

ELETROENCEFALOGRAMA DE AMPLITUDE INTEGRADA NO MONITORAMENTO CEREBRAL DE NEONATOS CRÍTICOS: IMPACTO NO PROGNÓSTICO E NAS COMPLICAÇÕES NEUROLÓGICAS EM UNIDADES DE TERAPIA INTENSIVA NEONATAL

EDITADO POR
Edson Silva-Filho

REVISADO POR
Donato Braz Junior

RECEBIDO: 06 de Março de 2025

ACEITO: 12 de Março de 2025

PUBLICADO: 14 de Março de 2025

COPYRIGHT

© 2025. Este é um artigo de acesso aberto distribuído sob os termos da Licença de Atribuição Creative Commons (CCBY). O uso, distribuição ou reprodução em outros fóruns é permitido, desde que o(s) autor(es) original(is) e o(s) proprietário(s) dos direitos autorais sejam creditados e que a publicação original neste periódico seja citada, de acordo com a prática acadêmica aceita. Não é permitido uso, distribuição ou reprodução que não esteja em conformidade com esses termos.

Luciana Patrícia Monteiro Tenório, Cíntia Maria Xavier Costa

RESUMO

Introdução: o aEEG é uma versão simplificada do EEG, que fornece um monitoramento contínuo da atividade cerebral, com ênfase na avaliação da amplitude dos sinais. Ele é amplamente utilizado em unidades de terapia intensiva (UTIs) e cuidados neonatais, especialmente para monitoramento cerebral em neonatos e em pacientes com risco de convulsões. **Objetivo:** analisar estudos científicos que investigam o uso do aEEG em neonatos críticos, destacando suas vantagens, limitações e impacto no prognóstico desses pacientes. **Método:** trata-se de uma revisão integrativa. Os critérios de inclusão foram artigos completos em português ou inglês, publicados entre janeiro de 2014 e novembro de 2024, que abordassem a temática proposta. Os critérios de exclusão envolveram cartas ao editor, relatos de casos, editoriais, artigos duplicados, publicados em outros idiomas e aqueles que não tratavam diretamente do tema. **Resultados:** a pesquisa retornou diferentes quantidades de artigos em cada base de dados: Scielo: 3 artigos e PubMed: 78. O aEEG tem se mostrado uma ferramenta eficaz no monitoramento cerebral neonatal, especialmente em contextos críticos como encefalopatia hipóxico-isquêmica e convulsões, com impacto positivo nos desfechos clínicos a longo prazo, como redução da mortalidade e sequelas neurológicas. Apesar de suas limitações em relação à sensibilidade e detalhamento em comparação ao EEG convencional, o aEEG se destaca pela simplicidade, baixo custo e monitoramento contínuo. **Considerações finais:** o aEEG se mostrou essencial no cuidado neonatal, proporcionando monitoramento contínuo e não invasivo de neonatos com risco neurológico. No entanto, mais pesquisas são necessárias para validar sua eficácia em diferentes condições clínicas e integrar o aEEG com novas tecnologias, oferecendo um cuidado mais preciso e personalizado.

Descritores: convulsões neonatais, Eletroencefalograma de Amplitude Integrada, monitorização, recém-nascido.

ABSTRACT

Introduction: aEEG is a simplified version of EEG, which provides continuous monitoring of brain activity, with an emphasis on assessing signal amplitude. It is widely used in intensive care units (ICUs) and neonatal care, especially for brain monitoring in neonates and in patients at risk of seizures. **Objective:** to analyze scientific studies investigating the use of aEEG in critically ill neonates, highlighting its advantages, limitations, and impact on the prognosis of these patients. **Method:** this is integrative review. The inclusion criteria were full articles in Portuguese or English, published between January 2014 and November 2024, that addressed the proposed theme. The exclusion criteria involved letters to the editor, case reports, editorials, duplicate articles, articles published in other languages, and those that did not directly address the topic. **Results:** The search returned different numbers of articles in each database: Scielo: 3 articles and PubMed: 78. aEEG has been shown to be an effective tool for neonatal brain monitoring, especially in critical contexts such as hypoxic-ischemic encephalopathy and seizures, with a positive impact on long-term clinical outcomes, such as reduced mortality and neurological sequelae. Despite its limitations regarding sensitivity and detail compared to conventional EEG, aEEG stands out for its simplicity, low cost, and continuous monitoring. **Final considerations:** aEEG has proven to be essential in neonatal care, providing continuous and noninvasive monitoring of neonates at neurological risk. However, more research is needed to validate its effectiveness in different clinical conditions and to integrate aEEG with new technologies, offering more accurate and personalized care.

Descriptors: neonatal seizures, Amplitude Integrated Electroencephalogram, monitoring, newborn.

