



O Eletroencefalograma na Determinação da Morte Encefálica: Evidências, Limitações e Controvérsias Contemporâneas - Revisão Integrativa

The Electroencephalogram in the Determination of Brain Death: Evidence, Limitations, and Contemporary Controversies Integrative Review

Moisés Nascimento

ORCID - 0000-0003-0731-0901

Renata de Oliveira Alves

ORCID - 0009-0008-9429-1641

Anderson Neri da Silva Machado

ORCID - 0009-0004-1490-8404

Rozana Maria Ribeiro

ORCID - 0009-0008-7358-009X

Tarcila Quiqueto Urquiza

ORCID - 0009-0005-1176-6479

Simone Cristina de Oliveira

ORCID - 0009-0002-6732-6841

Liliam Souza da Costa

ORCID - 0009-0009-1526-2656

Diva Gonçalves Gomes

ORCID - 0009-0007-7625-2588

Roselene Lima de Assis Kisi

ORCID - 0009-0008-4942-007X

Ana Cristina Alexandre da Silva Sousa

Resumo: Introdução: O eletroencefalograma (EEG) possui longa trajetória como exame complementar na determinação da morte encefálica, especialmente por sua capacidade de demonstrar inatividade eletrocerebral. A evolução dos conceitos de morte por critérios neurológicos e das tecnologias de avaliação da perfusão cerebral, entretanto, modificou seu papel em diferentes jurisdições. Objetivo: analisar criticamente as evidências sobre o EEG na determinação da morte encefálica, considerando requisitos técnicos, limitações fisiológicas, fatores confundidores, desempenho diagnóstico e recomendações contemporâneas. Método: revisão integrativa estruturada pela estratégia PICO, com busca de documentos técnicos, diretrizes e estudos indexados pertinentes ao tema. Resultados: a literatura demonstra que o EEG pode documentar inatividade eletrocerebral quando realizado sob condições técnicas rigorosas, porém registra predominantemente atividade cortical e não demonstra diretamente ausência de função de estruturas profundas e do tronco encefálico. Artefatos técnicos, especialmente relacionados a eletrodos, sedativos, hipotermia e distúrbios metabólicos, podem comprometer a interpretação. Diretrizes norte-americanas de 2023 deixaram de aceitar o EEG como exame auxiliar para morte por critérios neurológicos,

enquanto padrões técnicos da American Clinical Neurophysiology Society (ACNS) foram atualizados em 2025. Evidência publicada em 2026 reforça a relevância dos artefatos de eletrodos para a confiabilidade. Considerações finais: o EEG permanece tecnicamente válido para demonstração de inatividade eletrocerebral, mas sua suficiência normativa depende do protocolo aplicável. A interpretação contemporânea deve integrar validade técnica, fisiológica, diagnóstica e normativa.

Palavras-chave: eletroencefalografia; morte encefálica; morte por critérios neurológicos; neurofisiologia clínica; inatividade eletrocerebral.

Abstract: Introduction: Electroencephalography (EEG) has a long history as an ancillary examination in brain death determination because of its ability to demonstrate electrocerebral inactivity. However, evolving concepts of death by neurologic criteria and cerebral perfusion technologies have changed its role across jurisdictions. Objective: To critically analyze evidence on EEG in brain death determination, including technical requirements, physiological limitations, confounders, diagnostic performance, and contemporary recommendations. Method: Integrative review structured by the PICO strategy, including technical documents, guidelines, and indexed studies. Results: EEG can document electrocerebral inactivity when stringent technical conditions are met, but scalp recordings predominantly assess cortical activity and do not directly demonstrate absence of deep brain or brainstem function. Technical artifacts, sedatives, hypothermia, and metabolic disturbances may compromise interpretation. The 2023 United States consensus guideline no longer accepts EEG as an ancillary test for BD/DNC, whereas ACNS technical standards received an addendum in 2025. A 2026 study further emphasized electrode artifacts as an important determinant of interpretability. Final Consideration: EEG remains technically valid for documenting electrocerebral inactivity, while its normative sufficiency depends on the applicable protocol.

Keywords: electroencephalography; brain death; death by neurologic criteria; clinical neurophysiology; electrocerebral inactivity.

INTRODUÇÃO

A determinação da morte encefálica constitui um processo clínico de elevada responsabilidade ética, técnica e jurídica. O diagnóstico exige demonstração de perda irreversível das funções encefálicas conforme critérios definidos pela jurisdição aplicável, após exclusão de condições potencialmente reversíveis. Ao longo das últimas décadas, o EEG foi incorporado a diferentes protocolos por permitir registro não invasivo da atividade elétrica cerebral e, em condições específicas, demonstração de inatividade eletrocerebral (IEC)¹⁻⁴.

No Brasil, as recomendações técnicas da Sociedade Brasileira de Neurofisiologia Clínica (SBNC) estabeleceram parâmetros destinados a aumentar a segurança do registro em suspeita de morte encefálica. Esses parâmetros incluem cobertura adequada do escalpo, controle de impedâncias, distância intereletrodos, aumento da sensibilidade, duração mínima do registro, avaliação de artefatos e documentação das condições fisiológicas e farmacológicas do paciente¹.

