



U N I V E R S I D A D E
LUSÓFONA

CENTRO UNIVERSITÁRIO DE LISBOA
ESCOLA DE PSICOLOGIA E CIÊNCIAS DA VIDA
MESTRADO EM PSICOLOGIA FORENSE

A ESTIMULAÇÃO MAGNÉTICA TRANSCRANIANA EM POPULAÇÕES FORENSES: SCOPING REVIEW

Dissertação de Mestrado apresentada a provas públicas para a obtenção do grau de mestre em Psicologia Forense, orientada pela Professora Doutora Carolina da Motta e coorientada pela Professora Doutora Ana Rita Cruz.

Ana Carolina Dias – 22201986

2025

UNIVERSIDADE LUSÓFONA - CENTRO UNIVERSITÁRIO DE LISBOA
ESCOLA DE PSICOLOGIA E CIÊNCIAS DA VIDA
MESTRADO EM PSICOLOGIA FORENSE

A ESTIMULAÇÃO MAGNÉTICA TRANSCRANIANA EM POPULAÇÕES FORENSES: SCOPING REVIEW

VERSÃO FINAL

Dissertação de Mestrado defendida em provas públicas na Universidade Lusófona, Centro Universitário de Lisboa, no dia 10/06/2025, perante o júri, nomeado pelo Despacho de Nomeação n.º 357/2025, de 30 de maio de 2025, com a seguinte composição:

Presidente: Professora Doutora Marta Capinha

Arguente: Professor Doutor José Teles

Orientador: Professora Doutora Carolina da Motta

Este trabalho foi também orientado por: Professora Doutora Ana Rita Cruz

Ana Carolina Dias – 22201986

2025

Resumo

A literatura tem vindo a discutir a associação entre o comportamento criminal e a presença de disfunções no funcionamento cerebral dos indivíduos que os adotam, sublinhando a relevância de investigar as estruturas neuronais associadas ao comportamento criminal e antissocial e intervir sobre elas. Neste contexto, destaca-se a estimulação magnética transcraniana (EMT), que tem vindo a ser utilizada para explorar o funcionamento cerebral e tem demonstrado efeitos significativos na modulação de funções cognitivas e afetivas e como intervenção para diversas patologias. Esta *scoping review* tem como objetivo explorar de que forma a EMT tem sido utilizada em contexto forense, proporcionando uma síntese acerca dos padrões de EMT utilizados, os respetivos protocolos, e as principais conclusões originadas por estas investigações, bem como as implicações das mesmas. A pesquisa da literatura foi realizada na b-ON, EBSCO e PubMed, sendo incluídos todos os estudos desenvolvidos até à data da pesquisa, escritos em português, inglês, francês e espanhol. Foram identificados três estudos para revisão, que demonstram o potencial da EMT no rastreio e diagnóstico de défices funcionais associados a comportamentos criminais. Sublinha-se ainda o potencial inexplorado da EMT enquanto intervenção com populações forenses, bem como a necessidade de investigações com amostras mais diversificadas.

Palavras-chave: estimulação magnética transcraniana (EMT); populações forenses; comportamento criminal; comportamento antissocial.

Abstract

The literature has been discussing the association between criminal behavior and the presence of functional dysfunctions in the brain of individuals who adopt them, underlining the relevance of investigating the neural structures associated with criminal and antisocial behavior and intervening on them. In this context, transcranial magnetic stimulation (TMS) has been used to explore brain functioning and has shown significant effects in modulating cognitive and affective functions and as an intervention for various pathologies. This scoping review aims to explore how TMS has been used in forensic context, providing an overview of the TMS patterns used, the respective protocols, and the main conclusions drawn from these investigations, as well as their implications. The literature search was carried out on b-ON, EBSCO and PubMed, and included all studies carried out up to the date of the search, written in Portuguese, English, French and Spanish. Three studies were identified for review, which demonstrate the potential of TMS in screening and diagnosing functional deficits associated with criminal behavior. It also highlights the untapped potential of EMT as an intervention with forensic populations, as well as the need for research with more diverse samples.

Keywords: transcranial magnetic stimulation (TMS); forensic populations; criminal behavior; antisocial behavior.

Abreviaturas

CM – Córtex motor

CPFDL – Córtex pré-frontal dorsolateral

dEMT – Estimulação magnética transcraniana de duplo impulso

EC – Estímulo condicionante

EEG – Eletroencefalografia

EMG – Eletromiografia

EMT – Estimulação magnética transcraniana

ET – Estímulo de teste

JB I – *Joanna Briggs Institute*

LMR – Limiar motor de repouso

rEMT – Estimulação magnética transcraniana repetitiva

STROBE – *Strengthening the Reporting of Observational Studies in Epidemiology*

uEMT – Estimulação magnética transcraniana de impulso único

Índice

Enquadramento Teórico	9
Método	12
Critérios de Elegibilidade e Estratégia de Pesquisa	13
Estratégia de Seleção	13
Estratégia de Extração de Dados	14
Resultados	14
Amostra.....	16
Padrão de Estimulação.....	17
EMT de Duplo Impulso (dEMT)	17
EMT de Impulso Único (uEMT).....	18
Área Cerebral Estimulada.....	18
Equipamento Utilizado	19
Estimulador	19
Bobina	19
Principais Resultados.....	20
Discussão	22
Limitações.....	26
Conclusões	27

Índice de Tabelas e Figuras

Tabelas

Tabela 1 - Equações de pesquisa utilizadas	13
Tabela 2 - Características bibliográficas dos artigos	15
Tabela 3 - Descrição geral dos estudos.....	15
Tabela 4 - Protocolos utilizados.....	21
Tabela 5 – Protocolos de rEMT aprovados pela <i>Food and Drug Administration</i>	24

Figuras

Figura 1 - Fluxo de registos	14
------------------------------------	----

Índice de Anexos

Anexo A. Apreciação Segundo a Checklist do STROBE	II
Anexo B. Apreciação Segundo a Checklist do JBI	XV

Enquadramento Teórico

A população forense é composta por indivíduos, jovens ou adultos, que, por adotarem “qualquer conduta, aberta ou encoberta, de transgressão da lei num determinado país ou estado” (Morizot & Kazemian, 2015, p. 1), se encontram envolvidos com o sistema de justiça (Jones et al., 2019). Estes comportamentos são considerados criminais, e são uma manifestação de comportamentos antissociais (e.g., impulsividade, agressividade, etc.; Lugo, 2015). A sua adoção, segundo indica a investigação neste campo, resulta da conjugação de diversos fatores, nomeadamente fatores desenvolvimentais, ambientais, biológicos e psicológicos (Bartol & Bartol, 2017; Kamaluddin et al., 2015; Zabarniy et al., 2023). Adicionalmente, a literatura sugere que o comportamento criminal está associado a défices no processamento moral (Bandura, 1999; Glannon, 2014; Kiriakidis, 2016), isto é, a “falhas na autorregulação dos padrões de comportamento aprendidos que orientam o pensamento, o sentimento e a ação” (Kiriakidis, 2016, p. 1). De acordo com Raine (2019), sujeitos que manifestam comportamentos antissociais apresentam disfunções em pelo menos uma área cerebral relacionada com o processamento moral. Em termos neuronais, a cognição moral depende da interação entre múltiplos sistemas cognitivos e afetivos, e o seu circuito envolve estruturas corticais e subcorticais (Glannon, 2014; Moll et al., 2008; Tuck & Glenn, 2021; Young & Dungan, 2012).

É, portanto, relevante investigar as estruturas associadas ao comportamento criminal e antissocial, com o intuito não só de compreender as suas origens, como também de identificar potenciais formas de intervenção e intervir sobre elas. Para tal, assinala-se o papel de técnicas de estimulação cerebral não-invasivas, nomeadamente a estimulação magnética transcraniana (EMT). A EMT é uma técnica de neuromodulação que, através da manipulação da polaridade e excitabilidade de neurónios, é capaz de manipular a atividade de áreas corticais específicas (Ling et al., 2020; Sun et al., 2023; Wieczorek et al., 2021; Yen et al., 2024). Este fenómeno ocorre através da indução de potenciais de ação, que resulta na alteração da libertação de neurotransmissores (como o glutamato e o ácido gama-aminobutírico – GABA -, responsáveis pela ativação e inibição, respetivamente, da atividade neuronal), promovendo a plasticidade sináptica (Sun et al., 2023; Yen et al., 2024). Este procedimento é realizado através do posicionamento de uma bobina indutora de impulsos eletromagnéticos no couro cabeludo, que interage com neurónios até uma profundidade de quatro centímetros (Ling et al., 2020; Oberman, 2014; Wieczorek et al., 2021).