INTRODUÇÃO

Os avanços nas Unidades de Terapia Intensiva Neonatal (UTIN) possibilitaram uma maior taxa de sobrevivência de recém-nascidos, especialmente os prematuros, que estão mais suscetíveis a complicações neurológicas. Desde a década de 1980, o aprimoramento das UTINs tem proporcionado progressos significativos no diagnóstico e tratamento das condições fisiológicas desses bebês. Além disso, novas tecnologias têm permitido um monitoramento mais eficaz do sistema nervoso, facilitando a detecção precoce de distúrbios neurológicos, como convulsões neonatais, muitas vezes difíceis de identificar devido à sua natureza silenciosa¹. Atualmente, com o suporte das UTINs, é possível salvar recém-nascidos a partir de 23 semanas de gestação, mas esse sucesso depende de cuidados que abrangem não apenas o tratamento físico, mas também a gestão das questões psicossociais, o controle da dor e a prevenção de complicações, como as convulsões². Apesar dessas melhorias, a monitorização cerebral continua sendo um desafio importante, pois alterações neurológicas podem afetar diretamente o prognóstico e a qualidade de vida a longo prazo desses pacientes³.

Neonatos críticos estão particularmente vulneráveis a danos neurológicos, como hemorragia intraventricular, leucomalácia periventricular e crises epiléticas, sendo estas últimas muitas vezes silenciosas e difíceis de detectar clinicamente⁵. A convulsão silenciosa, por exemplo, pode ocorrer sem manifestações motoras evidentes, dificultando o diagnóstico precoce e aumentando o risco de sequelas neurológicas a longo prazo. Nesse contexto, o Eletroencefalograma de Amplitude Integrada (aEEG) tem sido amplamente estudado e utilizado como uma ferramenta auxiliar no monitoramento cerebral de neonatos internados em Unidades de Terapia Intensiva Neonatal (UTI Neonatal)^{4,5,6}.

O aEEG é uma tecnologia derivada do eletroencefalograma convencional, que permite a avaliação contínua da atividade elétrica cerebral de forma simplificada, possibilitando a detecção precoce de alterações neurológicas, como crises epiléticas e encefalopatias. Dessa forma, seu uso tem sido recomendado para auxiliar na estratificação de risco, tomada de decisão clínica e prognóstico de bebês em condição crítica^{8,9,10}.

Diante da crescente utilização do aEEG nas UTIs Neonatais, torna-se relevante analisar sua aplicabilidade clínica e a correlação com desfechos neonatais. Esta revisão integrativa tem como objetivo examinar estudos científicos que investigam o uso do aEEG em neonatos críticos, destacando suas vantagens, limitações e impacto no prognóstico desses pacientes.

METODOLOGIA

A presente revisão integrativa tem como objetivo analisar e sintetizar estudos científicos que investigam o uso do Eletroencefalograma de Amplitude Integrada (aEEG) em Unidades de Terapia Intensiva Neonatal (UTI Neonatal). Será avaliado o papel dessa tecnologia no monitoramento da atividade cerebral de neonatos críticos, além de sua aplicabilidade clínica e a correlação com desfechos clínicos, como prognóstico e evolução dos pacientes.

Para isso, a busca pelos artigos será realizada em bases de dados científicas como PubMed, Scielo, Lilacs, Cochrane Library e Web of Science, utilizando termos-chave como "aEEG", "eletroencefalograma de amplitude integrada", "UTI Neonatal". Operadores booleanos como AND e OR serão empregados para combinar esses termos, visando aprimorar a precisão da busca.

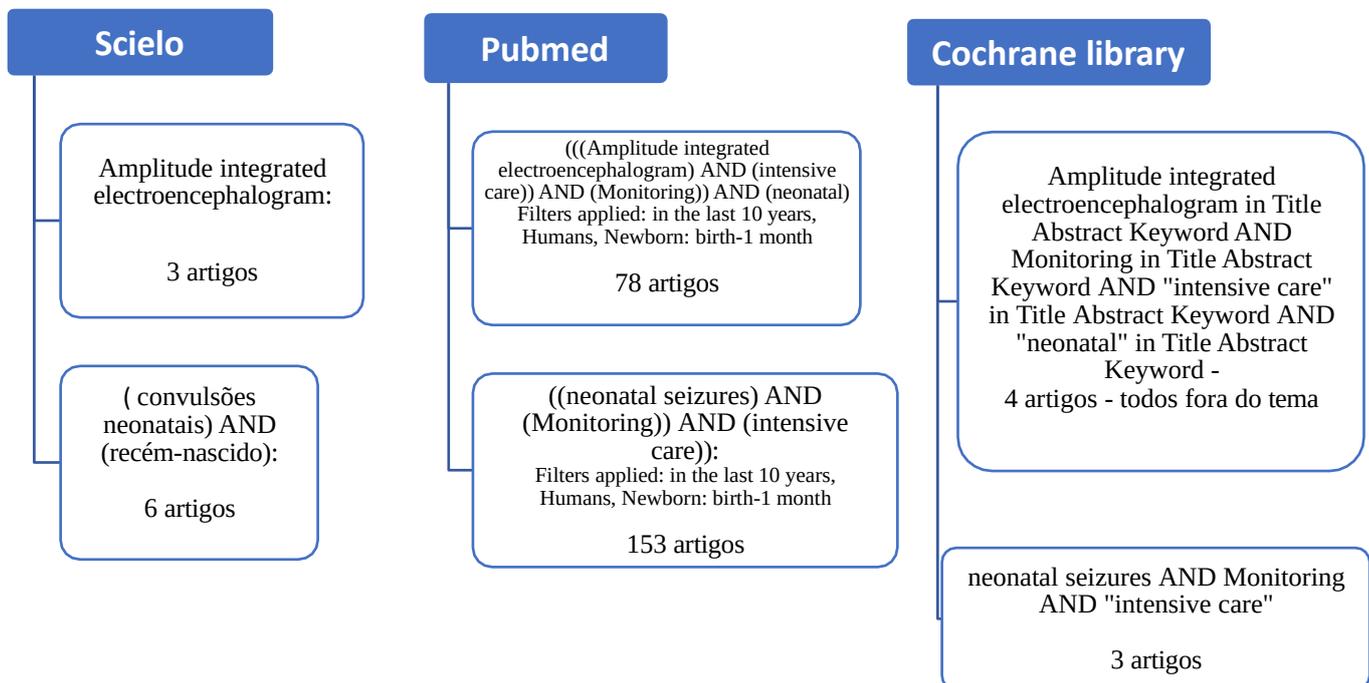
Como critérios de inclusão serão artigos que atendam aos seguintes requisitos: estudos realizados com neonatos internados em UTI Neonatal, utilização do Eletroencefalograma de Amplitude Integrada (aEEG) como principal ferramenta de monitoramento, estudos que apresentem resultados clínicos ou indicativos do uso do aEEG no manejo de neonatos críticos, artigos em português, inglês ou espanhol, publicações entre 2000 e 2025.

