRADECIMENTOS

Agradeço à Nossa Senhora da Abadia por tomar conta da minha vida;

Agradeço ao meu orientador João Batista Destro Filho pela atenção e disposição;

Agradeço aos meus pais pelo incentivo e confiança, em mim depositado;

Agradeço ao meu esposo Francisco Edes por ser minha base e meu “porto seguro”;

Aos meus filhos Yasmin e Giovane, agradeço pelos momentos de amor, carinho e alegria;

Agradeço à Nathalia e Ana Júlia pelo apoio e determinação na coleta dos dados.

“MEDICINA, LEI, NEGÓCIOS E ENGENHARIA SÃO OCUPAÇÕES NOBRES
PARA MANTER A VIDA.
MAS POESIA, BELEZA, ROMANCE E AMOR SÃO RAZÕES PARA FICAR
VIVO.”

(ROBIN WILLIAMS)

SOCIEDADE DOS POETAS MORTOS

MOTIVAÇÃO

Em 2018, durante minha atuação como coordenadora da Comissão Intra-Hospitalar de Doação de Órgãos e Tecidos para Transplante (CIHDOTT) do Hospital de Clínicas da Universidade Federal de Uberlândia (UFU), enfrentei um desafio recorrente: a dificuldade em concluir o diagnóstico de morte encefálica (ME) em tempo hábil e com segurança diagnóstica.

Foi nesse contexto que, em uma das rotinas na Unidade de Terapia Intensiva, encontrei a equipe de Engenharia Biomédica do hospital. Enquanto realizavam a calibração dos equipamentos, manifestei, de forma intuitiva, uma dúvida que se tornaria o ponto de partida de uma nova trajetória acadêmica: **“Qual a real dificuldade em realizar um eletroencefalograma (EEG) em um ambiente repleto de interferências elétricas, e posteriormente isolar os ruídos, obtendo um registro confiável da atividade cerebral?”**

A partir desse questionamento, fui convidada pela equipe a conhecer o curso de Engenharia Biomédica no Campus Santa Mônica da UFU. Esse contato ampliou significativamente minha compreensão sobre os princípios da eletroencefalografia e sobre as complexidades envolvidas na execução de exames complementares voltados ao diagnóstico de morte encefálica. Dessa experiência nasceu o interesse que culminou no desenvolvimento do meu mestrado, cujo foco foi a análise sistemática dos protocolos de diagnóstico de morte encefálica no Hospital de Clínicas da UFU.

O presente estudo, conduzido em estrita observância aos preceitos éticos e legais que regem a pesquisa envolvendo seres humanos no Brasil, foi submetido e devidamente aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) da Universidade Federal de Uberlândia (UFU). A autorização para a realização desta análise retrospectiva de prontuários foi concedida sob o Número do Parecer 4.024.049, com o registro na Plataforma Brasil sob o CAAE 30763120.5.0000.5152, garantindo que todos os dados foram revisados com o máximo rigor ético e a confidencialidade necessária.

No referido estudo, foi construído um banco de dados inédito, composto pela revisão de 128 prontuários, nos quais 65 variáveis de cada caso foram cuidadosamente

categorizadas. Essa base permitiu identificar padrões, divergências e fragilidades no processo diagnóstico, além de delinear o perfil da população estudada.

Um dos achados mais significativos foi o fato de que 100% dos pacientes que tiveram o protocolo de diagnóstico de morte encefálica aberto, mesmo nos casos em que o exame complementar (como o EEG ou a arteriografia cerebral) não foi conclusivo, evoluíram para óbito, por parada cardiorrespiratória. Esses pacientes apresentavam exames clínicos e teste de apneia compatíveis com morte encefálica, mas o exame complementar não confirmava a ausência total de atividade elétrica cerebral ou de fluxo sanguíneo cerebral, como exige a legislação vigente. (SILVA, 2020)

Esse resultado revelou uma lacuna importante no processo diagnóstico: a limitação técnica na execução e interpretação do EEG em ambientes críticos, como a UTI, fortemente suscetíveis a ruídos elétricos e artefatos e dificuldade de ter dados preditores confiáveis.

O estudo de doutorado, portanto, nasce da necessidade de aprofundar essas descobertas, buscando compreender, a partir do banco de dados consolidado e de novas análises experimentais, os fatores técnicos, clínicos e ambientais que influenciam a qualidade do registro eletroencefalográfico no diagnóstico de morte encefálica e ainda através das análises propor dados preditivos de desfecho clínico.

Durante o desenvolvimento deste trabalho, uma modificação metodológica mostrou-se especialmente promissora: a substituição dos eletrodos de fixação por eletrodos agulhados, medida que resultou em significativa redução de ruídos e aumento na taxa de registros conclusivos. Essa mudança não apenas otimizou a qualidade dos traçados, como também reforçou a importância da interação entre a Engenharia Biomédica e a prática clínica no aprimoramento de protocolos diagnósticos tão sensíveis e determinantes quanto o da morte encefálica.

Sendo assim esta tese pretende estabelecer os fatores clínicos e fisiológicos de pacientes neurocríticos em Unidade de Terapia Intensiva para propor um score preditivo robusto capaz de diferenciar a evolução para Morte Encefálica (ME) do Óbito por Parada Cardiorrespiratória (PCR) e, conseqüentemente, otimizar o uso racional e seguro

de exames complementares, como o eletroencefalograma (EEG), visando a maior custo-efetividade e segurança diagnóstica para o Sistema Único de Saúde (SUS).

"Honrar o imperativo ético de transformar o desfecho trágico em uma oportunidade de vida, um compromisso! Se o prognóstico já é fatal, a excelência e a eficiência do diagnóstico devem ser imediatas." Roberto Kalil Filho.

RESUMO

A complexidade e a urgência inerentes ao diagnóstico de Morte Encefálica (ME) representam um desafio contínuo nas Unidades de Terapia Intensiva, sendo o ponto crítico para o sucesso da Política Nacional de Transplantes (PNT). A ME, definida como a cessação irreversível das funções encefálicas, é o pressuposto de morte legal que autoriza a remoção de órgãos, conforme a Lei nº 9.434/97 e a Resolução CFM nº 2.173/17. O imperativo ético e logístico exige celeridade e segurança absolutas, dado que o atraso compromete a viabilidade orgânica. Além disso, a abertura do protocolo de diagnóstico de ME enseja um prognóstico fatalevoluindo a conclusão de ME ou a Parada Cardiorrespiratória (PCR).

Com o objetivo de otimizar o diagnóstico e o uso racional de exames complementares, como o Eletroencefalograma (EEG), esta tese buscou estabelecer um score preditivo robusto capaz de diferenciar a evolução para ME do Óbito por PCR em pacientes neurocríticos.

O estudo, conduzido como uma análise de coorte retrospectiva aprovada pelo CEP da UFU, utilizou uma Amostra Analítica de N=66 pacientes e aplicou a Regressão Logística Binária para identificar fatores preditivos independentes.

O modelo estatístico confirmou que o desfecho é determinado primariamente pela gravidade neurovascular inicial. Foram identificados dois preditores clínicos mais robustos para o desfecho de Morte Encefálica: a Escala de Coma de Glasgow (ECG) de Entrada e o Uso de Drogas Vasoativas (DVA). O ECG de Entrada demonstrou ser o maior preditor independente (OR = 1,70; $p=0,002$), indicando que o desfecho de ME está intrinsecamente ligado à lesão neurológica catastrófica inicial. De forma complementar, o uso de DVA foi um forte preditor de ME (OR = 0,04; $p=0,031$), pois a necessidade de suporte pressórico (observada em aproximadamente 95% dos casos de ME) é um marcador robusto de choque neurogênico e falência do tronco encefálico, reduzindo em 96% a chance de óbito por PCR.

As análises univariadas corroboraram que a etiologia por Trauma Cranioencefálico (TCE) foi significativamente mais prevalente no Grupo ME (aproximadamente 44% vs. 0% no Grupo PCR; $p=0,022$), reforçando o perfil epidemiológico de lesões agudas de alto impacto. Além disso, a baixíssima taxa de PCR no Grupo ME (aproximadamente 1,7%; $p<0,001$) atestou a alta qualidade do manejo clínico intensivo, mantendo a viabilidade orgânica até a declaração legal da morte. Em relação ao exame complementar, a Análise Quantitativa do EEG (QEEG) em casos

selecionados demonstrou que a evolução para ME é marcada por uma profunda desorganização eletrofisiológica, com inversão nos padrões de potência e uma variabilidade extrema e desregulada da atividade elétrica, reforçando o potencial do EEG, por ser não invasivo e custo-efetivo, como ferramenta ideal a realidade do SUS.

A principal contribuição prática desta tese reside na proposição do Modelo de Triagem Preditivo (ECG + DVA), que permite o acionamento mais célere e focado do protocolo de ME e do exames complementares focado no uso do EEG. Essa otimização contribui diretamente para a manutenção da viabilidade orgânica.

Em suma, o trabalho demonstra que a integração do rigor metodológico da ciência de dados com a fisiologia clínica estabelece ferramentas poderosas para refinar o diagnóstico de Morte Encefálica, assegurando a excelência e a eficiência que o imperativo ético e legal demandam.

Descritores em Ciências da Saúde: Técnicas de Diagnóstico Neurológico, Morte Encefálica, Eletroencefalografia, Jurisprudência.

ABSTRACT

The inherent complexity and urgency of diagnosing Brain Death (BD) constitute a persistent challenge in Intensive Care Units (ICU), representing a critical factor for the success of the National Transplant Policy (PNT). BD, defined as the irreversible cessation of all brain functions, is the legal premise of death authorizing organ removal, in accordance with Law No. 9,434/97 and CFM Resolution No. 2,173/17. The ethical and logistical imperative demands absolute celerity and safety, given that delay compromises organ viability. Furthermore, initiating the BD diagnostic protocol entails a fatal prognosis, culminating either in BD confirmation or Cardiac Arrest (PCR).

With the objective of optimizing the diagnosis and the rational use of ancillary tests, such as the Electroencephalogram (EEG), this thesis sought to establish a robust predictive score capable of differentiating progression to BD from Death by Cardiac Arrest (PCR) in neurocritical patients.

The study was conducted as a retrospective cohort analysis, approved by the Ethics Committee (CEP) of the Universidade Federal de Uberlândia (UFU), utilizing an Analytical Sample of N=66 patients and applying Binary Logistic Regression to identify independent predictive factors.

The statistical model confirmed that the outcome is primarily determined by the initial neurovascular severity. Two clinical factors were identified as the most robust predictors for the outcome of Brain Death: the initial Glasgow Coma Scale (GCS) score and the Use of Vasoactive Drugs (DVA). The initial GCS score proved to be the strongest independent predictor (OR = 1.70; $p=0.002$), indicating that the BD outcome is intrinsically linked to catastrophic initial neurological injury. Complementarily, the use of DVA was a strong predictor of BD (OR = 0.04; $p=0.031$), as the need for pressure support (observed in approximately 95% of BD cases) is a robust marker of neurogenic shock and brainstem failure, reducing the chance of death by PCR by 96%.

Univariate analyses corroborated that Traumatic Brain Injury (TBI) etiology was significantly more prevalent in the BD Group (approximately 44% vs. 0% in the PCR Group; $p=0.022$), reinforcing the epidemiological profile of high-impact acute lesions. Furthermore, the extremely low rate of Cardiac Arrest in the BD Group (approximately 1.7%; $p<0.001$) attested to the high quality of intensive clinical management, maintaining organ viability until the legal declaration of death. Regarding ancillary testing, Quantitative EEG (QEEG) analysis in selected cases demonstrated that progression to BD is marked by a profound electrophysiological disorganization,

featuring an inversion in power patterns and extreme, dysregulated variability of electrical activity. This reinforces the potential of EEG, due to its non-invasive and cost-effective nature, as an ideal tool within the reality of the public health system (SUS).

The main practical contribution of this thesis resides in the proposition of the **Predictive Triage Model (GCS + DVA)**. This model allows for the quicker and more focused activation of the BD protocol and complementary examinations, particularly concentrating on EEG use. This optimization directly contributes to maintaining organ viability.

In summary, the work demonstrates that the integration of methodological rigor from data science with clinical physiology establishes powerful tools to refine the diagnosis of Brain Death, ensuring the excellence and efficiency demanded by the ethical and legal imperative

Health Sciences Descriptors (DeCS) : Diagnostic Techniques, Neurological, Brain Death, Electroencephalography, Jurisprudence

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Boxplot do EEG referentes ao grupo de pacientes em coma

Figura 2: Boxplot do EEG referentes a um paciente que evoluiu para ME

Figura 3- Mapa Topográfico da Potência Espectral Média do Eletroencefalograma (EEG) por Banda de Frequência em pacientes em COMA

Figura 4- Mapa Topográfico da Potência Espectral Média do Eletroencefalograma (EEG) por Banda de Frequência em um paciente que evoluiu posteriormente para MORTE ENCEFÁLICA

Figura 5: Distribuição do Valor de Ativação Percentual (VAP) nos Eletrodos que Apresentaram Significância Estatística.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Mapeamento Legislativo do Diagnóstico de Morte Encefálica e Sistema Nacional de Transplantes (1997-2017)

Tabela 2 – Valores de Potência Espectral Média nas Bandas de Frequência (Delta, Theta, Alfa e Beta) por Eletrodo Cortical.

Tabela 3 – Análise de Regressão Logística Binária para Predição do Desfecho (ME vs. PCR)

Tabela 4 – Análise Univariada de Fatores Clínicos, Etiológicos e Demográficos

Tabela 5 – Comparação Sociodemográfica entre Grupos Morte Encefálica e Óbito por PCR (N=66)

Tabela 6 – Etiologia da Lesão Neurológica: Análise e Contraste entre AVC e Trauma

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Padrões Eletrofisiológicos e Implicações Clínicas por Grupo de Desfecho (Coma vs. Morte Encefálica)

Quadro 2 – Definição e Codificação das Variáveis para Análise Estatística

ANEXOS

Anexo A – Folha do Protocolo de Morte Encefálica do CFM

Anexo B- Autorização Comissão de Ética em Pesquisa

LISTA DE SIGLAS

Sigla / Termo	Significado
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ATLS	Advanced Trauma Life Support
ADH	Hormônio Antidiurético
AVC	Acidente Vascular Cerebral
Bulbo – NC IX e X	Região do Tronco Encefálico (Bulbo) e Nervos Cranianos (Nervo Glossofaríngeo e Nervo Vago) associados ao Reflexo da Tosse
CAAE	Certificado de Apresentação para Apreciação Ética (Registro na Plataforma Brasil)
C3, C4, Cz, F3, F4, F7, F8, Fp1, Fp2, O1, O2, Oz, P3, P4, Pz, T3, T4, T5, T6	Eletrodos Corticais (pontos de registro no escalpo) utilizados no Sistema Internacional 10-20 para Eletroencefalograma (EEG)
CEP	Comitê de Ética em Pesquisa
CFM	Conselho Federal de Medicina
CIHDOTT	Comissão Intra-Hospitalar de Doação de Órgãos e Tecidos para Transplante (instituída em hospitais com mais de 80 leitos para promover a busca ativa de doadores)
CNCDOs	Centrais de Notificação, Captação e Distribuição de Órgãos (arquitetura do SNT para controle da lista única)
CTA	Angiotomografia
DI	Diabetes Insipidus
DTC	Ultrassom Doppler Transcraniano (ou Doppler Transcraniano)
DVA	Drogas Vasoativas
ECG	Escala de Coma de Glasgow
EEG	Eletroencefalograma
GC	Grupo Coma
GM/MS	Portaria do Gabinete do Ministro do Ministério da Saúde
GME	Grupo Morte Encefálica
Hz	Hertz
IA	Inteligência Artificial
IC 95%	Intervalos de Confiança de 95%
LRA	Lesão Renal Aguda

NC	Nervo Craniano
NC II	Nervo Óptico (Via aferente: Responsável por detectar a luz. Reflexo Pupilar Fotomotor)
NC III	Nervo Oculomotor (Via eferente: Responsável pela resposta motora de constricção pupilar. Reflexo Pupilar Fotomotor e Vestíbulo-Oculares)
NC IV	Nervo Troclear (Via eferente: Envolvido no controle do movimento ocular. Reflexos Vestíbulo-Oculares)
NC V	Nervo Trigêmeo (Via aferente: Responsável por detectar o estímulo tátil na córnea. Reflexo Córneo-Palpebral)
NC VI	Nervo Abducente (Via eferente: Envolvido no controle do movimento ocular. Reflexos Vestíbulo-Oculares)
NC VII	Nervo Facial (Via eferente: Responsável pela resposta motora de fechar a pálpebra. Reflexo Córneo-Palpebral)
NC VIII	Nervo Vestibulococlear (Via aferente: Detecta o estímulo de movimento ou calórico (Teste Calórico). Reflexos Vestíbulo-Oculares)
NC IX	Nervo Glossofaríngeo (Via aferente: Responsável por detectar o estímulo na Carina (durante a aspiração). Reflexo da Tosse)
NC X	Nervo Vago (Via eferente: Responsável pela resposta motora de tosse e reflexos laríngeos. Reflexo da Tosse)
ME	Morte Encefálica
NBR 6023/2018	Norma Brasileira
NIC	Nefropatia Induzida por Contraste
OPO	Organização de Procura de Órgãos e Tecidos
OR	Odds
°C	Graus Celsius
PaCO₂	Pressão Arterial Parcial de Dióxido de Carbono
PAM	Pressão Arterial Média

PAS	Pressão Arterial Sistólica
pCO₂	Pressão Parcial de Dióxido de Carbono
PCP	Percentual de Contribuição de Potência
PCR	Parada Cardiorrespiratória
PCI	Parada Cardíaca Irreversível
PIC	Pressão Intracraniana
PNT	Política Nacional de Transplantes
PSD	Densidade Espectral de Potência
PubMed, Scielo e	Plataformas/Bases de Dados utilizadas para a estratégia de busca
Lilacs	bibliográfica da Revisão Integrativa
QEEG	Análise quantitativa do Eletroencefalograma
SNC	Sistema Nervoso Central
SNT	Sistema Nacional de Transplantes
SUS	Sistema Único de Saúde
TCE	Trauma Cranioencefálico
UFU	Universidade Federal de Uberlândia
UTI	Unidade de Terapia Intensiva
V	Variação Percentual
VAP	Valor de Ativação Percentual
	Teste Qui-Quadrado de Pearson

SUMÁRIO

DEDICATÓRIA	V
AGRADECIMENTOS	VI
MOTIVAÇÃO	VII
RESUMO	VIII
ABSTRACT	IX
LISTA DE FIGURAS	X
LISTA DE TABELAS	XI
LISTA DE QUADROS	XII
LISTA DE SIGLAS	XIII
1. INTRODUÇÃO.....	1
2. A CONSTRUÇÃO NORMATIVA BRASILEIRA SOBRE A DETERMINAÇÃO DA MORTE ENCEFÁLICA E A POLÍTICA NACIONAL DE TRANSPLANTES (1997–2017)	6
2.1. Contextualização Histórica e o Imperativo Bioético.....	6
2.2. O Marco Fundacional.....	12
2.3. O Rigor Técnico-Científico: Resolução CFM nº 1.480/1997.....	12
2.4. Desenvolvimento da Estrutura Logística (2004–2012)	12
2.5. A Atualização e Consolidação (2017)	14
2.6. Discussão e Implicações Legais.....	16
2.7. Conclusões.....	17
3. UMA ANÁLISE ABRANGENTE DO PROTOCOLO DE DIAGNÓSTICO E A EVOLUÇÃO DA MORTE ENCEFÁLICA NO PACIENTE ADULTO.....	19
3.1 Introdução.....	19
3.2 Metodologia.....	20
3.3 Resultados e Discussão.....	20
3.4 Implicações éticas e gestão clínica pós-diagnóstico de morte encefálica.....	29
4. ESTUDO DE CASOS DA UTILIZAÇÃO DO EEG PARA PROTOCOLOS DE DIAGNÓSTICO DE MORTE ENCEFÁLICA.....	31
4.1 Metodologia.....	32
4.2 Resultados e Discussão.....	33
4.3 Conclusões.....	41

5 A ESCALA DE FIM DA VIDA: O PODER PREDITIVO DA ESCALA DE COMA DE GLASGOW E DROGAS VASOATIVAS NA DIFERENCIAÇÃO ENTRE MORTE ENCEFÁLICA E PARADA CARDIORRESPIRATÓRIA.....	44
5.1 Metodologia.....	44
5.2 Justificativa Metodológica: O Uso da Amostra Final (N=66).....	46
5.3 Discussão da Tabela 3: Análise Preditiva (Regressão Logística).....	47
5.4 Discussão da Tabela 4: Análise Univariada de Fatores Clínicos, Etiológicos e Demográficos.....	48
5.5 Análise das Características Sociodemográficas (N=66).....	49
5.6 Etiologia da Lesão Neurológica: Análise e Contraste entre AVC e Trauma.....	51
5.7 Conclusão Final da Pesquisa.....	52
 6 CONCLUSÃO	 55
REFERÊNCIAS	58
ANEXOS	66
ANEXO A – Folha do Protocolo de Morte Encefálica do CFM	66
ANEXO B- Autorização Comissão de Ética em Pesquisa.....	68

CAPÍTULO 1

INTRODUÇÃO

A definição de morte, ao migrar do critério cardiorrespiratório para o neurológico, inaugurou, no século XX, o conceito de morte encefálica (ME) (RABINSTEIN, 2018).