A discussão contemporânea, contudo, ultrapassa a pergunta sobre a capacidade do EEG de registrar atividade de baixa amplitude. O problema central

tornou-se a relação entre o fenômeno efetivamente mensurado pelo EEG e o construto clínico mais amplo da morte por critérios neurológicos. O EEG de superfície representa principalmente potenciais pós-sinápticos corticais sincronizados e, portanto, não constitui medida direta da função do tronco encefálico ou de todas as estruturas encefálicas profundas⁵⁻⁸.

Essa distinção explica parte da divergência entre protocolos. A diretriz norte-americana de 2023 não recomenda o EEG como exame auxiliar para BD/DNC, enquanto outras jurisdições ainda o utilizam em contextos específicos⁷. A manutenção e atualização, em 2025, dos padrões técnicos da ACNS para registros em suspeita de morte cerebral demonstram que validade técnica e aceitação normativa são dimensões diferentes⁹.

Em 2026, Hinsberger *et al.* analisaram 47 registros de 42 pacientes e observaram que a IEC pôde ser demonstrada na maioria dos casos, mas artefatos técnicos aumentaram a probabilidade de registros com interpretabilidade limitada, particularmente artefatos de eletrodos¹⁰. Esses dados renovam a relevância de uma questão antiga: para demonstrar ausência de atividade acima de determinado limite, a qualidade técnica do registro precisa ser excepcionalmente controlada.

PROBLEMA, QUESTÃO NORTEADORA E OBJETIVOS

Problema de Pesquisa

A utilização do EEG na determinação da morte encefálica permanece heterogênea entre países e protocolos. Embora existam padrões técnicos consolidados para a demonstração de IEC, as diretrizes contemporâneas divergem quanto à suficiência fisiológica e normativa desse achado para a determinação de morte por critérios neurológicos.

Questão Norteadora

Quais evidências científicas sustentam a utilização do EEG na determinação da morte encefálica e quais são suas principais limitações técnicas, fisiológicas e diagnósticas diante das recomendações brasileiras e internacionais contemporâneas?

Objetivo Geral

Analisar criticamente as evidências sobre o EEG na determinação da morte encefálica, considerando requisitos técnicos, bases neurofisiológicas, fatores confundidores, desempenho diagnóstico, evolução das recomendações e implicações para a prática brasileira.

Objetivos Específicos

- Descrever os critérios técnicos necessários à demonstração de inatividade eletrocerebral.

- Comparar a evolução das recomendações brasileiras e internacionais.
- Identificar artefatos e condições clínicas capazes de comprometer o registro.
- Discutir as limitações fisiológicas inerentes ao EEG de superfície.
- Analisar criticamente a literatura sobre acurácia de exames auxiliares.
- Distinguir evidências de adultos e da população pediátrica.
- Comparar a informação fornecida pelo EEG àquela fornecida por métodos de perfusão.
- Identificar lacunas de conhecimento e propor uma agenda brasileira de pesquisa.

Estrutura PICO

Quadro 1 – Estratégia PICO aplicada à revisão integrativa.

Elemento	Definição
P – População	Pacientes submetidos à determinação de morte encefálica/morte por critérios neurológicos.
I – Interesse	EEG, inatividade eletrocerebral e parâmetros técnicos relacionados.
Co – Contexto	Determinação de morte encefálica, exames auxiliares e protocolos clínico-normativos.

Fonte: Elaborado pelo autor (2026).

MÉTODO

Trata-se de revisão integrativa da literatura, método adequado para reunir estudos com diferentes delineamentos e documentos normativos, permitindo síntese crítica de evidências clínicas, técnicas e conceituais. A revisão foi estruturada em etapas: definição do problema, formulação da questão norteadora, identificação de descritores, estabelecimento de critérios de elegibilidade, busca, avaliação crítica, extração e síntese temática.

Foram priorizadas publicações indexadas em MEDLINE/PubMed e documentos oficiais de sociedades científicas, complementados por referências técnicas fundamentais citadas nas diretrizes. Para uma versão auditável do fluxograma PRISMA, números de identificação, duplicatas, triagem e exclusões devem corresponder exclusivamente às buscas executadas e documentadas em cada base; por integridade científica, não foram produzidas contagens artificiais para bases comerciais não diretamente auditadas nesta elaboração.

Descritores e termos equivalentes foram combinados em inglês e português, incluindo Brain Death, Death by Neurologic Criteria, Neurologic Determination of Death, Electroencephalography, EEG, Electrocerebral Inactivity, Ancillary Test, Diagnosis e Death Determination.

A estratégia conceitual central foi: (“Brain Death” OR “Death by Neurologic Criteria” OR “Neurologic Determination of Death”) AND (“Electroencephalography” OR “EEG” OR “Electrocerebral Inactivity”) AND (“Ancillary Test” OR “Diagnosis” OR “Death Determination”).

Foram elegíveis diretrizes, consensos, revisões sistemáticas, metanálises, estudos observacionais e documentos técnicos diretamente relacionados ao EEG ou aos exames auxiliares em morte encefálica. Foram excluídos textos sem relação direta com determinação de morte por critérios neurológicos, estudos exclusivamente experimentais sem aplicabilidade clínica e duplicações do mesmo documento técnico publicadas em veículos diferentes.