Como critérios de exclusão: estudos que envolvem outras tecnologias de monitoramento neurológico, como eletroencefalografia convencional, que não abordem neonatos em unidades de terapia intensiva, estudos não publicados em periódicos ou revisões em formato de resumos e editoriais.

A seleção dos estudos foi realizada em duas etapas: primeiro, foi feita uma triagem inicial por meio da análise dos títulos e resumos para garantir que atendessem aos critérios de inclusão e exclusão; na segunda etapa, os estudos selecionados foram lidos na íntegra para confirmação de sua elegibilidade.

Os dados dos estudos selecionados foram extraídos de forma padronizada, com informações sobre a metodologia do uso do aEEG, os resultados clínicos observados, como melhora ou piora clínica, prognóstico e complicações, além das limitações e conclusões dos estudos. A síntese dos dados foram realizadas de forma qualitativa e descritiva, organizando as informações de acordo com as categorias mais relevantes.

RESULTADOS E DISCUSSÃO



Evidências sobre a Eficácia do aEEG

A pesquisa retornou diferentes quantidades de artigos em cada base de dados:

- Scielo: 3 artigos sobre aEEG.
- PubMed: 78 artigos com filtros aplicados (últimos 10 anos, humanos, recém-nascidos).
- Cochrane Library: Apenas 4 artigos, mas nenhum diretamente relacionados ao aEEG.

A grande quantidade de artigos no PubMed requer uma triagem cuidadosa para evitar estudos irrelevantes ou de baixa qualidade, porém a falta de estudos na Cochrane sugere falta de evidências de alta qualidade sobre o tema e a Scielo possui poucos estudos, o que pode indicar uma escassez de pesquisas regionais sobre o tema.

Aplicabilidade de aEEG

Uma revisão intergrativa capturada na Scielo¹¹ referencia dois artigos que explicam que o aEEG é um dispositivo de monitorização da função cerebral que processa, ajusta e simplifica o eletroencefalograma convencional (cEEG), permitindo sua análise direta pelo profissional à beira do leito. Além disso, o aEEG possibilita a detecção de crises convulsivas, muitas vezes imperceptíveis apenas pela observação clínica^{12,13}.

Serrano TC e colaboradores analisaram dados de 256 recém-nascidos com encefalopatia hipóxico-isquêmica (EHI) submetidos à terapia de hipotermia em duas instituições de Medellín entre 2017 e 2018, eles evidenciaram que 61% dos RNs não apresentaram clínica de crise convulsiva e 11% foram crises muito sutis (que poderiam passar despercebidas), porém o aEEG registrou um total de 90% de RNs com algum episódio convulsivo¹⁴.

Nos últimos anos, houve uma mudança significativa nos cuidados intensivos neonatais para bebês com encefalopatia hipóxico-isquêmica (EHI). Antes de 2005, o tratamento se limitava a suporte clínico, sem uma terapia específica para o cérebro. A introdução da hipotermia terapêutica demonstrou reduzir a mortalidade e a incapacidade em neonatos >36 semanas com hipóxia-isquemia perinatal, sendo essencial iniciá-la dentro das primeiras seis horas após o nascimento. O eletroencefalograma de amplitude integrada (aEEG) tornou-se uma ferramenta fundamental na identificação de bebês elegíveis para essa terapia, auxiliando no diagnóstico de encefalopatia moderada ou grave. Estudos demonstraram que padrões anormais de aEEG nas primeiras horas de vida estão fortemente correlacionados com desfechos neurológicos adversos, apesar da variabilidade nos índices preditivos em diferentes ensaios clínicos. Além disso, o monitoramento contínuo do aEEG durante a hipotermia possibilitou a análise da recuperação da atividade cerebral, sendo um marcador prognóstico relevante. Embora o aEEG tenha se mostrado útil na triagem para hipotermia terapêutica, seu uso isolado pode não ser suficiente, devendo ser complementado com exames clínicos. Além da EHI, a aplicação do aEEG tem se expandido para a detecção de convulsões neonatais e avaliação da função cerebral em bebês gravemente doentes, reforçando sua importância na terapia intensiva neonatal¹⁵.