Este paradigma não apenas atestou a cessação irreversível das funções encefálicas, mas também catalisou uma crise filosófica e existencial.

A morte encefálica é então definida como a cessação irreversível de todas as funções cerebrais, incluindo as funções do tronco encefálico, o que implica na incapacidade de o cérebro realizar funções vitais e essenciais para a vida. Diferente da morte por parada cardíaca ou respiratória, a morte encefálica representa o fim completo e irreversível das funções do sistema nervoso central (PINTO, 2020). Esse diagnóstico clínico e legal é fundamental, pois marca o momento em que se pode considerar a remoção de órgãos para transplante, sem comprometer a viabilidade dos mesmos (SANTOS et al., 2018).

Essa transição, da morte circulatória para a morte neurológica, não foi apenas um avanço médico, mas uma necessidade ética e legal para sustentar o crescente campo da Medicina de Transplantes. A Morte Encefálica (ME) está intrinsecamente vinculada à possibilidade de doação de órgãos e tecidos, o que torna o seu diagnóstico um ponto de transição crucial. A determinação da ME representa o limite complexo e tênue que separa o prognóstico (a previsão de que o indivíduo morrerá) do diagnóstico (a constatação de que o indivíduo já está morto), com o objetivo explícito de possibilitar os transplantes.

No campo ético, a morte encefálica levanta questões fundamentais sobre o respeito à vontade do paciente e à decisão sobre a doação de órgãos. Em muitos países, incluindo o Brasil, é fundamental garantir o consentimento informado para a doação de órgãos, que pode ser expresso em vida, por meio de registro de vontade, ou obtido de forma posterior pelos familiares do falecido (PEREIRA, 2021). A decisão ética de realizar a remoção de órgãos após a morte encefálica é complexa, já que exige

sensibilidade ao sofrimento da família e a plena compreensão dos critérios médicos para a constatação da morte (OLIVEIRA, 2020).

É neste limite tênue que se estabelece a fundação do Sistema Nacional de Transplantes (SNT). O SNT brasileiro, alicerçado no rigor da Lei n. 9.434/97 e na gestão detalhada pela Resolução CFM n. 2.173/17, constitui um dos maiores sistemas públicos do mundo.

No entanto, sua eficácia é continuamente confrontada pela escassez global de órgãos. A disparidade entre a demanda urgente por transplantes e a oferta insuficiente de doadores legítimos não apenas resulta em filas de espera, mas também fomenta um mercado negro internacional e o chamado turismo de transplante.

O cenário é dramaticamente exposto em países como a China, onde a ligação entre o tráfico de pessoas, execuções sumárias por arma de fogo na cabeça e a captação de órgãos tem sido documentada como uma fonte de suprimento macabra e ilegal (SHARP, 2014). Essa realidade ética distópica sublinha o imperativo moral de cada nação em maximizar a conversão de potenciais doadores dentro dos limites legais, garantindo que o rigor do diagnóstico de ME seja um salvaguarda contra a exploração e uma fonte legítima de vida.

A crise de escassez de órgãos e a complexidade logística do Sistema Nacional de Transplantes (SNT) exigem a adoção de soluções de alta tecnologia, sendo a Inteligência Artificial (IA) uma aliada poderosa na otimização de todo o processo (PORTO, 2024). Algoritmos avançados de *machine learning* têm a capacidade de analisar vastas quantidades de dados médicos, aprimorando o processo em diversas etapas críticas.

Uma das contribuições mais cruciais reside na Seleção e Correspondência de Órgãos. Modelos preditivos baseados em IA analisam variáveis genéticas e imunológicas para identificar correspondências doador-receptor mais precisas e personalizadas. Essa abordagem não só aumenta as chances de sucesso do transplante, reduzindo o risco de rejeição, mas também agiliza significativamente a alocação de órgãos. A IA também impulsiona a Personalização de Cuidados, permitindo planos de

tratamento individualizados, como o ajuste da dosagem de imunossupressores, que considera a resposta imunológica única de cada paciente (PORTO, 2024).

Na esfera da gestão, a Otimização Logística se manifesta em sistemas que gerenciam listas de espera, priorizando pacientes por meio de análise multifatorial, garantindo uma distribuição mais justa e eficiente dos recursos. Por fim, o suporte da IA na Pesquisa e Telemedicina permite o monitoramento remoto contínuo e personalizado, detectando sinais precoces de complicações e reduzindo a necessidade de hospitalizações frequentes.

Apesar dos benefícios evidentes, a adoção completa dessas tecnologias enfrenta barreiras significativas, como o alto custo dos sistemas robóticos, a necessidade de treinamento especializado e contínuo para os profissionais de saúde, e os desafios logísticos e de infraestrutura hospitalar. As estratégias tecnológicas são essenciais para promover uma abordagem mais holística e eficaz na medicina de transplantes. Políticas de saúde integradas e a adoção contínua dessas inovações são fundamentais para otimizar os processos (PORTO, 2024).

Em última análise, toda essa otimização tecnológica converge para um ponto central e complexo da medicina moderna: o diagnóstico de Morte Encefálica (ME) e a maior disponibilização de órgão e tecidos para transplantes. A correta definição e o rigor técnico dessa constatação são fundamentais não apenas para garantir a viabilidade dos transplantes e o sucesso do SNT, mas também para assegurar que as práticas médicas sejam conduzidas de maneira ética e legal. A legislação e as diretrizes claras ajudam a garantir que a ME seja diagnosticada com precisão absoluta, respeitando os direitos do paciente e da família e legitimando, assim, o ato final de doação de órgãos.

O aumento da eficiência diagnóstica, portanto, não é apenas uma questão logística; é uma responsabilidade humanitária. É neste ponto crítico, a acurácia diagnóstica e a celeridade do processo, que esta pesquisa se insere, buscando otimizar o fluxo, com critérios clínicos, mesmo que a tecnologia de ponta se torne realidade.

No Brasil, o protocolo de ME é projetado para ser inquestionável. Contudo, a decisão de iniciá-lo já é, em si, um atestado de falência funcional irreversível. Esta tese confronta o leitor com a severidade do cenário: a dissertação de mestrado de Silva

(2020) demonstrou, em um centro de referência, que a abertura do protocolo de diagnóstico de ME enseja um prognóstico 100% fatal, com todos os pacientes analisados (SILVA, 2020). Esse dado estatístico estabelece um paradoxo clínico: se o desfecho é garantido, o tempo gasto na confirmação diagnóstica é uma corrida contra a degeneração dos órgãos.

A lentidão ou a repetição desnecessária de exames ameaça a viabilidade renal, cardíaca e pulmonar, comprometendo o objetivo final do protocolo — a vida do receptor (WESTPHAL et al., 2019).

A fase do exame complementar obrigatório, último passo legal do protocolo, cristaliza o dilema: métodos de avaliação circulatória, como a angiotomografia (CTA), apesar de sua alta precisão, carregam o risco de nefropatia induzida por contraste (NIC). Essa iatrogenia compromete a qualidade dos rins, órgão mais transplantado, gerando um conflito ético e prático: o esforço para diagnosticar a morte pode inadvertidamente inviabilizar a doação (SCHWARZ et al., 2022).

Este é o cerne desta investigação: como conciliar a precisão e o rigor legal exigidos pela Resolução CFM n. 2.173/17 com a mínima iatrogenia, a máxima acessibilidade, crucial para o SUS, e a celeridade que o prognóstico fatal impõe?

Propõe-se a avaliar e validar o eletroencefalograma (EEG) como a alternativa ideal. O EEG, por ser não invasivo, de baixo custo e capaz de atestar a perda funcional cortical, representa a solução mais promissora! Busca, também, fatores preditores do diagnóstico de morte encefálica, capazes de nortear o caminho de maneira ágil e precisa.

A pesquisa realiza uma análise crítica do uso do EEG como ferramenta diagnóstica, abordando também as implicações legais e éticas do diagnóstico de morte encefálica. Além disso, a tese enfatiza a capacitação e o treinamento contínuo dos profissionais de saúde. Ao detalhar os procedimentos e as técnicas utilizadas, como testes de apneia, avaliações neurológicas e interpretação de exames gráficos, a pesquisa contribui para a melhoria das competências de médicos e equipes de enfermagem, permitindo diagnósticos mais acurados e a adoção das melhores práticas a partir do

momento que busca marcadores clínicos de desfecho desfavorável, capazes de alertar a possibilidade de um potencial diagnóstico de morte encefálica.

Diante desse cenário, torna-se evidente que o diagnóstico de Morte Encefálica exige não apenas o cumprimento de etapas legais e protocolares, mas também a integração precisa entre variáveis clínicas, hemodinâmicas e técnicas. A avaliação neurológica, expressa pela Escala de Coma de Glasgow (ECG), constitui o primeiro parâmetro para determinar o nível de consciência e reconhecer o coma aperceptivo. Paralelamente, o controle do suporte hemodinâmico e do uso de Drogas Vasoativas (DVA) é indispensável para garantir estabilidade fisiológica e condições adequadas à interpretação dos sinais cerebrais. Por fim, o Eletroencefalograma (EEG) se apresenta como o principal exame complementar capaz de atestar, de forma não invasiva, a ausência de atividade elétrica cortical, sendo essencial para a confirmação diagnóstica e para a segurança do processo de doação de órgãos.

Assim, esta pesquisa propõe-se a investigar a interação entre esses três eixos: ECG, DVA e EEG, como base para compreender e aprimorar a acurácia dos protocolos de Morte Encefálica, estabelecendo as conexões que serão aprofundadas nos capítulos seguintes e sintetizadas nas conclusões deste trabalho.

Por fim, esta tese busca demonstrar que a otimização do protocolo por meio do de parâmetros preditores de desfecho é essencial para proteger a integridade dos órgãos, maximizar a eficiência do SNT e, finalmente, **“honrar o imperativo ético de transformar o desfecho trágico em uma oportunidade de vida. Se o prognóstico já é fatal, a excelência e a eficiência do diagnóstico devem ser imediatas.”**

CAPÍTULO 2

A CONSTRUÇÃO NORMATIVA BRASILEIRA SOBRE A DETERMINAÇÃO DA MORTE ENCEFÁLICA E A POLÍTICA NACIONAL DE TRANSPLANTES (1997–2017)

1. Contextualização Histórica e o Imperativo Bioético

A ascensão da terapia de transplantes de órgãos sólidos na segunda metade do século XX representou um avanço paradigmático na Medicina, oferecendo esperança de vida a pacientes com falência orgânica terminal. Contudo, essa evolução tecnológica criou um dilema inédito na prática clínica e na filosofia médica: a necessidade de órgãos vitais transplantáveis, cuja viabilidade depende intrinsecamente de sua remoção em um corpo com circulação e ventilação mantidas. O antigo critério de morte, baseado unicamente na parada cardiorrespiratória irreversível (morte circulatória)¹, tornou-se clinicamente obsoleto para fins de doação, inviabilizando a captação de órgãos.

O cerne da problemática reside na definição do momento exato da morte. A introdução do conceito de **Morte Encefálica (ME)** – a cessação total e irreversível das funções do encéfalo, incluindo o tronco encefálico – surgiu como resposta científica a essa lacuna. Essa definição não apenas reflete uma realidade neurofisiológica da perda irrecuperável da unidade orgânica e da consciência, mas também estabelece o marco temporal ético-legal para a doação de órgãos. No Brasil, a normatização da ME e a organização da doação foram formalizadas pela **Lei nº 9.434, de 4 de fevereiro de 1997**, que se tornou o alicerce da Política Nacional de Transplantes (PNT).

O debate que precedeu a Lei 9.434/97 foi profundamente permeado por princípios bioéticos. O princípio da **Beneficência** (o dever de agir em benefício do outro, neste caso, o receptor) confrontou-se com o princípio da **Não Maleficência** (o dever de não causar dano, essencialmente ao potencial doador). A solução encontrada, de vincular a doação à constatação da ME por critérios rigorosos e independentes, assegurou a primazia do princípio da Não Maleficência e a dignidade do processo. A **Justiça Distributiva** também se manifestou, com a obrigatoriedade de criação de um sistema público e equitativo de alocação de órgãos, fundamentado na lista única de espera.

A trajetória legislativa subsequente a 1997, até a consolidação em 2017, demonstra um esforço contínuo do Estado e do Conselho Federal de Medicina (CFM) para harmonizar o rigor técnico-científico do diagnóstico de ME com a fluidez operacional do **Sistema Nacional de Transplantes (SNT)**, visando aumentar a efetividade da doação com plena salvaguarda ética.

A tabela 1 sobre a legislação tem como propósito estruturar o **mapeamento do arcabouço jurídico** do diagnóstico de Morte Encefálica (ME) e do Sistema Nacional de Transplantes (SNT) no Brasil. Cada coluna desempenha um papel específico na contextualização e no rigor metodológico desta pesquisa:

- **Coluna "Ano":** Permite uma **visão cronológica** e evolutiva da legislação, destacando os marcos temporais que definiram as políticas de saúde e as diretrizes clínicas.
- **Coluna "Norma / Tipo":** Identifica a **hierarquia do documento** (Lei, Decreto ou Resolução), indicando sua força legal e a autoridade emissora (Congresso Nacional, Presidência da República ou Conselho Federal de Medicina - CFM).
- **Coluna "Resumo":** Apresenta o **objetivo principal** de cada norma, contextualizando seu impacto direto no diagnóstico de ME (como o estabelecimento de critérios técnicos) e na logística de transplantes (como a criação das estruturas operacionais do SNT).
- **Coluna "Link / PDF":** Garante a **rastreabilidade e a transparência** das fontes consultadas, permitindo a verificação direta e integral dos documentos oficiais.
- **Coluna "Citação ABNT":** Assegura o **rigor metodológico** do trabalho, apresentando as referências em formato padronizado e normatizado pela ABNT (NBR 6023/2018)

Essa organização serve como o **alicerce jurídico-normativo** desta tese, confirmando o rigor legal sob o qual a pesquisa sobre a otimização dos exames complementares no diagnóstico de ME é conduzida.

Tabela 1: Mapeamento Legislativo do Diagnóstico de Morte Encefálica e Sistema Nacional de Transplantes (1997-2017)

Ano	Norma / Tipo	Resumo	Link / PDF	Citação ABNT
1997	Lei nº 9.434, de 4 de fevereiro	Estabelece a remoção de órgãos, tecidos e partes do corpo humano para transplante/tratamento, condicionada à constatação de morte encefálica com critérios definidos pelo CFM.	http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9434.htm	BRASIL. Lei nº 9.434, de 4 de fevereiro de 1997. Dispõe sobre a remoção de órgãos, tecidos e partes do corpo humano para fins de transplante e tratamento. Diário Oficial da União, 1997. Acesso em: 11 jan. 2025.
1997	Decreto nº 2.268, de 30 de julho	Regulamenta a Lei nº 9.434/1997; cria o Sistema Nacional de Transplantes (SNT); prevê notificações compulsórias na abertura de protocolo de morte encefálica e define atuação das centrais de captação e distribuição de órgãos e tecidos.	http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/D2268.htm	BRASIL. Decreto nº 2.268, de 30 de julho de 1997. Regulamenta a Lei nº 9.434, de 4 de fevereiro de 1997, e cria o Sistema Nacional de Transplantes. Diário Oficial da União, 1997. Acesso em: 11 jan. 2025
1997	Resolução CFM nº 1.480, de 8 de agosto	Define os critérios técnicos para determinação de morte encefálica, exigindo exame clínico neurológico, testes de apneia, intervalos mínimos, entre outros requisitos.	http://portalmedico.org.br/resolucoes/CFM/1997/1480_1997.htm	CONSELHO FEDERAL DE MEDICINA. Resolução CFM nº 1.480, de 8 de agosto de 1997. Estabelece critérios técnicos para a determinação da morte encefálica. Diário Oficial da União, 1997.

				Acesso em: 11 jan. 2025.
2004	Portaria GM/MS nº 2.692, de 23 de dezembro	Normas gerais para instalação, cadastramento e autorização de Bancos de Tecidos Oculares (regulação de bancos de córneas, critérios de funcionamento e conexão com o SNT).	https://bvsmms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2004/prt2692_23_12_2004.html	BRASIL. Ministério da Saúde. Portaria GM/MS nº 2.692, de 23 de dezembro de 2004. Estabelece normas gerais para bancos de tecidos oculares. Diário Oficial da União, 2004. Acesso em: 11 jan. 2025.
2005	Portaria GM/MS nº 1.752, de 23 de setembro	Determina que hospitais públicos, privados e filantrópicos com mais de 80 leitos instituem a Comissão Intra-hospitalar de Doação de Órgãos e Tecidos para Transplante (CIHDOTT), para promover busca ativa e fluxo estruturado de diagnóstico de morte encefálica.	https://bvsmms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2005/prt1752_23_09_2005.html	BRASIL. Ministério da Saúde. Portaria GM/MS nº 1.752, de 23 de setembro de 2005. Institui a CIHDOTT em hospitais com mais de 80 leitos. Diário Oficial da União, 2005. Acesso em: 11 jan. 2025.
2007	Resolução CFM nº 1.826, de 24 de outubro	Define princípios éticos para doação e transplante de órgãos e tecidos humanos, proibindo comercialização e orientando quanto ao consentimento e procedimentos.	http://portalmedico.org.br/resolucoes/CFM/2007/1826_2007.htm	CONSELHO FEDERAL DE MEDICINA. Resolução CFM nº 1.826, de 24 de outubro de 2007. Diretrizes éticas para doação e transplante de órgãos e tecidos humanos. Diário Oficial

				da União, 2007. Acesso em: 11 jan. 2025.
2009	Portaria GM/MS nº 2.600, de 21 de outubro	Institui a Política Nacional de Transplantes e aprova o Regulamento Técnico do SNT, com diretrizes para captação, distribuição, e critérios operacionais.	https://bvsmms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2009/prt2600_21_10_2009.html	BRASIL. Ministério da Saúde. Portaria GM/MS nº 2.600, de 21 de outubro de 2009. Aprova regulamento técnico do Sistema Nacional de Transplantes. Diário Oficial da União, 2009. Acesso em: 11 jan. 2025.
2009	Portaria GM/MS nº 2.601, de 21 de outubro	Institui nacionalmente as Organizações de Procura de Órgãos e Tecidos (OPOs) para atuar na captação e coordenação regional de doadores.	https://bvsmms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2009/prt2601_21_10_2009.html	BRASIL. Ministério da Saúde. Portaria GM/MS nº 2.601, de 21 de outubro de 2009. Institui as OPOs. Diário Oficial da União, 2009. Acesso em: 11 jan. 2025.
2010	Portaria GM/MS nº 2.932, de 27 de setembro	Institui os Bancos de Multitecidos no âmbito do SNT, definindo critérios de funcionamento, coleta e disponibilização de tecidos diversos.	https://bvsmms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2010/prt2932_27_09_2010_comp.html	BRASIL. Ministério da Saúde. Portaria GM/MS nº 2.932, de 27 de setembro de 2010. Institui os Bancos de Multitecidos. Diário Oficial da União, 2010. Acesso em: 11 jan. 2025.
2012	Portaria GM/MS nº 2.172, de 27 de setembro	Institui a atividade de Tutoria em Doação e Transplantes, permitindo que hospitais com experiência auxiliem outros hospitais	https://bvsmms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2012/prt2172_27_09_2012.html	BRASIL. Ministério da Saúde. Portaria GM/MS nº 2.172, de 27 de setembro de 2012. Institui a tutoria em doação e transplantes. Diário Oficial da União,

		menos experientes no desenvolvimento da prática de transplantes.		2012. Acesso em: 11 jan. 2025.
2017	Decreto nº 9.175, de 18 de outubro	Regulamenta a Lei nº 9.434/1997, detalhando os procedimentos de remoção de órgãos, definindo atribuições do SNT, e reafirmando que o diagnóstico de morte encefálica seguirá critérios definidos pelo CFM.	http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Ato2015-2018/2017/Decreto/D9175.htm	BRASIL. Decreto nº 9.175, de 18 de outubro de 2017. Regulamenta a Lei nº 9.434/1997 sobre remoção de órgãos e tecidos. Diário Oficial da União, 2017. Acesso em: 11 jan. 2025.
2017	Resolução CFM nº 2.173, de 15 de dezembro	Atualiza os critérios do diagnóstico de morte encefálica, substituindo a Resolução 1.480/1997. Amplia as especialidades médicas habilitadas, define requisitos clínicos e complementares e ajusta intervalos entre exames.	https://sistemas.cfm.org.br/normas/visualizar/resolucoes/BR/2017/2173	CONSELHO FEDERAL DE MEDICINA. Resolução CFM nº 2.173, de 15 de dezembro de 2017. Define critérios para diagnóstico de morte encefálica. Diário Oficial da União, 2017. Acesso em: 11 jan. 2025.

Fonte: Elaborado pela autora (2025)

A evolução da Política Nacional de Transplantes no Brasil é marcada por um tripé normativo composto pela lei federal, pelos decretos regulamentadores do Poder Executivo e pelas resoluções de caráter ético-médico do CFM. Esta seção detalha a análise das principais normas no período de 1997 a 2017, enfatizando suas interconexões e seus impactos práticos na assistência.