A EMT é prescrita por um clínico credenciado com conhecimentos acerca da fisiologia cerebral (e.g., mestrado em psicologia, neurologia, neurocirurgia, etc.), que decide qual o

protocolo a seguir face às necessidades do utente, e administrada por um técnico (Feifel et al., 2018; Fried et al., 2021; Marder et al., 2022). Apesar de não ser requerida uma qualificação académica específica para o técnico, este papel é frequentemente desempenhado por profissionais da área da saúde (e.g., enfermeiros, psiquiatras, etc.), sendo recomendado que tenha formação em suporte básico de vida (Feifel et al., 2018; Fried et al., 2021; Marder et al., 2022). O técnico é supervisionado pelo clínico, e é quem tem um contacto mais regular com os utentes, desempenhando funções de monitorização do utente (Fried et al., 2021). Tanto o clínico como o técnico devem ser sujeitos a uma formação rigorosa e específica acerca da EMT, incluindo aspetos como o manuseamento do aparelho, monitorização do utente e resposta aos efeitos secundários, de forma a garantir um tratamento adequado (Lefaucheur et al., 2014; Marder et al., 2022).

É um procedimento considerado seguro, não existindo relatos de sequelas permanentes a nível neurológico, cognitivo e cardiovascular (George & Aston-Jones, 2010). Não obstante, tem associados alguns efeitos secundários, sendo que a sua manifestação e severidade depende do protocolo de EMT utilizado (Fried et al., 2021; Klomjai et al., 2015). Neste contexto, os efeitos secundários mais frequentemente manifestados são: enxaquecas, desconforto localizado (na área de estimulação e áreas adjacentes) e espasmos passageiros na sobrancelha, sobrolho e/ou queixo (Fried et al., 2021; Marder et al., 2022). São ainda relatados, mas com menor frequência, a ocorrência de convulsões (risco inferior a 0.5%; George & Aston-Jones, 2010) e alterações de humor (específicos a determinados protocolos e/ou área estimulada; Fried et al., 2021; Marder et al., 2022). Benninger e colegas (2021) alertam para a maior suscetibilidade de ocorrência de convulsões em indivíduos com determinados problemas de saúde ou problemas relacionados com drogas. Paralelamente, a EMT é um procedimento ruidoso, que pode provocar um aumento passageiro do limiar auditivo após a sua administração, como tal, é aconselhada a utilização de protetores de ouvidos, tanto por parte dos utentes como por parte dos técnicos e clínicos presentes (George & Aston-Jones, 2010; Marder et al., 2022).

Esta técnica pode ser aplicada através de diferentes padrões de impulsos (i.e., impulso único, duplo impulso e impulso repetitivo), dependendo do objetivo da sua utilização. Na EMT de impulso único (uEMT), são induzidos numa determinada área cortical impulsos isolados, com um intervalo fixo entre si (e.g., cinco segundos; Chail et al., 2018; Farzan, 2014). Este padrão de estimulação é frequentemente utilizado em conjunto com técnicas de monitorização eletrofisiológica (e.g., eletroencefalografia – EEG – e eletromiografia – EMG) e de neuroimagem (e.g., ressonância magnética funcional – fMRI, do inglês *functional magnetic*

resonance imaging), com o intuito de explorar reações corticais e mapear funções cerebrais (e.g., limiar motor, período de silêncio cortical, etc.; Farzan, 2014).

O paradigma de EMT de duplo impulso (dEMT) implica a aplicação, no mesmo hemisfério ou em hemisférios diferentes (Klomjai et al., 2015; Vahabzadeh-Hagh, 2014), de dois impulsos sucessivos: um estímulo condicionante (EC) seguido de um estímulo de teste (ET), com um intervalo interestímulo variável (i.e., depende do objetivo da estimulação; Rossini et al., 2015; Vahabzadeh-Hagh, 2014). Através da dEMT, é possível investigar as interações neuronais, explorando a inibição e facilitação intracortical e inter-hemisférica (Klomjai et al., 2015; Rossini et al., 2015; Vahabzadeh-Hagh, 2014).

A uEMT e a dEMT têm sido utilizadas para explorar o funcionamento de uma determinada área cerebral, com efeitos que não demonstram ser duradouros (Klomjai et al., 2015; Rossini et al., 2015; Rotenberg et al., 2014). A literatura sugere que estas técnicas podem ser ferramentas úteis na identificação de diferenças no funcionamento cortical de indivíduos saudáveis e indivíduos com as mais variadas perturbações, com implicações para o diagnóstico e a intervenção (Benninger et al., 2021). Por exemplo, Kang e colaboradores (2019) identificaram défices na excitabilidade cortical de indivíduos com perturbação obsessivo-compulsiva (i.e., períodos de silêncio cortical mais curtos e uma facilitação intracortical reduzida), associando este fator ao surgimento de sintomas da perturbação. Chandra e colaboradores (2016) sublinham a utilidade da uEMT na identificação de demências com défice colinérgico em fases precoces (e.g., doença de Alzheimer) e na sua diferenciação das demências sem défice colinérgico (e.g., demência frontotemporal), o que beneficia não só o diagnóstico desta população, como também a seleção da sua intervenção. Mais recentemente, Lissemore e colegas (2022) descobriram que, através da facilitação cortical (em conjunto com outros fatores demográficos e clínicos), é possível prever a resposta de indivíduos com depressão major tardia à farmacoterapia.

Por sua vez, com o intuito de modular o funcionamento cortical, a EMT repetitiva (rEMT) consiste na administração de conjuntos de impulsos capazes de induzir excitação ou inibição da atividade de uma determinada área cortical (Benninger et al., 2021; George & Aston-Jones, 2010; Klomjai et al., 2015; Lefaucheur et al., 2014; Oberman, 2014). Oberman (2014) esclarece que a excitação da atividade cerebral é induzida através da aplicação de repetitivos conjuntos de impulsos de alta frequência (maior ou igual a 5Hz), com intervalos entre eles de 20 a 30 segundos. O autor refere ainda que a indução da inibição é efetuada através da aplicação contínua de impulsos de baixa frequência (menor ou igual a 1Hz).

A rEMT tem sido utilizada na área da neuropsicologia como intervenção para variadas patologias, como a depressão, a perturbação bipolar tipo I, a esquizofrenia (Wieczorek et al., 2021) e a perturbação obsessivo-compulsiva (Mantovani et al., 2010). Tem ainda demonstrado efeitos significativos para a modulação de funções cognitivas e afetivas em indivíduos da comunidade, nomeadamente na modulação da impulsividade motora e temporal (Yang et al., 2018), da capacidade de reconhecimento de expressões emocionais (Balconi et al., 2011; Balconi & Canavesio, 2013, 2014), na adoção de comportamentos pró-sociais e empáticos (Balconi & Canavesio, 2013, 2014; Yang et al., 2017) e no processamento emocional em indivíduos com sintomatologia antissocial (Konikkou et al., 2020). Sublinha-se ainda que este padrão de estimulação tem demonstrado efeitos duradouros que transcendem os períodos de estimulação (Klomjai et al., 2015; Oberman, 2014).

É pertinente a existência de intervenções eficazes que reduzam a adoção de comportamentos antissociais e previnam comportamentos criminais. Esta intervenção terá impacto, por sua vez, na diminuição da reincidência dos indivíduos no sistema de justiça. Neste contexto, têm vindo a ser implementadas intervenções direcionadas à modificação do comportamento antissocial, como terapias individuais e de grupo (e.g., focadas na impulsividade, dificuldades interpessoais, etc.), programas de modificação comportamental (e.g., focados na diminuição da perpetração criminal, etc.) e fármacos, no entanto, sem grande sucesso (Gibbon et al., 2020; Glannon, 2014; *National Institute of Health and Clinical Excellence* [NICE], 2013; Tuck & Glenn, 2021). Sublinha-se, então, a relevância da investigação com EMT, não só como método de investigação dos circuitos neuronais, como também enquanto método de intervenção.

Considerando o exposto, esta *scoping review* tem como intuito explorar de que forma a EMT tem sido utilizada em contexto forense. Desta forma, pretende-se: a) identificar os padrões de EMT utilizados com a população forense; b) compreender as diferenças entre os protocolos utilizados; c) proporcionar uma visão geral acerca das principais conclusões alcançadas através desta técnica de neuromodulação; d) identificar lacunas na investigação acerca do tema; e) e discutir a utilidade da EMT em contexto forense.

Método

O presente trabalho utiliza a metodologia de *scoping review*, com o intuito de explorar e sintetizar a literatura existente (Anderson et al., 2008; Colquhoun et al., 2014) acerca da utilização da EMT em populações forenses. Esta *scoping review* foi realizada seguindo as

diretrizes e *checklists* da extensão do *Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses* para *scoping reviews* (PRISMA-ScR; Tricco et al., 2018). Recorreu-se ainda às *checklists* da iniciativa *Strengthening the Reporting of Observational Studies in Epidemiology* (STROBE; Vandenbroucke et al., 2014) e do *Joanna Briggs Institute* (JBI; Moola et al., 2020) de forma a apreciar a qualidade dos artigos.