A síntese foi organizada em quatro dimensões analíticas: validade técnica, validade fisiológica, validade diagnóstica e validade normativa. Essa estrutura foi adotada para evitar a equivalência indevida entre a capacidade do EEG de demonstrar IEC e sua suficiência para representar a ausência de todas as funções encefálicas.

FLUXO METODOLÓGICO E ESTRATÉGIA DE BUSCA

Fluxo metodológico da revisão integrativa

1. Definição do problema e da questão norteadora → 2. Estruturação PICO e seleção DeCS/MeSH → 3. Construção das estratégias de busca → 4. Identificação de estudos e documentos técnicos → 5. Triagem por título/resumo e avaliação de elegibilidade → 6. Extração padronizada dos dados → 7. Avaliação crítica e síntese temática → 8. Integração em quatro dimensões: técnica, fisiológica, diagnóstica e normativa.

Estratégia por Fonte

Quadro 2 – Fontes de informação, finalidade e estratégia de busca utilizadas na revisão.

Fonte	Finalidade na revisão	Estratégia
MEDLINE/PubMed	Estudos clínicos, revisões e diretrizes indexadas	Combinação de Brain Death/ BD-DNC + EEG/ECI + ancillary test/diagnosis.
SBNC	Padrão técnico brasileiro	Documento de recomendações técnicas e suas atualizações.
ACNS	Padrões técnicos internacionais	Guideline 6 (2016) e Addendum (2025).
Diretrizes internacionais	Contexto clínico-normativo	World Brain Death Project e AAN/AAP/CNS/SCCM 2023.

Fonte: Elaborado pelo autor (2026).

RESULTADOS: MATRIZ DAS PRINCIPAIS EVIDÊNCIAS

Quadro 3 – Matriz-síntese das principais evidências sobre EEG e determinação da morte encefálica.

Referência	Tipo	Contribuição principal
Luccas <i>et al.</i> , 1998	Recomendação técnica	Padronização brasileira da IEC e requisitos do EEG.
Wijdicks <i>et al.</i> , 2010	Diretriz	Marco histórico do uso de exames auxiliares em adultos.
Stecker <i>et al.</i> , 2016	Diretriz técnica ACNS	Padrões mínimos modernos para EEG em suspeita de morte cerebral.
Greer <i>et al.</i> , 2020	Consenso internacional	World Brain Death Project e harmonização conceitual.
Lewis <i>et al.</i> , 2020	Análise internacional	Heterogeneidade entre protocolos nacionais.
Briard <i>et al.</i> , 2023	Revisão sistemática/metanálise	Acurácia e limitações dos exames auxiliares.
McKinnon <i>et al.</i> , 2023	Revisão sistemática/metanálise	Evidência pediátrica e baixa certeza.
Greer <i>et al.</i> , 2023	Diretriz de consenso	EEG não é aceito como exame auxiliar no protocolo norte-americano.
Lewis <i>et al.</i> , 2023	Comparação de diretrizes	Mudanças entre recomendações anteriores e 2023.
Duvuru <i>et al.</i> , 2024	Revisão	Atualização sobre modalidades auxiliares.
Selioutski <i>et al.</i> , 2025	Addendum ACNS	Atualização técnica do padrão de registro.
Hinsberger <i>et al.</i> , 2026	Estudo retrospectivo	Confiabilidade e efeito de artefatos técnicos/eletrodos.

Fonte: Elaborado pelo autor (2026), com base nas referências incluídas na revisão.

A síntese evidencia a coexistência de três corpos de literatura: documentos de técnica eletroencefalográfica, diretrizes clínico-normativas e estudos de desempenho/viabilidade. A interpretação adequada exige não tratar esses corpos como se respondessem à mesma pergunta.

INATIVIDADE ELETROCEREBRAL E REQUISITOS TÉCNICOS

A expressão inatividade eletrocerebral é preferível a termos como EEG ‘plano’, ‘chato’ ou ‘isoelétrico’, porque descreve um resultado definido operacionalmente pelo método e pelos limites de detecção. Nas recomendações brasileiras, a IEC corresponde à ausência de atividade cerebral acima do limite estabelecido sob

condições técnicas específicas.¹

O registro deve oferecer cobertura cerebral adequada. A recomendação brasileira utiliza 21 eletrodos do sistema internacional^{10–20}, incluindo regiões frontopolares, frontais, centrais, parietais, occipitais, temporais e linha média. Modificações decorrentes de trauma, cirurgia, curativos ou dispositivos devem ser documentadas.

As impedâncias devem ser suficientemente baixas para reduzir ruído, mas não tão baixas a ponto de sugerir ponte de eletrólito entre eletrodos. A distância intereletrodos precisa ser ampliada para favorecer a detecção de sinais de muito baixa amplitude. A integridade do sistema deve ser testada quando a IEC é suspeita.

A sensibilidade deve ser aumentada em relação ao EEG de rotina, tipicamente para pelo menos 2 $\mu\text{V}/\text{mm}$ durante período adequado, e o registro contínuo deve alcançar pelo menos 30 minutos. Filtros precisam ser usados com cautela, porque configurações excessivamente restritivas podem atenuar atividade cerebral verdadeira.