2. O Marco Fundacional: Lei nº 9.434/1997 e o Decreto nº 2.268/1997

A **Lei nº 9.434/1997** formalizou o conceito de ME como condição *sine qua non* para a remoção de órgãos *post mortem*. Seu Art. 3º estabeleceu que a remoção de tecidos, órgãos ou partes do corpo só poderia ser realizada após a constatação de morte encefálica, segundo critérios definidos pelo CFM². Esta delegação de competência a um órgão de autoridade médica (CFM) é crucial, pois confere ao diagnóstico o rigor científico e ético necessário, separando a discussão médica da política de saúde.

Um aspecto controverso da lei original (Art. 4º) foi a adoção da doação presumida³, que gerou intensa desconfiança social e protestos, levando à sua rápida revogação. O retorno ao modelo do consentimento familiar expresso sublinhou o princípio da Autonomia, reconhecendo o direito da família de veto (ou assentimento) em um momento de vulnerabilidade, apesar das implicações negativas na taxa de conversão de doadores. (**BRASIL**, Lei n. 9.434, 1997).

O **Decreto nº 2.268/1997** regulamentou a lei, estabelecendo a arquitetura do SNT. A criação das Centrais de Notificação, Captação e Distribuição de Órgãos (CNCDOs) e a previsão de **notificação compulsória** na abertura de protocolo de ME (ME) transformaram o processo, até então discricionário, em uma política de Estado coordenada e centralizada.

3. O Rigor Técnico-Científico: Resolução CFM nº 1.480/1997

Em resposta direta ao Art. 3º da Lei 9.434/97, o CFM promulgou a **Resolução nº 1.480/1997**. Este documento foi a primeira norma brasileira a detalhar os critérios técnicos para a determinação da ME, impondo um protocolo rígido:

1. **Exames Clínicos:** Exigência de dois exames neurológicos completos, demonstrando coma aperceptivo, ausência de reflexos de tronco (pupilar, corneano, oculocefálico, oculovestibular, de tosse e de vômito) e apneia.
2. **Intervalo de Tempo:** Definiu intervalos mínimos obrigatórios entre os dois exames clínicos, variando conforme a faixa etária (por exemplo, 6 horas para maiores de 2 anos).

3. **Exame Complementar:** Obrigatoriedade de um exame gráfico ou de fluxo sanguíneo (e.g., eletroencefalograma ou Doppler transcraniano) que atestasse a inatividade encefálica.

O impacto desta resolução foi a instauração da certeza no diagnóstico de ME, garantindo a Não Maleficência e a segurança jurídica. O rigor científico dos critérios mitigou o risco de falsos positivos e consolidou a aceitação da ME como sinônimo de morte legal no país.

4. Desenvolvimento da Estrutura Logística (2004–2012)

O período subsequente focou na otimização operacional e na expansão da infraestrutura.

- **Portarias GM/MS nº 2.692/2004 e nº 2.932/2010:** Regulamentaram os Bancos de Tecidos Oculares e de Multitecidos, respectivamente. A captação de tecidos, embora menos complexa que a de órgãos, exige similar rastreabilidade e controle de qualidade, incorporando o princípio da Segurança do receptor (Beneficência).
- **Portaria GM/MS nº 1.752/2005:** Instituiu a **Comissão Intra-hospitalar de Doação de Órgãos e Tecidos para Transplante (CIHDOTT)** em hospitais com mais de 80 leitos. Esta norma reconheceu que a falha na doação frequentemente reside na ineficiência do processo intra-hospitalar. A criação da CIHDOTT buscou padronizar a identificação do potencial doador, a abertura do protocolo de ME e, crucialmente, a abordagem familiar, promovendo a busca ativa de maneira organizada.

A criação das **Organizações de Procura de Órgãos (OPOs)** pela **Portaria GM/MS nº 2.601/2009** e a consolidação do Regulamento Técnico do SNT pela **Portaria GM/MS nº 2.600/2009** demonstram uma maturidade do sistema. A OPO, atuando fora do ambiente da Unidade de Terapia Intensiva (UTI), otimizou a logística de captação e o manejo clínico do doador, melhorando a qualidade dos órgãos e, indiretamente, o sucesso do transplante (Beneficência).

5. A Atualização e Consolidação (2017)

O ano de 2017 marcou a atualização mais significativa desde 1997, refletindo o avanço do conhecimento neurocrítico e a experiência de duas décadas do SNT.

- **Decreto nº 9.175/2017:** Este novo decreto regulamentador revogou o Decreto 2.268/97, reiterando o modelo de consentimento familiar expresso e detalhando as atribuições do SNT e das Centrais. O decreto estabeleceu, ainda, a obrigação de os prontuários registrarem detalhadamente os laudos da ME, reforçando a rastreabilidade e a transparência do processo.
- **Resolução CFM nº 2.173/2017:** Substituindo a Resolução 1.480/97, este normativo refinou os critérios de diagnóstico de ME, incorporando o conhecimento neurocrítico acumulado em duas décadas e alinhando o protocolo brasileiro aos padrões internacionais de excelência e segurança. O protocolo de determinação da Morte Encefálica, elemento central para a segurança jurídica e ética do processo de doação, foi detalhado nos seguintes eixos:
 - **Pré-requisitos Obrigatórios:** A abertura do protocolo requer a identificação de uma lesão encefálica de causa conhecida e irreversível, além da exclusão rigorosa de fatores potencialmente confundidores que podem simular a ausência de função neurológica, como hipotermia severa (temperatura corporal central inferior a 35°C), uso de fármacos depressores do Sistema Nervoso Central (SNC) ou distúrbios metabólicos e endócrinos graves. A segurança diagnóstica inicia-se, portanto, na certeza etiológica do dano estrutural.
 - **Exames Clínicos Neurológicos:** São exigidos dois exames clínicos completos realizados por médicos distintos e não pertencentes à equipe de captação ou transplante, garantindo a imparcialidade. Cada exame deve comprovar, de maneira inequívoca, o coma aperceptivo (Escala de Coma de Glasgow de 3) e a ausência total e irreversível de todos os reflexos de tronco encefálico (pupilar, corneano, oculocefálico, oculovestibular, de tosse).

- **Teste de Apneia:** O protocolo exige a realização obrigatória do teste de apneia entre o primeiro e o segundo exame clínico. Este teste, realizado sob rigoroso monitoramento hemodinâmico e de oxigenação, tem como objetivo demonstrar a ausência do *drive* respiratório central – isto é, a incapacidade do SNC de gerar estímulo ventilatório mesmo diante de um nível de pCO₂ (pressão parcial de dióxido de carbono) que exceda o limiar de estimulação. A confirmação de apneia é o elemento final que atesta a cessação completa da função do tronco encefálico.
- **Intervalos Mínimos:** A Resolução 2.173/2017 modernizou os intervalos mínimos entre os dois exames clínicos, ajustando-os de acordo com a idade do paciente e, consequentemente, a vulnerabilidade do encéfalo:
 - **1 hora** para pacientes a partir de 2 anos de idade, desde que se utilize um exame complementar que ateste a inatividade ou ausência de fluxo cerebral.
 - **6 horas** para pacientes de 7 dias a 2 meses incompletos.
 - **12 horas** para pacientes de 2 meses a 2 anos incompletos.
- **Exame Complementar:** É obrigatória a realização de, pelo menos, um exame complementar que demonstre a ausência de perfusão sanguínea ou ausência de atividade elétrica/metabólica cerebral. Entre os exames aceitos estão o Eletroencefalograma (EEG), o Doppler Transcraniano, a Angiografia Cerebral e a Cintilografia. O resultado deste exame deve ser inequívoco e concordante com a avaliação clínica.
- **Registro e Formalização:** O diagnóstico de ME só é legalmente confirmado após a correta e completa preenchimento do Termo de Declaração de Morte Encefálica no prontuário, assinado pelos dois médicos examinadores. Este processo reforça a rastreabilidade e a transparência do protocolo. (ANEXO 1- Protocolo de Diagnóstico de Morte Encefálica)

6. Discussão e Implicações Legais

A construção normativa brasileira sobre a ME e os transplantes é um exemplo de legislação reflexiva, capaz de se adaptar aos avanços científicos e às demandas ético-sociais. O binômio Lei 9.434/97-Resolução CFM 2.173/2017 estabeleceu um sistema robusto baseado em quatro pilares interligados:

a) A Indissociabilidade do Rigor Científico e Ético

A determinação de ME, por ser o pressuposto de morte legal, impõe um ônus de prova extremamente elevado. O CFM, ao detalhar os protocolos diagnósticos, atuou como guardião da confiança e instituiu a sensação de ordem ao processo indivíduo. A exigência de um **processo de determinação** – e não apenas de um ato isolado – reflete uma cautela que honra o princípio da Não Maleficência. A separação entre as equipes de diagnóstico e as equipes de transplante garante a imparcialidade, essencial para manter a credibilidade do sistema frente à sociedade.

b) Os Desafios da Autonomia e o Fator Familiar

A revogação da doação presumida e a manutenção do consentimento familiar como condição de captação representam um reconhecimento da Autonomia Familiar sobre o corpo do ente falecido. Contudo, na prática clínica, este é o principal gargalo do sistema. A taxa de recusa familiar, influenciada por fatores emocionais, culturais e pela qualidade da abordagem, impacta diretamente a efetividade da PNT.

A CIHDOTT e a OPO surgiram como ferramentas para mitigar este impacto, transformando a abordagem familiar em um processo de Comunicação de Más Notícias seguido pela Solicitação de Doação, exigindo treinamento em comunicação, empatia e desfecho de conflito. A falha na abordagem não é apenas um insucesso logístico; é uma falha na aplicação dos princípios de Beneficência (ao receptor) e de Respeito (à família no luto).

c) A Justiça e o Acesso Equitativo (Lista Única)

A legislação consolidou a lista única de espera como elemento central de Justiça. Este modelo, baseado em critérios técnicos (compatibilidade imunológica e tempo de

espera) e gravidade (urgência), é o mecanismo que impede a formação de listas paralelas ou a influência socioeconômica na distribuição de um recurso escasso. A transparência e o controle estrito das CNCDOs sobre a lista são pilares éticos inegociáveis para a manutenção da confiança pública no SNT.

d) A Evolução Contínua: O Papel da Normatização no Século XXI

A atualização normativa culminada em 2017 (Decreto 9.175/17 e Resolução CFM 2.173/17) reflete a dinâmica da ciência. A incorporação de novos parâmetros clínicos e a flexibilização responsável de intervalos entre exames demonstram que a norma médica é um instrumento vivo, balizado pela melhor evidência disponível. Essa capacidade de adaptação garante que a PNT mantenha a excelência técnica sem comprometer a estabilidade jurídica e ética, assegurando a perenidade da terapia de transplantes no Brasil.

7. Conclusões

A trajetória da construção normativa brasileira sobre a determinação da Morte Encefálica e a Política de Transplantes (1997–2017) revela um sistema legal e ético robusto, que alcançou a maturidade técnica em consonância com as práticas internacionais.

A **Lei nº 9.434/1997** estabeleceu a matriz jurídica, definindo a ME como critério legal e a gratuidade da doação como baluarte ético. A delegação de competência ao CFM para definir os critérios diagnósticos de ME, posteriormente detalhados na **Resolução CFM nº 2.173/2017**, assegurou a indispensável interface entre ciência e direito, garantindo que o rigor clínico e a segurança diagnóstica prevalecessem sobre o imperativo da demanda por órgãos.

O **Sistema Nacional de Transplantes (SNT)**, estruturado pelos decretos regulamentadores e operacionalizado pelas CIHDOTs e OPOs, representa a materialização do princípio da Justiça Distributiva e da Beneficência em escala nacional, oferecendo acesso equitativo a um recurso vital.

Os desafios remanescentes situam-se majoritariamente na esfera da Bioética da Relação, especificamente na comunicação e na gestão do luto junto às famílias, onde a

busca pela melhoria da taxa de conversão de doadores deve ser pautada pelo mais alto grau de respeito à Autonomia e à dignidade humana. A manutenção do sucesso da PNT brasileira dependerá da contínua vigilância normativa, da educação permanente dos profissionais de saúde e da permanente transparência do sistema.

Notas de Rodapé

¹ A morte circulatória (Parada Cardíaca Irreversível – PCI) leva à isquemia quente, comprometendo rapidamente a viabilidade da maioria dos órgãos sólidos para transplante. O tempo de isquemia aceitável é extremamente curto.

² Art. 3º: "A remoção de tecidos, órgãos ou partes do corpo de pessoas falecidas, para fins de transplante ou tratamento, dependerá da constatação da morte encefálica, nos termos definidos pelo Conselho Federal de Medicina." (**BRASIL**, 1997).

³ A Lei 9.434, em sua redação original, no Art. 4º, previa a remoção de órgãos e tecidos, salvo manifestação de vontade em contrário registrada em documento. Tal dispositivo foi rapidamente revogado pela Lei nº 9.489, de 1997.

⁴ A Resolução CFM nº 2.173/2017 define que a ME é a perda completa e irreversível das funções encefálicas, incluindo as do tronco encefálico. Os exames clínicos são feitos por dois médicos não participantes das equipes de transplante, e o diagnóstico deve ser corroborado por exame complementar que comprove a ausência de fluxo sanguíneo ou atividade elétrica/metabólica cerebral.

⁵ O Decreto nº 9.175/2017, Art. 20, estabelece: "A retirada de órgãos, tecidos, células e partes do corpo humano, após a morte, somente poderá ser realizada com o consentimento livre e esclarecido da família do falecido, consignado de forma expressa em termo específico de autorização." (**BRASIL**, 2017).

CAPÍTULO 3

UMA ANÁLISE ABRANGENTE DO PROTOCOLO DE DIAGNÓSTICO E A EVOLUÇÃO DA MORTE ENCEFÁLICA NO PACIENTE ADULTO

a) INTRODUÇÃO

A definição de morte encefálica (ME) corresponde à perda definitiva e irreversível das funções cerebrais, abrangendo tanto o tronco encefálico quanto os hemisférios cerebrais. A lesão subsequente frequentemente desencadeia um edema cerebral que culmina no diagnóstico de ME.

O desenvolvimento da medicina de transplantes teve início por volta do final da década de 1940 em centros especializados. Inicialmente, o conhecimento em imunologia e histocompatibilidade, elementos cruciais para o sucesso dos procedimentos, era limitado.

No Brasil, a prática de transplante de órgãos e tecidos foi inaugurada em 1964. Com o crescimento e a consolidação do transplante no país, foi instituído, em 1966, o Sistema Nacional de Transplante (SNT), visando a coordenação e regulamentação dos serviços. A legislação fundamental que rege a retirada de órgãos, tecidos e partes do corpo humano para transplante é a **Lei nº 9.434, de 4 de fevereiro de 1997**.

Um paciente é legalmente considerado doador falecido quando possui um diagnóstico confirmado de ME, em concordância com as resoluções do Conselho Federal de Medicina (CFM). Globalmente, o diagnóstico exige exames que atestem o cessar das atividades do tronco cerebral. No Brasil, a obrigatoriedade inclui a realização de dois exames físicos, além do teste de apneia como exame complementar. O diagnóstico de ME no Brasil sofreu alterações normativas em 2017, com o Decreto nº 9.175 e a Resolução CFM nº 2.173/17.

O objetivo primário deste estudo foi identificar publicações científicas relacionadas à ME no paciente adulto, com foco nas causas preponderantes. Secundariamente, buscou-se analisar o nível de evidência dos artigos, descrever os exames complementares

disponíveis, sintetizar os achados, e diferenciar o perfil clínico dos pacientes submetidos ao protocolo que evoluíram para ME daqueles que não evoluíram.

b) METODOLOGIA

A metodologia do estudo caracteriza-se como um estudo exploratório, utilizando o referencial da pesquisa bibliográfica. A pesquisa foi especificamente delineada como uma revisão integrativa da literatura. O objetivo principal dessa metodologia foi realizar o levantamento e a análise crítica dos documentos publicados sobre o tema, com a intenção de atualizar e desenvolver o conhecimento e, assim, contribuir para a realização da pesquisa.

A estratégia de busca foi realizada nas plataformas PubMed, Scielo e Lilacs. Os descritores utilizados, tanto em português quanto em inglês, incluíram "Morte encefálica", "diagnóstico", "adulto", "eletroencefalograma" e combinações como *“brain death AND electroencephalogram”*.

Para a seleção dos artigos, foram adotados critérios de inclusão rigorosos, aceitando-se apenas artigos completos, gratuitos, publicados nos últimos 10 anos e que se alinhassem à temática do trabalho. A qualidade metodológica dos documentos selecionados foi avaliada por meio da ferramenta metodológica de Oxford.

O presente estudo, conduzido em estrita observância aos preceitos éticos e legais que regem a pesquisa envolvendo seres humanos no Brasil, foi submetido e devidamente aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) da Universidade Federal de Uberlândia (UFU). A autorização para a realização desta análise retrospectiva de prontuários foi concedida sob o Número do Parecer 4.024.049, com o registro na Plataforma Brasil sob o CAAE 30763120.5.0000.5152, garantindo que todos os dados foram revisados com o máximo rigor ético e a confidencialidade necessária.

c) RESULTADOS E DISCUSSÃO

a) Histórico Evolutivo das Leis Relacionadas à Morte Encefálica no Brasil

O transplante de órgãos iniciou-se no Brasil em 1964. A Lei nº 9.434/1997 regulamentou a remoção de órgãos, tecidos e partes do corpo humano, definindo o

paciente com ME confirmado (em consonância com o CFM) como doador falecido. A doação requer a autorização do cônjuge ou de parentes maiores de idade, seguindo a linha sucessória até o segundo grau. O Decreto nº 9.175/2017 regulamentou a Lei nº 9.434/1997, focando na disposição de órgãos e células para transplante e tratamento.

É uma obrigação legal para todas as instituições de saúde reportarem às centrais de notificação, captação e distribuição de órgãos sempre que houver um diagnóstico de ME.

A suspensão do suporte terapêutico em indivíduos com ME não doadores é considerada legal e ética, conforme a Resolução CFM nº 1.826/2007. Outras portarias importantes incluem a GM/MS nº 2.600 (2009), que aprovou o Regulamento Técnico do SNT, e a Portaria nº 2.601 (2009), que estabeleceu a implantação da Organização de Procura de Órgãos e Tecidos (OPOs). Em 2012, foi instituída a Portaria nº 2.172, referente à Tutoria em Doação e Transplantes, permitindo que hospitais experientes auxiliem no desenvolvimento de novos centros transplantadores.

Atualmente, o protocolo brasileiro é regido pela Lei nº 9.434 e suas modificações, o Decreto nº 9.175/2017 e a Resolução CFM nº 2.173/2017.

b) Protocolo de Diagnóstico de Morte Encefálica

A ME é mundialmente definida, em países como os Estados Unidos, como a perda irreversível da função cerebral, caracterizada por total irresponsabilidade, apneia permanente e ausência de reflexos do tronco encefálico. Outras nações, como Inglaterra e Canadá, focam na morte do tronco cerebral, exigindo a exclusão de fatores como hipotermia, choque, distúrbios metabólicos e intoxicação por drogas (KOENIG et al., 2019). O exame neurológico deve confirmar o estado de coma, a ausência de todos os reflexos dos nervos cranianos e a apneia.

Na Espanha, a legislação define as circunstâncias em que testes auxiliares (eletroencefalograma - EEG e potenciais evocados) são mandatórios, sendo recomendada a avaliação do fluxo sanguíneo cerebral (ESCUDEIRO et al., 2015). Para se fechar o diagnóstico de ME na Espanha, são necessários dois exames clínicos completos com intervalo variável, ou um exame clínico único acompanhado de um teste complementar, visando a redução do tempo de diagnóstico. Os testes complementares

utilizados incluem EEG, potenciais evocados, arteriografia, angiorressonância, angio-TC, raios gama e Doppler transcraniano (FERNÁNDEZ-TORRES et al., 2013).

Apesar da rigidez metodológica exigida pelo diagnóstico de Morte Encefálica (ME), a escolha e a obrigatoriedade dos exames complementares variam significativamente entre os sistemas de saúde globais. Em muitos contextos clínicos, o EEG é o método instrumental preferencial para comprovar a ausência de função bioelétrica, devido à sua não invasividade, custo-efetividade e capacidade de ser realizado à beira do leito. Quando uma prova de fluxo sanguíneo é necessária ou preferida, o ultrassom Doppler de artérias cerebrais (DTC) é frequentemente o próximo exame de escolha, dada a sua rapidez, embora com a limitação de ser operador-dependente.

Contudo, essa padronização é inconsistente em escala mundial. É crucial ressaltar que alguns países, notavelmente Bangladesh, Chipre, Japão, Jordânia e Taiwan, adotam protocolos que não incluem a realização de qualquer exame gráfico ou instrumental para o diagnóstico de ME, baseando-se exclusivamente nos critérios clínicos e no Teste de Apneia (ANDRÉ-OBADIA et al., 2014). Essa diversidade reflete as diferenças nas tradições médico-legais e nas capacidades infraestruturais, mas sublinha a confiança que algumas jurisdições depositam na acurácia intrínseca do exame clínico minucioso do tronco encefálico.