Critérios de Elegibilidade e Estratégia de Pesquisa

Esta revisão inclui todos os estudos científicos desenvolvidos até à data da pesquisa, escritos em português, inglês, francês e espanhol, independentemente de terem sido ou não revistos por pares (e.g., relatórios de estudos não publicados). Foram excluídos artigos de revisão de literatura, meta-análises e livros e *ebooks*.

A pesquisa da literatura foi realizada através dos agregadores de bases de dados b-ON e EBSCO (nos quais foram seleccionadas todas as bases de dados) e da base de dados PubMed, através da combinação de termos de pesquisa relacionados com a EMT e com a população forense (tabela 1). A pesquisa incluiu qualquer artigo desenvolvido até à data (7 de julho de 2024) e de qualquer idioma. Foi ainda realizada uma pesquisa manual de artigos, através da análise das listas de referências dos artigos extraídos (técnica de bola de neve das referências que possam não ter sido identificadas inicialmente).

Tabela 1

Equações de pesquisa utilizadas

Agregador/Base de dados	Equação de pesquisa
b-ON	("transcranial magnetic stimulation") AND (inmates OR prisoners OR offenders OR incarceration OR correctional facility) OR ("forensic population")
EBSCO	
PubMed	("transcranial magnetic stimulation") AND (inmates)
	("transcranial magnetic stimulation") AND (prisoners)
	("transcranial magnetic stimulation") AND (offenders)
	("transcranial magnetic stimulation") AND (forensic population)

Estratégia de Seleção

Os registos resultantes da pesquisa foram importados para o *software* Rayyan (Ouzzani et al., 2016), com o propósito de agilizar a triagem dos estudos elegíveis para a revisão. Numa primeira fase, foram identificados os registos duplicados, bem como os de idioma estrangeiro (todos os idiomas que não fossem o português, inglês, francês e espanhol), sendo removidos. Posteriormente, foram analisados os títulos e resumos dos artigos, sendo eliminados os que não

se alinhavam com a temática do estudo. Este processo, que contou com a colaboração de uma segunda investigadora para a triagem de 4% dos resumos, resultou na identificação dos registos para leitura integral e para inclusão na revisão.

Estratégia de Extração de Dados

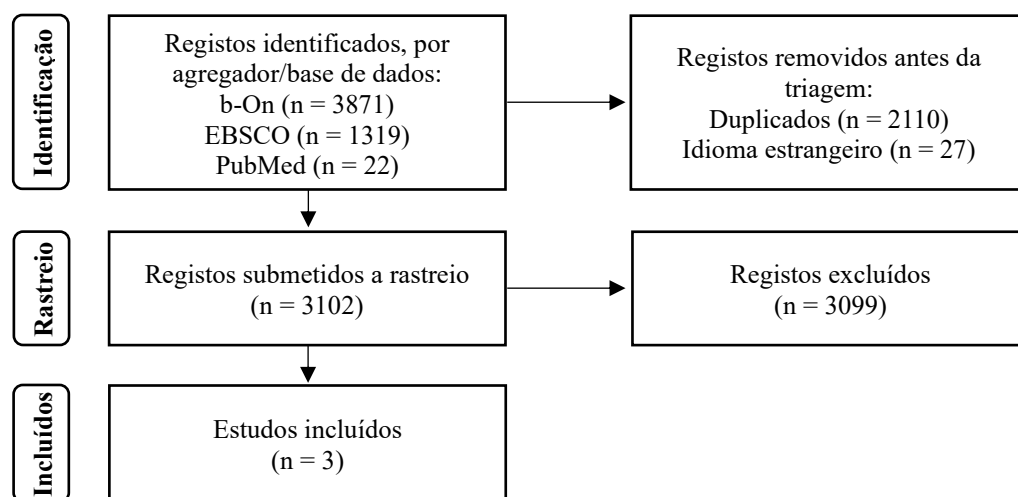
A informação extraída dos artigos corresponde ao seu ano e revista de publicação, país de origem do estudo, objetivos, características da amostra, padrão de estimulação (i.e., uEMT, dEMT ou rEMT), medida utilizada, área cerebral estimulada, equipamentos utilizados e principais resultados. A organização destes dados foi realizada com o suporte do *software* Microsoft Excel (versão 2501).

Resultados

A pesquisa de literatura originou 5212 registos. Após serem identificados e removidos os registos duplicados e escritos em idiomas estrangeiros, foram analisados os títulos e resumos dos remanescentes. Deste processo, culminou a seleção de três artigos para leitura integral, e na sua integração na revisão. O fluxo de registos encontra-se explanado na figura 1.

Figura 1

Fluxo de registos



Na tabela 2 encontram-se resumidas as características bibliográficas dos artigos incluídos nesta revisão. Os estudos incluídos foram publicados em inglês, entre os anos de 2011 e 2014, e estão associados a institutos/grupos de investigação do Canadá e da Alemanha. Segundo o *SCImago Journal & Country Rank*, as revistas científicas nas quais foram publicados

estes estudos apresentam um elevado prestígio na área da psicologia e neuropsicologia, encontrando-se no primeiro quartil da tabela de classificações relativamente ao ano de 2023. Dois dos artigos têm como objetivo investigar a inibição intracortical (Hoppenbrouwers et al., 2012; Philipp-Wiegmann et al., 2011), ao passo que o terceiro pretende explorar a conetividade interhemisférica (Hoppenbrouwers et al., 2014).

Na tabela 3, encontra-se uma descrição geral dos estudos incluídos na presente revisão, incluindo os seus objetivos, as amostras utilizadas e os principais resultados. Os protocolos utilizados para a EMT encontram-se esquematizados na tabela 4.

Tabela 2

Características bibliográficas dos artigos

Autores	Ano	País	Revista
Hoppenbrouwers et al.	2012	Canadá	<i>Cortex</i> (SJR = 1.33; Q1)
Hoppenbrouwers et al.	2014	Canadá	<i>Journal of Psychiatry & Neuroscience</i> (SJR = 1.32; Q1)
Philipp-Wiegmann et al.	2011	Alemanha	<i>Neuropsychobiology</i> (SJR = 0.89; Q1)

Nota. SJR = *SCImago Journal Rank*; Q = quartil da revista; indicadores segundo a *SCImago Journal & Country Rank*, relativamente ao ano de 2023.

Tabela 3

Descrição geral dos estudos

Referência	Objetivos	Amostra	Principais Resultados
Hoppenbrouwers et al., 2012	Avaliar a inibição e excitabilidade cortical e o desempenho da memória de trabalho, em ofensores com psicopatia.	15 indivíduos saudáveis (M = 34 anos); 13 ofensores com psicopatia (M = 34.2 anos); destros; sexo masculino.	Défi ce na inibição do CPF DL dos ofensores, mas não no CM; défi ces no desempenho da memória de trabalho dos ofensores; correlação positiva entre o desempenho da memória de trabalho e a inibição intracortical no CPF DL no grupo de controlo.
Hoppenbrouwers et al., 2014	Explorar a conetividade inter-hemisférica funcional, em ofensores com psicopatia.	15 indivíduos saudáveis (M = 32.1 anos); 18 ofensores com psicopatia (M = 33.4 anos); destros; sexo masculino.	Maior propagação de sinal do hemisfério direito para o esquerdo nos ofensores; períodos de silêncio cortical significativamente mais longos no hemisfério direito nos ofensores; sem diferenças na inibição intracortical de curto intervalo e na facilitação intracortical; sem correlações entre os fatores da PCL-R e as medidas de EMT.
Philipp-Wiegmann et al., 2011	Investigar o controlo inibitório do CM primário, em ofensores	30 indivíduos sem história de violência nem registo criminal (M = 30.4 anos); 32 condenados por crimes	Inibição cortical reduzida nos ofensores; facilitação cortical idêntica entre os grupos; sem correlações entre a severidade da violência e inibição/facilitação cortical.

condenados por crimes violentos.	violentos (M = 35.5 anos); destros; sexo masculino.
----------------------------------	---

Nota. M = média; CM = córtex motor; CPFDL = córtex pré-frontal dorsolateral; PCL-R = *Hare Psychopathy Checklist-Revised*; EMT = estimulação magnética transcraniana.

Amostra

Os estudos incluídos na presente *scoping review* recorrem a amostras compostas por indivíduos adultos (i.e., com idade igual ou superior a 18 anos), do sexo masculino e destros (identificam como dominante a mão direita).

A amostra de Hoppenbrouwers e colaboradores (2012) é composta por 15 indivíduos saudáveis e 13 ofensores com psicopatia (i.e., indivíduos que pontuaram 25 ou mais na *Hare Psychopathy Checklist-Revised 2* – PCL-R:2), estes últimos recrutados num programa de saúde mental e em casas de transição. Na investigação de Hoppenbrouwers e colegas (2014), foram recrutados 15 indivíduos saudáveis por autosseleção através de anúncios publicitários, e 18 ofensores com psicopatia num programa de saúde mental e em casas de transição. Os critérios de exclusão são os mesmos em ambas as investigações: menores de 18 anos e maiores de 65; diagnósticos de esquizofrenia, perturbações esquizofreniformes/psicóticas, bipolares, afetivas ou de ansiedade ou qualquer perturbação de personalidade comórbida; e historial de abuso ou dependência de substâncias, nos 6 meses anteriores ao estudo.