Por esse motivo, a formulação cientificamente mais precisa não é ‘não existe atividade cerebral’, mas ‘não foi detectada atividade cerebral acima do limite definido pelo método nas condições técnicas do registro’. Essa redação reconhece que todo instrumento possui limites de detecção.

Quadro 4 – Parâmetros técnicos essenciais para o registro do EEG na investigação de inatividade eletrocerebral.

Parâmetro	Recomendação técnica essencial
Cobertura	Sistema 10–20 com cobertura ampla; documentar adaptações.
Impedância	Baixa e equilibrada, evitando pontes e impedâncias excessivamente baixas.
Distância	Pares com distância ampliada, aproximadamente ≥ 10 cm.
Sensibilidade	Aumentada, pelo menos 2 $\mu\text{V}/\text{mm}$ por período adequado.
Duração	Registro contínuo de pelo menos 30 minutos.
Filtros	Uso judicioso; preservar faixa ampla em parte do registro.
Monitorização	ECG e identificação de ventilador, ambiente e outros artefatos.

Fonte: Elaborado pelo autor (2026), com base nas recomendações da SBNC e da ACNS.

ARTEFATOS E SEGURANÇA DIAGNÓSTICA

O ambiente de terapia intensiva é especialmente desafiador para registros de baixa amplitude. Monitores, ventiladores, bombas de infusão, dispositivos de aquecimento, cabos elétricos e movimentos podem produzir sinais que simulam atividade cerebral. Paralelamente, ECG, pulso e atividade muscular constituem fontes biológicas frequentes de artefato.

Quando a sensibilidade é aumentada para visualizar sinais muito pequenos, também ocorre a amplificação do ruído. Surge, portanto, um paradoxo técnico: quanto maior a capacidade de visualizar atividade cerebral mínima, maior a necessidade de reconhecer atividade extracerebral mínima.

Hinsberger *et al.*¹⁰ analisaram 47 registros de 42 pacientes entre 2015 e 2025. Considerando o primeiro EEG por paciente, a IEC foi demonstrada em 81,0%. Artefatos técnicos associaram-se a maior risco de interpretabilidade limitada (RR 4,2; IC95% 1,3–13,8). Os artefatos de eletrodos apresentaram associação particularmente importante, com RR^{7,1} (IC95% 2,2–22,3)¹⁰.

Após correção para comparações múltiplas, o artefato de eletrodo permaneceu significativo no estudo¹⁰. Esse resultado reforça empiricamente a importância das recomendações técnicas clássicas sobre preparo da pele, impedâncias, estabilidade mecânica dos eletrodos e supervisão do registro.

A segurança diagnóstica depende também da documentação. Vídeo, ECG, anotação de intervenções à beira-leito e, quando necessário, canais destinados à identificação de artefatos ambientais auxiliam a interpretação. Em tele-EEG, o vídeo adquire importância adicional porque o neurofisiologista remoto depende da equipe local para correlacionar eventos técnicos e clínicos.

FATORES CONFUNDIDORES: SEDAÇÃO, INTOXICAÇÃO, HIPOTERMIA E METABOLISMO

Sedativos, anestésicos e intoxicações podem reduzir de forma profunda a atividade eletroencefalográfica. A simples consideração da meia-vida farmacológica habitual pode ser insuficiente em pacientes críticos, nos quais insuficiência renal ou hepática, obesidade, hipotermia, interações medicamentosas, infusões prolongadas e alterações do volume de distribuição modificam a depuração.

A interpretação de um EEG com atividade extremamente reduzida exige, portanto, correlação com medicamentos administrados, doses, horários, duração das infusões e condições que alteram a farmacocinética. O objetivo é impedir que depressão farmacológica reversível seja confundida com ausência irreversível de atividade.

A hipotermia também pode produzir supressão progressiva da atividade cerebral e padrões de baixa amplitude. Assim, a irreversibilidade não é inferida exclusivamente do traçado; deriva da integração entre etiologia conhecida, pré-requisitos clínicos, temperatura adequada, exclusão de fatores reversíveis e protocolo normativo.

Distúrbios metabólicos graves podem modificar o EEG. Alterações importantes de glicemia, eletrólitos, equilíbrio ácido-base e função orgânica precisam ser avaliadas conforme o protocolo clínico aplicável.

Esses fatores revelam que a qualidade do EEG para IEC depende de duas camadas de controle: qualidade instrumental e validade biológica. Um registro

tecnicamente impecável pode permanecer clinicamente não interpretável se o estado fisiológico estiver profundamente confuso por condições reversíveis.

Implicação Prática

Antes do exame, a equipe deve confirmar e documentar condições clínicas relevantes, medicamentos e variáveis fisiológicas. Durante o registro, deve reduzir interferências e comunicar intervenções. Após o registro, o médico neurofisiologista integra esses dados à interpretação. O EEG não substitui o exame neurológico nem autoriza, isoladamente, a determinação de morte encefálica.

LIMITAÇÃO FISIOLÓGICA FUNDAMENTAL DO EEG

O EEG de superfície é altamente sensível à atividade elétrica sincronizada de populações neuronais corticais, mas não constitui registro direto da função de todas as estruturas encefálicas. Essa característica é essencial para compreender a controvérsia atual.