A determinação da Morte Encefálica no paciente adulto, em conformidade com o protocolo brasileiro, é um processo clínico-laboratorial multi-etapas que visa eliminar a incerteza diagnóstica. A acuidade do diagnóstico repousa na avaliação rigorosa da inatividade do tronco encefálico, pilar fisiopatológico da ME, complementada pelo Teste de Apneia e um exame comprobatório. A adesão inquestionável a este procedimento padronizado e aprofundado, conforme estabelecido pelas diretrizes do CFM (2017), é fundamental para a integridade da prática médica e para o cumprimento das responsabilidades ético-legais associadas ao fim da vida e à doação de órgãos (WESTPHAL; VEIGA; FRANKE, 2019).

c) O Protocolo de Diagnóstico de Morte Encefálica em Adultos, no Brasil: Análise Metodológica Aprofundada

Detalha-se o protocolo de diagnóstico de ME em pacientes adultos, conforme legislação Brasileira, com ênfase na fundamentação fisiopatológica e nos critérios de validação clínica e complementar.

d) **Pré-requisitos e Condições Fisiológicas Mandatórias**

O processo diagnóstico só pode ser iniciado na presença de um cenário clínico de base inegociável: o **coma não perceptivo**, caracterizado por ausência total de consciência e de resposta a qualquer estímulo doloroso, e a ausência de reatividade supraespinal. O paciente deve estar sob ventilação mecânica e apresentar apneia persistente (CFM, 2017).

A fase de pré-requisitos tem a função de proteger o processo diagnóstico contra falsos-positivos, que poderiam ser induzidos por condições reversíveis que mimetizam a ME.

É **mandatória a confirmação de uma lesão encefálica primária ou secundária de causa conhecida**, cuja magnitude e localização — como um Trauma Cranioencefálico (TCE) grave, uma Hemorragia Subaracnóidea aneurismática extensa ou uma Encefalopatia Hipóxico-Isquêmica — sejam capazes de provocar a necrose pan-encefálica (WESTPHAL; VEIGA; FRANKE, 2019). A incerteza quanto à etiologia ou à extensão da lesão deve adiar a abertura do protocolo.

A fisiologia do paciente deve ser rigorosamente estabilizada para garantir a validade dos testes, devendo-se excluir ou corrigir a presença de fatores de confusão. Notadamente o efeito de fármacos depressores do sistema nervoso central, distúrbios metabólicos ou endócrinos severos (MORATO, 2009).

Em situações de uso de sedativos em doses usuais, a espera deve ser de, no mínimo, cinco meias-vidas para que os níveis séricos estejam fora da faixa terapêutica ou abaixo dela. A ME é o equivalente médico-legal da morte do indivíduo, exigindo um protocolo de determinação de precisão inquestionável para que o diagnóstico seja declarado com segurança absoluta (MORATO, 2009).

e) **Controle Fisiológico e Exclusão de Fatores de Confusão**

A validade dos exames clínicos e do Teste de Apneia depende intrinsecamente da estabilidade fisiológica do paciente. A normativa exige a correção de distúrbios potencialmente reversíveis:

1. **Normotermia:** A temperatura corporal central (mensurada por via esofagiana, vesical ou retal) deve ser estritamente superior a 35 °C. A hipotermia induz a um estado de inibição metabólica neuronal que pode resultar em arreflexia e coma profundo reversível, invalidando o exame.
2. **Normovolemia e Estabilidade Hemodinâmica:** A pressão arterial sistólica (PAS) deve ser mantida acima de 100 mmHg ou a pressão arterial média (PAM) acima de 65 mmHg para adultos, minimizando o risco de isquemia cerebral secundária e assegurando a avaliação do fluxo sanguíneo nos exames complementares (CFM, 2017).
3. **Exclusão de Efeitos Farmacológicos:** A presença de fármacos depressores do SNC (e.g., sedativos, bloqueadores neuromusculares ou anestésicos) em níveis séricos tóxicos ou terapêuticos deve ser excluída. Em casos de infusão contínua, o protocolo deve ser postergado por um período mínimo que corresponda a, pelo menos, **cinco meias-vidas** do fármaco, garantindo a sua metabolização ou eliminação (MORATO, 2009; CFM, 2017). A verificação dos níveis séricos dos fármacos é fundamental em casos de suspeita de intoxicação ou disfunção hepática/renal que altere o *clearance* da droga.
4. **Correção de Distúrbios Eletrolíticos e Metabólicos:** Alterações hidroeletrólíticas ou ácido-básicas graves, como hiponatremia ou hipoglicemia severas, devem ser corrigidas. Distúrbios sistêmicos severos podem deprimir a função neuronal e a excitabilidade do tronco encefálico de forma reversível, simulando o quadro clínico irreversível da ME.

f) Período de Observação Obrigatório

O protocolo impõe um período mínimo de tratamento e observação hospitalar, que é de seis horas para lesões encefálicas traumáticas ou vasculares. Contudo, em casos de encefalopatia hipóxico-isquêmica, o período de observação é estendido para, no mínimo, vinte e quatro horas, devido à possibilidade de recuperação tardia em quadros hipóxicos (CFM, 2017). O cumprimento rigoroso desta fase preliminar é o fundamento para a validade do diagnóstico.

g) **Avaliação Clínica Profunda do Tronco Encefálico**

A espinha dorsal do protocolo diagnóstico reside na comprovação da ausência total da função do tronco encefálico (KOENIG et al., 2019). A integridade desta avaliação é garantida pela exigência de **dois exames clínicos que devem ser realizados por médicos diferentes**, especificamente capacitados para a determinação de ME.

Médicos capacitados são aqueles com, no mínimo, um ano de experiência no atendimento de pacientes em coma e que acompanharam ou realizaram dez determinações de ME, ou que concluíram um curso de capacitação. Um dos médicos capacitados deve ser especialista em medicina intensiva (pediátrica ou adulta), neurologia (pediátrica ou adulta), neurocirurgia ou medicina de emergência conforme a Resolução CFM Nº 2.173/2017.

O intervalo mínimo entre os dois exames clínicos varia conforme a idade:

- Sete dias a dois meses incompletos: 24 horas.
- Dois a 24 meses incompletos: 12 horas.
- Acima de dois anos: uma hora.

A avaliação da função do tronco encefálico inclui:

- 3.1 **Reflexo Pupilar Fotomotor (Mesencéfalo – NC II e III):** O achado diagnóstico definitivo na ME é a **midríase bilateral fixa**, a ausência de qualquer constrição pupilar em resposta à luz intensa, caracterizando um sinal patognomônico da disfunção mesencefálica (MIGDADY et al., 2021).
- 3.2 **Reflexo Córneo-Palpebral (Ponte – NC V e VII):** A confirmação da disfunção pontina é dada pela ausência total de resposta motora após a estimulação da córnea, indicando a interrupção irreversível do arco reflexo pontino-facial.
- 3.3 **Reflexos Vestíbulo-Oculares (Ponte e Mesencéfalo – NC III, IV, VI e VIII):** O Teste Calórico é a manobra mais poderosa. Em indivíduos com ME, a ausência absoluta de qualquer desvio ocular tônico ou nistagmo atesta a completa inatividade dos núcleos do Nervo Vestibulococlear (NC VIII) e suas vias de interconexão.
- 3.4 **Reflexo da Tosse (Bulbo – NC IX e X):** A aspiração traqueal profunda na Carina fornece o estímulo aferente. A ausência total de qualquer resposta motora

(como tosse, engasgo ou reflexos laríngeos) confirma a falência irreversível dos núcleos bulbares, incluindo o centro respiratório (CFM, 2017).

A documentação consistente da ausência de todos esses reflexos em dois exames clínicos sequenciais e independentes estabelece a base clínica inquestionável para o diagnóstico da Morte Encefálica.

h) O Teste de Apneia e a Confirmação Laboratorial: Selando a Irreversibilidade

Após o estabelecimento da arreflexia total do tronco encefálico, o protocolo avança para o Teste de Apneia e a realização do Exame Complementar Obrigatório (CFM, 2017).

O **Teste de Apneia** tem a finalidade de demonstrar a ausência completa de responsividade do centro respiratório bulbar, mesmo diante de seu estímulo fisiológico mais potente: a hipercapnia.

Antes da desconexão do ventilador, é crucial a **pré-oxigenação com 100% de Fração Inspirada de Oxigênio (FiO₂)** por um período mínimo, visando alcançar a hiperoxigenação (PaO₂>200 mmHg). Este passo é vital para que o paciente mantenha oxigenação tecidual adequada durante o período de apneia induzida (CARNEIRO et al., 2019).

No procedimento, após a pré-oxigenação e a normalização basal da PaCO₂ (entre 35 mmHg e 45 mmHg), o ventilador mecânico é desconectado. Para mitigar o risco de hipoxemia, um cateter de oxigênio é frequentemente introduzido na carina e mantido com um fluxo de aproximadamente 6 L/min, uma técnica conhecida como oxigenação difusa (MORATO, 2009).

O critério de positividade é atingido, confirmando a ME, se, ao final do período (até dez minutos) ou quando a PaCO₂ arterial alcançar ou exceder 55 mmHg, o paciente não apresentar qualquer movimento respiratório espontâneo (CFM, 2017). A parada imediata (abortamento) do teste é mandatória caso se desenvolva instabilidade hemodinâmica grave ou dessaturação acentuada (SpO₂ < 85%).

i) Exame Complementar Obrigatório: Análise Crítica das Modalidades

O diagnóstico clínico da ME exige a corroboração instrumental por meio de um exame complementar obrigatório (CFM, 2017). Este exame deve fornecer evidência objetiva da falência funcional ou circulatória total do encéfalo.

j) Aferição Circulatória

A comprovação da cessação irreversível da circulação cerebral é um pilar no diagnóstico de ME.

A angiografia cerebral representa um método de alta sensibilidade e especificidade, capaz de documentar de forma inequívoca a cessação da circulação encefálica, desempenhando papel central na consolidação diagnóstica da morte encefálica e na garantia da segurança e legitimidade dos processos de doação de órgãos. Historicamente, a Angiografia Cerebral, também denominada Pan-Angiografia, estabeleceu-se como o padrão-ouro referencial para a confirmação da morte encefálica, sendo amplamente reconhecida como um exame complementar de excelência. No entanto, devido à utilização de agentes de contraste iodado, a angiografia pode impor risco considerável de nefropatia induzida por contraste (NIC), capaz de agravar quadros de lesão renal aguda (LRA) e, conseqüentemente, comprometer a viabilidade dos rins para transplante.

Sua principal vantagem reside na capacidade de visualização direta da dinâmica circulatória cerebral, permitindo identificar com precisão o ponto de interrupção do fluxo sanguíneo e documentar, de forma objetiva, a ausência de perfusão encefálica. No contexto diagnóstico, a angiografia evidencia três achados clássicos compatíveis com o quadro de morte encefálica: (a) ausência de enchimento das artérias intracranianas, abrangendo tanto a circulação supratentorial quanto a infratentorial; (b) persistência do fluxo sanguíneo nas artérias extracranianas, como as artérias carótidas externas; e (c) interrupção do contraste na base do crânio, demonstrando o bloqueio completo da circulação cerebral. Esses padrões angiográficos confirmam inequivocamente a inexistência de aporte sanguíneo ao encéfalo, implicando a perda irreversível de sua função e consolidando o diagnóstico de morte encefálica.

O Ultrassom Doppler Transcraniano (DTC) é um método a beira leito usado para constatar a ausência de fluxo sanguíneo intracraniano, caracterizada pela presença de fluxo diastólico reverberante e pequenos picos sistólicos no início da sístole. Exames que detectam perfusão cerebral, como o Doppler transcraniano, não são afetados pelo uso de drogas depressoras do SNC ou por distúrbios metabólicos, sendo preferíveis nessas situações (RABINSTEIN, 2018). No entanto, o DTC é notoriamente **operador-dependente** e exige uma janela acústica adequada, o que pode ser dificultado em pacientes com hiperostose da calota craniana (WESTPHAL; VEIGA; FRANKE, 2019).

A **Cintilografia de Perfusão Cerebral** utiliza um radiofármaco (como o Tecnécio-99m-HMPAO ou o Tecnécio-99m-ECD) que não consegue atingir o parênquima cerebral devido ao colapso circulatório. O achado patognomônico da ME na cintilografia é o " **sinal do crânio vazio** " (*hollow skull sign*): a ausência completa de captação do radiofármaco em todo o parênquima cerebral, contrastando com a captação mantida nas estruturas extracranianas (WILLEMS, 2021). Embora a cintilografia ofereça uma prova circulatória segura para a doação renal, apresenta restrições logísticas e econômicas significativas, exigindo um laboratório de Medicina Nuclear e recursos de alto custo (YU et al., 2016; WILLEMS, 2021).

k) **Eletroencefalograma (EEG): O Critério Bioelétrico**

O Eletroencefalograma (EEG) cumpre o papel de método instrumental ao atestar a ausência de atividade bioelétrica no córtex e nas estruturas subcorticais superiores. O EEG é totalmente **não invasivo** e pode ser conduzido de forma segura à beira do leito, sendo um procedimento de **custo-efetividade superior**.

A constatação de um traçado isoelétrico na ausência de fatores de confusão é uma evidência poderosa do dano pan-encefálico (GOBERT et al., 2018; ARBUNE et al., 2020). Para ser aceito como definitivo, o critério de ME exige o registro de um **traçado de silêncio elétrico persistente**, o que significa a ausência de atividade cerebral com amplitude superior a 2µV em todas as derivações, durante um período mínimo de observação, frequentemente estipulado em 30 minutos. É imperativo o monitoramento contínuo de impedância dos eletrodos e a aplicação de estímulos intensos (CFM, 2017).

O EEG consolidou-se como o método gráfico de maior relevância clínica. Contudo, a literatura médica apresenta uma quantidade de estudos significativamente reduzida que investigam a fundo a correlação entre o EEG e o diagnóstico de ME em comparação com outras modalidades de imagem, indicando uma lacuna na base de evidências (GOBERT et al., 2018; ARBUNE et al., 2020).

1) Síntese Metodológica

A escolha do método complementar é multifatorial: o eletroencefalograma é o mais acessível e de baixo custo; os métodos baseados em avaliação do fluxo sanguíneo cerebral, como o doppler transcraniano e a angiografia cerebral, são rápidos, porém o primeiro depende fortemente da habilidade do operador e o segundo envolve o uso de contraste iodado, que pode causar nefrotoxicidade. A cintilografia cerebral, embora segura para a preservação da função renal em casos de doação de órgãos, apresenta baixa disponibilidade e elevado custo (Yu et al., 2016).

A concordância plena dos achados clínicos (arreflexia do tronco), ventilatórios (apneia) e instrumentais (falência circulatória ou silêncio elétrico) é a síntese metodológica que confere a certeza absoluta e permite a declaração oficial e legal da Morte Encefálica. O horário do óbito é o horário do último exame do protocolo realizado.

3.5 IMPLICAÇÕES ÉTICAS E GESTÃO CLÍNICA PÓS-DIAGNÓSTICO DE MORTE ENCEFÁLICA

A declaração formal e legal da Morte Encefálica (ME) encerra a jornada terapêutica, iniciando uma fase de complexidade ética e gestão hospitalar crítica. O rigor científico do protocolo garante a segurança ética para todas as decisões subsequentes (WESTPHAL; VEIGA; FRANKE, 2019).

A Comunicação de Más Notícias e o Princípio da Veracidade exigem sensibilidade bioética. A observação de um corpo com batimentos cardíacos pode gerar dissociação emocional na família (FYNTANIDOU et al., 2012). É mandatório que a comunicação seja conduzida por um profissional experiente, explicando a ME como a morte total e irreversível do cérebro, distinguindo-a categoricamente do coma. A família

deve ter tempo e suporte psicológico antes que a questão da doação de órgãos seja abordada (CHEHUEN et al., 2019).

Após a ME ser declarada, o foco da gestão clínica é redirecionado para a Manutenção do Potencial Doador. O paciente em ME entra em um estado de tempestade neuroendócrina, ameaçando a viabilidade dos órgãos. A principal disfunção é a Diabetes Insipidus (DI), causada pela ausência de secreção do Hormônio Antidiurético (ADH), resultando em poliúria maciça e instabilidade hemodinâmica, comprometendo a função renal. O tratamento imediato com Desmopressina é essencial. O manejo intensivo e padronizado requer administração agressiva de fluidos, uso criterioso de drogas vasoativas e, em muitos protocolos, terapias hormonais (MORATO, 2009).

O manejo intensivo e imediato do potencial doador é uma obrigação ética e legal (WESTPHAL; VEIGA; FRANKE, 2019).

Caso os familiares não autorizem a doação de órgãos, ou se o paciente não for considerado apto, todo e qualquer suporte vital deve ser imediatamente retirado. Nessa situação, o protocolo de ME, ao garantir a segurança jurídica, assegura que a decisão de encerrar o suporte vital seja legalmente inquestionável (CFM, 2017).

Capítulo 4

ESTUDO DE CASOS DA UTILIZAÇÃO DO EEG PARA PROTOCOLOS DE DIAGNÓSTICO DE MORTE ENCEFÁLICA

A Morte Encefálica (ME) é um diagnóstico que atesta a cessação completa e irreversível de todas as funções do encéfalo, incluindo o tronco cerebral, configurando um estado legalmente reconhecido como morte. A precisão no diagnóstico da ME é essencial, pois possui implicações éticas, médicas e legais, sendo especialmente relevante no contexto da doação de órgãos para transplante.

Entre os métodos complementares de diagnóstico, a Eletroencefalografia (EEG) destaca-se por ser não invasiva, possuir alta resolução temporal e ser acessível. Estudos recentes têm se concentrado na análise quantitativa (QEEG) para aprimorar a diferenciação entre pacientes em coma e aqueles com ME. Pesquisas demonstraram que a energia espectral do EEG e a entropia multiescala são significativamente reduzidas em pacientes com ME, quando comparados àqueles em coma (CUI et al., 2016; CUI; YIN; TANAKA; CAO, 2014; LI et al., 2024; MIAO et al., 2017; ZHANG et al., 2023; ZHU et al., 2019).

Não obstante, a literatura relata a complexidade do diagnóstico, mencionando a atividade elétrica cerebral residual mesmo em pacientes com diagnóstico clínico de ME. Grigg et al. (1987) identificaram atividade teta ou beta de baixa voltagem em 16,1% dos pacientes clinicamente mortos, sugerindo que a presença de um traçado eletroencefalográfico não reativo não necessariamente exclui a ME. De forma similar, Garcia (2000) relatou persistência de padrões organizados, como fusos de sono e ondas alfa, por vários dias após o diagnóstico clínico de ME, indicando função neuronal residual.

Perante esses desafios, o presente estudo propôs a comparação dos sinais eletroencefalográficos de pacientes que concluíram positivamente o protocolo de morte encefálica e daqueles que não o concluíram, buscando identificar marcadores diferenciais que contribuam para a acurácia diagnóstica.

4.1 METODOLOGIA

Trata-se de um estudo quantitativo que analisou exames de EEG realizados em quatro pacientes internados em UTI com suspeita de ME. A amostra foi composta por exames utilizados na investigação clínica entre 2016 e 2017. O trabalho foi autorizado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da UFU (CEP UFU), conforme o protocolo 82824017.5.0000.5152.

a. Critérios de Inclusão e Grupos de Estudo

Foram incluídos pacientes com ao menos um exame de EEG solicitado para o protocolo de ME, cujos exames eram **laudáveis**, sem a presença de artefatos visualmente identificáveis, com duração mínima de 18 minutos. A confirmação de óbito no prontuário hospitalar também foi um critério.

A amostra foi dividida em dois grupos:

- **Grupo Coma (GC):** Três pacientes que passaram por protocolo de ME, realizando o EEG confirmatório, mas cuja ME não foi diagnosticada. O óbito foi confirmado dias depois por parada cardiorrespiratória (PCR).
- **Grupo Morte Encefálica (GME):** Um paciente cujo EEG foi inconclusivo para ME, mas que, posteriormente, teve a ME confirmada por arteriografia.

b. Coleta, Pré-Processamento e Processamento de Dados

Os registros de EEG foram obtidos utilizando o **Sistema Internacional 10-20**. Os exames foram coletados em ambiente de terapia intensiva, com duração mínima de 18 minutos, amplitude mínima de 200 μ V, frequência de amostragem de 200 Hz e sem utilização de filtros.

No pré-processamento, as épocas dos registros foram marcadas em parceria com um neurologista para excluir trechos com alta presença de artefatos. Foram selecionadas dez épocas de 2 segundos para cada exame.

No processamento, foi calculado o Percentual de Contribuição de Potência (PCP), uma medida que quantifica a energia elétrica nas bandas de frequência (Delta, Teta,

Alfa, Beta e Gama). O cálculo do PCP baseia-se na Densidade Espectral de Potência (PSD) e detalhes podem ser consultados em Ramos et al. (2017) .

c. Análise Estatística

Para a análise inicial, foram obtidas as medianas e os respectivos desvios-padrão para cada quantificador (eletrodo/ritmo). Realizou-se uma análise descritiva comparativa do PCP. Aplicou-se o teste de normalidade de Kolmogorov-Smirnov , seguido do teste não paramétrico de Mann-Whitney para comparação intergrupos.