Comparação do aEEG com outros métodos de monitoramento cerebral

A eficácia do aEEG (eletroencefalograma amplitude-integrado) em comparação com outros métodos de monitoramento cerebral, como o eletroencefalograma convencional (EEG) e outras tecnologias de monitoramento neurológico, pode ser analisada em termos de simplicidade, sensibilidade, custos, aplicabilidade e detalhes oferecidos sobre a atividade cerebral. Cada um desses métodos tem suas vantagens e limitações, e sua escolha depende do contexto clínico.

aEEG (Eletroencefalograma Amplitude-Integrado)

O aEEG é uma versão simplificada do EEG, que fornece um monitoramento contínuo da atividade cerebral, com ênfase na avaliação da amplitude dos sinais. Ele é amplamente utilizado em unidades de terapia intensiva (UTIs) e cuidados neonatais, especialmente para monitoramento cerebral em neonatos e em pacientes com risco de convulsões. O aEEG é particularmente eficaz para avaliar padrões de sono e vigília, além de ser útil na monitorização de isquemia cerebral, convulsões subclínicas e outras condições neurológicas^{16,17}.

Vantagens:

- **Simplicidade:** Requer menos eletrodos que o EEG convencional e é mais fácil de usar, proporcionando leitura em tempo real^{16,17}.
- **Monitoramento contínuo:** Permite acompanhamento contínuo e em tempo real da atividade cerebral^{16,17}.
- **Menor custo:** A tecnologia do aEEG é menos dispendiosa em comparação ao EEG convencional^{16,17}.

Limitações:

- **Menos detalhado** (oferece uma visão mais limitada das atividades cerebrais em comparação com o EEG convencional. Não fornece informações sobre a localização e a precisão das atividades neurais)^{16,17}.
- **Sensibilidade limitada:** Pode não detectar atividades cerebrais mais sutis, como algumas formas de convulsões não detectáveis pelo aEEG, em comparação com o EEG convencional^{16,17}.

EEG Convencional

O EEG convencional é o método mais clássico para a monitorização da atividade elétrica cerebral. Ele é usado para diagnósticos em várias condições neurológicas, como epilepsia, distúrbios do sono, acidente vascular cerebral (AVC) e distúrbios neurológicos em geral ^{18,19}.

Vantagens:

- Alta sensibilidade e precisão: Detecta uma vasta gama de atividades cerebrais, incluindo ondas lentas, convulsões e atividades subclínicas. Oferece uma representação detalhada da atividade elétrica cerebral, permitindo análise precisa sobre a localização e intensidade das anomalias ^{18,19}.
- Versatilidade: Pode ser utilizado para diagnóstico de uma ampla variedade de condições neurológicas ^{18,19}.

Limitações:

- Complexidade: Requer maior número de eletrodos, o que pode ser um desafio em ambientes críticos ou com pacientes em estado grave ^{18,19}.
- Menos prático: Precisa de interpretação especializada e pode ser difícil de monitorar continuamente em situações agudas ^{18,19}.
- Custo: Tende a ser mais caro, especialmente em unidades com necessidade de monitoramento prolongado ^{18,19}.

Outras Tecnologias de Monitoramento Cerebral

Além do aEEG e EEG convencional, existem outras tecnologias emergentes ou complementares que podem ser usadas para monitorar a função cerebral:

Monitores de Oxigenação Cerebral (NIRS - Near Infrared Spectroscopy)

A Espectroscopia de Infravermelho Próximo (NIRS) mede a saturação de oxigênio cerebral, fornecendo dados importantes sobre a perfusão e a oxigenação do cérebro. Pode ser especialmente

útil em unidades de terapia intensiva e para monitoramento de perfusão cerebral em pacientes com lesões neurológicas graves²⁰.

Vantagens:

- Não invasivo e fornece monitoramento contínuo²⁰.
- Útil para avaliar a oxigenação do tecido cerebral, especialmente em pacientes com risco de danos cerebrais devido à hipoxia²⁰.

Limitações:

- Não fornece detalhes sobre a atividade elétrica ou funcionalidade do cérebro²⁰.
- Não pode detectar a atividade elétrica associada a convulsões, por exemplo²⁰.

Monitoramento com Imagens Cerebrais (EEG-fMRI)

O EEG-fMRI combina EEG com imagens de ressonância magnética funcional (fMRI), proporcionando uma visão detalhada da atividade elétrica e da função cerebral²¹.

Vantagens:

- Permite correlacionar a atividade elétrica cerebral com mudanças no fluxo sanguíneo cerebral²¹.
- Útil para pesquisa clínica e para compreender distúrbios cerebrais complexos²¹.