Um EEG tecnicamente válido pode demonstrar ausência de atividade cortical detectável acima do limite estabelecido. Entretanto, esse resultado não equivale, por definição fisiológica, à demonstração direta de ausência de atividade no tronco encefálico e nas estruturas profundas.

A distinção tornou-se central na diretriz AAN/AAP/CNS/SCCM de 2023.7. O documento não concluiu simplesmente que 'o EEG não funciona'; modificou a aceitação do EEG como exame auxiliar porque a finalidade atribuída ao exame complementar naquele protocolo exige informação capaz de sustentar a ausência de função cerebral de modo mais abrangente.

Essa mudança normativa não invalida os padrões técnicos da neurofisiologia. Por isso, a ACNS manteve sua Guideline 6 e publicou addendum em 2025⁹. O aparente conflito desaparece quando se reconhece que os documentos respondem a perguntas diferentes: a diretriz clínica pergunta se o exame é suficiente para uma finalidade diagnóstica específica; a norma técnica pergunta como registrar adequadamente IEC quando esse registro é indicado.

Consequentemente, a interpretação contemporânea exige linguagem precisa: IEC é um achado neurofisiológico; morte encefálica/morte por critérios neurológicos é uma determinação clínico-normativa mais abrangente.

EEG VERSUS MÉTODOS DE PERFUSÃO

A comparação entre EEG e métodos de perfusão deve partir do reconhecimento de que eles avaliam fenômenos fisiológicos diferentes. Não se trata de uma disputa simples entre tecnologias, mas de adequação entre a pergunta clínica e a variável medida.

Quadro 5 – Comparação entre o EEG e os métodos de avaliação da perfusão cerebral.

Dimensão	EEG	Métodos de perfusão
Pergunta principal	Há atividade elétrica cortical detectável?	Há fluxo/perfusão cerebral intracraniana detectável?
Vantagem	Beira-leito, não invasivo, ampla tradição técnica.	Avalia circulação/perfusão, fenômeno mais global.
Limitação central	Predominantemente cortical; suscetível a sedação e artefatos.	Dependente da modalidade, técnica, hemodinâmica e interpretação.
Influência de artefatos	Alta em ambiente de UTI, especialmente eletrodos.	Varia conforme ultrassom, angiografia, cintilografia ou tomografia.
Normatividade	Aceitação variável entre jurisdições.	A aceitação também depende do protocolo e da modalidade.

Fonte: Elaborado pelo autor (2026), com base na literatura analisada.

A ausência de perfusão possui relação fisiopatológica abrangente com a impossibilidade de manutenção da função encefálica, razão pela qual métodos de circulação ganharam relevância em diversas diretrizes contemporâneas⁵⁻⁸.

Entretanto, nenhum exame complementar deve ser apresentado como infalível. Revisões sistemáticas demonstram heterogeneidade de técnicas, populações, padrões de referência e critérios diagnósticos¹¹.

Em pacientes com alterações cranianas, dispositivos, suporte circulatório ou condições hemodinâmicas especiais, cada modalidade pode apresentar limitações próprias. A escolha deve seguir o protocolo aplicável, a indicação clínica e a experiência disponível.

ACURÁCIA DOS EXAMES AUXILIARES

A interpretação de sensibilidade e especificidade em morte por critérios neurológicos apresenta dificuldades metodológicas particulares. O padrão de referência nem sempre é independente do próprio processo diagnóstico, e os protocolos variam entre países, épocas e faixas etárias (É importante lembrar que no Brasil o procedimento é padronizado em todo o território nacional por resoluções do Conselho Federal de Medicina (CFM)).

Briard *et al.*¹¹ demonstraram heterogeneidade e risco de viés na literatura de exames auxiliares. Dessa forma, valores agrupados não devem ser tratados como propriedades universais de cada modalidade. É necessário considerar a população, definição de teste positivo, padrão de referência, momento do exame e presença de fatores confundidores.

Essa fragilidade é relevante para o EEG porque parte importante da literatura foi produzida com equipamentos, filtros, amplificadores e conceitos diagnósticos diferentes dos atuais. A digitalização aumentou recursos de visualização e armazenamento, mas também exige validação do sistema para registros de amplitude extremamente baixa.

A principal consequência metodológica é que a pergunta ‘qual exame é melhor?’ Pode ser inadequada quando estudos avaliam fenômenos fisiológicos diferentes e utilizam padrões de referência heterogêneos. Uma abordagem mais robusta compara adequação ao protocolo, taxa de exames inconclusivos, reprodutibilidade, tempo, segurança, disponibilidade e concordância com outras modalidades.

Assim, a ausência de evidência de alta certeza não deve ser confundida automaticamente com evidência de ineficácia. Ela deve ser reconhecida como incerteza e motivar estudos prospectivos mais rigorosos.

POPULAÇÃO PEDIÁTRICA

A população pediátrica não deve ser analisada como simples extensão dos adultos. Desenvolvimento cerebral, etiologias, maturação eletrofisiológica e protocolos clínicos introduzem particularidades relevantes.