A **Varição Percentual (V)** foi calculada para quantificar a magnitude das diferenças estatisticamente significativas ($p < 0,05$), conforme a Equação 1:

$$V = \max(P1, P2) |P1 - P2| \times 100$$

Onde V representa a variação percentual, e P1 e P2 correspondem aos valores dos períodos comparados.

4.2 RESULTADOS E DISCUSSÃO

I. Padrões Eletrofisiológicos e Coma Alfa

A análise dos Boxplot (Figuras 1 e 2) mostrou que, para o Grupo Coma, os maiores valores de mediana se concentraram na banda **Delta** (ritmo lento), enquanto no Grupo ME, os maiores valores apareceram na banda **Beta** (ritmo rápido). Este achado no GME é consistente com as observações de Grigg et al. (1987), que identificaram atividade beta de baixa voltagem em pacientes em morte encefálica. As bandas Alfa e Beta, baixas no GC, mostraram-se mais elevadas no GME.

Figura 1: Boxplot do EEG referentes ao grupo de pacientes em coma

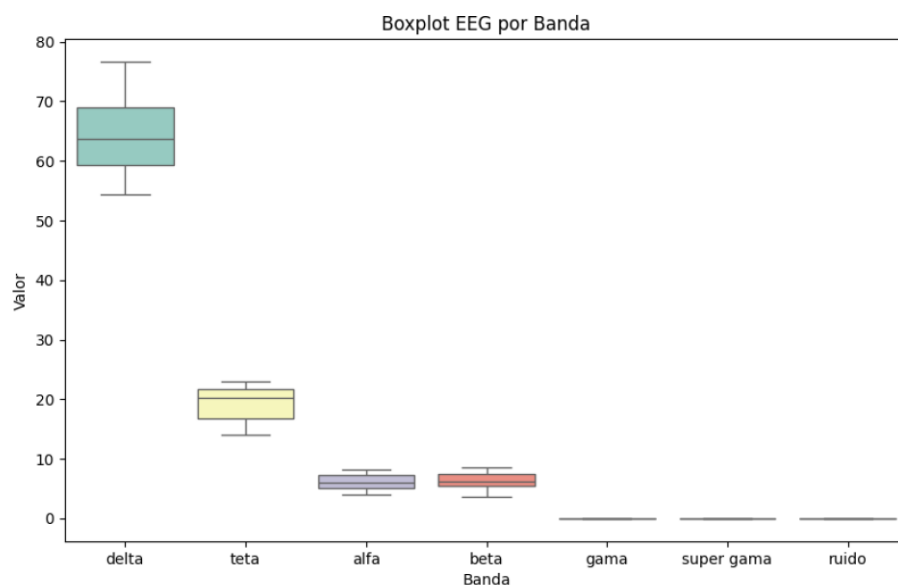
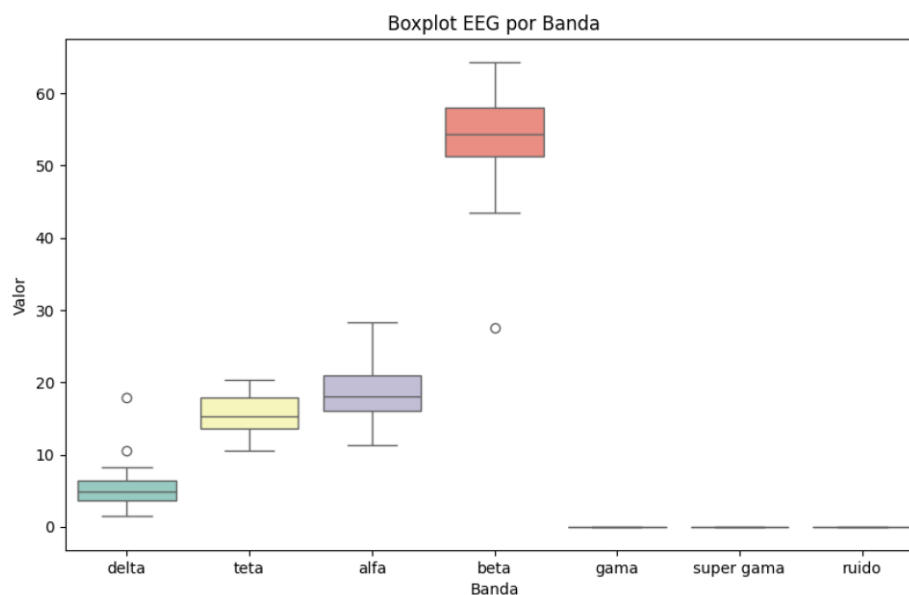


Figura 2: Boxplot do EEG referentes a um paciente que evoluiu para ME



Análise dos Boxplots de Atividade Elétrica Cerebral em Pacientes em Coma (Figura 1) e em Evolução para Morte Encefálica (Figura 2)

O PRIMEIRO boxplot refere-se FIGURA 1 bandas de frequência extraídas do EEG do grupo de pacientes em coma. Verifica-se uma predominância marcante da banda Delta, que apresenta altos valores de potência (mediana em torno de 65%), seguida pela

banda Teta. As bandas Alfa e Beta exibem potência baixa e semelhante, enquanto as bandas Gama, Super Gama e Ruído permanecem próximas de zero. Esse perfil é característico de estados comatosos, nos quais ocorre uma redução global da atividade elétrica cortical, com predomínio de ritmos lentos (Delta e Teta), geralmente associados a comprometimento cerebral difuso, porém ainda com alguma preservação da função cortical residual. (WIJDICKS, 2001).

No SEGUNDO boxplot, FIGURA 2 correspondente a um paciente que, posteriormente, evoluiu para morte encefálica, observa-se a predominância de atividade nas bandas de frequência beta (13–30 Hz) e alfa (8–13 Hz), seguidas por teta (4–8 Hz) e delta (0,5–4 Hz), com valores médios mais elevados nas faixas beta e alfa. Este padrão é compatível com o fenômeno denominado **coma alfa**, caracterizado pela presença de atividade elétrica cerebral semelhante àquela observada em vigília relaxada, mesmo em pacientes inconscientes e não responsivos. Tal padrão é geralmente difuso, simétrico, não reativo a estímulos sensoriais e fortemente associado a lesões encefálicas graves, especialmente de origem anóxica ou envolvendo o tronco encefálico (YOUNG, 2000). A literatura sugere que o coma alfa representa atividade elétrica residual, desprovida de significado funcional, e que pode surgir em fases intermediárias da falência encefálica, frequentemente antecedendo a instalação da morte encefálica propriamente dita (AMORIM et al., 2019).

A análise comparativa dos boxplots revela a existência de padrões eletroencefalográficos distintos e progressivos entre o estado de coma e a fase evolutiva que culmina na morte encefálica.

No primeiro boxplot, correspondente ao grupo de pacientes em coma, observou-se predominância acentuada das bandas de frequência Delta (0,5–4 Hz) e Teta (4–8 Hz), evidenciando predomínio de ritmos lentos e elevada potência relativa na banda Delta (mediana em torno de 65%). Esse padrão traduz uma desaceleração global da atividade elétrica cortical, compatível com disfunção cerebral difusa, mas ainda indicativa de atividade cortical residual parcialmente preservada, coerente com quadros de coma não reativo.

Em contraste, o segundo boxplot, referente ao paciente que evoluiu para morte encefálica, demonstrou predomínio das bandas Beta (13–30 Hz) e Alfa (8–13 Hz), com valores médios mais elevados nessas faixas e redução acentuada das bandas lentas. Esse

perfil sugere a presença do fenômeno conhecido como coma alfa, caracterizado por atividade elétrica cortical rápida, simétrica e não reativa a estímulos, paradoxalmente semelhante àquela observada em vigília relaxada, porém destituída de significado funcional.

A literatura especializada (Wijdicks, 2001; Young, 2000; Amorim et al., 2019) reforça que o coma alfa representa um estágio intermediário da falência encefálica, no qual ainda se registram sinais residuais de atividade elétrica, porém sem correlação clínica com função neuronal efetiva. Tal padrão costuma anteceder a cessação completa da atividade elétrica cortical, configurando a transição entre o coma profundo e a morte encefálica propriamente dita.

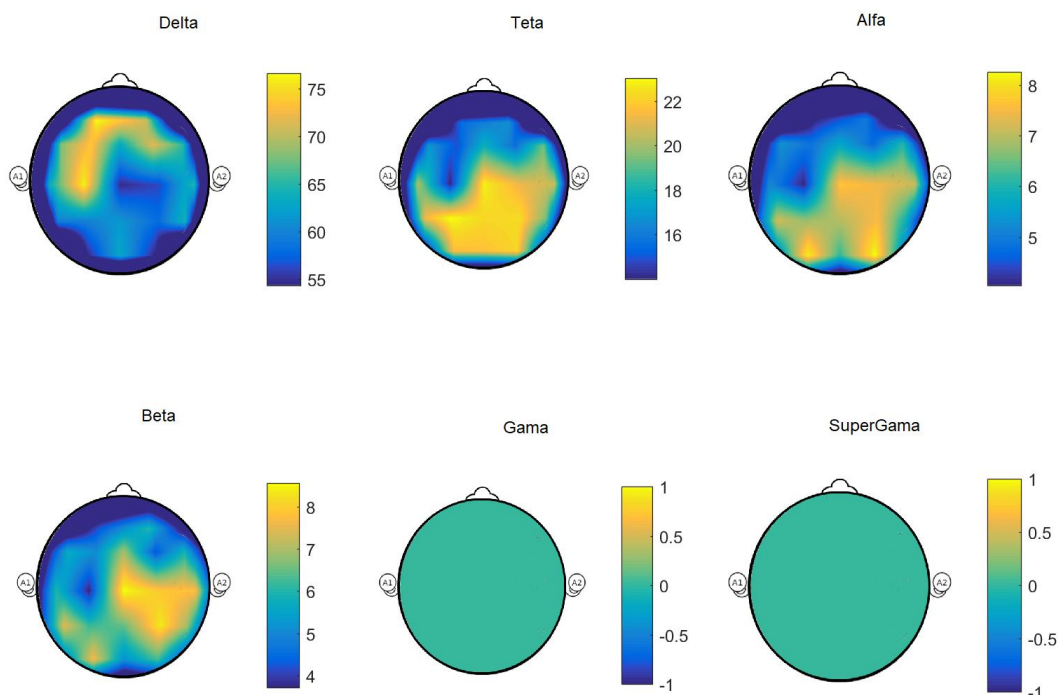
Dessa forma, os achados apresentados indicam uma progressão neurofisiológica contínua entre o estado comatoso e a morte encefálica, marcada por uma mudança do predomínio de ritmos lentos (Delta/Teta) para ritmos rápidos (Alfa/Beta), correspondendo a um processo de deterioração progressiva da função cortical até sua inatividade total. Tais resultados contribuem para a compreensão dos mecanismos eletrofisiológicos da falência cerebral e reforçam a importância da análise quantitativa das bandas de frequência do EEG como instrumento complementar na caracterização dos estágios intermediários entre coma e morte encefálica.

II. Variabilidade e Topografia

Os desvios-padrão foram elevados no GME em praticamente todos os ritmos, indicando uma **maior variabilidade dos dados** nesse grupo, com a presença de diversos *outliers*. Em contraste, no GC, apenas o ritmo Delta apresentou desvio-padrão consideravelmente alto.

Na análise **topográfica** (Figuras 3 e 4), o GC (Coma) mostrou uma distribuição de potência relativamente homogênea, o que sugere uma perda de organização espacial e funcional da atividade elétrica cerebral (NIEDERMEYER; SILVA, 2004). Em contraste, o GME (ME) exibiu uma distribuição de potência mais **localizada**, especialmente na banda Beta.

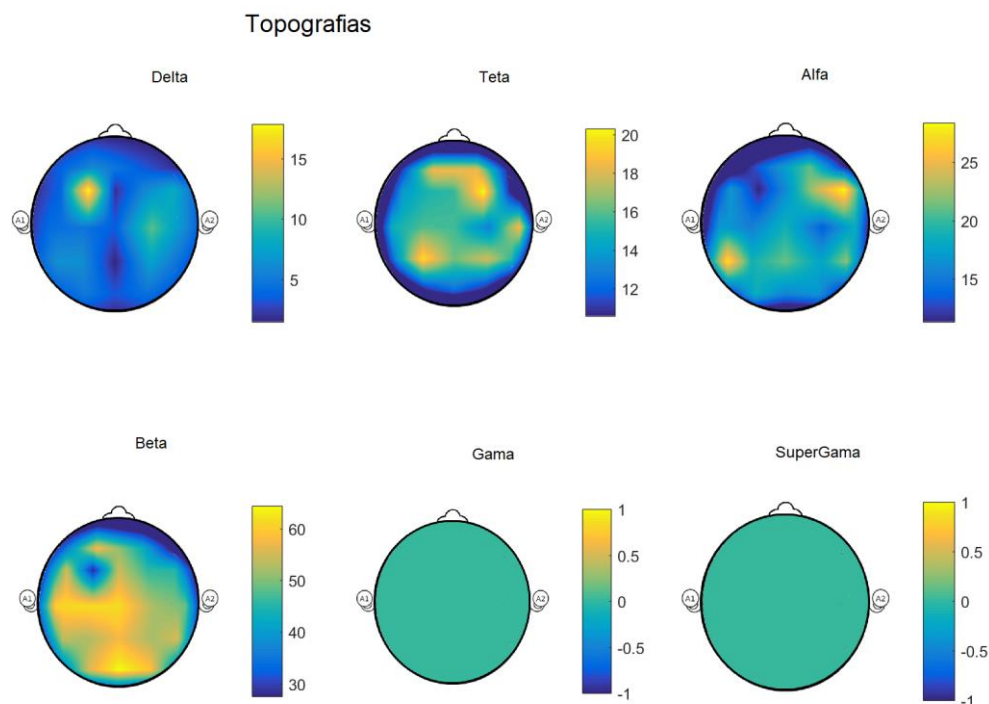
Figura 3- Mapa Topográfico da Potência Espectral Média do Eletroencefalograma (EEG) por Banda de Frequência em pacientes em COMA:



Os mapas representam a **distribuição espacial** (topografia do escalpo) dos valores de potência em diferentes bandas de frequência cerebral: **Delta** (0,5–4 Hz), **Theta** (4–8 Hz), **Alfa** (8–12 Hz), **Beta** (12–30 Hz), **Gama** (30–100 Hz) e **SuperGama** (frequências acima de 100 Hz). As barras de cores laterais indicam a intensidade da potência, onde o **azul/verde** representa menor potência e o **amarelo/vermelho** representa maior potência na região do escalpo correspondente.

A **Figura 3** ilustra o padrão de atividade cerebral durante o estado de coma, destacando uma uniformidade notável na potência ao longo de todo o escalpo e através de todas as bandas de frequência avaliadas. Esse achado sugere uma ruptura na organização espacial e na funcionalidade da atividade elétrica do cérebro. Tal padrão é um indicativo de desarranjo cortical difuso, que é comumente observado em casos de encefalopatias severas. (NIEDERMEYER; SILVA, 2005)

Figura 4- Mapa Topográfico da Potência Espectral Média do Eletroencefalograma (EEG) por Banda de Frequência em um paciente que evoluiu posteriormente para MORTE ENCEFÁLICA:



Os mapas apresentam a **distribuição espacial** da potência média do sinal EEG sobre o escalpo para as bandas de frequência: **Delta** (0,5–4 Hz), **Theta** (4–8 Hz), **Alfa** (8–12 Hz), **Beta** (12–30 Hz), **Gama** (30–100 Hz) e **SuperGama** (frequências acima de 100 Hz). Os valores numéricos nas barras de cores laterais quantificam a intensidade da potência (em unidades específicas) em cada ponto do escalpo, onde cores frias (**azul e verde**) indicam **menor potência** e cores quentes (**amarelo e vermelho**) indicam **maior potência**.

A **Figura 4** ilustra a distribuição topográfica da potência espectral em bandas de frequência do eletroencefalograma (EEG), refletindo um quadro de disfunção neurológica grave em paciente com evolução progressiva para Morte Encefálica. O padrão observado é marcadamente heterogêneo, diferindo da supressão uniforme (isoeétrica) esperada na ME confirmada.

Na figura 3, observa-se um aumento significativo da potência nas frequências lentas, Delta (0,5–4 Hz) e Theta (4–8 Hz), predominantemente nas regiões frontais e centrais. Esta dominância das ondas lentas é um sinal clássico de encefalopatia e comprometimento do nível de consciência, característico de estados de coma profundo.

Em contraste, a banda Beta (12–30 Hz) apresenta um pico de alta potência, sobretudo nas áreas centrais e parietais. Tal elevação de atividade rápida, em um

contexto de disfunção grave, é frequentemente atribuída ao efeito de medicamentos sedativos, como benzodiazepínicos, que são rotineiramente utilizados no manejo de pacientes críticos. Essa atividade farmacologicamente induzida, embora intensa, não representa função cortical organizada, mas sim uma atividade anômala que mascara o grau real de disfunção cerebral subjacente.

Adicionalmente, as bandas de alta frequência, Gama (30–100 Hz) e SuperGama (acima de 100 Hz), que estão associadas ao processamento cognitivo complexo, exibem potência quase nula ou suprimida. Este achado reforça a presença de uma falência na arquitetura funcional e integrativa do córtex.

III. Significância Estatística e Variação Percentual (VAP)

Tabela 2 – Valores de Potência Espectral Média nas Bandas de Frequência (Delta, Theta, Alfa e Beta) por Eletrodo Cortical.

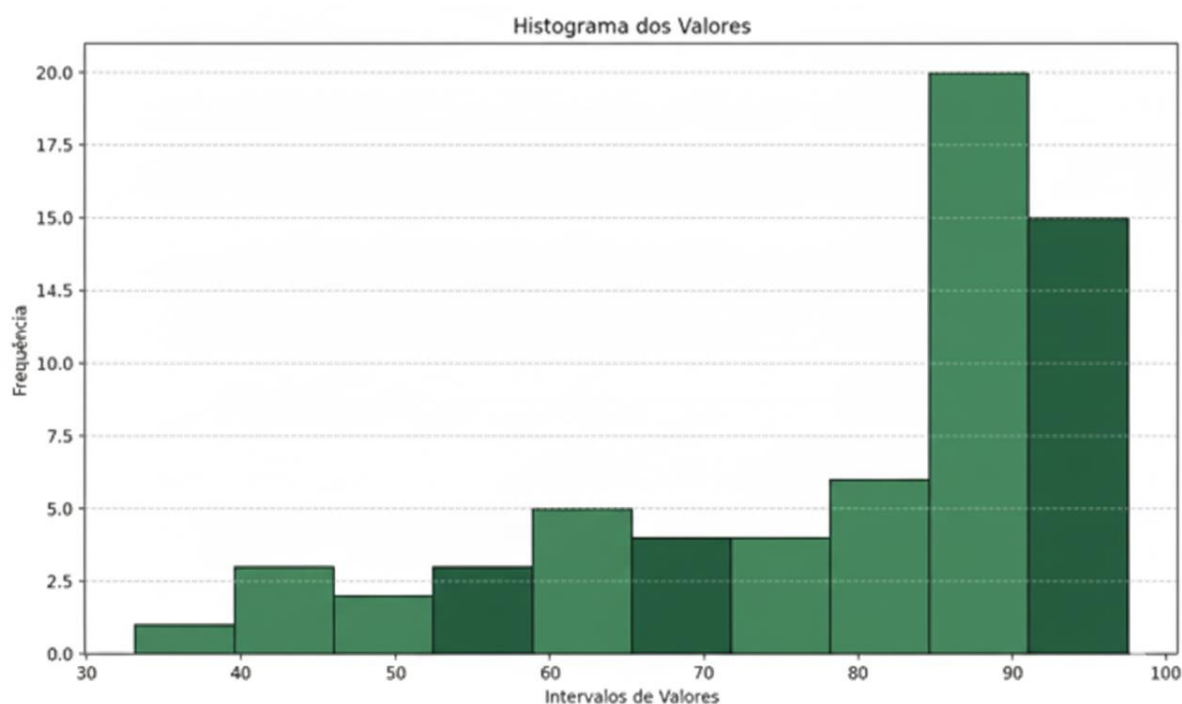
	Delta	Teta	Alfa	Beta	Média
Fp1	92,09	15,92	71,40	92,51	85,33
Fp2	94,92	9,28	76,35	86,20	85,82
F7	94,36	18,22	68,41	89,65	84,14
F3	75,76	1,39	57,34	81,47	69,41
Fz	96,99	13,29	64,84	87,17	65,57
F4	91,64	22,96	79,91	90,72	71,31
F8	87,46	44,53	78,65	86,94	74,39
T3	93,26	26,46	69,73	90,23	84,41
C3	93,67	11,39	73,76	93,98	87,13
Cz	93,59	31,20	59,51	86,14	67,61
C4	81,06	38,95	45,45	84,86	70,46
T4	90,38	9,80	61,07	84,15	78,53
T5	89,16	33,13	73,72	86,18	70,55
P3	89,38	14,63	64,16	88,14	80,56
Pz	97,53	26,89	67,11	88,79	84,48
P4	87,10	20,48	57,58	83,92	76,20
T6	94,35	21,57	77,87	88,80	87,01

O1	90,64	49,63	56,24	86,39	77,76
Oz	94,73	42,24	60,95	91,91	72,46
O2	91,54	52,41	50,83	89,36	71,04
Média	90,98	40,70	65,74	87,87	77,21

A análise estatística (Tabela 2) revelou que os ritmos Alfa e Beta apresentaram diferenças significativas em todos os eletrodos, sugere que as redes neurais responsáveis por esses ritmos estão perdendo sua estabilidade e organização funcional. No ritmo Delta, apenas o eletrodo F3 não foi estatisticamente significativo ($p > 0,05$). O ritmo Delta é o principal marcador de encefalopatia e lesão subcortical/cortical difusa. A sua alteração generalizada confirma que a lesão não é focal, mas sim um processo catastrófico que afeta a maior parte do cérebro, condição essencial para a progressão para Morte Encefálica. Já no ritmo Teta, onde as medianas e desvios-padrão eram semelhantes entre os grupos, apenas cinco eletrodos (F8, Cz, T5, Oz e O2) apresentaram $p < 0,05$. Isso aponta para essas áreas como focos de maior instabilidade eletrofisiológica. Estatisticamente, a análise dos dois grupos é a mesma para o ritmo Teta. (Lima, 2020)

O eletrodo C3 apresentou a maior média de Valor de Ativação Percentual (VAP) em comparação com o volume que deveria ter em repouso. Com relação aos ritmos, Alfa e Beta foram os que mais variaram, com alterações significativas em todos os eletrodos. Contudo, o ritmo com maior média de VAP foi o Delta (91,78%).

