

EVIDÊNCIAS NEUROPSICOLÓGICAS DO USO DA NEUROMODULAÇÃO EM ADULTOS COM TEA: DESAFIOS E POSSIBILIDADES

NEUROPSYCHOLOGICAL EVIDENCE OF THE USE OF NEUROMODULATION IN ADULTS WITH ASD: CHALLENGES AND POSSIBILITIES

 <https://doi.org/10.63330/sasciencsv6n2-114>

Submetido em: 26/07/2026 e Publicado em: 03/08/2026

SAS: e26335

Marta Batista de Souza Neta
Neuropsicóloga

Resumo

Transtorno do Espectro Autista (autismo) na vida adulta impõe demandas adaptativas complexas que exigem da neuropsicologia intervenções complementares às abordagens tradicionais. Este estudo teve como objetivo investigar as evidências neuropsicológicas, os desafios metodológicos e as possibilidades clínicas decorrentes do uso da neuromodulação não invasiva em adultos com autismo. Realizou-se uma revisão integrativa da literatura nas bases de dados PubMed, SciELO e ScienceDirect, selecionando artigos primários e de revisão focados em populações acima de 18 anos submetidas à Estimulação Transcraniana por Corrente Contínua (ETCC) e à Estimulação Magnética Transcraniana Repetitiva (EMTr). As evidências atuais apontam que a modulação de alvos como o Córtex Pré-Frontal Dorsolateral (CPFDL) e o Sulco Temporal Superior posterior (pSTS) resulta no incremento das funções executivas, flexibilidade cognitiva e cognição social. Verificou-se também que protocolos inibitórios reduzem a sobrecarga sensorial e o estado de *burnout* autista por meio da atenuação da Rede de Modo Padrão (DMN). Os principais desafios residem na heterogeneidade fenotípica do espectro, na escassez de parâmetros dosimétricos padronizados para cérebros maduros e no viés de avaliação decorrente do diagnóstico tardio e do uso de camuflagem social (*masking*). Conclui-se que a neuromodulação não atua de forma isolada, mas atua como uma ferramenta catalisadora que abre uma janela de oportunidade plástica. O seu potencial máximo se concretiza quando associada de forma sincrônica ao treino neuropsicológico e à reabilitação cognitiva estruturada, consolidando rotas sinápticas funcionais que promovem autonomia e qualidade de vida global ao adulto no espectro.

Palavras-chave: Adultos; Funções Executivas; Neuromodulação; Neuropsicologia; Transtorno do Espectro Autista.



Abstract

Autism Spectrum Disorder (autism) in adulthood imposes complex adaptive demands that require neuropsychology to provide interventions complementary to traditional approaches. This study aimed to investigate the neuropsychological evidence, methodological challenges, and clinical possibilities arising from the use of non-invasive neuromodulation in adults with autism. An integrative literature review was conducted in PubMed, SciELO, and ScienceDirect databases, selecting primary and review articles focused on populations over 18 years old undergoing transcranial Direct Current Stimulation (tDCS) and repetitive Transcranial Magnetic Stimulation (rTMS). Current evidence shows that modulating targets such as the Dorsolateral Prefrontal Cortex (DLPFC) and the posterior Superior Temporal Sulcus (pSTS) results in increased executive functions, cognitive flexibility, and social cognition. Inhibitory protocols were also found to reduce sensory overload and autistic burnout through attenuation of the Default Mode Network (DMN). The main challenges lie in the phenotypic heterogeneity of the spectrum, the scarcity of standardized dosimetric parameters for mature brains, and evaluation biases resulting from late diagnosis and the use of social camouflaging (masking). It is concluded that neuromodulation does not act in isolation but acts as a catalytic tool that opens a window of plastic opportunity. Its maximum potential is realized when combined synchronously with neuropsychological training and structured cognitive rehabilitation, consolidating functional synaptic routes that promote autonomy and global quality of life for adults on the spectrum.

Keywords: Adults; Autism Spectrum Disorder; Executive Functions; Neuromodulation; Neuropsychology.

1 INTRODUÇÃO: AS EVIDÊNCIAS NEUROPSICOLÓGICAS DA NEUROMODULAÇÃO NO TEA

A compreensão do Transtorno do Espectro Autista (TEA) na vida adulta tem demandado da neuropsicologia clínica a busca por intervenções que superem os limites das abordagens puramente comportamentais. Durante décadas, o manejo clínico concentrou-se predominantemente na infância, deixando uma lacuna crítica no suporte a adultos que enfrentam demandas acadêmicas, profissionais e sociais complexas. Nesse cenário, as técnicas de neuromodulação não invasiva — com destaque para a Estimulação Transcraniana por Corrente Contínua (ETCC) e a Estimulação Magnética Transcraniana Repetitiva (EMTr) — emergem como ferramentas promissoras, respaldadas por evidências neurofisiológicas e cognitivas crescentes.

O principal argumento que sustenta o uso da neuromodulação no TEA baseia-se na teoria da desconectividade cerebral e no desequilíbrio entre os sistemas excitatórios (glutamatérgicos) e inibitórios (GABAérgicos). Estudos de neuroimagem funcional demonstram uma dinâmica atípica de



hiperconectividade local de curto alcance e hipoconectividade de longo alcance no cérebro autista. Ao aplicar correntes elétricas ou campos magnéticos de baixa intensidade em áreas corticais específicas, a técnica induz a modulação da plasticidade cerebral de longo prazo (*Long-Term Potentiation* - LTP e *Long-Term Depression* - LTD). Esse processo atua diretamente no reequilíbrio neuroquímico e na reorganização das redes neurais de larga escala, como a Rede de Modo Padrão (*Default Mode Network* - DMN) e a Rede de Controle Central.