Philipp-Wiegmann e a sua equipa (2011) recorreram a 30 indivíduos sem história de violência nem registo criminal, e 32 indivíduos condenados por crimes violentos, referidos pelas autoridades legais. Foram utilizados como critérios de exclusão a ausência de competências linguísticas suficientes em alemão, incapacidade de leitura, défice intelectual, baixo nível de inteligência ($QI < 85$), a existência de um diagnóstico do eixo I do DSM-IV e um historial de eventos neurológicos (e.g., lesões cerebrais ou qualquer tipo de distúrbio cerebral vascular, inflamatório ou degenerativo). Os participantes deviam ainda apresentar um rastreio toxicológico negativo e, para o grupo de ofensores, apenas indivíduos com comportamentos agressivos e violentos frequentes foram incluídos.

Duas das investigações (Hoppenbrouwers et al., 2012; Hoppenbrouwers et al., 2014) mencionam ter submetido os participantes a uma entrevista clínica, de forma a identificar contraindicações para a EMT. Nenhuma refere ter realizado uma avaliação pós-estimulação, de forma a identificar efeitos secundários ou a manutenção de efeitos positivos.

Padrão de Estimulação

Apenas um dos estudos (Hoppenbrouwers et al., 2014) indica o número de sessões realizadas (duas), bem como a duração de cada sessão (uma sessão de EMT e EEG de seis horas, e uma de EMT de duas horas).

Foi identificada a utilização dos padrões de estimulação de duplo impulso (dEMT) e de impulso único (uEMT), destacando-se a dEMT como a técnica mais utilizada.

EMT de Duplo Impulso (dEMT)

A dEMT é frequentemente utilizada para avaliar a excitabilidade cortical, através de medidas como: inibição cortical de curto intervalo, inibição cortical de longo intervalo, facilitação cortical, facilitação cortical de curto intervalo, e inibição e facilitação interhemisférica (Chen et al., 2022; Vahabzadeh-Hagh, 2014).

A inibição cortical de longo intervalo foi utilizada apenas por um dos estudos (Hoppenbrouwers et al., 2012), no qual foram induzidos EC supralimiais seguidos de ET supralimiais, com um intervalo entre si de 100ms. Segundo a literatura, neste paradigma devem ser induzidos EC com uma intensidade 100-130% do limiar motor de repouso (LMR), e ET de 120%, com um intervalo de 50 a 200ms (Chen et al., 2022; Vahabzadeh-Hagh, 2014). Hoppenbrouwers (2014) e Philipp-Wiegmann (2011) e respetivos colaboradores exploraram a inibição cortical de curto intervalo. Ambos definiram a intensidade do EC em 80% do LMR e o ET acima do mesmo, que está dentro do indicado pela literatura: EC cerca de 50 a 90% do LMR e ET supralimiar (Chen et al., 2022; Vahabzadeh-Hagh, 2014). O intervalo interestímulo utilizado foi também o recomendado (i.e., 1 a 6ms; Chen et al., 2022; Vahabzadeh-Hagh, 2014).

Para investigar a facilitação intracortical, Hoppenbrouwers e colegas (2014) utilizaram intervalos interestímulo compreendidos entre os 10 e os 20ms (dentro do recomendado: 8-30ms; Chen et al., 2022; Vahabzadeh-Hagh, 2014), e as mesmas intensidades definidas para a inibição: EC sublimiar e ET supralimiar (Chen et al., 2022; Vahabzadeh-Hagh, 2014). Philipp-Wiegmann e colaboradores (2011) não são claros relativamente à intensidade dos impulsos utilizada para investigar a facilitação intracortical de curto intervalo, contudo, o recomendado é a indução de EC 100-130% do LMR e ET 90% do LMR (Chen et al., 2022; Vahabzadeh-Hagh, 2014). O intervalo interestímulo utilizado foi de 7 a 15ms, que excede o proposto pela literatura (i.e., 1.0-1.5ms, 2.3-3.0ms, 4.1-5.0ms; Chen et al., 2022; Vahabzadeh-Hagh, 2014).

É ainda analisada a inibição interhemisférica num dos estudos (Hoppenbrouwers et al., 2014). Os autores não clarificam a intensidade dos impulsos. Não obstante, considerando o

intervalo interestímulo apresentado (10ms), é possível inferir que foram utilizados estímulos supralimiais (Chen et al., 2022; Vahabzadeh-Hagh, 2014).

EMT de Impulso Único (uEMT)

Apenas um estudo utiliza a uEMT (Hoppenbrouwers et al., 2014), com o intuito de explorar a propagação de sinal interhemisférica e o período de silêncio cortical. A propagação de sinal interhemisférica avalia a transmissão da atividade cortical evocada entre o hemisfério estimulado e o hemisfério contralateral (Voineskos et al., 2010). O período temporal analisado corresponde com o que é comumente utilizado noutras investigações: 50-150ms para o hemisfério estimulado e 60-160ms para o hemisfério contralateral (e.g., Hui et al., 2020; Hui et al., 2021; Voineskos et al., 2010). Foram administrados 100 impulsos (à semelhança de outros estudos, e.g., Hui et al., 2020; Hui et al., 2021; Voineskos et al., 2010), com um intervalo entre si de 5s (a literatura apresenta intervalos variados; e.g., Casula et al., 2020; Tecchio et al., 2023; Voineskos et al., 2010). A intensidade dos estímulos utilizada foi supralimiar.

O período de silêncio cortical corresponde ao período no qual a atividade EMG é temporariamente interrompida após a indução de um potencial evocado motor aquando da contração voluntária de um músculo (neste caso, o músculo abdutor *pollicis brevis*; Fuhr et al., 1991). Com o objetivo de investigar esta medida, Hoppenbrouwers e colegas (2014) administraram 10 impulsos com uma intensidade 140% do LMR, tal como é recomendado pela literatura (Chen et al., 2022; Farzan, 2014). Chen e colaboradores (2022) reforçam ainda que a EMG deve registar o período entre 100ms antes da EMT até 400ms após a mesma, dado que a duração do período de silêncio cortical é cerca de 200-300ms. Estes dados não são revelados por Hoppenbrouwers e colegas (2014), sendo também incerto qual o intervalo interestímulo utilizado.

Área Cerebral Estimulada

Hoppenbrouwers e colaboradores (2012) investigam apenas o funcionamento do hemisfério esquerdo, ao passo que as restantes investigações se debruçam sob ambos os hemisférios. Destaca-se o córtex motor (CM) como o alvo de estimulação presente em todos os estudos, tal como tem vindo a ser amplamente retratado na literatura (e.g., Chen et al., 2022; Klomjai et al., 2015). Dois dos estudos investigam também ao córtex pré-frontal dorsolateral (CPFDL; Hoppenbrouwers et al., 2012; Hoppenbrouwers et al., 2014). É de frisar que, no

estudo de Hoppenbrouwers e colegas (2014), o CPFDL é estimulado especificamente para explorar a propagação de sinal interhemisférica.

Equipamento Utilizado

O equipamento utilizado para a EMT é, geralmente, composto por um estimulador e uma ou mais bobinas (Rotenberg et al., 2014). Podem ainda ser utilizados módulos, de forma a aumentar a eficiência/funcionalidades do equipamento.

Estimulador

Dois dos estudos (Hoppenbrouwers et al., 2012; Hoppenbrouwers et al., 2014) utilizam duas unidades MagStim 200. Só por si, este estimulador é o indicado para a administração de impulsos únicos (uEMT) monofásicos, com uma frequência máxima de 0.5Hz (Magstim, 2024). Adicionando um módulo BiStim para conectar duas unidades, tal como se verifica nestes dois estudos, o equipamento abrange a sua capacidade para administrar não só impulsos únicos, como também impulsos duplos (dEMT) monofásicos (Magstim, 2024). Não obstante, a frequência máxima baixa para 0.25Hz (Magstim, 2024).

Por outro lado, Philipp-Wiegmann e colaboradores (2011) trabalham com o estimulador MagPro X100, com um módulo MagOption. Este equipamento é capaz de induzir qualquer padrão de estimulação (uEMT, dEMT e rEMT), através de impulsos monofásicos e bifásicos, com uma frequência até 100Hz (Tonica Elektronik A/S, 2010).

Bobina

A bobina utilizada para a estimulação (bobina circular, bobina-H ou bobina padrão) varia, por norma, de acordo com o objetivo da estimulação. Isto é, diferentes tipos de bobinas podem gerar diferentes padrões de campos magnéticos, bem como uma estimulação mais ou menos focalizada (Chen et al., 2022; Epstein, 2008; Rotenberg et al., 2014). O tipo de bobina mais utilizada no âmbito de investigação e clinicamente, é a bobina padrão (também conhecida por figura-de-8) com 7cm de diâmetro (Chen et al., 2022; Epstein, 2008).