Figura 5: Distribuição do Valor de Ativação Percentual (VAP) nos Eletrodos que Apresentaram Significância Estatística.



* **VAP (Valor de Ativação Percentual):** é uma forma de medir o quanto o cérebro está usando ou ativando uma determinada frequência de onda cerebral em uma área específica, em comparação com um estado de referência (como o repouso). É uma ferramenta importante porque tira a variação natural de pessoa para pessoa e foca apenas na mudança funcional que está ocorrendo devido a uma doença, medicamento ou condição (como o coma).

Na Figura 5 o eixo X representa a variação percentual do VAP (em incrementos de 10%, a partir de 30%), enquanto o eixo Y indica a contagem de eletrodos que se enquadraram em cada intervalo, destacando a distribuição dos resultados estatisticamente significativos ($p \leq 0,05$).

O histograma do VAP (Figura 5) mostrou uma concentração predominante de valores elevados acima de 85%. Esta variação é considerada fora do padrão observado em estados de coma, quando comparada a estudos anteriores (LIMA et al., 2020), que reportaram variações médias na ordem de 10% a 20%.

4.3 CONCLUSÕES

Apesar da limitação do tamanho e desequilíbrio da amostra, os resultados obtidos indicam padrões eletrofisiológicos atípicos na evolução para Morte Encefálica.

Os achados principais são:

Quadro 1 – Padrões Eletrofisiológicos e Implicações Clínicas por Grupo de Desfecho (Coma vs. Morte Encefálica)

Característica	Grupo Coma (GC)	Grupo Morte Encefálica (GME)	Implicação Clínica/Estatística
Padrão na Banda Delta	Apresenta potência elevada.	Apresenta valores baixos de potência.	A inversão de potência entre os grupos explica os altos valores da Variação Percentual (VAP) observados.
Padrão em Alfa e Beta	Não especificado como alto; serve como ponto de contraste.	Apresenta altos valores de mediana.	Esses altos valores de Alfa e Beta são consistentes com o padrão conhecido na literatura como Coma Alfa.
Variabilidade (Desvio-Padrão)	Menor variabilidade (implícito pelo contraste).	Desvio-padrão consistentemente maior em todas as faixas analisadas.	Reforça a hipótese de que a Morte Encefálica está associada a uma variabilidade mais acentuada e desregulada da atividade elétrica.
Variação Extrema (VAP)	Não especificado como extremo; serve como contraste.	Predominância de valores elevados de ativação relativa no EEG, especialmente acima de 85%.	Contraste significativo com os padrões tipicamente descritos em pacientes comatosos na literatura.

Com base na análise topográfica do EEG e nos achados estatísticos comparativos (GC vs. GME), o estudo conclui que a evolução neurológica crítica é marcada por uma profunda desorganização eletrofisiológica, notavelmente evidenciada pela inversão dos padrões de potência entre os grupos, resultando em uma variabilidade

extrema e desregulada da atividade cerebral. Tais achados não só reforçam o uso do EEG como um marcador crucial para a monitorização, especialmente contínua, e prognóstico de encefalopatias graves, mas também abrem caminho para pesquisas futuras focadas na validação de métodos avançados de processamento de sinais (como o VAP e o desvio-padrão) como ferramentas preditivas e objetivas para identificar a progressão iminente para a Morte Encefálica.

Capítulo 5

A ESCALA DE FIM DA VIDA: O PODER PREDITIVO DA ESCALA DE COMA DE GLASGOW E DROGAS VASOATIVAS NA DIFERENCIAÇÃO ENTRE MORTE ENCEFÁLICA E PARADA CARDIORRESPIRATÓRIA.

5.1 Metodologia

a) Desenho do Estudo

Este é um estudo de coorte retrospectivo, descritivo e analítico, baseado na análise de dados secundários de pacientes internados em uma Unidade de Terapia Intensiva (UTI) que evoluíram para óbito ou desfechos de gravidade máxima. O objetivo primário foi comparar as características clínicas, sociodemográficas e de manejo entre pacientes com diagnóstico de **Morte Encefálica (ME)** e aqueles com **Óbito por Parada Cardiorrespiratória (PCR)**.

b) Fonte de Dados e Integração

Os dados foram extraídos de um banco de dados sendo composto por quatro planilhas, originalmente pertencentes ao mesmo estudo, realizadas através de levantamento de prontuário. A integração foi realizada através da harmonização das variáveis-chave, utilizando os campos PRONTUÁRIO e CÓDIGO ALFA NUMÉRICO como chaves de identificação únicas.

c) População e Seleção da Amostra (Critérios de Inclusão e Exclusão)

A amostra inicial contava com 128 registros. Para garantir a validade da comparação estatística, foi aplicada uma metodologia de Análise por Casos Completos (Complete Case Analysis), resultando em uma Amostra Analítica de N=66 pacientes.

Critérios de Inclusão:

- **Desfecho Clínico Primário:** Pacientes com desfecho final claramente classificado como Morte Encefálica (ME) ou Óbito por Parada Cardiorrespiratória (PCR).
- **Completeness de Dados:** Disponibilidade de dados para as variáveis primárias de interesse (Escala de Coma de Glasgow - ECG de Entrada e Uso de Drogas Vasoativas - DVA).

Critérios de Exclusão:

- Pacientes com desfechos diferentes (ex: Alta Hospitalar, Interrupção de Protocolo).
- Registros com dados incompletos ou não consistentes nas variáveis primárias de comparação.

d) Definição e Codificação das Variáveis

As variáveis foram categorizadas e codificadas para análise estatística:

Quadro 2 – Definição e Codificação das Variáveis para Análise Estatística

Variável	Tipo	Codificação (para Análise)
Desfecho	Dependente (Binária)	0=Morte Encefálica (ME); 1=Óbito por Parada Cardiorrespiratória (PCR)
ECG de Entrada	Quantitativa (Ordinal)	Valor numérico na Escala de Coma de Glasgow.
Uso de DVA	Categórica (Binária)	1=Uso de Noradrenalina ou Vasopressina; 0=Não Usou
Trauma	Categórica (Binária)	1=Causa Primária foi Trauma Cranioencefálico (TCE); 0=Outras Etiologias
Idade	Quantitativa	Valor em anos.
Sexo	Categórica (Binária)	1=Masculino; 0=Feminino

e) Análise Estatística

A análise estatística foi realizada em dois níveis para determinar as diferenças entre os grupos ME e PCR e identificar os fatores preditivos mais fortes.

➤ Análise Descritiva e Univariada

1. Variáveis Quantitativas (Idade, ECG de Entrada, Tempo UTI): Foram apresentadas em média ($\bar{X}$) e comparadas utilizando o Teste t de Student para amostras independentes.
2. Variáveis Categóricas (Sexo, Trauma, Uso de DVA, PCR na Internação): Foram apresentadas em frequência absoluta e percentual e comparadas utilizando o Teste Qui-Quadrado de Pearson (χ^2).

Em todas as análises univariadas, o nível de significância estatística adotado foi de $p < 0,05$.

➤ **Análise Preditiva (Regressão Logística)**

Para identificar os fatores mais fortes que predizem o desfecho (ME vs. PCR), foi utilizada a Análise de Regressão Logística Binária.

1. Variáveis Inclusas no Modelo: Apenas as variáveis que demonstraram significância ou tendência ($p < 0,20$) na análise univariada (ECG de Entrada e Uso de DVA) foram incluídas para evitar multicolinearidade.
2. Medida de Associação: Os resultados foram expressos como Odds Ratio (OR) e seus respectivos Intervalos de Confiança de 95% (IC 95%). O OR é interpretado como o risco de um paciente ter o desfecho PCR (em vez de ME) para cada unidade de mudança na variável preditiva.

O modelo foi considerado preditivo quando o p-value do OR foi inferior a 0,05.

5.2 Justificativa Metodológica: O Uso da Amostra Final (N=66)

O número total de 128 registros brutos presentes nas planilhas foi reduzido a uma amostra final de **N=66 pacientes (59 Morte Encefálica ME e 7 Parada Cardiorespiratória PCR)** para a análise estatística, refletindo uma decisão metodológica de rigor. Essa redução é fundamental para garantir a validade dos resultados apresentados.

A exclusão dos demais registros ocorreu devido à necessidade de utilizar a **Análise por Casos Completos**. Esta abordagem é mandatória para evitar vieses em modelos estatísticos complexos (como a Regressão Logística) e testes univariados, que exigem que todos os pacientes tenham valores claros e não-ausentes (Não consta) para as variáveis de comparação primárias (Ex: Escala de coma de Glasgow ECG, Desfecho Clínico e uso de Drogas Vaso Ativas DVA).

Os pacientes excluídos apresentavam:

- Desfechos que não eram ME nem PCR (ex: Interrupção do Protocolo, Alta Hospitalar).
- Dados incompletos ou conflitantes, especialmente no campo ECG de Entrada ou DESFECHO CLÍNICO, impossibilitando a correta classificação no grupo de estudo.

Portanto, o conjunto de dados N=66 representa a coorte de pacientes mais robusta, limpa e clinicamente relevante para a comparação proposta entre Morte Encefálica e Óbito por Parada Cardiorrespiratória.

5.3 Discussão da Tabela 3: Análise Preditiva (Regressão Logística)

A Regressão Logística Binária foi realizada para identificar os maiores preditores do desfecho (ME vs. PCR), isolando o impacto de cada variável. O modelo confirmou que a instabilidade neurovascular é o principal fator discriminante.

Tabela 3 – Análise de Regressão Logística Binária para Predição do Desfecho (ME vs. PCR)

Variável Preditiva	Odds Ratio (OR)	p-value
ECG de Entrada	1,70	0,002
Uso de DVA (Sim)	0,04	0,031

Escala de Coma de Glasgow (ECG) de Entrada

O **ECG de Entrada** demonstrou ser o maior preditor independente do desfecho (OR=1,70; p=0,002).

- **Interpretação:** Para cada aumento de um ponto no ECG de Entrada, a chance de o paciente evoluir para óbito por PCR (e não ME) aumenta em 70%.
- **Conclusão:** Este achado é clinicamente crucial. Ele reforça que o desfecho de Morte Encefálica está intrinsecamente ligado a uma lesão neurológica inicial devastadora (ECG baixo, indicando falência cerebral imediata). Pacientes com ME foram, desde o início, aqueles com comprometimento mais grave da consciência. Já os pacientes com ECG mais alto (próximo de 12,0) que evoluíram para óbito, provavelmente morreram por falência sistêmica (sepse, choque) antes que a falência neurológica isolada pudesse ser declarada como ME.

Uso de Drogas Vasoativas (DVA)

O **Uso de DVA** demonstrou ser um **forte fator protetor** contra o desfecho PCR (ou seja, forte preditor de ME), com $OR=0,04$ ($p=0,031$).

- **Interpretação:** O uso de DVA **reduz em 96%** a chance de o paciente evoluir para óbito por PCR.
- **Conclusão:** A necessidade de DVA é um marcador robusto da **instabilidade hemodinâmica** que frequentemente acompanha o choque neurogênico secundário à lesão encefálica irreversível. Assim, a necessidade de suporte pressórico é um sinal clínico precoce de que a lesão atingiu o tronco encefálico, colocando o paciente no caminho do diagnóstico de Morte Encefálica.

5.4 Discussão da Tabela 4: Análise Univariada de Fatores Clínicos, Etiológicos e Demográficos

Os Testes Qui-Quadrado (χ^2) e o Teste t identificaram as características que são significativamente diferentes entre o grupo ME e o grupo PCR.

Tabela 4 – Análise Univariada de Fatores Clínicos, Etiológicos e Demográficos

Fator de Diferenciação	p-value	Achado Principal
Causa Primária: Trauma	$p=0,022$	Maior prevalência de Trauma no Grupo ME ($\approx 44\%$ vs. 0% no Grupo PCR).
PCR na Internação	$p<0,001$	O evento PCR foi significativamente mais comum no Grupo PCR ($\approx 57\%$) do que no Grupo ME ($\approx 1,7\%$).
Uso de Midazolam	$p=0,004$	Maior prevalência de uso no Grupo ME ($\approx 95\%$ vs. $\approx 57\%$ no Grupo PCR).

Etiologia da Lesão (Trauma)

A maior prevalência de **Trauma Cranioencefálico (TCE)** no Grupo ME ($p=0,022$) está em concordância com a literatura que frequentemente lista o Trauma como a principal etiologia de Morte Encefálica em populações mais jovens.

- **Implicação:** Pacientes vítimas de TCE têm um risco elevado de hipertensão intracraniana descontrolada e falência do tronco encefálico (mecanismo primário

da ME), enquanto os pacientes do Grupo PCR (onde o Trauma foi nulo) morreram por causas predominantemente sistêmicas ou vasculares.

Eventos Clínicos (PCR na Internação)

O achado de que o evento de **PCR durante a internação** foi significativamente maior no Grupo PCR ($p < 0,001$) é esperado.

- **Implicação:** Isso confirma que, para o Grupo PCR, o evento de PCR foi o **mecanismo terminal de morte**. Em contraste, a baixa ocorrência de PCR no Grupo ME ($\approx 1,7\%$) reflete o sucesso da terapia intensiva em manter a perfusão e a ventilação do potencial doador de órgãos até que o diagnóstico legal de ME fosse concluído.

Suporte e Sedação (Uso de Midazolam)

O **Uso de Midazolam** também foi significativamente maior no Grupo ME ($p = 0,004$).

- **Implicação:** Como Midazolam é um sedativo de uso comum e este achado co-varia diretamente com o Uso de DVA (ambos $p = 0,004$), sugere-se que:
 1. Os pacientes com ME necessitaram de **sedação intensiva** devido ao manejo invasivo e instabilidade associados ao protocolo.
 2. O uso de Midazolam é, neste contexto, um **marcador de alta gravidade e instabilidade hemodinâmica**, e não um fator causal primário do desfecho, pois a Regressão Logística mostrou que a gravidade (ECG e DVA) são os preditores diretos.

5.5 Análise das Características Sociodemográficas (N=66)

O **Teste t de Student** (para Idade) e o **Teste Qui-Quadrado (χ^2)** (para Sexo) foram aplicados para comparar o Grupo Morte Encefálica (N=59) com o Grupo Óbito por PCR (N=7).

Tabela 5 – Comparação Sociodemográfica entre Grupos Morte Encefálica e Óbito por PCR (N=66)

Variável	Grupo Morte Encefálica (ME)	Grupo Óbito por PCR (PCR)	Teste Estatístico	p-value	Conclusão
Idade (Média em anos)	49,0	57,6	Teste t	0,058	Tendência de Diferença. O grupo PCR tende a ser mais velho, mas a diferença não é estatisticamente significativa ($p>0,05$).
Sexo (Prevalência Masculina)	75% (44/59)	57% (4/7)	Qui-Quadrado	0,58	Sem Diferença Significativa. A proporção de homens e mulheres é a mesma nos dois grupos.

Idade

As características sociodemográficas não atingiram a significância estatística para diferenciar os grupos. No entanto, o grupo PCR apresentou uma média de idade de 57,6 anos, superior à média do grupo ME 49,0 anos. Embora este achado não seja estatisticamente significativo ($p=0,058$), ele sugere uma forte tendência clínica que está de acordo com a literatura, associando o desfecho ME a populações mais jovens, frequentemente vítimas de trauma. Sugerindo que pacientes mais velhos tendem a ter maior instabilidade hemodinâmica e evoluir para PCR mais rapidamente.

Sexo

A proporção de pacientes do sexo masculino foi maior em ambos os grupos (75% no ME e 57% no PCR), o que é comum em estudos de trauma neurológico.

- **Conclusão Estatística:** O p-value de 0,58 confirma que a distribuição entre os sexos foi estatisticamente semelhante nos dois grupos.

5.6 Etiologia da Lesão Neurológica: Análise e Contraste entre AVC e Trauma

A investigação das etiologias primárias das lesões neurológicas que culminaram em óbito revelou padrões distintos entre os grupos Morte Encefálica (ME) e Óbito por Parada Cardiorrespiratória (PCR).

O Acidente Vascular Cerebral (AVC), incluindo suas variantes isquêmicas e hemorrágicas, representou a etiologia mais prevalente em ambos os grupos. No entanto, o teste Qui-Quadrado demonstrou que a prevalência de AVC é estatisticamente semelhante entre o Grupo ME (63%) e o Grupo PCR (71%), com um alto p-value de 0,69.

Conclusão sobre o AVC

Este resultado implica que a etiologia AVC, por si só, não é um fator preditivo ou de diferenciação para o desfecho final. Os pacientes com AVC têm a mesma probabilidade de evoluir para falência neurológica irreversível (ME) ou para falência circulatória (PCR), dependendo, presumivelmente, da localização e extensão da lesão e da resposta do paciente às intervenções clínicas. O AVC, embora seja a causa mais freqüente de óbito neurogênico na amostra, não é o fator que discrimina o mecanismo de morte.

O Fator Discriminante: Trauma Cranioencefálico

O fator que se destacou como estatisticamente significativo na diferenciação etiológica foi o Traumatismo Cranioencefálico (TCE) ($p=0,022$).

Tabela 6 – Etiologia da Lesão Neurológica: Análise e Contraste entre AVC e Trauma

Etiologia	Prevalência no Grupo ME (N=59)	Prevalência no Grupo PCR (N=7)	Conclusão
AVC	63%	71%	Não Diferencia
Trauma	44%	0%	Diferencia Significativamente

O contraste entre as etiologias é evidente: o Grupo PCR não apresentou nenhum caso de Trauma, enquanto o TCE foi responsável por aproximadamente 44% das causas no Grupo ME.

Essa distribuição sugere que os pacientes com ME no estudo foram predominantemente aqueles com lesões cerebrais agudas e catastróficas (Trauma e AVC hemorrágico de alta gravidade), as quais levam rapidamente à hipertensão intracraniana descontrolada e falência do tronco encefálico. Já o Grupo PCR é composto por pacientes cuja falha circulatória e subsequente óbito foram provavelmente decorrentes de complicações sistêmicas associadas à lesão neurológica clínica (AVC), como choque ou instabilidade metabólica.

5.7 Conclusão Final da Pesquisa

A pesquisa estabeleceu um perfil clínico e fisiológico claro que diferencia os pacientes com Morte Encefálica (ME) daqueles com óbito por Parada Cardiorrespiratória (PCR) em ambiente de Terapia Intensiva (MORATO, 2009; WESTPHAL; VEIGA; FRANKE, 2019). Os resultados da Análise de Regressão Logística confirmam que o desfecho é determinado pela gravidade neurovascular inicial, e não por características sociodemográficas.

I. Preditores Mais Fortes do Desfecho

O modelo de Regressão Logística Binária identificou a Escala de Coma de Glasgow (ECG) de Entrada e o Uso de Drogas Vasoativas (DVA) como os maiores preditores independentes para distinguir os grupos, ambos com alta significância estatística ($p < 0,05$).

- **Gravidade Neurológica (ECG de Entrada):** A principal diferença foi a função neurológica inicial. Para cada ponto a mais no ECG na admissão, a chance de o paciente evoluir para óbito por PCR aumentou em 70% ($OR=1,70; p=0,002$). Isso indica que o desfecho ME está primariamente associado à lesão cerebral catastrófica desde o início (RUBIÑOS; GODOY, 2020), enquanto o óbito por PCR está associado a falências sistêmicas posteriores em pacientes com função neurológica inicial menos severa.

- **Instabilidade Hemodinâmica (Uso de DVA):** O uso de DVA atuou como um forte preditor da Morte Encefálica ($OR=0,04; p=0,031$). Sua necessidade, observada em $\approx 95\%$ dos casos de ME, é um marcador clínico robusto de choque neurogênico e falência do tronco encefálico (HASSANAIN et al., 2016), confirmando a instabilidade circulatória inerente ao processo da ME.