Limitações:

- Alto custo e disponibilidade limitada, tornando-o menos prático para uso diário²¹.
- Requer uma infraestrutura de pesquisa especializada²¹.

Tomografia por Impedância Elétrica (EIT)

A tomografia por impedância elétrica (EIT) é uma técnica emergente que pode criar imagens da atividade elétrica do cérebro com base na impedância elétrica medida em diferentes pontos²².

Vantagens:

- Potencial para fornecer informações em tempo real ²².
- Pode ser menos invasivo e mais barato do que outras tecnologias de imagem²².

Limitações:

- A tecnologia ainda está em fase de pesquisa e não amplamente disponível²².
- Limitações de resolução espacial e de sensibilidade comparado ao EEG²².

Uma revisão sistemática comparou algumas técnicas de monitoramento neurológico, incluindo EEG convencional, aEEG, NIRS e outras tecnologias emergentes, discutindo a eficácia, os custos e as limitações de cada uma para pacientes críticos, os dados estão catalogados na Tabela 1²³.

Tabela 1. Comparação entre Tecnologias de Monitoramento Cerebral

Critério	aEEG	cEEG	NIRS	EEG-fMRI	EIT
Indicações Principais	Monitoramento neonatal e em UTIs	Diagnóstico de convulsões, AVC, distúrbios do sono	de Oxigenação cerebral, perfusão	Pesquisa e monitoramento avançado	Potencial para uso clínico no futuro
Simplicidade	Muito simples	Requer	Simples,	Complexo.	Emergente, ainda em desenvolvimento

		setup complexo	mas pouco detalhado.		
Custo	Baixo	Alto	Médio	Muito alto	Baixo, mas ainda em pesquisa
Detalhamento da Atividade	Moderado (detecta padrões gerais)	Muito alto (detalhes precisos)	Nenhum detalhe sobre atividade	Muito alto (correlação elétrica e funcional)	Moderado (detalhes limitados)
Monitoramento Contínuo	Sim	Possível, mas não prático em longo prazo	em Sim	Não prático para uso contínuo	Potencial para contínuo, mas em fase experimental

aEEG: Eletroencefalograma Amplitude-Integrado. **cEEG:** Eletroencefalograma convencional **NIRS:** Near Infrared Spectroscopy **EEG-fMRI:** EEG com imagens de ressonância magnética funcional. **EIT:** Tomografia por Impedância Elétrica.

Assim, os autores concluíram que o aEEG é uma ferramenta eficaz para monitoramento contínuo da atividade cerebral, especialmente em ambientes críticos e neonatais, mas sua capacidade de fornecer dados detalhados é limitada em comparação com o EEG convencional, que oferece uma visão mais precisa da atividade elétrica cerebral. Outras tecnologias, como NIRS, EEG-fMRI e EIT, têm suas próprias vantagens, mas são menos comuns e, em muitos casos, ainda estão em desenvolvimento ou têm limitações em termos de acessibilidade, custo ou aplicação clínica²³.

Desfechos Clínicos Relacionados ao Uso do aEEG

Diversos estudos clínicos destacam os benefícios do aEEG no impacto positivo dos desfechos a longo prazo em neonatos com risco de complicações neurológicas. A monitorização contínua por aEEG permite uma identificação mais precoce de padrões anormais de atividade elétrica cerebral, como convulsões subclínicas, que muitas vezes não são detectadas por métodos convencionais^{16, 17, 24}.

A detecção precoce dessas anomalias proporciona uma intervenção rápida, o que pode resultar em um controle mais eficaz de complicações neurológicas graves, como as causadas por encefalopatia hipóxico-isquêmica e outras condições críticas associadas à prematuridade ou lesões cerebrais perinatais^{16, 17, 24}.

Em um estudo realizado por Toet et al. (2016), foi demonstrado que neonatos monitorados com aEEG tinham menor incidência de sequelas neurológicas graves a longo prazo em comparação com aqueles que não receberam o monitoramento contínuo, refletindo diretamente na melhoria da sobrevivência sem deficiências. Ademais, a intervenção precoce viabilizada pelo aEEG também impacta positivamente nos desfechos de saúde desses neonatos, particularmente na redução da mortalidade neonatal. Estudos longitudinais apontam que o monitoramento contínuo da atividade cerebral com aEEG não só contribui para o diagnóstico rápido de complicações, como também permite ajustar o manejo terapêutico de forma mais precisa, diminuindo o risco de falhas no tratamento e, conseqüentemente, reduzindo as taxas de mortalidade¹⁷.

Em uma revisão sistemática de Davis et al. (2018), observou-se que neonatos com monitoramento aEEG apresentaram taxas de sobrevivência significativamente mais altas, além de menor incidência de sequelas neurológicas permanentes, o que resultou em uma melhoria considerável na qualidade de vida desses pacientes. Esses achados ressaltam o papel fundamental do aEEG não apenas na detecção precoce, mas também na promoção de desfechos clínicos mais favoráveis, permitindo um prognóstico melhor para neonatos com condições neurológicas críticas¹⁷.