McKinnon *et al.*¹² identificaram 39 estudos envolvendo 18 modalidades de investigação e 866 pacientes. Para o EEG, foram analisados 13 estudos e 299 pacientes. Na população com suspeita de morte por critérios neurológicos, as estimativas agrupadas de sensibilidade e especificidade foram aproximadamente 0,88 e 0,96, respectivamente, porém a certeza da evidência foi classificada como muito baixa.

A classificação de certeza muito baixa é decisiva para a interpretação: significa que novas evidências podem alterar substancialmente as estimativas disponíveis. Além disso, a literatura pediátrica inclui estudos antigos e condições clínicas heterogêneas.

Fatores confundidores farmacológicos e térmicos também assumem relevância especial. A presença de barbitúricos e hipotermia em parte da literatura demonstra a necessidade de exclusão rigorosa de causas reversíveis de supressão elétrica.

Portanto, resultados pediátricos não devem ser generalizados para adultos, nem estimativas agrupadas devem ser utilizadas isoladamente para decisões clínicas. O protocolo pediátrico aplicável e os pré-requisitos clínicos permanecem determinantes.

BRASIL E RECOMENDAÇÕES INTERNACIONAIS

As diferenças entre o Brasil e outros países devem ser descritas como

diferenças normativas e conceituais, evitando classificações simplistas de protocolos como ‘certos’ ou ‘errados’. A determinação de morte encefálica é regulada por critérios nacionais e cada exame complementar adquire significado dentro desse sistema.

Quadro 6 – Síntese comparativa entre o referencial brasileiro e recomendações internacionais contemporâneas.

Eixo	Referencial brasileiro/SBNC	Referenciais internacionais contemporâneos
Papel do EEG	Tradicionalmente utilizado para demonstrar ausência de atividade elétrica encefálica dentro do protocolo aplicável.	Uso heterogêneo; a diretriz norte-americana de 2023 não o aceita como exame auxiliar para BD/DNC.
Foco técnico	IEC, parâmetros de aquisição, artefatos e competência profissional.	ACNS mantém padrão técnico e publicou adendo em 2025.
Limitação reconhecida	Necessidade de excluir confundidores e assegurar qualidade.	Ênfase adicional na limitação do EEG para avaliar o tronco/estruturas profundas.
Interpretação	Deve seguir a regulamentação brasileira vigente.	Depende da jurisdição e do protocolo local.

Fonte: Elaborado pelo autor (2026), com base na SBNC, no World Brain Death Project e na AAN/AAP/CNS/SCCM.

O World Brain Death Project de 2020 buscou estabelecer padrões mínimos internacionais e reduzir a heterogeneidade ⁵. Entretanto, Lewis *et al.* ⁶ demonstraram que diferenças relevantes permanecem entre protocolos nacionais.

A questão científica para o Brasil não deve ser formulada como mera adoção de uma diretriz estrangeira. Uma pergunta mais produtiva é se, diante das evidências contemporâneas, a demonstração de inatividade elétrica cortical deve manter o mesmo peso normativo em comparação com a demonstração de ausência de perfusão cerebral.

Responder a essa questão exige dados brasileiros de qualidade, avaliação de disponibilidade tecnológica, capacitação profissional, custos, tempo para conclusão do protocolo e desempenho em condições reais.

ENFERMAGEM, NEUROFISIOLOGIA E QUALIDADE ASSISTENCIAL

A determinação da morte encefálica é multiprofissional, embora a responsabilidade diagnóstica siga as atribuições profissionais e normativas específicas. A enfermagem exerce papel relevante na segurança e organização do processo.

Entre as contribuições assistenciais estão a manutenção das condições fisiológicas, monitorização, registro de temperatura e parâmetros hemodinâmicos,

conferência e documentação de medicamentos, apoio à preparação do paciente, redução de interferências ambientais e comunicação de intervenções durante o EEG.

No registro neurofisiológico, profissionais treinados são essenciais para posicionamento dos eletrodos, controle de impedâncias, identificação de pontes, avaliação de artefatos, documentação das condições técnicas e comunicação com o neurofisiologista. A disponibilidade de um aparelho não equivale à disponibilidade de competência técnica.

O tele-EEG amplia a possibilidade de interpretação especializada em instituições sem neurofisiologista presencial. Contudo, aumenta a dependência da qualidade da equipe local, do vídeo e da comunicação em tempo real. A interpretação remota de um registro tecnicamente inadequado não corrige problemas de aquisição.

Programas de treinamento estruturados podem incorporar simulações de artefatos, critérios de IEC, configuração do equipamento, documentação de fatores confundidores e protocolos de escalonamento quando o exame é inconclusivo.

Competências prioritárias

- Reconhecer artefatos fisiológicos e técnicos;
- Manter impedâncias adequadas;
- Documentar medicamentos e variáveis fisiológicas;
- Compreender limites do método;
- Comunicar eventos do registro;
- Aplicar protocolos institucionais de segurança.

DISCUSSÃO

Os resultados desta revisão indicam que o debate contemporâneo sobre EEG e morte encefálica não pode ser reduzido à oposição 'válido versus inválido'. O EEG permanece um instrumento neurofisiológico capaz de demonstrar IEC sob condições técnicas rigorosas^{1,3,9,10}. A controvérsia surge quando se pergunta se essa variável é suficiente para representar o construto clínico-normativo mais amplo de morte por critérios neurológicos.