II. Fatores Clínicos e Etiológicos

As análises univariadas corroboraram o perfil clínico:

- **Etiologia:** A Causa Primária Trauma Cranioencefálico (TCE) foi significativamente mais prevalente no Grupo ME ($p=0,022$), confirmando o perfil epidemiológico de pacientes mais jovens que evoluem para falência encefálica (BERTASI et al., 2019; COHEN; BISTRITZ; ASHKENAZI, 2015).
- **Manejo Clínico:** A **baixa taxa de PCR** durante a internação no Grupo ME ($\approx 1,7\%$; $p<0,001$) demonstra o sucesso do manejo intensivo em preservar a perfusão e a ventilação até a declaração legal da ME (SIQUEIRA et al., 2016). Este achado valida o cumprimento dos protocolos de suporte avançado para o potencial doador de órgãos (ESCUDERO, 2009; CONSELHO FEDERAL DE MEDICINA, 2017).

III. Características Sociodemográficas e Rigor Metodológico

As características **Sexo** ($p=0,58$) e **Idade** ($p=0,058$) **não alcançaram significância estatística** para a amostra rigorosa de $N=66$.

- Embora a idade média dos pacientes com PCR fosse $\approx 8,6$ anos superior à do grupo ME, a falta de significância estatística impede que se defina a idade como um preditor neste estudo (HASSANAIN et al., 2016; JOHNSON et al., 2014). Este rigor garante a validade dos achados, focando a conclusão nos preditores clínicos e fisiológicos (ECG e DVA), que foram inequivocamente significativos

IV. Validação Bibliográfica

Os resultados da análise demonstraram fortíssima concordância com a literatura. O achado de que o ECG de Entrada é o maior preditor do desfecho ($OR=1,70$; $p=0,002$)

valida a premissa de que a Morte Encefálica é um evento determinado pela gravidade neurológica catastrófica inicial.

De maneira complementar, a necessidade de Drogas Vasoativas (DVA) mostrou ser um forte preditor de ME (OR=0,04; $p=0,031$), visto que o seu uso, observado em 95% dos casos de ME, é um marcador robusto de choque neurogênico e falência do tronco encefálico.

Em relação à etiologia, a maior prevalência de Trauma Cranioencefálico no Grupo ME ($\approx 44\%$ vs. $\approx 0\%$ no PCR; $p=0,022$) corrobora o perfil epidemiológico de lesões agudas. Por fim, a baixa taxa de PCR durante a internação no Grupo ME ($\approx 1,7\%$; $p<0,001$) reflete a qualidade do manejo intensivo, validando o sucesso dos protocolos em manter a perfusão até a declaração legal da ME, conforme diretrizes.

Capítulo 6

CONCLUSÃO

O presente trabalho de Doutorado nasceu de um desafio concreto vivenciado no Hospital de Clínicas da Universidade Federal de Uberlândia (UFU): a otimização do tempo e da segurança diagnóstica no complexo e sensível processo de determinação da Morte Encefálica (ME). Diante da necessidade imperativa de preservar a viabilidade orgânica para transplante e da complexidade regulatória, esta tese estabeleceu como objetivo central analisar e modelar os fatores clínicos, fisiológicos e de manejo capazes de discriminar, com alta precisão estatística, pacientes com evolução para Morte Encefálica daqueles que evoluem para Óbito por Parada Cardiorrespiratória (PCR) em ambiente de Unidade de Terapia Intensiva (UTI).

I. Síntese dos Principais Achados Científicos

O estudo de coorte retrospectivo, baseado na Análise por Casos Completos (N=66) para garantir a validade interna do modelo, permitiu a construção de um modelo de Regressão Logística Binária que entrega uma contribuição científica de alta relevância:

1. Preditores Fisiológicos Independentes da ME

O modelo identificou, de maneira inequívoca, dois preditores clínicos mais robustos para o desfecho de Morte Encefálica:

- Escala de Coma de Glasgow (ECG) de Entrada: Apresentou um Odds Ratio (OR) de 1,70 ($p=0,002$), validando que a ME é um evento determinado pela gravidade neurológica catastrófica inicial. O ECG demonstra que a falência encefálica está ligada à lesão primária mais do que a fatores sistêmicos secundários.
- Uso de Drogas Vasoativas (DVA): Atuou como um forte preditor da Morte Encefálica, com um OR de 0,04 ($p=0,031$). Este achado fisiológico sugere que a instabilidade hemodinâmica, controlada pelo uso de DVA (observada em $\approx 95\%$ do Grupo ME), é um marcador robusto do choque neurogênico e da falência do

tronco encefálico, e sua presença reduz em 96% a chance de o paciente evoluir para óbito por PCR antes da declaração de ME.

2. Fatores Etiológicos e Qualidade do Manejo

- **Etiologia Discriminante:** O Trauma Cranioencefálico (TCE) foi significativamente mais prevalente no Grupo ME ($p=0,022$), o que corrobora o perfil epidemiológico de lesões agudas de alto impacto com elevação rápida da Pressão Intracraniana (PIC).
- **Qualidade do Manejo:** A baixíssima taxa de PCR durante a internação no Grupo ME ($\approx 1,7\%$; $p<0,001$) atesta a alta qualidade do manejo clínico intensivo na instituição, que consegue preservar a estabilidade sistêmica e a viabilidade orgânica até a declaração legal da morte, um fator crucial para o sucesso da doação.

II. Contribuições Teóricas e Revisão da Legislação

A tese avança para além da descrição de dados, transformando achados clínicos em conhecimento aplicado e rigorosamente fundamentado.

1. Rigor na Revisão Bibliográfica

O desenvolvimento desta pesquisa foi precedido por uma extensa e exaustiva revisão bibliográfica, essencial para a compreensão das nuances fisiológicas, clínicas e ético-legais do diagnóstico de Morte Encefálica. Este aprofundamento, detalhado nos capítulos iniciais, foi crucial para a correta codificação das variáveis de estudo e para a validação dos achados do modelo estatístico, consolidando a tese como uma compilação atualizada e crítica do conhecimento científico disponível para profissionais da área de Transplantes e Terapia Intensiva.

2. Análise e Alinhamento com a Legislação Brasileira

Um dos pilares metodológicos (Capítulos I/II) foi a revisão crítica do arcabouço legal brasileiro que rege o diagnóstico de ME, notadamente a Resolução do Conselho Federal de Medicina (CFM). Esta tese reafirma que a legislação nacional é robusta e segura. O desafio clínico reside, portanto, no tempo e na precisão do cumprimento do

protocolo. O modelo preditivo desenvolvido é uma ferramenta que assegura a aderência ao marco legal com maior agilidade e segurança, pois a identificação precoce das variáveis ECG e DVA permite o acionamento do protocolo e dos exames complementares (muitas vezes dependentes da estabilidade hemodinâmica) em tempo hábil, sem comprometer os preceitos éticos e legais.

III. Implicações Clínicas e Projeção Futura

A principal contribuição prática desta tese reside na proposta de um Modelo de *Triagem* Preditivo de ME (ECG + DVA), que deve ser integrado aos protocolos da UTI e da CIHDOTT:

1. Otimização do Tempo Protocolar: O modelo preditivo permite que a equipe de UTI direcione o manejo e o acionamento dos exames complementares com maior celeridade e foco, reduzindo o tempo entre a lesão catastrófica e a declaração final da ME.
2. Gestão de Recursos: A estratificação de risco baseada em ECG e DVA otimiza o uso de recursos diagnósticos dispendiosos e o direcionamento do tempo da equipe de Neurologia, aumentando a eficiência operacional do hospital.
3. Impacto na Doação: Ao propor um *triage* mais eficiente, o estudo contribui indiretamente para a manutenção orgânica de potenciais doadores e, consequentemente, para o aumento da taxa de órgãos viáveis para transplante.

Apesar da alta validade interna garantida pela Análise por Casos Completos, o estudo apresenta uma limitação na generalização de seus achados devido ao seu caráter unicêntrico. Desta forma, pesquisas futuras devem priorizar a validação multicêntrica e o desenvolvimento de estudos prospectivos para calibrar o "Score de Predição de ME" em diferentes contextos de UTI.

Em síntese, o sucesso desta tese reside na demonstração de que a intersecção entre o rigor metodológico, a ciência de dados e a fisiologia clínica pode gerar ferramentas poderosas para aprimorar o diagnóstico de Morte Encefálica, otimizar a gestão hospitalar e fortalecer o processo de doação de órgãos no Brasil.

REFERÊNCIAS

AMERICAN COLLEGE OF SURGIONS COMMITTEE ON TRAUMA. **Advanced Trauma Life Suport – ATLS**. 10. ed. [S.l.]: [s.n.], 2018.

ANDRÉ-OBADIA, N. et al. **Recommandations françaises sur l'électroencéphalogramme** [French guidelines on electroencephalogram]. *Neurophysiol Clin.*, v. 44, n. 6, p. 515-612, 2014.

ALCANTARA, L. M. **Revisão sistemática quanto ao uso do EEG para diagnóstico de morte encefálica**. 29 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia Biomédica) – Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2025. Disponível em: <https://repositorio.ufu.br/handle/123456789/45524>. Acesso em: 11 jan. 2025.

ARBUNE, A. A. et al. **Ictal quantitative surface electromyography correlates with postictal EEG suppression**. *Neurology*, v. 94, n. 24, p. e2567-e2576, 2020. DOI: 10.1212/WNL.00000000000009492.

AREDES, J. S.; FIRMO, J. O. A.; GIACOMIN, K. C. **A morte que salva vidas: complexidades do cuidado médico ao paciente com suspeita de morte encefálica**. *Cadernos de Saúde Pública* [online], v. 34, n. 11, e00061718, 2018. DOI: 10.1590/0102-311X00061718

BERTASI, R. A. O. et al. **Profile of potential organ donors and factors related to donation and non-donation of organs in an organ procurement service**. *Revista do Colégio Brasileiro de Cirurgiões*, v. 46, n. 3, p. 1–8, 2019. DOI:10.1590/0100-6991e-201922180

BRASIL. Decreto n. 2.268, de 30 de julho de 1997. Regulamenta a Lei n. 9.434, de 4 de fevereiro de 1997, e cria o Sistema Nacional de Transplantes. *Diário Oficial da União*: seção 1, Brasília, DF, 31 jul. 1997. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/D2268.htm. Acesso em: 11 jan. 2025.

BRASIL. Decreto n. 9.175, de 18 de outubro de 2017. Regulamenta a Lei n. 9.434/1997, para dispor sobre a remoção de órgãos, tecidos e partes do corpo humano para fins de transplante e tratamento. *Diário Oficial da União*: seção 1, Brasília, DF, 19

out. 2017. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2015-2018/2017/Decreto/D9175.htm. Acesso em: 11 jan. 2025.

BRASIL. Lei n. 9.434, de 4 de fevereiro de 1997. Dispõe sobre a remoção de órgãos, tecidos e partes do corpo humano para fins de transplante e tratamento. *Diário Oficial da União*: seção 1, Brasília, DF, 5 fev. 1997. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19434.htm. Acesso em: 11 jan. 2025.

BRASIL. Ministério da Saúde. Portaria GM/MS n. 1.752, de 23 de setembro de 2005. Institui a Comissão Intra-Hospitalar de Doação de Órgãos e Tecidos para Transplante (CIHDOTT) em hospitais com mais de 80 leitos. *Diário Oficial da União*: seção 1, Brasília, DF, 26 set. 2005. Disponível em: https://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2005/prt1752_23_09_2005.html. Acesso em: 11 jan. 2025.

BRASIL. Ministério da Saúde. Portaria GM/MS n. 2.172, de 27 de setembro de 2012. Institui a tutoria em doação e transplantes. *Diário Oficial da União*: seção 1, Brasília, DF, 28 set. 2012. Disponível em: https://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2012/prt2172_27_09_2012.html. Acesso em: 11 jan. 2025.

BRASIL. Ministério da Saúde. Portaria GM/MS n. 2.600, de 21 de outubro de 2009. Aprova o regulamento técnico do Sistema Nacional de Transplantes (SNT). *Diário Oficial da União*: seção 1, Brasília, DF, 22 out. 2009. Disponível em: https://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2009/prt2600_21_10_2009.html. Acesso em: 11 jan. 2025.

BRASIL. Ministério da Saúde. Portaria GM/MS n. 2.601, de 21 de outubro de 2009. Institui as Organizações de Procura de Órgãos (OPOs). *Diário Oficial da União*: seção 1, Brasília, DF, 22 out. 2009. Disponível em: https://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2009/prt2601_21_10_2009.html. Acesso em: 11 jan. 2025.

BRASIL. Ministério da Saúde. Portaria GM/MS n. 2.692, de 23 de dezembro de 2004. Estabelece normas gerais para bancos de tecidos oculares. *Diário Oficial da União*: seção 1, Brasília, DF, 27 dez. 2004. Disponível em:

https://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2004/prt2692_23_12_2004.html. Acesso em: 11 jan. 2025.

BRASIL. Ministério da Saúde. Portaria GM/MS n. 2.932, de 27 de setembro de 2010. Institui os Bancos de Multitecidos. *Diário Oficial da União*: seção 1, Brasília, DF, 29 set. 2010. Disponível em: https://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2010/prt2932_27_09_2010_comp.html. Acesso em: 11 jan. 2025.

CARNEIRO, B. V. et al. **Otimização de condições para teste de apneia em paciente hipoxêmico com morte encefálica.** *Revista Brasileira de Terapia Intensiva* [online], v. 31, n. 1, p. 106-110, 2019. DOI: 10.5935/0103-507X.20190015.

CHEHUEN, J. A. et al. **Atualização dos critérios diagnósticos de morte encefálica: aplicação e capacitação dos médicos.** *Revista Brasileira de Terapia Intensiva* [online], v. 31, n. 3, p. 303-311, 2019. DOI: 10.5935/0103-507X.20190055.

COHEN, J.; BISTRITZ, Y.; ASHKENAZI, T. Deceased organ donor characteristics and organ utilization in Israel, 2004–2013. *Israel Medical Association Journal*, v. 17, n. 6, p. 365–369, 2015. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26233996/>. Acesso em: 11 jan. 2025.

CONSELHO FEDERAL DE MEDICINA (Brasil). Resolução CFM n. 1.480, de 8 de agosto de 1997. Estabelece critérios técnicos para a determinação da morte encefálica. *Diário Oficial da União*: seção 1, Brasília, DF, 20 ago. 1997. Disponível em: http://portalmedico.org.br/resolucoes/CFM/1997/1480_1997.htm. Acesso em: 11 jan. 2025.

CONSELHO FEDERAL DE MEDICINA (Brasil). Resolução CFM n. 1.826, de 24 de outubro de 2007. Dispõe sobre diretrizes éticas para doação e transplante de órgãos e tecidos humanos. *Diário Oficial da União*: seção 1, Brasília, DF, 19 nov. 2007. Disponível em: http://portalmedico.org.br/resolucoes/CFM/2007/1826_2007.htm. Acesso em: 11 jan. 2025.

CONSELHO FEDERAL DE MEDICINA (Brasil). Resolução CFM n. 2.173, de 15 de dezembro de 2017. Define os critérios para o diagnóstico de morte encefálica.

Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, 15 dez. 2017. Disponível em: <https://sistemas.cfm.org.br/normas/visualizar/resolucoes/BR/2017/2173>. Acesso em: 11 jan. 2025.

DING, Z. Y. et al. **A Comparison of Brain Death Criteria between China and the United States.***Chin Med J (Engl)*, v. 128, n. 21, p. 2896-2901, 2015. DOI: 10.4103/0366-6999.168047.

DREIER, J. P. et al. **Terminal spreading depolarization and electrical silence in death of human cerebral cortex.***Ann Neurol.*, v. 83, n. 2, p. 295-310, 2018. DOI: 10.1002/ana.25147.

ESCUADERO, D. et al. **Intensive care practices in brain death diagnosis and organ donation.***Anaesthesia*, v. 70, n. 10, p. 1130-1139, 2015. DOI: 10.1111/anae.13065.

FERNÁNDEZ-TORRES, J. L.; HERNÁNDEZ-HERNÁNDEZ, M. A.; MUÑOZ-ESTEBAN, C. **Non confirmatory electroencephalography in patients meeting clinical criteria for brain death: scenario and impact on organ donation.***Clin Neurophysiol.*, v. 124, n. 12, p. 2362-2367, 2013. DOI: 10.1016/j.clinph.2013.05.028.

FYNTANIDOU, B. et al. **Bispectral Index Scale variations in patients diagnosed with brain death.***Transplant Proc.*, v. 44, n. 9, p. 2702-2705, 2012. DOI: 10.1016/j.transproceed.2012.09.012.

GARRETT, M. P. et al. **Computed tomography angiography as a confirmatory test for the diagnosis of brain death.***J Neurosurg.*, v. 128, n. 2, p. 639-644, 2017. DOI: 10.3171/2016.10.JNS161042.

GOBERT, F. et al. **Proving cortical death after vascular coma: Evoked potentials, EEG and neuroimaging.***Clin Neurophysiol.*, v. 129, n. 6, p. 1105-1116, 2018. DOI: 10.1016/j.clinph.2018.02.133.

HASSANAIN, M. et al. Trends in brain-dead organ donor characteristics: a 13-year analysis. **J Can Chir**, v. 59, n. 3, p. 154-160, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.1503/cjs.007415>. Acesso em: 11 jan. 2025.

HERNÁNDEZ-HERNÁNDEZ, M. Á. et al. **The observation period after clinical brain death diagnosis according to ancillary tests: differences between supratentorial and infratentorial brain injury.***J Neurol.*, v. 266, n. 8, p. 1859-1868, 2019. DOI: 10.1007/s00415-019-09338-5.

IHARA, S. et al. **Amplitude-Integrated Electroencephalography and Brain Oxygenation for Postcardiac Arrest Patients with Targeted Temperature Management.***Ther Hypothermia Temp Manag.*, v. 9, n. 3, p. 209-215, 2019. DOI: 10.1089/ther.2018.0051.

JIANG, M. et al. **Predicting the non-survival outcome of large hemispheric infarction patients via quantitative electroencephalography: Superiority to visual electroencephalography and the Glasgow Coma Scale.***Neurosci Lett.*, v. 706, p. 88-92, 2019. DOI: 10.1016/j.neulet.2019.05.007.

JOHNSON, R. J. et al. Organ donation and transplantation in the UK-The last decade: A report from the UK national transplant registry. **Transplantation**, v. 97, n. 1, p. 1-27, 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.1097/01.TP.0000438215.16737.68> Acesso em: 11 jan. 2025

KOENIG, M. A.; KAPLAN, P. W. **Brain death.***Handb Clin Neurol.*, v. 161, p. 89-102, 2019.

LIMA, Izabella Nonato Oliveira. **Avaliação do EEG de pacientes comatosos sob estimulação musical. 2020.** 215 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Elétrica) - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2020. Disponível em: DOI <http://doi.org/10.14393/ufu.di.2020.531>.

MIGDADY, I. et al. **The use of apnea test and brain death determination in patients on extracorporeal membrane oxygenation: A systematic review.***J Thorac Cardiovasc Surg.*, v. 162, n. 3, p. 867-877, 2021. DOI: 10.1016/j.jtcvs.2020.03.038.

MORATO, E. G. **Morte encefálica: conceitos essenciais, diagnóstico e atualização.***Revista Médica de Minas Gerais*, v. 19, n. 3, 2009.

MOYA SÁNCHEZ, J. et al. **Portable gamma-camera for the diagnosis of brain death diagnosis.** *Med Intensiva (Engl Ed)*, v. 44, n. 1, p. 1-8, 2020. DOI: 10.1016/j.medin.2018.07.013.

NIEDERMEYER, Ernst; SILVA, F. H. Lopes da. **Electroencephalography: Basic Principles, Clinical Applications, and Related Fields.** 5. ed. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins, 2005. 1309 p. ISBN 978-0781751261

PAIXÃO, J. T. C. et al. **Analysis of brain death declaration process and its impact on organ donation in a reference trauma center.** *Einstein (São Paulo)* [online], v. 18, eAO5448, 2020. DOI: 10.31744/einstein_journal/2020AO5448.

PARK, K. J.; SEYAL, M. **Tonic electromyographic activity following bilateral tonic-clonic seizures is associated with periictal respiratory dysfunction and postictal generalized EEG suppression.** *Epilepsia*, v. 60, n. 2, p. 268-274, 2019. DOI: 10.1111/epi.14632

PERERA, K. et al. **EEG Patterns and Outcomes After Hypoxic Brain Injury: A Systematic Review and Meta-analysis.** *Neurocrit Care.*, v. 36, n. 1, p. 292-301, 2022. DOI: 10.1007/s12028-021-01322-0.

PORTO, João Antonio Pancieri. **O papel da tecnologia na evolução das cirurgias de transplante: robótica e inteligência artificial.** In: REVISTA CONTRIBUCIONES. [S. l.]: [s. n.], 2024. DOI: 10.55905/revconv.17n.8-143. Disponível em: <https://ojs.revistacontribuciones.com/ojs/index.php/clcs/article/view/9318/5691>. Acesso em: 13 jan. 2025.