Do ponto de vista das evidências neuropsicológicas, investigações clínicas e ensaios controlados apontam ganhos significativos e mensuráveis em três domínios centrais do funcionamento do adulto com TEA:

- **Funções Executivas e Flexibilidade Cognitiva**

A estimulação anódica (excitatória) ou o uso de EMTr de alta frequência sobre o Córtex Pré-Frontal Dorsolateral (CPFDL) esquerdo tem demonstrado eficácia robusta na atenuação da rigidez cognitiva. Pacientes autistas frequentemente apresentam altas taxas de respostas perseverativas e dificuldades na alternância de tarefas (*shifting*). Na prática neuropsicológica, a estabilização dessa circuitaria pré-frontal traduz-se em uma melhora na memória operacional, no planejamento estratégico e, essencialmente, em uma maior capacidade do adulto de tolerar quebras imprevistas de rotina, adaptando-se melhor às flutuações do ambiente corporativo e acadêmico.

- **Cognição Social e Teoria da Mente**

Dificuldades persistentes na comunicação e na reciprocidade social constituem marcos nucleares do TEA. Protocolos direcionados ao Córtex Pré-Frontal Dorsomedial (CPFDM) e ao Sulco Temporal Superior posterior (pSTS) têm revelado resultados consistentes na otimização do processamento de pistas sociais. Evidências neuropsicológicas apontam que a modulação dessas áreas facilita o reconhecimento de microexpressões faciais e de prosódia afetiva. Consequentemente, ocorre um fortalecimento da Teoria da Mente — a habilidade de inferir estados mentais, intenções e sentimentos alheios —, o que reduz o isolamento social e mitiga o fenômeno do *masking* (esforço exaustivo para camuflar traços autistas).

- **Regulação Emocional e Redução da Sobrecarga Sensorial**

O cérebro adulto no espectro frequentemente opera em um estado crônico de hiperalerta devido à falha na modulação de estímulos sensoriais (visuais, auditivos ou proprioceptivos). O reequilíbrio da atividade cortical por meio de estimulações inibitórias (catódicas ou EMTr de baixa frequência) em áreas corticais integrativas melhora a filtragem sensorial. Neuropsicologicamente, essa estabilização correlaciona-se com o aumento do controle inibitório e da autorregulação emocional. Como resultado prático, observa-se uma redução



drástica na ansiedade reativa e na ocorrência de episódios de ***meltdown*** (explosões comportamentais) ou ***shutdown*** (retraimento extremo por exaustão cognitiva), promovendo maior estabilidade psíquica.

Portanto, as evidências científicas atuais indicam que a neuromodulação não atua de forma isolada e não deve ser encarada como uma intervenção curativa, mas sim como um potente recurso adjuvante. Ela prepara o substrato cerebral do paciente, abrindo uma "janela de oportunidade" plástica. Essa facilitação neurofisiológica potencializa diretamente os resultados do treino cognitivo, do desenvolvimento de habilidades sociais e das psicoterapias tradicionais conduzidas pela neuropsicologia, consolidando novas rotas sinápticas mais funcionais e adaptativas.

2 OS DESAFIOS CLÍNICOS E METODOLÓGICOS NA NEUROMODULAÇÃO EM ADULTOS COM TEA

Embora as evidências neuropsicológicas apontem para o potencial terapêutico das técnicas de neuromodulação não invasiva, a transposição desses achados para a prática clínica com adultos no espectro autista enfrenta obstáculos complexos. Diferente de patologias de início tardio ou com biomarcadores estritos, o Transtorno do Espectro Autista (TEA) impõe desafios metodológicos singulares à neuropsicologia, os quais orbitam principalmente em torno da heterogeneidade fenotípica do transtorno, da escassez de parâmetros padronizados para a população adulta e de vieses decorrentes do diagnóstico tardio (OBERMAN; ENTICOTT, 2015).

2.1 A HETEROGENEIDADE DO ESPECTRO E AS DIFERENÇAS INDIVIDUAIS

O primeiro e mais robusto desafio reside na própria natureza do TEA, caracterizado por uma variabilidade interindividual extrema em termos de conectividade cerebral, perfis cognitivos e manifestações clínicas. No adulto, essa heterogeneidade é ainda mais acentuada pelo histórico idiossincrásico de desenvolvimento e intervenções prévias. Pacientes com o mesmo diagnóstico de base podem apresentar disfunções executivas radicalmente distintas: enquanto um indivíduo manifesta severa rigidez cognitiva associada a déficits de planejamento, outro pode ter o foco de prejuízo concentrado estritamente na cognição social e na teoria da mente (Amedei *et al.*, 2019).

Essa diversidade fenotípica implica que um alvo cortical fixo — como o Córtex Pré-Frontal Dorsolateral (CPFDL) esquerdo — pode produzir respostas terapêuticas inconsistentes ou até contraditórias entre os indivíduos. Sob a ótica da neurofisiologia, variações na anatomia do crânio, na espessura cortical e na profundidade dos sulcos cerebrais alteram a distribuição do campo elétrico induzido, fenecimento que exige modelagem computacional personalizada (Bianco *et al.*, 2021).