A primeira dimensão é técnica. Sem cobertura adequada, impedâncias controladas, distância intereletrodos suficiente, sensibilidade elevada, duração apropriada e controle de artefatos, a conclusão de IEC perde confiabilidade. O estudo de 2026 demonstra que esse problema continua atual mesmo com equipamentos digitais¹⁰.

A segunda dimensão é fisiológica. O EEG de superfície registra predominantemente atividade cortical. Portanto, sua limitação em avaliar diretamente o tronco encefálico não é um defeito corrigível apenas com melhor treinamento; é uma propriedade inerente ao método.

A terceira dimensão é diagnóstica. Revisões sistemáticas apontam heterogeneidade e baixa certeza para parte das modalidades auxiliares, especialmente em pediatria^{11,12}. Isso impede conclusões simplistas baseadas

exclusivamente em sensibilidade e especificidade agrupadas.

A quarta dimensão é normativa. Uma medida pode ser tecnicamente válida e, ainda assim, não ser aceita para determinada finalidade em uma jurisdição. A mudança norte-americana de 2023 e a atualização técnica ACNS de 2025 ilustram claramente essa distinção^{7,9}.

Essas quatro dimensões oferecem um modelo interpretativo capaz de reconciliar documentos que, à primeira vista, parecem contraditórios. Elas também permitem que o debate brasileiro seja conduzido com maior precisão conceitual e sem transposição automática de protocolos estrangeiros.

FRAGILIDADES, LIMITAÇÕES E AGENDA DE PESQUISA

Quadro 7 – Fragilidades identificadas, implicações e prioridades para pesquisas futuras.

Fragilidade identificada	Implicação	Prioridade de pesquisa
Grande proporção de estudos antigos	Tecnologias e conceitos diferentes dos atuais	Coortes prospectivas contemporâneas.
Poucos estudos multicêntricos de EEG	Generalização limitada	Rede multicêntrica nacional/internacional.
Artefatos técnicos	Exames inconclusivos	Treinamento, controle de qualidade e métricas de aquisição.
Limitação cortical do EEG	Não avalia diretamente todas as estruturas	Estudos multimodais EEG + perfusão.
Evidência pediátrica de baixa certeza	Incerteza nas estimativas	Estudos pediátricos específicos.
Heterogeneidade normativa	Dificulta comparação	Descrição explícita do protocolo aplicado.
Poucos dados brasileiros	Baixa representatividade local	Registro brasileiro prospectivo.
Tele-EEG dependente da aquisição local	Risco de perda de qualidade	Estudos de concordância e treinamento remoto.

Fonte: Elaborado pelo autor (2026).

Proposta de Estudo Multicêntrico Brasileiro

Propõe-se estudo prospectivo incluindo pacientes submetidos ao protocolo brasileiro, com coleta simultânea ou sequencial padronizada de dados clínicos, EEG e modalidade de perfusão quando indicada. Variáveis: etiologia, idade, temperatura, função renal/hepática, sedativos, intervalo desde a última dose, alterações metabólicas, cirurgia craniana, parâmetros técnicos, impedâncias, artefatos, IEC, exame inconclusivo, repetição, modalidade de perfusão, concordância, tempo, custo e disponibilidade.

Desfechos adicionais deveriam incluir concordância interobservador, taxa de repetição, causas de não interpretabilidade e efeito de treinamento estruturado da equipe. Tal desenho poderia produzir evidência diretamente aplicável ao sistema brasileiro.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O EEG permanece tecnicamente capaz de demonstrar inatividade eletrocerebral quando realizado sob condições rigorosamente controladas. As recomendações da SBNC continuam relevantes para a aquisição de alta qualidade, particularmente quanto aos parâmetros técnicos: eletrodos, impedâncias, distância intereletrodos, sensibilidade, duração, filtros, integridade do sistema, artefatos e qualificação profissional.

A atualização da ACNS em 2025 demonstra que a padronização técnica do registro em suspeita de morte cerebral permanece objeto de atenção científica.⁹ Paralelamente, a evidência de Hinsberger et al.¹⁰, publicada em 2026, confirma que artefatos técnicos, sobretudo de eletrodos, ainda podem comprometer a interpretabilidade.

A principal limitação contemporânea, entretanto, não é apenas tecnológica. O EEG de superfície avalia predominantemente atividade cortical e não demonstra diretamente ausência de função de todas as estruturas encefálicas. Essa diferença contribui para compreender a mudança da diretriz norte-americana de 2023⁷.

Portanto, a interpretação do EEG deve integrar quatro dimensões: validade técnica, validade fisiológica, validade diagnóstica e validade normativa. O achado de IEC deve ser descrito como resultado neurofisiológico dentro das condições do método, e não como sinônimo isolado de ausência de todas as funções encefálicas.

No contexto brasileiro, futuras atualizações devem ser sustentadas por evidências nacionais contemporâneas, sem transposição automática de modelos estrangeiros. Estudos multicêntricos que comparem EEG, perfusão, qualidade técnica, tempo, custos e disponibilidade podem contribuir para aperfeiçoar protocolos, formação profissional e segurança diagnóstica.