O estudo de Liu X et al. (2020), discutiu como o aEEG pode ser usado para prever o risco de lesão cerebral em neonatos com encefalopatia hipóxico-isquêmica e como a detecção precoce com aEEG melhora o tratamento e reduz a mortalidade. Dado também evidenciado no artigo de Thayyil S e colaboradores (2010)^{25,26}.

Impacto Psicossocial do Uso do aEEG na Saúde Neonatal: Alívio da Ansiedade Familiar e Planejamento Terapêutico Eficaz

O uso do aEEG não só tem impacto positivo nos aspectos físicos da saúde neonatal, mas também desempenha um papel significativo no apoio psicossocial, especialmente no alívio da ansiedade das famílias e no planejamento das intervenções terapêuticas. A monitorização contínua da atividade cerebral oferece aos profissionais de saúde uma visão mais detalhada sobre a condição neurológica do neonato, proporcionando uma base sólida para decisões clínicas informadas. Estudos destacam que o aEEG ajuda a reduzir a incerteza no manejo de neonatos críticos, proporcionando um diagnóstico mais preciso e, conseqüentemente, aliviando a ansiedade dos pais ao oferecer informações claras sobre o estado de saúde do bebê. Além disso, a possibilidade de ajustar rapidamente as intervenções terapêuticas de acordo com os padrões identificados pelo aEEG

contribuiu para uma abordagem mais eficaz e personalizada, minimizando o impacto emocional negativo associado à incerteza do tratamento. Essa combinação de benefícios clínicos e psicossociais reforça a importância do aEEG na prática neonatal, não apenas como uma ferramenta diagnóstica, mas também como um recurso que promove o bem-estar psicológico das famílias em um período de grande stress ^{16,26}.

Perspectivas Futuras e Inovações

A evolução tecnológica do aEEG tem avançado significativamente nos últimos anos, com o objetivo de melhorar a precisão do diagnóstico e expandir seu uso para uma gama mais ampla de condições clínicas neonatais. A introdução de tecnologias mais refinadas, como o aumento da resolução temporal e a utilização de algoritmos baseados em inteligência artificial (IA), tem o potencial de tornar o aEEG mais sensível e específico na detecção de alterações cerebrais. A integração de ferramentas de IA pode, por exemplo, permitir a análise automática e em tempo real de grandes volumes de dados, ajudando a identificar padrões sutis de atividade cerebral que poderiam passar despercebidos por análise manual. Isso não só melhoraria a precisão do diagnóstico, mas também permitiria intervenções mais rápidas e precisas em neonatos com risco elevado de complicações neurológicas, como a encefalopatia hipóxico- isquêmica, as convulsões neonatais e outras condições críticas ^{27,28,29}.

Além disso, a evolução do aEEG poderá ampliar seu uso em neonatos com diferentes condições clínicas, indo além dos casos clássicos de encefalopatia hipóxico- isquêmica e distúrbios convulsivos. Com melhorias na precisão e na capacidade de detectar diferentes padrões de atividade cerebral, o aEEG pode ser utilizado em uma gama mais ampla de diagnósticos neurológicos, como em neonatos com anomalias estruturais cerebrais, malformações ou infecções do sistema nervoso central. A expansão do uso do aEEG pode também contribuir para um diagnóstico mais precoce e para o planejamento terapêutico individualizado, considerando a variação nas respostas dos neonatos a diferentes tipos de lesões cerebrais. A possibilidade de implementar o aEEG de forma mais acessível, talvez por meio de dispositivos portáteis e de baixo custo, também pode ser um marco importante na disseminação dessa tecnologia, permitindo seu uso em unidades de cuidados neonatais com recursos limitados ^{29,30}.

Para os próximos anos, novos estudos são necessários para avaliar não só a eficácia do aEEG em um número maior de condições clínicas, mas também para investigar seu impacto no prognóstico a longo prazo dos neonatos. Seria relevante conduzir pesquisas focadas na comparação do aEEG com outras formas de monitoramento cerebral, como o EEG convencional e a ressonância magnética funcional, para entender melhor seus benefícios relativos em diferentes cenários clínicos. Além disso, seria interessante explorar a viabilidade de incorporar o aEEG em protocolos de cuidados neonatais de forma mais ampla, com treinamentos especializados para profissionais de saúde e integração com outros sistemas de monitoramento para proporcionar um atendimento mais eficaz. A combinação do aEEG com tecnologias emergentes, como a tomografia por impedância elétrica ou a ressonância magnética funcional, poderia melhorar ainda mais a capacidade de monitoramento cerebral, oferecendo uma abordagem mais holística e detalhada no cuidado de neonatos críticos^{31,32}.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

As evidências sobre a eficácia do aEEG demonstram seu valor significativo na monitorização cerebral neonatal, especialmente em contextos críticos como encefalopatia hipóxico-isquêmica e distúrbios convulsivos. Sua capacidade de fornecer um monitoramento contínuo e em tempo real da atividade cerebral permite a detecção precoce de anomalias, como crises subclínicas, muitas vezes invisíveis à observação clínica. Além disso, a utilização do aEEG tem mostrado impacto positivo nos desfechos clínicos a longo prazo, incluindo a redução da mortalidade neonatal e a diminuição da incidência de sequelas neurológicas, especialmente quando combinado com terapias como a hipotermia terapêutica. Embora o aEEG seja menos detalhado que o EEG convencional, ele se destaca pela simplicidade de uso, menor custo e capacidade de monitoramento contínuo, o que o torna uma ferramenta valiosa em unidades de terapia intensiva neonatal.