Face ao exposto, todos os estudos analisados administram a estimulação através de bobinas padrão, dois dos quais (Hoppenbrouwers et al., 2012; Hoppenbrouwers et al., 2014) utilizam bobinas com 7cm de diâmetro, e um (Philipp-Wiegmann et al., 2011) utiliza bobinas com 6.5cm de diâmetro. Adicionalmente, Hoppenbrouwers e colegas (2014) recorrem a uma bobina de 8cm de diâmetro para estimular o hemisfério direito aquando do estudo da inibição

interhemisférica. Em coerência com a literatura (Chen et al., 2022), nas três investigações, as bobinas são mantidas sob o córtex num ângulo de 45° da posição da linha sagital mediana, com o braço a apontar para trás.

Principais Resultados

Hoppenbrouwers e a sua equipa (2012) verificaram diferenças significativas entre o grupo de controlo e o grupo experimental na inibição cortical ($F_{2,25} = 4.807$; $p = .017$; $\eta_p^2 = .278$). Concretamente, em comparação com o grupo de controlo, os ofensores demonstraram défices na inibição do CPFDL ($F_{1,26} = 9.229$; $p = .005$; $\eta_p^2 = .262$), mas não na inibição do CM ($F_{1,26} = 2.238$; $p = .147$; $\eta_p^2 = .079$). O grupo de ofensores demonstrou défices na memória de trabalho, através de um desempenho significativamente pior no teste de Sequência de Letras e Números da *Weschler Adult Intelligence Scale III* (WAIS-III; $t_{(26)} = -3.063$; $p = .005$). Neste seguimento, verifica-se uma correlação positiva entre o desempenho da memória de trabalho e a inibição intracortical no CPFDL do grupo de controlo ($r = .679$; $p = .005$). Apesar de não ser significativa, esta tendência verifica-se igualmente nos ofensores ($r = .519$; $p = .069$).

Hoppenbrouwers e colegas (2014) identificaram diferenças significativas entre o grupo de controlo e o grupo experimental na propagação de sinal interhemisférica ($F_{1,25} = 5.375$; $p = .029$; $\eta_p^2 = .177$). Estas diferenças traduzem-se numa conetividade deficitária entre os hemisférios dos ofensores com psicopatia, especificamente através de uma maior propagação de sinal do hemisfério direito para o esquerdo. Foram ainda identificadas anomalias na inibição intracortical do hemisfério direito dos ofensores, verificando-se períodos de silêncio cortical significativamente mais longos ($F_{1,26} = 4.267$; $p = .048$).

No estudo de Philipp-Wiegmann e colaboradores (2011), com um intervalo interestímulo de 3ms, os ofensores apresentaram rácios de potenciais evocados motores significativamente mais elevados que o grupo de controlo ($Z = -2.310$; $p = .021$). Contudo, não foram identificadas diferenças significativas na inibição e facilitação cortical global entre ambos os grupos (controlo: $F_{(60)} = 1.183$; $p = .281$; experimental: $F_{(60)} = .016$; $p = .899$). Para controlar para os efeitos da severidade da violência na inibição e facilitação cortical, o grupo dos ofensores foi dividido em quatro subgrupos: homicídio, homicídio involuntário, ofensas corporais e ofensas corporais graves. Não se verificaram diferenças significativas entre os grupos.

Tabela 4*Protocolos utilizados*

Referência	Padrão	Medida	Intervalo Interestimulo	Intensidade	Área Cerebral	Estimulador	Bobina
Hoppenbrouwers et al., 2012	dEMT	Inibição intracortical de longo intervalo	100ms	EC e ET > LMR	CM e CPFDL; hemisfério esquerdo	2 estimuladores Magstim 200; 1 módulo BiStim	Bobina padrão; 7cm de diâmetro; 45° da linha sagital mediana; braço a apontar para trás
Hoppenbrouwers et al., 2014	dEMT	Inibição intracortical de curto intervalo	2ms e 4ms	EC 80% do LMR; ET > LMR	CM; ambos os hemisférios	2 estimuladores Magstim 200	Bobina padrão; 7cm de diâmetro; 45° da linha sagital mediana; braço a apontar para trás
		Facilitação intracortical	10ms, 15ms e 20ms	EC 80% do LMR; ET > LMR	CM; ambos os hemisférios	2 estimuladores Magstim 200	Bobina padrão; 7cm de diâmetro; 45° da linha sagital mediana; braço a apontar para trás
		Inibição interhemisférica	10ms	---	CM; ambos os hemisférios	2 estimuladores Magstim 200	Bobina padrão; 7cm de diâmetro e 8cm de diâmetro
	uEMT	Propagação de sinal interhemisférica	500ms	Impulso > LMR	CM e CPFDL; ambos os hemisférios	2 estimuladores Magstim 200; 1 módulo BiStim	Bobina padrão; 7cm de diâmetro; 45° da linha sagital mediana; braço a apontar para trás
		Período de silêncio cortical	---	Impulso 140% do LMR	CM; ambos os hemisférios	2 estimuladores Magstim 200	Bobina padrão; 7cm de diâmetro; 45° da linha sagital mediana; braço a apontar para trás
Philipp-Wiegmann et al., 2011	dEMT	Inibição intracortical de curto intervalo	1ms, 3ms e 5ms	EC 80% do LMR; ET > LMR	CM; ambos os hemisférios	1 estimulador MagPro X100; 1 módulo MagOption	Bobina padrão; 6.5cm de diâmetro; 45° da linha sagital mediana; braço a apontar para trás
		Facilitação intracortical de curto intervalo	7ms, 9ms, 11ms, 13ms e 15ms	---	CM; ambos os hemisférios	1 estimulador MagPro X100; 1 módulo MagOption	Bobina padrão; 6.5cm de diâmetro; 45° da linha sagital mediana; braço a apontar para trás

Discussão

A presente *scoping review* tem como intuito perceber de que forma a EMT tem sido utilizada em contexto forense, identificando lacunas na literatura e potenciais direções para estudos futuros. Neste contexto, foram identificados três estudos que exploram o funcionamento cerebral através da EMT em amostras forenses.

O reduzido número de investigações identificadas poderá dever-se a diversos fatores. Entre eles, encontra-se o próprio equipamento de estimulação. Isto é, além de ser um dispositivo caro, tem também uma grande dimensão (75.000 cm³ e cerca de 90 kg; Valero-Cabré et al., 2017), limitando a sua portabilidade e possibilidade de partilha por várias instituições. Adicionalmente, é de realçar o alcance limitado da estimulação, que ocorre apenas até quatro centímetros de profundidade (Oberman, 2014; Wiczorek et al., 2021), estando limitada à modulação de áreas corticais e subcorticais relativamente superficiais. Este fator poderá influenciar a seleção da EMT enquanto técnica de neuronavegação e neuromodulação.

A ausência de estudos recentes (com menos de 10 anos) poderá ser uma consequência de qualquer um destes fatores mencionados. No entanto, deve ser refletida a relevância que se dá à investigação em contexto forense em comparação, por exemplo, à investigação em contexto clínico. Isto é, no que diz respeito à utilização da EMT em contexto clínico, existe uma maior abundância de investigações, não só recentes, como também no geral (e.g., Hernández-Sauret et al., 2024; Li et al., 2021). Este fenómeno espelha a escassez de investimento na investigação com populações forenses.

Todos os estudos foram publicados em revistas com elevado prestígio, tanto atualmente como referente ao ano de publicação de cada artigo. Todavia, isto deve ser interpretado com cautela: o fator de impacto de uma revista reflete a frequência com que, em média, os artigos publicados foram citados (Garfield, 1972). Como tal, não corresponde a uma medida de qualidade científica do estudo. Não obstante, é possível verificar que, no geral, os estudos seguem as recomendações do STROBE (Vandenbroucke et al., 2014; ver anexo A), o que contribui para a qualidade do artigo em termos de reporte. De um ponto de vista metodológico, os estudos apresentam uma boa qualidade, segundo a ferramenta de apreciação crítica do JBI (Moola et al., 2020; ver anexo B).

As análises bibliométricas indicam que os países que mais contribuíram para o conhecimento acerca da EMT através da publicação de artigos, entre 2008 e 2018, foram os Estados Unidos da América, a Alemanha, a Itália, o Reino Unido e o Canadá (McLean, 2019; Zheng et al., 2020). Este fenómeno poderá ter contribuído para o facto de as investigações

identificadas nesta revisão terem sido realizadas na Alemanha e no Canadá. Ainda, de um ponto de vista histórico, além do Reino Unido, onde surgiu o conceito de EMT pela primeira vez (Barker et al., 1985), a Alemanha e o Canadá foram dois dos países palco para a EMT: a Alemanha, no contexto de investigação, desde os anos 90 (George, 2024), e o Canadá, no contexto de aplicação clínica, desde 2002 (Downar et al., 2016).