Ademais, a alta prevalência de comorbidades psiquiátricas na vida adulta, tais como o Transtorno do Déficit de Atenção com Hiperatividade (TDAH), Transtorno Ansioso Generalizado (TAG) e Transtorno Depressivo Maior (TDM), altera significativamente a excitabilidade cortical de base e a dinâmica dos neurotransmissores (Khaleghi *et al.*, 2020). Consequentemente, o mapeamento neuropsicológico e a aplicação da neuromodulação exigem uma personalização cirúrgica. Protocolos generalistas e padronizados correm o risco de incorrer em baixa eficácia ou em respostas paradoxais, como o aumento transiente da ansiedade, exacerbação da reatividade sensorial ou episódios de insônia.

2.2 A ESCASSEZ DE PROTOCOLOS PADRONIZADOS PARA A POPULAÇÃO ADULTA

O segundo grande obstáculo mapeado aponta para a profunda assimetria metodológica na literatura científica atual. A vasta maioria dos ensaios clínicos controlados e das diretrizes de segurança da Estimulação Transcraniana por Corrente Contínua (ETCC) e da Estimulação Magnética Transcraniana Repetitiva (EMTr) foi desenvolvida e testada em populações infantis e infantojuvenis (Masuda *et al.*, 2019). Há uma carência crítica de estudos longitudinais de alta qualidade focados exclusivamente em adultos no espectro.

Na ausência de diretrizes específicas para o cérebro adulto com TEA — que já passou por processos consolidados de poda sináptica e possui padrões estáveis de compensação cognitiva —, os clínicos frequentemente se veem obrigados a adaptar, por extrapolação, parâmetros estabelecidos para outras faixas etárias ou para outras condições neurológicas. Questões fundamentais de dosimetria permanecem sem consenso absoluto na comunidade científica:

- **Parâmetros de Estimulação:** Qual é a intensidade ideal da corrente (1mA ou 2mA na ETCC) ou a frequência exata de pulsos (na EMTr) para otimizar a neuroplasticidade em um cérebro autista maduro sem induzir fadiga neural (Oberman; Enticott, 2015)?
- **Sustentabilidade:** Qual é o número mínimo de sessões e a periodicidade necessários para garantir a consolidação da potenciação de longa duração (*Long-Term Potentiation* - LTP) e a sustentabilidade dos ganhos cognitivos a longo prazo?
- **O Efeito Placebo e a Validação Científica:** Como estabelecer grupos de controle legítimos (*sham*) em pesquisas com adultos que possuem alto nível de autopercepção corporal e hiperreatividade sensorial? Pacientes adultos frequentemente identificam com facilidade o formigamento característico da estimulação ativa, comprometendo o cegamento metodológico dos estudos (Bianco *et al.*, 2021).



2.3 O FENÔMENO DO DIAGNÓSTICO TARDIO E A CAMUFLAGEM SOCIAL (*MASKING*)

Do ponto de vista estritamente neuropsicológico, muitos adultos que buscam intervenções como a neuromodulação receberam o diagnóstico de TEA tardiamente, muitas vezes na terceira ou quarta década de vida. Ao longo do seu desenvolvimento, esses indivíduos estruturaram mecanismos sofisticados de camuflagem social (*masking*) e estratégias compensatórias exaustivas para mimetizar comportamentos neurotípicos e atender às demandas acadêmicas e profissionais (Hull *et al.*, 2017).

Esse panorama engendra um desafio duplo para o neuropsicólogo clínico. Os testes cognitivos padronizados tradicionais podem falhar em capturar a real magnitude das disfunções executivas em ambiente natural, visto que o paciente utiliza sua reserva cognitiva e intelectual para compensar os déficits durante a testagem (Hull *et al.*, 2020). Se a avaliação neuropsicológica inicial for mascarada por esses mecanismos adaptativos, a definição das coordenadas e do alvo cortical para a neuromodulação torna-se imprecisa.

Discernir, portanto, o que constitui um déficit estrutural de conectividade sináptica daquilo que representa um esgotamento cognitivo severo (*burnout autista*) decorrente do esforço crônico de camuflagem social consolidou-se como um dos maiores nós górdios da prática clínico-científica contemporânea (Hull *et al.*, 2017; Khaleghi *et al.*, 2020).

3 AS POSSIBILIDADES CLÍNICAS: POTENCIALIZAÇÃO DA AUTONOMIA E REABILITAÇÃO INTEGRADA

Apesar dos desafios metodológicos e da necessidade de rigor na personalização dos protocolos, as possibilidades terapêuticas que a neuromodulação não invasiva abre para a população adulta com Transtorno do Espectro Autista (TEA) são vastas e clinicamente significativas. No cenário da neuropsicologia contemporânea, essas técnicas deixam de ser vistas como intervenções isoladas e passam a ser integradas como aceleradoras da plasticidade cortical, atuando diretamente sobre três eixos fundamentais: a promoção da autonomia funcional, a mitigação do *burnout* autista e a otimização do treino cognitivo tradicional (Amedei *et al.*, 2019; Khaleghi *et al.*, 2020).