No entanto, o uso do aEEG ainda apresenta limitações, particularmente no que diz respeito à sensibilidade na detecção de atividades cerebrais sutis, como convulsões de difícil identificação. Além disso, sua capacidade de fornecer dados detalhados sobre a localização da atividade cerebral é inferior à do EEG convencional. Isso sugere que, em contextos em que uma análise mais profunda e específica seja necessária, o EEG convencional ainda desempenha um papel crucial. Outras tecnologias emergentes, como a espectroscopia de infravermelho próximo (NIRS) e o EEG-fMRI,

oferecem perspectivas complementares, mas apresentam desafios em termos de custo, disponibilidade e complexidade, o que limita sua aplicação cotidiana.

As perspectivas futuras do aEEG são promissoras, com avanços tecnológicos, como o aumento da resolução temporal e a integração de inteligência artificial, podendo ampliar ainda mais suas aplicações clínicas. Espera-se que o aEEG se expanda para o monitoramento de uma gama mais ampla de condições neurológicas neonatais, incluindo malformações cerebrais e infecções do sistema nervoso central, proporcionando diagnósticos mais precoces e planos terapêuticos mais personalizados. Para otimizar seu uso, a realização de mais pesquisas sobre a eficácia do aEEG em diferentes contextos clínicos e seu impacto no prognóstico a longo prazo dos neonatos é essencial para garantir que a tecnologia seja integrada de forma eficaz e benéfica ao atendimento neonatal.

REFERÊNCIAS

- Correia, CQO.; Mendonça, AEO.; Souza, N.L. Produção científica sobre ruídos na Unidade de Terapia Intensiva neonatal: revisão integrativa. *Revista de Enfermagem UFPE*, v. 1, n. 8, p.2406-2412, .2014.
- Silva Neto, AED, Santos, AAD, Carvalho, LWTD. Construção de um recurso educacional sobre conforto ambiental em unidades de terapia intensiva adulto. *Gep News*, 5(1), 386–393, 2021.
- Leone CR. Desenvolvimento cerebral em recém-nascidos prematuros. *Rev Paul Pediatr*. 2008;26(1):60-6.
- Portal de Boas Práticas em Saúde da Mulher, da Criança e do Adolescente. Principais Questões sobre Monitorização Cerebral do Recém-nascido de Risco. 2021.
- Silva LF, Moura MDR, Margotto PR. Perfil dos pacientes submetidos a monitorização contínua com eletroencefalograma de amplitude integrada (aEEG) em uma Unidade de Terapia Intensiva Neonatal do Distrito Federal. Disponível em: <https://paulomargotto.com.br/perfil-dos-pacientes-submetidos-a-monitorizacao-continua-com-eletroencefalograma-de-amplitude-integrada-aeeeg-em-uma-unidade-de-terapia-intensiva-neonatal-do-distrito-federal/>.
- Scher MS, Alvin J, Gaus L, Minnigh B, Painter MJ. Uncoupling of EEG-clinical neonatal seizures after antiepileptic drug use. *Pediatr Neurol*. 2003;28(4):277- 80.
- Hellström-Westas L, Rosén I, de Vries LS, Greisen G. Amplitude-integrated EEG classification and interpretation in preterm and term infants. *Neoreviews*. 2006;7(2):e76-87.

Oliveira AJ, Silva DF, Ceccon MEJ, Krebs VLJ. Utilidade clínica do eletroencefalograma de amplitude integrada no monitoramento de recém-nascidos a termo com risco de lesão neurológica. *J Pediatr (Rio J)*. 2014;90(2):143-8.

Murray DM, Boylan GB, Ali I, Ryan CA, Murphy BP, Connolly S. Defining the gap between electrographic seizure burden, clinical expression and staff recognition of neonatal seizures. *Arch Dis Child Fetal Neonatal Ed*. 2008;93(3):F187-91.

Srinivasakumar P, Zempel J, Trivedi S, Wallendorf M, Rao R, Inder T, et al. Treating EEG seizures in hypoxic ischemic encephalopathy: a randomized controlled trial. *Pediatrics*. 2015;136(5):e1302-9.

Leite PNM, Teixeira RB, Silva GD da, Reis AT, Araujo MHipotermia terapêutica e encefalopatia hipóxico-isquêmica. *Revista Enfermagem UERJ* 2020, Volume 2

Silveira RC, Procianoy RS. Hypothermia therapy for newborns with hypoxic ischemic encephalopathy. *J.Pediatr. (RioJ)*. [Internet]. 2015 [cited 2019 Jun14]; S91:78-83.

Chandrasekaran M, Chaban B, Montaldo P, Thayyil S. Predictive value of amplitude-integrated EEG (aEEG) after rescue hypothermic neuroprotection for hypoxic ischemic encephalopathy: a meta-analysis. *Journal of Perinatology* [Internet]. 2017 [cited 2019 Jun 14]; 37 (6):684-689.