Os estudos selecionados recorrem a amostras restritas, compostas por indivíduos adultos, do sexo masculino e destros. A seleção destas amostras poderá dever-se a uma predominância de indivíduos do sexo masculino na população forense, não só no sistema de justiça juvenil (e.g., Direção-Geral de Reinserção e Serviços Prisionais [DGRSP], 2024; Puzzanchera et al., 2022), como também em ofensores adultos (e.g., Carson & Kluckow, 2023; Eurostat, 2024). Simultaneamente, a maioria da população apresenta a mão direita como dominante (Papadatou-Pastou et al., 2020). Não obstante, a não inclusão de amostras femininas, de diferentes grupos etários (incluindo crianças e jovens) e de diferentes dominâncias manuais restringe a generalização dos resultados (devido a possíveis variações funcionais e estruturais), bem como a compreensão do impacto da EMT em diferentes subgrupos forenses. Sublinha-se que a EMT é um procedimento seguro para qualquer grupo etário (Allen et al., 2017; George & Aston-Jones, 2010), sendo que as crianças experienciam efeitos secundários semelhantes aos adultos (Allen et al., 2017).

As investigações analisadas utilizaram a dEMT e a uEMT. A seleção do padrão de estimulação a ser utilizado depende do objetivo da investigação: avaliar a excitabilidade cortical e mapear funções cerebrais (uEMT) ou explorar as interações neuronais (dEMT). Dito isto, ambos os padrões de estimulação demonstram potencial para investigar o funcionamento cerebral e identificar défices funcionais, em condições normais e patológicas. Os protocolos de estimulação utilizados (e.g., intervalo interestímulo, intensidade, bobina) nos diferentes estudos são relativamente homogêneos com o indicado pela literatura, verificando-se apenas ligeiras oscilações e omissões. Contudo, é necessária a uniformização dos procedimentos, garantindo a possibilidade de replicação dos estudos. É ainda de notar que estes protocolos foram desenvolvidos com base em investigações com populações saudáveis da comunidade, o que pode limitar a validade ecológica dos resultados em contextos forenses.

As áreas cerebrais estimuladas nas investigações correspondem ao CM e ao CPFDL. O CM tem vindo a ser retratado na literatura como a principal área cerebral investigada através da EMT (e.g., Chen et al., 2022; Klomjai et al., 2015; Paus, 2008). Isto, poderá dever-se à sua facilidade de acesso, servindo como ponto de referência para a localização de outras áreas

cerebrais (Paus, 2008). Adicionalmente, os potenciais evocados motores permitem o ajuste da intensidade do estímulo a cada utente. Paralelamente, o CPFDL está envolvido em funções como a regulação de impulsos e autocontrolo (e.g., Hare et al., 2009), a tomada de decisão (e.g., Sela et al., 2012), o processamento moral (e.g., Greene et al., 2004) e o processamento de recompensas (e.g., Staudinger et al., 2011). A investigação destes processos (e de défices nos mesmos) poderá ser útil no estudo do comportamento criminal e antissocial.

Relativamente ao equipamento utilizado, o estimulador MagPro X100 aparenta ser o mais versátil para o contexto de investigação, permitindo a administração de múltiplos padrões de estimulação. Tal como referido previamente, a bobina padrão é a mais utilizada em contexto de investigação, o que se reflete na sua utilização pelas três investigações revistas.

Ainda no contexto dos padrões de estimulação, verifica-se a ausência de investigação utilizando a rEMT. A literatura tem vindo a demonstrar o potencial da rEMT enquanto método de intervenção para variadas patologias (Mantovani et al., 2010; Wiczorek et al., 2021) e na neuromodulação de funções cognitivas e afetivas em amostras da comunidade (Balconi et al., 2011; Balconi & Canavesio, 2013, 2014; Konikkou et al., 2020; Yang et al., 2017; Yang et al., 2018). No entanto, a sua utilização aprovada pela *Food and Drug Administration* está ainda restrita ao tratamento da depressão, perturbação obsessivo-compulsiva e cessação tabágica (Cotovio et al., 2023; Marder et al., 2022). Segue-se, na tabela 5, uma descrição resumida dos seus protocolos (Cotovio et al., 2023; Marder et al., 2022):

Tabela 5

Protocolos de rEMT aprovados pela Food and Drug Administration

Perturbação	Área Cerebral	Impulso	Intensidade, Frequência	Sessões	Dispositivos	Bobina
Perturbação Depressiva Major	CPF DL esquerdo	75 conjuntos de 40 (4s/cada); intervalo entre conjuntos: 26s	120% do LMR; 10Hz	1/dia (20-30 dias)	NeuroStar, Magstim, Magventure, Brainsway	padrão, bobina-H
Perturbação Obsessivo-Compulsiva	CCA, CPF medial	50 conjuntos de 40 (2s/cada); intervalo entre conjuntos: 20s	100% do LMR; 20Hz	1/dia (29 dias)	Magventure, Brainsway	padrão, bobina-H
Sessão Tabágica	CPF, insula	60 conjuntos de 30 (3s/cada); intervalo entre conjuntos: 15s	120% do LMR; 10Hz	1/dia (15 dias); 1/semana (3 semanas)	Brainsway	bobina-H

Nota. CPF DL = córtex pré-frontal dorsolateral; s = segundos; LMR = limiar motor de repouso; CCA = córtex cingulado anterior; CPF = córtex pré-frontal.

Dado o número reduzido de artigos identificados e as variações metodológicas entre eles, o cumprimento do objetivo de proporcionar uma visão geral acerca das principais conclusões alcançadas através da EMT é dificultado. Ainda assim, as investigações assinalam, no geral, a existência de défices no processamento interhemisférico e na inibição intracortical dos ofensores. Um processamento interhemisférico deficitário significa que um dos hemisférios (neste caso, o esquerdo) não processa devidamente a informação proveniente do outro hemisfério (Hoppenbrouwers et al., 2014). Este fenómeno está associado à adoção de comportamentos antissociais (Hecht, 2011), da mesma forma que uma boa conectividade interhemisférica está associada à adoção de comportamentos pró-sociais (Ishihara et al., 2023). Adicionalmente, a literatura sugere que o hemisfério direito está associado à adoção de comportamentos pró-sociais (e.g., autocontrolo, cumprimento das normas sociais, etc.), ao passo que o hemisfério esquerdo está associado a comportamentos antissociais (e.g., impulsividade, agressividade, etc.; Hecht, 2011, 2014). Considerando o exposto, esta conexão deficitária poderá implicar o comprometimento de funções como a inibição de comportamentos antissociais. Os défices na inibição intracortical identificados refletem disfunções no lobo frontal (Hoppenbrouwers et al., 2012; Philipp-Wiegmann et al., 2011), e são comumente observadas em indivíduos que manifestam comportamentos antissociais, particularmente no córtex pré-frontal (Ling et al., 2019; Lugo, 2015; Yang & Raine, 2009). Estas, traduzem-se em défices emocionais e dificuldades no controlo dos impulsos e do comportamento (Hoppenbrouwers et al., 2012; Philipp-Wiegmann et al., 2011; Yang & Raine, 2009) e, consequentemente, podem levar à adoção de comportamentos criminais.

Estas descobertas são relevantes, não só para compreender parte da etiologia do comportamento criminal e antissocial (reconhecendo que este depende da influência de diversos fatores), como também para a intervenção. Alguns dos métodos que têm vindo a ser utilizados neste sentido são as terapias individuais e de grupo (com base, por exemplo, no modelo cognitivo-comportamental, focando-se na mudança dos padrões de pensamento e comportamento; Morgan, 2019), e programas de modificação comportamental e aquisição de competências (Gibbon et al., 2020; NICE, 2013). Contudo, sublinham-se potenciais dificuldades que o profissional pode atravessar, nomeadamente no estabelecimento da aliança terapêutica e no cometimento do utente com o processo de intervenção.

Tem vindo também a ser explorada a utilização de fármacos (e.g., inibidores seletivos de recaptção de serotonina, utilizados no tratamento da depressão e da ansiedade, com efeitos no aumento da aversão de causar mal aos outros; Levy et al., 2014), psicotrópicos (e.g., MDMA,

com efeitos em elementos da cognição social; Macpherson et al., 2019) e hormonas (e.g., vasopressina, com efeitos no comportamento pró-social; oxitocina, com efeitos em comportamentos moralmente significativos; Tuck & Glenn, 2021). No entanto, os seus efeitos têm uma duração limitada ao tempo sob o qual o indivíduo se encontra sob o seu efeito (i.e., sem efeitos a longo prazo), o que implicaria uma toma a longo prazo dos mesmos (Macpherson et al., 2019). Sendo o abuso de substâncias (i.e., álcool e drogas) uma das comorbilidades mais frequentes com o comportamento antissocial, é de sublinhar que a administração rotineira de fármacos enquanto tratamento para o mesmo poderá ter um efeito adverso no que diz respeito a uma utilização abusiva dos mesmos, ou a uma interação negativa entre o fármaco e a substância (*American Psychological Association* [APA], 2013; NICE, 2013). Simultaneamente, estas intervenções afetam o organismo de forma não discriminante (i.e., não apenas na área de foco da intervenção em si) o que pode ter efeitos negativos (e.g., aumento de uma característica em detrimento da diminuição de outra; Levy et al., 2014). Assim, destaca-se o potencial da rEMT enquanto método de modulação dos défices funcionais supramencionados. Como exemplo, Konikkou e colaboradores (2020) demonstraram efeitos significativos da rEMT do CPFDL no processamento emocional em indivíduos com sintomatologia antissocial, aumentando a sua capacidade de reconhecimento de expressões emocionais. Ademais, a rEMT tem-se demonstrado um procedimento mais focado na área alvo da intervenção, em comparação com a utilização de fármacos (Glannon, 2014).