RABINSTEIN, A. A. **Coma and Brain Death.** *Continuum (Minneap Minn)*, v. 24, n. 6, p. 1708-1731, 2018. DOI: 10.1212/CON.0000000000000666.

RUBIÑOS, C.; GODOY, D. A. **Electroencephalographic monitoring in the critically ill patient: What useful information can it contribute?** *Med Intensiva*, v. 44, n. 5, p. 301-309, 2020.

SADEGHIAN, H. et al. **Brain Computed Tomography Angiography as an Ancillary Test in the Confirmation of Brain Death.***Cureus*, 9(7): e1491, 2017. DOI: 10.7759/cureus.1491.

SCHWARZ, G. et al. **Computed Tomography Angiography (CTA) in Selected Scenarios with Risk of Possible False-Positive or False-Negative Conclusions in Diagnosing Brain Death.***Life*, v. 12, n. 10, 1551, 2022. DOI: 10.3390/life12101551.

SHARP, P. **The Ethical Challenge of Transplant Tourism.***J Med Ethics*, v. 40, n. 1, p. 57-58, 2014. DOI: 10.1136/medethics-2012-100812.

SILVA, Liliana. **Criação de Banco de Dados de Indivíduos Neurologicamente Críticos em Protocolo para Diagnóstico de Morte Encefálica**[online], 2020. Dissertação (Mestrado em Engenharia Biomédica) – Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2020. Disponível em: <http://doi.org/10.14393/ufu.di.2020.715>. Acesso em 13 jan. 2025.

SOUZA, D. R. S. et al. **Morte Encefálica: Conhecimento e Opinião dos Médicos da Unidade de Terapia Intensiva.***Revista Brasileira de Educação Médica* [online], v. 43, n. 3, p. 115-122, 2019. DOI: 10.1590/1981-52712015v43n3RB20180122.

TIAN, J. et al. **The change index of quantitative electroencephalography for evaluating the prognosis of large hemispheric infarction.***J Integr Neurosci.*, v. 20, n. 2, p. 341-347, 2021. DOI: 10.31083/j.jin2002033.

WELSCHEHOLD, S. et al. **Computed tomographic angiography as a useful adjunct in the diagnosis of brain death.***J Trauma Acute Care Surg.*, v. 74, n. 5, p. 1279-1285, 2013. DOI: 10.1097/TA.0b013e31828c46ba.

WESTPHAL, G. A.; VEIGA, V. P.; FRANKE, C. A. **Morte encefálica: conceitos e aspectos éticos.** In: *Medicina Intensiva: Abordagem Prática*. 6. ed. Rio de Janeiro: Revinter, 2019. DOI: 10.5935/0103-507X.20190050.

WILLEMS, L. M. **EEG patterns and their correlations with short- and long-term mortality in patients with hypoxic encephalopathy.***Clin Neurophysiol.*, v. 132, n. 11, p. 2851-2860, 2021. DOI: 10.1016/j.clinph.2021.07.026.

YU Y. D. et al. **Factors Delaying Organ Procurement After Declaration of Brain Death in Korea.***Transplant Proc.*, v. 48, n. 7, p. 2403-2406, 2016. DOI: 10.1016/j.transproceed.2016.02.095.

ZHU, L. et al. **A Hybrid System for Distinguishing between Brain Death and Coma Using Diverse EEG Features.***Sensors (Basel)*, v. 19, n. 6, 2019. DOI: 10.3390/s19061342.

ANEXOS

Anexo A – Folha do Protocolo de Morte Encefálica do CFM



CFM
CONSELHO FEDERAL DE MEDICINA

TERMO DE DECLARAÇÃO DE MORTE ENCEFÁLICA N° _____

HOSPITAL **REGISTRO HOSPITALAR DO PACIENTE**

Nome: _____ CNES: _____
Município: _____ UF: _____

PACIENTE

Nome: _____ Nascimento: _____
Mãe: _____ Sexo: _____ MAS FEM
Identidade: _____ Tipo: _____ Nº: _____

CAUSA DO COMA

Diagnóstico principal: _____ CID _____
Diagnóstico secundário: _____ CID _____
Confirmação: TC RM Angiografia DTC Liqueur EEG Outro _____

PRÉ-REQUISITOS

Presença de lesão encefálica de causa conhecida, irreversível e capaz de causar a morte encefálica?	SIM	NÃO
Ausência de causas tratáveis que possam confundir o diagnóstico de morte encefálica?	SIM	NÃO
Tratamento e observação hospitalar ≥ 6 horas ou ≥ 24 horas em encefalopatia hipóxico-ischêmica?	SIM	NÃO
Temperatura corporal > 35°C + PaO ₂ > 94% + PAS ≥ 100 mmHg ou PA média ≥ 65 mmHg ou pela faixa etária (< 16 anos)?	SIM	NÃO
Ausência de hipotermia?	SIM	NÃO
Ausência de drogas depressoras do sistema nervoso central ou de bloqueadores neuromusculares?	SIM	NÃO

1º EXAME CLÍNICO

PA (mmHg): _____ TEMP (°C): _____ DATA: _____ HORA: _____
Coma não perceptivo? SIM NÃO

EXAME NEUROLÓGICO (exame dos reflexos):

	Direito			Esquerdo		
Pupila fixa e arreativa	SIM	NÃO	NT	SIM	NÃO	NT
Ausência de reflexo córneo-palpebral	SIM	NÃO	NT	SIM	NÃO	NT
Ausência de reflexo óculo-cefálico	SIM	NÃO	NT	SIM	NÃO	NT
Ausência de reflexo vestibulo-calórico	SIM	NÃO	NT	SIM	NÃO	NT
Ausência de reflexo da tosse	SIM	NÃO				

Justifique o motivo de não ter testado o reflexo: _____
Obs.: Não Testado (NT)

Médico: _____
CRM: _____

Assinatura Identificada

TESTE DE APNEIA (examinador 1 ou 2)

PA (mmHg): _____ TEMP (°C): _____ DATA: _____ HORA: _____

Inicial		Final		Inicial		Final	
PaCO ₂	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____
Ausência de movimentos respiratórios com PaCO ₂ > 55 mmHg?							
				SIM	NÃO		

Médico: _____
CRM: _____

Assinatura Identificada



CFM
CONSELHO FEDERAL DE MEDICINA

TERMO DE DECLARAÇÃO DE MORTE ENCEFÁLICA N° _____

2º EXAME CLÍNICO

PA (mmHg): _____ TEMP (°C): _____ DATA: _____ HORA: _____
Coma não perceptivo? SIM NÃO

EXAME NEUROLÓGICO (exame dos reflexos):	Direito			Esquerdo		
Pupila fixa e areativa	SIM	NÃO	NT	SIM	NÃO	NT
Ausência de reflexo córneo-palpebral	SIM	NÃO	NT	SIM	NÃO	NT
Ausência de reflexo óculo-cefálico	SIM	NÃO	NT	SIM	NÃO	NT
Ausência de reflexo vestibulo-calórico	SIM	NÃO	NT	SIM	NÃO	NT
Ausência de reflexo da tosse	SIM	NÃO		SIM	NÃO	

Justifique o motivo de não ter testado o reflexo: _____

Obs.: Não Testado (NT)

Médico: _____

CRM: _____

Assinatura Identificada

EXAME COMPLEMENTAR

PA (mmHg): _____ TEMP (°C): _____ DATA: _____ HORA: _____
Tipo: DTC EEG Angiografia Cintilografia Outro: _____
Ausência de perfusão sanguínea ou de atividade metabólica ou elétrica encefálica? SIM NÃO

Médico: _____

CRM: _____

Assinatura Identificada

A. CONTROLE DA PRESSÃO ARTERIAL:

IDADE	PRESSÃO ARTERIAL (mmHg)	
	Sistólica	PAM
Até 5 meses incompletos	60	43
De 5 meses a 2 anos incompletos	80	60
De 2 anos a 7 anos incompletos	85	62
De 7 anos a 15 anos	90	65
16 anos em diante	100	65

B. INTERVALOS ENTRE EXAMES CLÍNICOS:

INTERVALOS ENTRE EXAMES CLÍNICOS	MÍNIMO
7 dias completos (recém-nato a termo) a 2 meses incompletos	24 horas
De 2 meses a 24 meses incompletos	12 horas
Mais de 24 meses	1 hora



UNIVERSIDADE FEDERAL DE
UBERLÂNDIA/MG



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: Diferença entre exames clínicos e gráficos na avaliação de participantes neurologicamente críticos

Pesquisador: João Batista Destro Filho

Área Temática:

Versão: 2

CAAE: 30763120.5.0000.5152

Instituição Proponente: Faculdade de Engenharia Elétrica

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 4.024.049

Apresentação do Projeto:

Trata-se da resposta dos pesquisadores às Pendências apontadas no Parecer consubstanciado 3.982.260, de 20 de Abril de 2020.

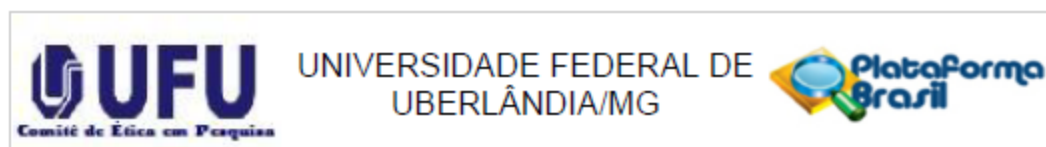
De acordo com o texto do Formulário na Plataforma Brasil:

"No Brasil, a morte encefálica (ME) é constatada por meio de exames clínicos e gráficos. Este projeto objetiva realizar uma análise retrospectiva dos prontuários do HC-UFU dos pacientes submetidos ao protocolo de diagnóstico de ME durante o período dezembro de 2015 a dezembro de 2019. Buscando identificar os motivos para a interrupção do protocolo, o tempo de vida do paciente entre a interrupção e o óbito, bem como o método gráfico utilizado. Assim, esperamos concluir qual a importância do exame gráfico, do exame clínico/físico e os diversos fatores que levam a interrupção do protocolo de diagnóstico de Morte Encefálica".

Critério de Inclusão:

Pacientes que estiverem internados ou derem entrada na UTIA/HCU em estado de coma, decorrente de lesão do sistema nervoso central, com pontuação na escala de Glasgow (ECG) inferior a 4 pontos, hemodinamicamente estáveis, idade maior ou igual a 18 anos, sem reflexos de

Endereço: Av. João Naves de Ávila 2121- Bloco "1A", sala 224 - Campus Sta. Mônica
Bairro: Santa Mônica **CEP:** 38.408-144
UF: MG **Município:** UBERLÂNDIA
Telefone: (34)3239-4131 **Fax:** (34)3239-4131 **E-mail:** oep@propp.ufu.br



Continuação do Parecer: 4.024.049

tronco cerebral e para os quais seja prescrita a realização do exame de eletroencefalograma (EEG) e/ou angiografia cerebral e/ou Doppler de artérias transcraniana a partir do protocolo de diagnóstico médico de rotina da UTIA/HCU.

Critério de Exclusão:

Pacientes com as características clínicas mencionadas no parágrafo anterior com diagnósticos de neoplasias/ tumores. Pacientes cuja qualidade do sinal obtido do registro do EEG e/o angiografia cerebral e/ou Doppler de artérias transcraniana não permita uma avaliação visual e quantitativa satisfatória do exame.

Objetivo da Pesquisa:

De acordo com o texto do Formulário na Plataforma Brasil:

Objetivo Primário:

Responder à questão: porque existe diferença entre os exames clínicos e o exame gráfico utilizado no diagnóstico de Morte Encefálica?

Objetivo Secundário:

O que influenciou os resultados dos EEG obtidos nos pacientes incluídos na pesquisa? Distúrbios metabólicos? Efeito de massa encefálica sendo perdida pela craniectomia? Local inadequado da realização do exame? Presença de sedação e/ou hipotermia? Foi devido à presença de ruídos detectáveis no EEG? Ou existem outros fatores que influenciam? Existe como mensurar o prognóstico destes pacientes, através do EEG?

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

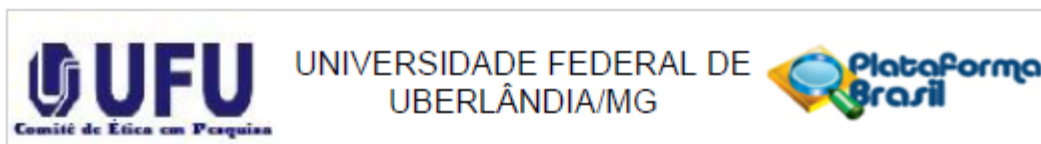
De acordo com o texto do Formulário na Plataforma Brasil:

RISCOS

Risco de Identificação do paciente: Cada paciente será mencionado por uma letra do alfabeto, seguida por um número de coleta. Através da numeração, o mesmo será referido em todo trabalho.

Benefícios:

Endereço: Av. João Naves de Ávila 2121- Bloco "1A", sala 224 - Campus Sta. Mônica
 Bairro: Santa Mônica CEP: 38.408-144
 UF: MG Município: UBERLÂNDIA
 Telefone: (34)3239-4131 Fax: (34)3239-4131 E-mail: cep@propp.ufu.br



Continuação do Parecer: 4.024.049

O benefício será a formação de um banco de dados de evolução clínica e de exames complementares em relação ao protocolo de diagnóstico de morte encefálica para fomentar pesquisas que permitam entender como evolui os exames complementares em relação ao prognóstico destes pacientes com Glasgow abaixo de 4 e sem reflexos.

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

De acordo com o texto do Formulário na Plataforma Brasil:

A Metodologia do projeto será dividida em Revisão Bibliográfica (Do ponto de vista de protocolo de diagnóstico de Morte Encefálica, será necessário aprofundar a literatura para se investigar outros possíveis trabalhos recentes discutindo o uso dos métodos gráficos no diagnóstico, bem como o porquê da escolha do método gráfico. E ainda do ponto de vista de protocolo, será necessário aprofundar a literatura o por que alguns países não utilizam o método gráfico no protocolo de diagnóstico de Morte Encefálica); Coleta de Dados (realizado exclusivamente em prontuários) onde os pacientes incluídos na pesquisa serão os que estiveram internados ou deram entrada na UTIA/HCU em estado de coma, decorrente de lesão do sistema nervoso central, com pontuação na escala de Glasgow (ECG) inferior a 4 pontos, hemodinamicamente estáveis, idade maior ou igual a 18 anos, sem reflexos de tronco cerebral e para os quais seja prescrita a realização do exame de eletroencefalograma (EEG) e/ou angiografia cerebral e/ou Doppler de artérias transcraniana a partir do protocolo de diagnóstico médico de rotina da UTIA/HCU; serão recrutados todos os prontuários dos pacientes que estiveram internados no setor UTIA/HC de janeiro de 2015 a dezembro de 2019, que satisfaçam os critérios de inclusão. O Planejamento da periodicidade da coleta e organização do procedimento. Esta coleta de dados será efetuada por dois pesquisadores principais. A médica do HC-UFU, Sra. Liliana Silva. Também faz parte da equipe o Prof. João Batista Destro Filho e as acadêmicas Nathalia Varano e Ana Jullia Felipe de Paula. A atribuição das tarefas será a seguinte: A sra.Liliana Silva, juntamente com as acadêmicas Nathalia Varano e Ana Jullia Felipe de Paula, serão responsáveis pela coleta de dados. Os procedimentos de monitoramento da qualidade dos sinais registrados e arquivados em prontuário pela estudante de doutorado Camila Davi Ramos, Prof João Batista Destro Filho (FEELT/UFU), que também se responsabilizará pela coordenação geral. O Dr. Marcos Campos, neurologista do HCU/UFU, prestará assessoria técnica quanto à avaliação visual dos registros EEG recolhidos. O Prof Elmiro Santos Resende, FAMED/UFU, coordenará a parte clínica do projeto. A tabulação dos dados, planificação,

Endereço: Av. João Naves de Ávila 2121- Bloco "1A", sala 224 - Campus Sta. Mônica
 Bairro: Santa Mônica CEP: 38.408-144
 UF: MG Município: UBERLÂNDIA
 Telefone: (34)3239-4131 Fax: (34)3239-4131 E-mail: cep@propp.ufu.br



Continuação do Parecer: 4.024.049

discussão e conclusão serão atribuídos ao Prof. João Destro, Dr. Marcos Campos e Sra. Liliana Silva. Serão levantadas as características pessoais dos pacientes (local e data de nascimento, cor, escolaridade, profissão, religião), sobre a evolução clínica do paciente (sobrevida, óbito, sequelas), dados clínicos gerais (exames de sangue, etiologia, pulmonares, renais, medicação, evolução do quadro clínico e intercorrências), dados clínicos particularmente ligados ao protocolo (teste de apnéia, nível de consciência, avaliação neurológica detalhada), EEGs, incluindo tomografias, ressonâncias que detalham localização de possíveis lesões associadas à etiologia, exames gráficos e seus laudos. Vide detalhes na Ficha de coleta de dados Anexo. Serão divididos em grupos e realizado estudo comparativo das diferenças clínicas obtidas em prontuário (G1 – realizou o protocolo e o completou, sendo estabelecida a morte encefálica; G2 – realizou o protocolo e não o completou). Será traçado o perfil epidemiológico e clínico destes mesmos pacientes, de forma a caracterizar o paciente pertencente ao grupo G1, e o paciente do grupo G2, obedecendo os critérios de inclusão e exclusão citados anteriormente. Haverá caracterização dos exames complementares utilizados no protocolo de diagnóstico de morte encefálica e estudo comparativo das diferenças obtidas. Durante a coleta de dados cada paciente será mencionado por uma letra do alfabeto, seguida por um número de coleta. Através da numeração, o mesmo será referido em todo trabalho, diminuindo o risco de identificação dos mesmos. Será acompanhamento do desfecho clínico dos pacientes estudados.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Os documentos foram devidamente apresentados.

Recomendações:

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

As pendências apontadas no parecer consubstanciado número 3.982.260, de 20 de Abril de 2020, foram atendidas.

De acordo com as atribuições definidas na Resolução CNS 466/12, o CEP manifesta-se pela aprovação do protocolo de pesquisa proposto.

O protocolo não apresenta problemas de ética nas condutas de pesquisa com seres humanos, nos limites da redação e da metodologia apresentadas.

Endereço: Av. João Naves de Ávila 2121- Bloco "1A", sala 224 - Campus Sta. Mônica
 Bairro: Santa Mônica CEP: 38.408-144
 UF: MG Município: UBERLÂNDIA
 Telefone: (34)3239-4131 Fax: (34)3239-4131 E-mail: cep@propp.ufu.br



Continuação do Parecer: 4.024.049

Data para entrega de Relatório Final ao CEP/UFU: Agosto de 2021.

* Tolerância máxima de 06 meses para atraso na entrega do relatório final.

Considerações Finais a critério do CEP:

OBS.: O CEP/UFU LEMBRA QUE QUALQUER MUDANÇA NO PROTOCOLO DEVE SER INFORMADA IMEDIATAMENTE AO CEP PARA FINS DE ANÁLISE E APROVAÇÃO DA MESMA.

O CEP/UFU lembra que:

- a- segundo a Resolução 466/12, o pesquisador deverá arquivar por 5 anos o relatório da pesquisa e os Termos de Consentimento Livre e Esclarecido, assinados pelo sujeito de pesquisa.
- b- poderá, por escolha aleatória, visitar o pesquisador para conferência do relatório e documentação pertinente ao projeto.
- c- a aprovação do protocolo de pesquisa pelo CEP/UFU dá-se em decorrência do atendimento a Resolução CNS 466/12, não implicando na qualidade científica do mesmo.

Orientações ao pesquisador :

- O sujeito da pesquisa tem a liberdade de recusar-se a participar ou de retirar seu consentimento em qualquer fase da pesquisa, sem penalização alguma e sem prejuízo ao seu cuidado (Res. CNS 466/12) e deve receber uma via original do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, na íntegra, por ele assinado.
- O pesquisador deve desenvolver a pesquisa conforme delineada no protocolo aprovado e descontinuar o estudo somente após análise das razões da descontinuidade pelo CEP que o aprovou (Res. CNS 466/12), aguardando seu parecer, exceto quando perceber risco ou dano não previsto ao sujeito participante ou quando constatar a superioridade de regime oferecido a um dos grupos da pesquisa que requeiram ação imediata.
- O CEP deve ser informado de todos os efeitos adversos ou fatos relevantes que alterem o curso normal do estudo (Res. CNS 466/12). É papel de o pesquisador assegurar medidas imediatas adequadas frente a evento adverso grave ocorrido (mesmo que tenha sido em outro centro) e enviar notificação ao CEP e à Agência Nacional de Vigilância Sanitária – ANVISA – junto com seu posicionamento.
- Eventuais modificações ou emendas ao protocolo devem ser apresentadas ao CEP de forma clara e sucinta, identificando a parte do protocolo a ser modificada e suas justificativas. Em caso de

Endereço: Av. João Naves de Ávila 2121- Bloco "1A", sala 224 - Campus Sta. Mônica
 Bairro: Santa Mônica CEP: 38.408-144
 UF: MG Município: UBERLÂNDIA
 Telefone: (34)3239-4131 Fax: (34)3239-4131 E-mail: cep@propp.ufu.br