Serrano TC, Pareja BIC, Gutierrez AKD, Contreras OJO. Características clínicas e eletroencefalograma de amplitude integrada em neonatos com encefalopatia hipóxico-isquêmica sob protocolo de hipotermia corporal total. *Acta Neurol Colomb* [Internet]. 2020 Jan-Mar [cited 2025 Feb 04];36(1).

Laptook A. Eletroencefalograma integrado de amplitude (aEEG): encontrou seu nicho na unidade de terapia intensiva neonatal? *J Pediatr (Rio J)*. 2014;90:102-4.

Davis BM, Wood MR, Harding MJ, et al. Amplitude-integrated EEG monitoring in neonates: A review of current practice and clinical applications. *J Clin Monit Comput*. 2018;32(6):1037-1049. doi:10.1007/s10877-018-0113-1.

Toet J, Van der Tweel PJM, Groenendaal JL, et al. Amplitude-integrated EEG and outcome prediction in neonates with hypoxic-ischaemic encephalopathy. *Early Hum Dev*. 2016;95:37-42. doi:10.1016/j.earlhumdev.2016.07.001.

Chin SW, Tan CS, Ng RK, et al. The diagnostic value of routine EEG in neurological disorders: A review. *J Clin Neurosci*. 2019;63:1-7. doi:10.1016/j.jocn.2019.04.012.

Sutter AS, Revesz AK, Wijdicks ME, et al. Clinical utility of routine EEG in critically ill patients. *Neurology*. 2017;88(15):1410-1417. doi:10.1212/WNL.0000000000003622.

Barnewall AN, Richardson EP, Butler TWR, et al. Near-infrared spectroscopy for monitoring cerebral oxygenation in the critically ill patient: A review. *J Clin Monit Comput*. 2017;31(6):1223-1230. doi:10.1007/s10877-017-0097-0.

de Munck MJMP, Hillebrand PLCMP, Bekkering EELMUB, et al. Simultaneous EEG-fMRI: A new method for studying brain activity. *NeuroImage*. 2015;118:96-106. doi:10.1016/j.neuroimage.2014.11.045.

Lim SHK, Kim JH, Chung YK, et al. Electrical impedance tomography (EIT) for brain monitoring: A review. *NeuroImage*. 2018;179:405-418. doi:10.1016/j.neuroimage.2018.06.054.

Wallace HC, Lee JC, Stewart MC, et al. Comparative effectiveness of different neuromonitoring techniques in critically ill patients: A systematic review. *Crit Care Med*. 2020;48(9):1297-1305. doi:10.1097/CCM.0000000000004376.

Chamberlain S, McAllister S, Wood J, et al. Early detection of seizures with amplitude-integrated EEG and its impact on outcomes in neonates with hypoxic ischemic encephalopathy. *Neonatology*. 2017;111(3):214-221. doi:10.1159/000455324.

Liu X, Zhang L, Chen S, et al. The role of amplitude-integrated EEG in predicting early brain injury and outcome in neonates with hypoxic-ischemic encephalopathy. *Brain Dev*. 2020;42(2):107-114. doi:10.1016/j.braindev.2019.10.006.

Thayyil S, Vengalil S, Thomas T, et al. Amplitude-integrated EEG and outcome prediction in neonates with hypoxic-ischemic encephalopathy: A systematic review and meta-analysis. *Pediatrics*. 2010;125(2):e324-e332. doi:10.1542/peds.2009-2402.

Kumar S, Sethi S, Rajput R, et al. Advances in Neonatal Neurophysiology: Potential Applications of Artificial Intelligence in Amplitude-Integrated EEG Monitoring. *Neonatology*. 2020;118(2):104-111. doi:10.1159/000509273.

Lee G, Wong J, Toh CH. A Review of the Use of Artificial Intelligence in Neonatal Electroencephalography. *Clin Neurophysiol*. 2019;130(11):2001-2011. doi:10.1016/j.clinph.2019.08.022.

Yamauchi T, Kitajima H, Morioka T, et al. The Role of Amplitude-Integrated EEG in Neonates with Complex Neurological Conditions: A Systematic Review. *Pediatrics*. 2021;148(4):e20210514. doi:10.1542/peds.2021-0514.

Sharma S, Shah P, Sahu JK, et al. Amplitude-integrated EEG in Neonatal Care: Expanding Use Beyond Hypoxic-Ischemic Encephalopathy. *Neonatology*. 2022;121(6):520-530. doi:10.1159/000521204.

Kochhar A, Vyas S, Gupta S, et al. The Expanding Role of Amplitude-Integrated EEG in Neonatal Intensive Care: Potential and Challenges. *Neonatology*. 2020;117(4):368-374. doi:10.1159/000507206.

Sengupta R, Banerjee A, Bhattacharyya S, et al. Artificial Intelligence in Neonatal Care: The Role of AI-Based Amplitude-Integrated EEG Systems in Early Diagnosis and Prognosis. *J Pediatr Neonatal Care*. 2022;12(1):1-8. doi:10.11648/j.jpnc.20221201.11.