Note-se, ainda, que dois dos estudos utilizaram amostras de ofensores com psicopatia, ao passo que o terceiro consiste em ofensores violentos, não sendo avaliada a presença de psicopatia. Segundo a literatura, indivíduos com psicopatia podem apresentar alterações na sua estrutura cerebral (cortical – e.g., córtex pré-frontal ventromedial e córtex insular - e subcortical – e.g., amígdala e corpo estriado; De Brito et al., 2021), o que poderá ter implicações no funcionamento cerebral em ofensores com estes traços, bem como na sua resposta à estimulação, influenciando os resultados/potenciais ganhos desta intervenção. Este fenómeno reflete a necessidade de mais investigações com esta população, para compreender o impacto da psicopatia e outros fatores no funcionamento cerebral.

Limitações

Um dos critérios de elegibilidade da presente revisão prende-se no idioma dos estudos, devendo estes estar escritos em português, inglês, francês e espanhol. A exclusão de outros idiomas poderá ter influenciado o número de registos identificados. Por exemplo, considerando

que a Alemanha e a Itália são dos países que publicaram mais artigos acerca da EMT (McLean, 2019; Zheng et al., 2020), investigações escritas no seu idioma podem ter sido descartadas.

Outra limitação que deve ser referida é o facto de o título da revisão não estar registado, o que pode levar à existência de trabalhos duplicados. Ainda, apenas 4% dos resumos foram triados por uma segunda revisora.

Conclusões

Até à data, esta é a primeira *scoping review* que explora a utilização da EMT em contexto forense. A presente revisão proporciona uma síntese acerca dos padrões de EMT utilizados com a população forense e os seus respetivos protocolos, bem como das principais conclusões advindas destas investigações. É ainda oferecido um *insight* acerca das implicações destas questões no contexto forense.

Com isto em mente, este trabalho realça a escassez de investigações que exploram o funcionamento cerebral através da EMT junto das populações forenses, e sublinha o potencial desta técnica no rastreio e diagnóstico de défices funcionais que possam estar associados à adoção de comportamentos criminais, especificamente através da uEMT e da dEMT. Apesar de não terem sido identificados estudos que explorem a rEMT nesta população, destaca-se o seu papel em contexto clínico, bem como os seus efeitos a longo prazo. Face ao exposto, seria benéfico o investimento na investigação desta técnica enquanto intervenção na modulação de circuitos cerebrais que estejam associados à adoção de comportamentos criminais e antissociais.

Estudos futuros devem focar-se nas especificidades da população forense, e incluir amostras mais representativas (e.g., mulheres, crianças/jovens, população prisional, etc.). Ademais, a inclusão de indivíduos com e sem psicopatia nas investigações poderá revelar-se benéfica na identificação de diferenças funcionais e na compreensão do funcionamento cerebral dos mesmos.

Uma das preocupações que pode advir da utilização da EMT em populações forenses é a capacidade dos indivíduos em consentir o procedimento. Neste contexto, a lei portuguesa salvaguarda esta questão: “as pessoas com necessidade de cuidados de saúde mental têm direito a não ser submetidas a (...) estimulação magnética transcraniana sem o seu consentimento escrito, exceto nos termos previstos na presente lei” (art.º 8.º, Lei n.º 35/2023), nomeadamente, “quando estas técnicas sejam medicamente prescritas, se revelem a melhor alternativa

terapêutica e a prescrição seja confirmada por dois médicos psiquiatras além do médico prescritor” (art.º 12º, Lei n.º 35/2023).

O comportamento criminal pode ter efeitos a nível individual (e.g., dano físico num indivíduo), comunitário (e.g., percepção de medo na comunidade), institucional (e.g., dano financeiro numa empresa) e social (e.g., gasto de dinheiro público com a reclusão; D'Almeida & Fernández-Pacheco, 2015; *Office for National Statistics*, 2022). Citando Slutkin (2017, p.1):

Assim como sabemos que é mais eficaz e rentável tratar a dependência de drogas como uma questão de saúde do que punir os consumidores, também faz mais sentido prevenir eventos violentos e fornecer tratamento através de métodos que mudam comportamentos e normas.

Dito isto, a investigação acerca das estruturas neuronais envolvidas com a adoção de comportamentos criminais e antissociais é essencial, não só para compreender a sua etiologia, como também para o planeamento de intervenções eficazes. Refletindo acerca do potencial da EMT, uma intervenção de neuromodulação através desta técnica, acompanhada por terapia individual e/ou da integração em programas de intervenção (e.g., Programa de Desenvolvimento Moral e Ético, Programa de Treino de Competências Pessoais e Emocionais, etc.), poderá ter implicações na reincidência e reinserção do indivíduo, proporcionando-lhe uma oportunidade alternativa de reintegração na sociedade de forma pró-social.

Referências

- Allen, C. H., Kluger, B. M., & Buard, I. (2017). Safety of transcranial magnetic stimulation in children: A systematic review of the literature. *Pediatric Neurology*, 68, 3–17. <https://doi.org/10.1016/j.pediatrneurol.2016.12.009>
- Anderson, S., Allen, P., Peckham, S., & Goodwin, N. (2008). Asking the right questions: Scoping studies in the commissioning of research on the organisation and delivery of health services. *Health Research Policy and Systems*, 6(7), 1-12. <https://doi.org/10.1186/1478-4505-6-7>
- American Psychological Association [APA] (2013). Antisocial personality disorder. In APA (Ed.), *Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders: DSM-5* (5^a ed., pp. 659-663). Psychological Association. <https://doi.org/10.1176/appi.books.9780890425596>
- Assembleia da República (2023). Lei n.º 35/2023, de 21 de julho. *Diário da República*, 1.^a série, n.º 141/2023, 2-23. <https://diariodarepublica.pt/dr/detalhe/lei/35-2023-215980339>
- Balconi, M., Bortolotti, A., & Gonzaga, L. (2011). Emotional face recognition, EMG response, and medial prefrontal activity in empathic behaviour. *Neuroscience Research*, 71(3), 251–259. <https://doi.org/10.1016/j.neures.2011.07.1833>
- Balconi, M., & Canavesio, Y. (2013). High-frequency rTMS improves facial mimicry and detection responses in an empathic emotional task. *Neuroscience*, 236, 12–20. <https://doi.org/10.1016/j.neuroscience.2012.12.059>
- Balconi, M., & Canavesio, Y. (2014). High-frequency rTMS on DLPFC increases prosocial attitude in case of decision to support people. *Social Neuroscience*, 9(1), 82–93. <https://doi.org/10.1080/17470919.2013.861361>
- Bandura, A. (1999). Moral disengagement in the perpetration of inhumanities. *Personality and Social Psychology Review*, 3(3), 193-209. https://doi.org/10.1207/s15327957pspr0303_3
- Barker, A. T., Jalinous, R., & Freeston, I. L. (1985). Non-invasive magnetic stimulation of human motor cortex. *Lancet*, 11(8437), 1106-1107. [https://doi.org/10.1016/s0140-6736\(85\)92413-4](https://doi.org/10.1016/s0140-6736(85)92413-4)
- Bartol, C. R., & Bartol, A. M. (2017). *Criminal Behavior: A Psychological Approach* (11^a ed.). Pearson Education.