3.1 GANHOS DE AUTONOMIA E FUNCIONALIDADE NO COTIDIANO

Na vida adulta, o sucesso adaptativo do indivíduo no espectro depende crucialmente da eficiência de suas funções executivas em cenários complexos e dinâmicos, como o ambiente de trabalho e o contexto acadêmico de ensino superior. A aplicação clínica da Estimulação Transcraniana por Corrente Contínua (ETCC) anódica ou da Estimulação Magnética Transcraniana Repetitiva (EMTr) de alta frequência sobre o Córtex Pré-Frontal Dorsolateral (CPFDL) atua como um facilitador neurofisiológico dessas competências (Bianco *et al.*, 2021).



Ao reequilibrar a circuitaria frontal, observa-se uma melhora expressiva na memória de trabalho, na velocidade de processamento e na capacidade de tomada de decisão sob pressão. Para o adulto autista, esses ganhos traduzem-se em conquistas práticas de autonomia, tais como:

- Maior facilidade para **planejar, iniciar e sequenciar rotinas diárias** sem a necessidade de suportes externos constantes.
- Aumento da **flexibilidade cognitiva** para gerenciar imprevistos no ambiente corporativo, reduzindo a paralisia por análise diante de mudanças de escopo.
- Otimização da **autorregulação em ambientes hipersensoriais**, permitindo que o indivíduo permaneça funcional e focado mesmo diante de poluição sonora ou visual moderada (Oberman; Enticott, 2015).

3.2 PREVENÇÃO E REDUÇÃO DO *BURNOUT* AUTISTA

O *burnout* autista é um estado de exaustão física e mental crônica, acompanhado pela perda de habilidades funcionais, decorrente do esforço cumulativo e exaustivo de camuflagem social (*masking*) e da sobrecarga sensorial contínua (Hull *et al.*, 2017). Clinicamente, indivíduos em *burnout* apresentam um colapso em seus mecanismos de enfrentamento, o que frequentemente mimetiza quadros depressivos graves e refratários a psicofármacos.

A neuromodulação surge como uma possibilidade clínica inovadora no manejo e na prevenção desse estado. Protocolos inibitórios (como a estimulação catódica na ETCC ou EMTr de baixa frequência) direcionados a áreas corticais hiperativas ou a nós específicos da Rede de Modo Padrão (*Default Mode Network* - DMN) auxiliam na redução do estado de hiperalerta biológico (Masuda *et al.*, 2019). Ao diminuir a reatividade da amígdala e atenuar a hipersensibilidade aos estímulos do meio, a técnica reduz a carga alostática e o estresse crônico a que o cérebro do adulto está submetido. Neuropsicologicamente, essa desaceleração do sistema nervoso autônomo e cortical interrompe o ciclo do *burnout*, diminuindo drasticamente a frequência de crises de *meltdown* e *shutdown*, e devolvendo ao paciente a estabilidade afetiva necessária para recuperar suas funções basais (Khaleghi *et al.*, 2020).

3.3 ASSOCIAÇÃO COM O TREINO NEUROPSICOLÓGICO E A JANELA DE OPORTUNIDADE PLÁSTICA

Um dos conceitos mais robustos que justificam a inserção da neuromodulação na prática da neuropsicologia é o aproveitamento da "janela de oportunidade plástica". A estimulação cortical não transfere conhecimento e nem cria novas habilidades de forma mágica; em vez disso, ela induz um estado de facilitação sináptica, diminuindo o limiar necessário para que ocorra a Potenciação de Longa Duração (LTP) (Oberman; Enticott, 2015).



Portanto, o potencial máximo da neuromodulação se concretiza quando aplicada de forma **sincrônica ou imediatamente anterior ao treino neuropsicológico** (reabilitação cognitiva). Enquanto o equipamento de ETCC ou EMTr otimiza a conectividade e prepara o substrato neural, as intervenções neuropsicológicas direcionadas fornecem o input ambiental correto para moldar essa plasticidade (Bianco *et al.*, 2021).

Por exemplo, um protocolo de neuromodulação focado no Sulco Temporal Superior (pSTS) para cognição social apresentará resultados marcadamente superiores se for seguido por um treino estruturado de habilidades sociais, reconhecimento de microexpressões e Teoria da Mente conduzido pela neuropsicóloga. Essa abordagem combinada garante que as novas conexões sinápticas estimuladas sejam direcionadas para comportamentos funcionais e adaptativos, consolidando um aprendizado duradouro e promovendo uma melhora real na qualidade de vida global do adulto no espectro (Amedei *et al.*, 2019; Hull *et al.*, 2020).

4 DESENVOLVIMENTO: MAPAS CORTICAIS E A PRÁTICA INTERVENCIONISTA

Para além das evidências genéricas, o sucesso da neuromodulação não invasiva na prática neuropsicológica com adultos diagnosticados com Transtorno do Espectro Autista (TEA) exige o mapeamento acurado das redes neurais atípicas. A intervenção clínica baseia-se no princípio de que alterações na conectividade funcional — caracterizadas por um padrão de hiperconectividade local e hipoconectividade de longo alcance — podem ser moduladas de forma exógena por meio da aplicação de correntes elétricas contínuas ou pulsos magnéticos repetitivos (Oberman; Enticott, 2015).

4.1 MODULAÇÃO DO CÓRTEX PRÉ-FRONTAL DORSOLATERAL (CPFDL) E O SISTEMA EXECUTIVO

As disfunções executivas representam um dos componentes neuropsicológicos mais impactantes na rotina de um adulto no espectro, manifestando-se por meio de déficits na memória operacional, no planejamento estratégico e, fundamentalmente, na flexibilidade cognitiva. Sob a ótica neurofuncional, a persistência de respostas perseverativas e a resistência a mudanças decorrem de uma hipoativação crônica do Córtex Pré-Frontal Dorsolateral (CPFDL) esquerdo, frequentemente acompanhada por uma assimetria hemisférica atípica (Amedei *et al.*, 2019).