REFERÊNCIAS

1. Luccas FJC, Braga NIO, Silvado CES. Recomendações técnicas para o registro do eletroencefalograma (EEG) na suspeita de morte encefálica. *Arq Neuropsiquiatr*. 1998;56(3B):697-702. doi:10.1590/S0004-282X1998000400030.
2. Wijdicks EFM, Varelas PN, Gronseth GS, Greer DM. Evidence-based guideline update: determining brain death in adults. *Neurology*. 2010;74(23):1911-8. doi:10.1212/WNL.0b013e3181e242a8.
3. Stecker MM, Sabau D, Sullivan LR, Das RR, Selioutski O, Drislane FW, et

- a/. American Clinical Neurophysiology Society Guideline 6: Minimum Technical Standards for EEG Recording in Suspected Cerebral Death. *J Clin Neurophysiol.* 2016;33(4):324-7. doi:10.1097/WNP.0000000000000322.
4. American Clinical Neurophysiology Society. Guideline 3: Minimum technical standards for EEG recording in suspected cerebral death. *J Clin Neurophysiol.* 2006;23(2):97-104.
5. Greer DM, Shemie SD, Lewis A, *et al.* Determination of brain death/death by neurologic criteria: the World Brain Death Project. *JAMA.* 2020;324(11):1078-97. doi:10.1001/jama.2020.11586.
6. Lewis A, Bakkar A, Kreiger-Benson E, *et al.* Determination of death by neurologic criteria around the world. *Neurology.* 2020;95(3):e299-e309. doi:10.1212/WNL.0000000000009888.
7. Greer DM, Kirschen MP, Lewis A, *et al.* Pediatric and adult brain death/death by neurologic criteria consensus guideline. *Neurology.* 2023;101(24):1112-32. doi:10.1212/WNL.0000000000207740.
8. Lewis A, Kirschen MP, Greer DM. The 2023 AAN/AAP/CNS/SCCM pediatric and adult brain death/death by neurologic criteria consensus guideline: a comparison with the 2010 and 2011 guidelines. *Neurol Clin Pract.* 2023;13(6):e200189. doi:10.1212/CPJ.0000000000200189.
9. Selioutski O, Sinha S, Abend N. Minimum Technical Standards for EEG Recording in Suspected Cerebral Death: Addendum. *J Clin Neurophysiol.* 2025;42(7):569. doi:10.1097/WNP.0000000000001191.
10. Hinsberger M, Strzelczyk A, Strüber M, Raimann FJ, Rosenow F, Willems LM. Reliability of EEG in brain death diagnosis: an analysis of clinical and technical factors. *Front Med (Lausanne).* 2026;13:1844133. doi:10.3389/fmed.2026.1844133.
11. Neves Briard J, Nitulescu R, Lemoine É, *et al.* Diagnostic accuracy of ancillary tests for death by neurologic criteria: a systematic review and meta-analysis. *Can J Anaesth.* 2023;70:736-48. doi:10.1007/s12630-023-02426-1.
12. McKinnon NK, Maratta C, Zuckier LS, *et al.* Ancillary investigations for death determination in infants and children: a systematic review and meta-analysis. *Can J Anaesth.* 2023;70:749-70. doi:10.1007/s12630-023-02418-1.
13. Duvuru S, Sanker V, Mishra RK, *et al.* Ancillary tests for brain death. *Front Neurol.* 2024;15:1491263. doi:10.3389/fneur.2024.1491263.
14. Silverman D, Masland RL, Saunders MG, Schwab RS. Irreversible coma associated with electrocerebral silence. *Neurology.* 1970;20:525-33.
15. Chatrian GE, Bergamini L, Dondey M, Klass DW, Lennox-Buchthal M, Petersen I. A glossary of terms most commonly used by clinical electroencephalographers. *Electroencephalogr Clin Neurophysiol.* 1974;37:538-48.

16. Henry CE, Scoville WB, Seligman L, *et al.* Cerebral death and the electroencephalogram. J Clin Neurophysiol historical literature.
17. Nakagawa TA, Ashwal S, Mathur M, Mysore M. Clinical report—guidelines for the determination of brain death in infants and children. Pediatrics. 2011;128(3):e720-40.
18. Wijdicks EFM. The diagnosis of brain death. N Engl J Med. 2001;344:1215-21.
19. Greer DM, Wang HH, Robinson JD, Varelas PN, Henderson GV, Wijdicks EFM. Variability of brain death determination guidelines in leading US neurologic institutions. Neurology. 2008;70:284-9.
20. Wijdicks EFM. Brain death worldwide: accepted fact but no global consensus in diagnostic criteria. Neurology. 2002;58:20-5.
21. Shemie SD, Hornby L, Baker A, *et al.* International guideline development for the determination of death. Intensive Care Med. 2014;40:788-97.
22. Lewis A, Bernat JL, Blosser S, *et al.* An interdisciplinary response to contemporary concerns about brain death determination. Neurology. 2018;90:423-6.
23. Bernat JL. A conceptual justification for brain death. Hastings Cent Rep. 2018;48 Suppl 4:S19-S21.
24. Gardiner D, Shemie S, Manara A, Opdam H. International perspective on the diagnosis of death. Br J Anaesth. 2012;108 Suppl 1:i14-i28.
25. Machado C. Brain death: a reappraisal. Springer; 2007.