A dinâmica que envolve o estado cortical atípico, a indução plástica por agentes exógenos e a consolidação comportamental por meio do treino neuropsicológico encontra-se sumarizada na Tabela 1



Tabela 1: Dinâmica de Intervenção Neuropsicológica via Neuromodulação no Cérebro Adulto com TEA

Estado Neurofisiológico de Base	Mecanismo de Intervenção Técnica	Fenômeno Neuroplástico Ativado	Abordagem Combinada Sincrônica	Impacto Clínico e Funcional Prático
CPF DL Esquerdo Hipoativo (<i>Córtex Pré-Frontal Dorsolateral</i>)	Aplicação de ETCC Anódica (F3) ou EMTr de Alta Frequência ($\geq 5\text{Hz}$)	Facilitação Sináptica Potenciação de Longa Duração (<i>Long-Term Potentiation - LTP</i>)	Treino Neuropsicológico Estruturado Exercícios de reabilitação cognitiva direcionados	Ganho de Autonomia Melhora no planejamento, organização e produtividade profissional
Disfunção Executiva Crônica Altas taxas de respostas perseverativas	Estímulo Elétrico/Magnético Diminuição do limiar de despolarização neuronal	Abertura da Janela de Oportunidade Plástica Otimização temporária da conectividade	Estímulo Ambiental Focado Desafios controlados de alternância de tarefas (<i>shifting</i>)	Flexibilidade Cognitiva Maior tolerância a imprevistos e quebras de rotina no ambiente corporativo/acadêmico

Fonte: Marta Batista

A aplicação de Estimulação Transcraniana por Corrente Contínua (ETCC) com o polo anódico (excitatório) posicionado sobre a coordenada F3 (de acordo com o Sistema Internacional 10-20 de posicionamento de eletrodos), correspondente ao CPF DL esquerdo, atua diminuindo o limiar de despolarização neuronal. Esse estímulo elétrico contínuo de baixa intensidade (geralmente parametrizado entre 1mA e 2mA) induz a facilitação sináptica via Potenciação de Longa Duração (*Long-Term Potentiation - LTP*) (Bianco *et al.*, 2021).

Quando essa alteração na excitabilidade cortical é pareada com o treino neuropsicológico estruturado, o paciente adulto passa a demonstrar maior capacidade de alternância de tarefas (*shifting*). Clinicamente, isso viabiliza uma redução substancial do sofrimento psíquico desencadeado por quebras de rotina ou demandas imprevistas em ambientes corporativos e acadêmicos.

4.2 COGNIÇÃO SOCIAL E A ATIVIDADE DO SULCO TEMPORAL SUPERIOR POSTERIOR (PSTS)

A cognição social engloba processos complexos que permitem ao indivíduo decodificar, interpretar e responder adequadamente a estímulos interpessoais. No TEA, prejuízos na Teoria da Mente (*Theory of Mind - ToM*) e na atribuição de estados mentais a terceiros estão intimamente relacionados a anomalias de processamento na junção temporoparietal e, especificamente, no Sulco Temporal Superior posterior (pSTS) (Masuda *et al.*, 2019).



Estudos utilizando a Estimulação Magnética Transcraniana Repetitiva (EMTr) de alta frequência (frequências iguais ou superiores a 5Hz) direcionada ao pSTS e ao Córtex Pré-Frontal Dorsomedial (CPFDM) demonstraram eficácia na otimização do processamento de pistas sociais não verbais. Os achados neuropsicológicos revelam que o incremento da atividade metabólica nessas regiões facilita:

- O **reconhecimento acurado de microexpressões faciais** e de variações na prosódia afetiva da fala.
- A diminuição do esforço compensatório cognitivo e consciente para interagir, o que reduz o fenômeno do *masking* (Hull *et al.*, 2020).
- A melhora da reciprocidade socioemocional, permitindo interações interpessoais menos exaustivas e diminuindo o isolamento social crônico que frequentemente acomete o adulto autista.

Aqui está a segunda tabela estruturada exatamente no mesmo padrão da anterior, focando no **Sulco Temporal Superior posterior (pSTS)** e na **Cognição Social**. Esta tabela sintetiza perfeitamente a reabilitação da reciprocidade socioemocional no adulto autista.

Tabela 2: Dinâmica de Intervenção Neuropsicológica na Cognição Social do Adulto com TEA

Estado Neurofisiológico de Base	Mecanismo de Intervenção Técnica	Fenômeno Neuroplástico Ativado	Abordagem Combinada Sincrônica	Impacto Clínico e Funcional Prático
Hipoativação ou Conectividade Atípica no pSTS (<i>Sulco Temporal Superior posterior</i>)	Aplicação de EMTr de Alta Frequência ($\geq$ 5Hz) ou ETCC Anódica direcionada	Otimização do Processamento Temporoparietal Incremento do metabolismo e fluxo sanguíneo regional	Treino de Habilidades Sociais (THS) Exposição guiada a cenários de interação e comunicação assertiva	Melhora na Reciprocidade Desenvolvimento de interações socioemocionais mais fluidas e autênticas
Déficit na Teoria da Mente (ToM) Dificuldade em inferir estados mentais e intenções alheias	Estímulo Específico em Redes de Cognição Social Facilitação sináptica em áreas de processamento de pistas não verbais	Abertura da Janela de Oportunidade Plástica Fortalecimento das conexões entre o pSTS e o Córtex Pré-Frontal	Treino de Decodificação Afetiva Exercícios clínicos de identificação de microexpressões faciais e prosódia	Redução do Masking Diminuição do esforço cognitivo exaustivo para camuflar traços autistas em público

Fonte: Marta Batista



A correlação entre o substrato neuroanatômico da cognição social, as técnicas de estimulação focadas no hemisfério posterior e as estratégias de reabilitação voltadas para a Teoria da Mente estão sistematizadas na Tabela 2.

4.3 REDUÇÃO DA SOBRECARGA SENSORIAL E ATENUAÇÃO DA ATIVIDADE DA REDE DE MODO PADRÃO (DMN)

O fenômeno da hipersensibilidade sensorial e o subsequente esgotamento cognitivo — frequentemente categorizado na clínica como *burnout* autista — constituem barreiras severas à funcionalidade e à estabilidade emocional do adulto com Transtorno do Espectro Autista (TEA). Sob a perspectiva da neuroimagem funcional, essa vulnerabilidade está intimamente ligada a duas disfunções centrais: a falha de filtragem talâmica na modulação de estímulos aferentes e o processamento atípico da Rede de Modo Padrão (*Default Mode Network* - DMN) (Padmanabhan *et al.*, 2017).

A DMN, uma rede neural de larga escala que engloba o Córtex Cingulado Posterior (CCP), o Córtex Pré-Frontal Medial (CPFMed) e o Lóbulo Parietal Inferior, atua predominantemente em estados de repouso, autorreflexão e devaneio mental. Em indivíduos neurotípicos, essa rede sofre uma desativação coordenada e imediata assim que o cérebro é recrutado para executar tarefas direcionadas ao ambiente externo (*task-positive networks*). No entanto, no cérebro adulto com TEA, a DMN exibe um padrão crônico de hiperconectividade intrínseca e falha de supressão (Chou *et al.*, 2023).

Isso significa que, mesmo diante de demandas ambientais que exigem foco, o indivíduo autista continua processando um volume massivo de informações internas, gerando ruminação mental coercitiva, hiperfoco ansioso e uma incapacidade de alternar eficientemente a atenção entre os estímulos internos e externos (Hull *et al.*, 2017).



Tabela 3: Dinâmica de Intervenção Neuropsicológica na DMN e Regulação Sensorial no Adulto com TEA.

Inundação Sensorial Crônica	Estímulo Inibitório Focado	Restauração do Tônus Inibitório	Treino de Autorregulação	Redução de Crises
Falha no gating talâmico e hiper-reatividade primária	Direcionamento do campo elétrico/magnético para áreas corticais posteriores	Estabilização do sistema e atenuação da hiperexcitabilidade da amígdala	Desenvolvimento de estratégias de enfrentamento sensorial e pausas cognitivas estruturadas	Aumento do limiar de tolerância ambiental, reduzindo episódios de <i>meltdown</i> e <i>shutdown</i> impacto
Estado Neurofisiológico de Base	Mecanismo de Intervenção Técnica	Fenômeno Neuroplástico Ativado	Abordagem Combinada Sincrônica	Clínico e Funcional Prático
Hiperconectividade da DMN (<i>Rede de Modo Padrão</i>) e falha de supressão cortical	Aplicação de ETCC Catódica (F4 - CPFDL direito) ou EMTr de Baixa Frequência (1Hz)	Atenuação da Hiperatividade Redução da taxa de disparo sináptico exacerbado em nós da DMN	Manejo Metacognitivo Intervenção clínica focada no redirecionamento atencional e quebra de padrões de ruminação	Mitigação do <i>Burnout</i> Desaceleração do fluxo de pensamentos intrínsecos e maior presença em tarefas externas

Fonte: Marta Batista

Essa hiperconectividade da DMN opera em sinergia com a hiper-reatividade das corticais sensoriais primárias. Sem a devida modulação inibitória, estímulos corriqueiros do meio ambiente — como a oscilação de lâmpadas fluorescentes, o zumbido de aparelhos de ar-condicionado ou a sobreposição de vozes em escritórios — penetram no sistema nervoso central sem qualquer atenuação filtrante, resultando em uma inundação sensorial (Padmanabhan *et al.*, 2017). O acúmulo crônico desse esforço adaptativo para tolerar o meio e camuflar o desconforto desencadeia as crises de *meltdown* (explosões comportamentais e perda de controle) ou *shutdown* (retraimento extremo por exaustão e letargia protetiva) (Hull *et al.*, 2017; Khaleghi *et al.*, 2020).

No plano das possibilidades clínicas, a neuromodulação não invasiva oferece uma via de intervenção direta sobre essa dinâmica eletrofisiológica atípica. Protocolos baseados em estimulação inibidora — utilizando a Estimulação Transcraniana por Corrente Contínua (ETCC) catódica sobre o Córtex Pré-Frontal Dorsolateral direito (coordenada F4) ou a Estimulação Magnética Transcraniana Repetitiva (EMTr) de



baixa frequência (1Hz) direcionada às áreas parietais posteriores e ao CCP — têm demonstrado eficácia na modulação dessas redes (Masuda *et al.*, 2019).

Ao introduzir um campo elétrico ou magnético inibitório, a técnica reduz a taxa de disparo neuronal exacerbada e restaura o tônus inibitório de base do córtex. Esse reequilíbrio atenua a reatividade da amígdala e desacelera o sistema nervoso autônomo simpático, diminuindo substancialmente a resposta biológica de luta ou fuga diante de estímulos inócuos (Bianco *et al.*, 2021).

O impacto dessa estabilização na clínica neuropsicológica é imediato. Ao reduzir o ruído neurofisiológico de fundo e mitigar a sobrecarga sensorial, a neuromodulação abre uma janela terapêutica essencial para que a neuropsicóloga conduza intervenções focadas em estratégias de autorregulação emocional, manejo do estresse e organização de rotinas menos aversivas (Khaleghi *et al.*, 2020).

Longe de buscar a anulação das características sensoriais intrínsecas do espectro, a combinação da atenuação da DMN com a reabilitação neuropsicológica devolve ao adulto autista a homeostase biológica necessária para que ele transite por ambientes sociais e profissionais com menor sofrimento preditivo, prevenindo o esgotamento a longo prazo e consolidando sua qualidade de vida global (Chou *et al.*, 2023).

5 METODOLOGIA

O presente estudo caracteriza-se como uma **revisão integrativa da literatura**, de natureza qualitativa e caráter exploratório-descritivo. A revisão integrativa constitui um método rigoroso que possibilita a busca, a avaliação crítica e a síntese das evidências científicas disponíveis sobre um tema delimitado, permitindo a construção de um panorama abrangente acerca dos desafios e das possibilidades clínicas investigados (Whittemore; Knafl, 2005).

Para a operacionalização e a estruturação desta pesquisa, o processo metodológico foi conduzido em seis etapas distintas e complementares:

1. Formulação da pergunta norteadora da pesquisa;
2. Estabelecimento de critérios de inclusão e exclusão e busca na literatura;
3. Coleta e categorização dos dados extraídos dos estudos primários;
4. Avaliação crítica dos estudos incluídos;
5. Interpretação e discussão dos resultados;
6. Síntese do conhecimento e apresentação da revisão.

A pergunta norteadora que delimitou o escopo desta investigação foi: “*Quais são as evidências neuropsicológicas, os desafios metodológicos e as possibilidades clínicas do uso da neuromodulação não invasiva em adultos diagnosticados com Transtorno do Espectro Autista (TEA)?*”



5.1 ESTRATÉGIA DE BUSCA E FONTES DE DADOS

O levantamento bibliográfico foi realizado por meio de consultas virtuais a três das principais bases de dados indexadas na área da saúde e das neurociências: **PubMed/MEDLINE** (via *National Library of Medicine*), **SciELO** (*Scientific Electronic Library Online*) e **ScienceDirect** (Elsevier).

A busca foi efetuada utilizando-se os descritores em saúde (DeCS/MeSH) combinados por meio dos operadores booleanos *AND* e *OR*, organizados em blocos temáticos conforme a estratégia descrita na Tabela 4:

Tabela 4: Estratégia de Busca e Combinação de Descritores

Bloco Temático	Descritores Utilizados (Português / Inglês)	Operador
Condição de Base	Transtorno do Espectro Autista OR Autismo / <i>Autism Spectrum Disorder OR Autism</i>	AND
Intervenção	Neuromodulação OR Estimulação Cerebral Não Invasiva / <i>Neuromodulation OR Non-Invasive Brain Stimulation</i>	AND
Público-Alvo	Adulto OR Vida Adulta / <i>Adult OR Adult Population</i>	AND
Área do Conhecimento	Neuropsicologia OR Cognição / <i>Neuropsychology OR Cognition</i>	

Fonte: Marta Batista

5.2 CRITÉRIOS DE INCLUSÃO E EXCLUSÃO

Para a seleção das obras que compuseram o corpus de análise, foram adotados critérios rigorosos de elegibilidade.

- **CrITÉrios de Inclusão:** Foram incluídos artigos científicos primários (ensaios clínicos controlados, estudos piloto e estudos de caso) e artigos de revisão (sistemática, integrativa ou metanálises) publicados nos idiomas português e inglês; que abordassem diretamente o uso de técnicas de neuromodulação não invasiva (como ETCC e EMTr); focados estritamente na população de adultos (idade superior a 18 anos) no espectro autista; e que apresentassem desfechos avaliados sob a ótica neuropsicológica e cognitiva.
- **CrITÉrios de Exclusão:** Foram excluídos estudos conduzidos exclusivamente com populações infantis ou infantojuvenis; pesquisas experimentais em modelos animais; dissertações, teses, editoriais, capítulos de livros e resumos de anais de congressos; e artigos que abordassem a neuromodulação para outras condições de saúde sem comorbidade ou relação direta com o TEA.



5.3 ANÁLISE E SÍNTESE DOS DADOS

Após a aplicação dos critérios de elegibilidade e a leitura flutuante dos títulos e resumos, os artigos selecionados foram lidos na íntegra. Os dados foram extraídos e organizados de forma sistemática em uma matriz de análise contendo: autores, ano de publicação, objetivos, delineamento metodológico, técnicas de neuromodulação empregadas (parâmetros e alvos corticais) e principais desfechos neuropsicológicos observados.

A análise crítica e a síntese teórica foram realizadas de forma descritiva e categorizadas em eixos temáticos correspondentes às evidências vigentes, aos desafios clínicos emergentes e às possibilidades terapêuticas integradas ao treino neuropsicológico, culminando na elaboração do presente artigo.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A investigação acerca das evidências neuropsicológicas, dos desafios e das possibilidades clínicas do uso da neuromodulação não invasiva em adultos com Transtorno do Espectro Autista (TEA) revela um campo em franca expansão e de profundo impacto para a neuropsicologia clínica contemporânea. O amadurecimento dos estudos neurocientíficos tem permitido transitar de uma visão puramente comportamental do espectro para uma compreensão baseada em conectividade de redes neurais, abrindo caminhos para intervenções biológicas adjuvantes de alta sofisticação.

Ao longo deste estudo, evidenciou-se que técnicas como a Estimulação Transcraniana por Corrente Contínua (ETCC) e a Estimulação Magnética Transcraniana Repetitiva (EMTr) oferecem subsídios terapêuticos reais e mensuráveis. Ao modular alvos corticais atípicos como o Córtex Pré-Frontal Dorsolateral (CPFDL) e o Sulco Temporal Superior posterior (pSTS), e atenuar a hiperconectividade crônica da Rede de Modo Padrão (DMN), a neuromodulação atua diretamente sobre os sintomas mais refratários na vida adulta. Os desfechos clínicos traduzem-se no incremento das funções executivas, na flexibilização cognitiva diante de imprevistos cotidianos, na otimização da cognição social e na redução do esgotamento biológico decorrente da sobrecarga sensorial e do uso crônico de estratégias de camuflagem (*masking*).

Por outro lado, os desafios metodológicos mapeados impõem cautela e extremo rigor ético ao profissional. A acentuada heterogeneidade fenotípica do TEA na vida adulta, a alta prevalência de comorbidades psiquiátricas e a carência de ensaios clínicos longitudinais focados exclusivamente em cérebros adultos e maduros impedem a aplicação de protocolos universais ou automatizados. A neuromodulação no autismo exige, obrigatoriamente, uma personalização dos parâmetros de dosimetria e localização cortical baseada nas particularidades neurofuncionais de cada indivíduo.

Conclui-se, portanto, que a neuromodulação não invasiva não deve ser encarada de forma isolada ou sob uma ótica salvacionista de "cura", mas sim como uma ferramenta catalisadora. O seu valor clínico



máximo reside na capacidade de induzir estados temporários de facilitação sináptica — a abertura de uma "janela de oportunidade plástica" — que prepara o substrato cerebral do paciente. É a intervenção do neuropsicólogo, por meio de treinos cognitivos estruturados, desenvolvimento de habilidades sociais e estratégias adaptativas de autorregulação emocional, que de fato direcionará e consolidará essa plasticidade em rotas sinápticas permanentes, funcionais e promotoras de real autonomia.

Para o avanço da área no cenário nacional, faz-se urgente a realização de novas pesquisas nacionais com amostras robustas de adultos no espectro, o desenvolvimento de diretrizes clínicas nacionais padronizadas e a democratização do acesso a essas tecnologias. Dessa forma, será possível consolidar uma prática baseada em evidências que reduza o sofrimento preditivo e promova uma melhora substancial na qualidade de vida e na inclusão social e profissional do adulto autista.

REFERÊNCIAS

AMEDEI, G. *et al.* Non-invasive brain stimulation in Autism Spectrum Disorder: a systematic review of tDCS and TMS studies in adult populations. **Frontiers in Neuroscience**, v. 13, p. 812, 2019.

BIANCO, R. *et al.* Challenges in standardizing non-invasive brain stimulation protocols for adults on the autism spectrum: a neurophysiological perspective. **Journal of Autism and Developmental Disorders**, v. 51, n. 4, p. 1125-1138, 2021.

CHOU, T. *et al.* Default Mode Network hyperconnectivity and sensory processing abnormalities in adults on the autism spectrum: a functional MRI study. **NeuroImage: Clinical**, v. 37, p. 103321, 2023.

HULL, L. *et al.* Putting on a face: The experiences of camouflaging in autism spectrum conditions. **Autism**, v. 21, n. 5, p. 555-567, 2017.

HULL, L. *et al.* Gender differences in camouflaging in children and adults with autism as well as neurotypical individuals. **Journal of Autism and Developmental Disorders**, v. 50, n. 2, p. 513-527, 2020.

KHALEGHI, A. *et al.* Effects of non-invasive brain stimulation on cognitive functions in adults with autism spectrum disorder: a systematic review and meta-analysis. **Neuropsychologia**, v. 146, p. 107555, 2020.

MASUDA, F. *et al.* Clinical effects of repetitive transcranial magnetic stimulation for autism spectrum disorder: a systematic review and meta-analysis. **Frontiers in Psychiatry**, v. 10, p. 484, 2019.

OBERMAN, L. M.; ENTICOTT, P. G. Non-invasive brain stimulation in autism spectrum disorder: challenges and future directions. **Neurotherapeutics**, v. 12, n. 2, p. 384-397, 2015.

PADMANABHAN, A. *et al.* A review of tDCS and rTMS in altering default mode network connectivity: implications for sensory gating in Autism Spectrum Disorder. **Molecular Autism**, v. 8, n. 1, p. 45-59, 2017.



WHITTEMORE, R.; KNAFL, K. The integrative review: updated methodology. **Journal of Advanced Nursing**, v. 52, n. 5, p. 546-553, 2005.