- Benninger, D. H., Ni, Z., & Hallett, M. (2021). Extracranial neuromodulation. In J. Jankovic, J. C. Mazziotta, & S. L. Pomeroy (Eds.), *Bradley and Daroff's Neurology in Clinical Practice* (8^a ed., pp. 472-482). Elsevier.
- Carson, E. A., & Kluckow, R. (2023). *Prisoners in 2022 – Statistical Tables*. Bureau of Justice Statistics. Recuperado em 9 de novembro, 2024, <https://bjs.ojp.gov/library/publications/prisoners-2022-statistical-tables>
- Casula, E. P., Maiella, M., Pellicciari, M. C., Porrazzini, F., D'Acunto, A., Rocchi, L., & Koch, G. (2020). Novel TMS-EEG indexes to investigate interhemispheric dynamics in humans. *Clinical Neurophysiology*, 131(1), 70–77. <https://doi.org/10.1016/j.clinph.2019.09.013>
- Chail, A., Saini, R. K., Bhat, P. S., Srivastava, K., & Chauhan, V. (2018). Transcranial magnetic stimulation: A review of its evolution and current applications. *Industrial Psychiatry Journal*, 27(2), 172–180. https://doi.org/10.4103/ipj.ipj_88_18
- Chandra, S. R., Issac, T. G., Nagaraju, B. C., & Philip, M. (2016). A study of cortical excitability, central motor conduction, and cortical inhibition using single pulse transcranial magnetic stimulation in patients with early frontotemporal and alzheimer's dementia. *Indian Journal of Psychological Medicine*, 38(1), 25–30. <https://doi.org/10.4103/0253-7176.175099>
- Chen, R., Blumberger, D. M., & Fitzgerald, P. B. (2022). *A Practical Guide to Transcranial Magnetic Stimulation Neurophysiology and Treatment Studies*. Oxford University Press.
- Colquhoun, H. L., Levac, D., O'Brien, K. K., Straus, S., Tricco, A. C., Perrier, L., Kastner, M., & Moher, D. (2014). Scoping reviews: Time for clarity in definition, methods, and reporting. *Journal of Clinical Epidemiology*, 67(12), 1291–1294. <https://doi.org/10.1016/j.jclinepi.2014.03.013>
- Cotovio, G., Ventura, F., da Silva, D. R., Pereira, P., & Oliveira-Maia, A. J. (2023). Regulatory clearance and approval of therapeutic protocols of transcranial magnetic stimulation for psychiatric disorders. *Brain Sciences*, 13(7), 1029. <https://doi.org/10.3390/brainsci13071029>
- D'Almeida, A. F. L., & Fernández-Pacheco, G. (2015). Crime and punishment in Portugal. In W. G. Jennings (Ed.), *The Encyclopedia of Crime and Punishment* (1^a ed., pp. 1-8). Wiley-Blackwell. <https://doi.org/10.1002/9781118519639.wbecpx158>

- De Brito, S. A., Forth, A. E., Baskin-Sommers, A. R., Brazil, I. A., Kimonis, E. R., Pardini, D., Frick, P. J., Blair, R. J. R., & Viding, E. (2021). Psychopathy. *Nature Reviews Disease Primers* 7(49), 1-21. <https://doi.org/10.1038/s41572-021-00282-1>
- Direção Geral de Reinserção e Serviços Prisionais [DGRSP] (2024). *Estatística Mensal dos Centros Educativos: Outubro 2024*. Centro de Competências de Comunicação e Relações Externas, DGRSP - Ministério da Justiça. Recuperado em 9 de novembro, 2024, <https://dgrsp.justica.gov.pt/Portals/16/Estatisticas/Centros%20Educativos/2024/CE-10-2024.pdf?ver=Hfe5bFUtxzbByMBpLEXLA%3d%3d>
- Downar, J., Blumberger, D. M., & Daskalakis, Z. J. (2016). Repetitive transcranial magnetic stimulation: An emerging treatment for medication-resistant depression. *Canadian Medical Association Journal*, 188(16), 1175-1177. <https://doi.org/10.1503/cmaj.151316>
- Epstein, C. M. (2008). TMS stimulation coils. In E. M. Wassermann, C. M. Epstein, U. Ziemann, V. Walsh, T. Paus, & S. H. Lisanby (Eds.), *The Oxford Handbook of Transcranial Stimulation* (1ª ed., pp. 25-32). Oxford University Press. <https://doi.org/10.1093/oxfordhb/9780198568926.001.0001>
- Eurostat (2024). *Prison Statistics*. Recuperado em 9 de novembro, 2024, https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Prison_statistics
- Farzan, F. (2014). Single-pulse transcranial magnetic stimulation (TMS) protocols and outcome measures. In A. Rotenberg, J. C. Horvath, & A. Pascual-Leone (Eds.), *Transcranial Magnetic Stimulation* (pp. 69-116). Humana Press. https://doi.org/10.1007/978-1-4939-0879-0_5
- Feifel, D., Dunner, D. L., Press, D. Z., & Board of Directors and Clinical Standards Committee of the Clinical TMS Society (2018). Roles and qualifications of TMS treatment team members. *The Journal of Clinical Psychiatry*, 79(1), 171r11887. <https://doi.org/10.4088/JCP.171r11887>
- Fried, P. J., Santarnecchi, E., Antal, A., Bartres-Faz, D., Bestmann, S., Carpenter, L. L., Celnik, P., Edwards, D., Farzan, F., Fecteau, S., George, M. S., He, B., Kim, Y. H., Leocani, L., Lisanby, S. H., Loo, C., Luber, B., Nitsche, M. A., Paulus, W., Rossi, S., ... Pascual-Leone, A. (2021). Training in the practice of noninvasive brain stimulation: Recommendations from an IFCN committee. *Clinical Neurophysiology*, 132(3), 819–837. <https://doi.org/10.1016/j.clinph.2020.11.018>

- Fuhr, P., Agostino, R., & Hallett, M. (1991). Spinal motor neuron excitability during the silent period after cortical stimulation. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*, 81(4), 257–262. [https://doi.org/10.1016/0168-5597\(91\)90011-1](https://doi.org/10.1016/0168-5597(91)90011-1)
- Garfield, E. (1972). Citation analysis as a tool in journal evaluation. *Science*, 178(4060), 471-479. <https://doi.org/10.1126/science.178.4060.471>
- George, M. S. (2024). Transcranial magnetic stimulation: From an innovative research tool to a new therapy and beyond. *Transcranial Magnetic Stimulation*, 1, 100003. <https://doi.org/10.1016/j.transm.2024.100003>
- George, M. S., & Aston-Jones, G. (2010). Noninvasive techniques for probing neurocircuitry and treating illness: Vagus nerve stimulation (VNS), transcranial magnetic stimulation (TMS) and transcranial direct current stimulation (tDCS). *Neuropsychopharmacology*, 35(1), 301–316. <https://doi.org/10.1038/npp.2009.87>
- Gibbon, S., Khalifa, N. R., Cheung, N. H., Völlm, B. A., & McCarthy, L. (2020). Psychological interventions for antisocial personality disorder. *The Cochrane Database of Systematic Reviews*, 9(9), CD007668. <https://doi.org/10.1002/14651858.CD007668.pub3>
- Glannon, W. (2014). Intervening in the psychopath's brain. *Theoretical Medicine and Bioethics*, 35(1), 43–57. <https://doi.org/10.1007/s11017-013-9275-z>
- Greene, J. D., Nystrom, L. E., Engell, A. D., Darley, J. M., & Cohen, J. D. (2004). The neural bases of cognitive conflict and control in moral judgment. *Neuron*, 44(2), 389-400. <https://doi.org/10.1016/j.neuron.2004.09.027>
- Hare, T. A., Camerer, C. F., & Rangel, A. (2009). Self-control in decision-making involves modulation of the vmPFC valuation system. *Science*, 324(5927), 646-648. <https://doi.org/10.1126/science.1168450>
- Hecht, D. (2011). An inter-hemispheric imbalance in the psychopath's brain. *Personality and Individual Differences*, 51(1), 3-10. <https://doi.org/10.1016/j.paid.2011.02.032>
- Hecht, D. (2014). Cerebral lateralization of pro- and anti-social tendencies. *Experimental Neurobiology*, 23(1), 1-27. <https://doi.org/10.5607/en.2014.23.1.1>
- Hernández-Sauret, A., de la Torre, M. O., & Redolar-Ripoll, D. (2024). Use of transcranial magnetic stimulation (TMS) for studying cognitive control in depressed patients: A systematic review. *Cognitive, Affective, & Behavioral Neurosciences*, 24(6), 972-1007. <https://doi.org/10.3758/s13415-024-01193-w>

- Hoppenbrouwers, S. S., de Jesus, D. R., Stirpe, T., Fitzgerald, P. B., Voineskos, A. N., Schutter, D. J., & Daskalakis, Z. J. (2012). Inhibitory deficits in the dorsolateral prefrontal cortex in psychopathic offenders. *Cortex*, 49(5), 1377–1385. <https://doi.org/10.1016/j.cortex.2012.06.003>
- Hoppenbrouwers, S. S., de Jesus, D. R., Sun, Y., Stirpe, T., Hofman, D., McMaster, J., Hughes, G., Daskalakis, Z. J., & Schutter, D. J. (2014). Abnormal interhemispheric connectivity in male psychopathic offenders. *Journal of Psychiatry & Neuroscience*, 39(1), 22–30. <https://doi.org/10.1503/jpn.120046>
- Hui, J., Zomorodi, R., Lioumis, P., Ensafi, E., Voineskos, D., Voineskos, A., Hadas, I., Rajji, T. K., Blumberger, D. M., & Daskalakis, Z. J. (2021). Altered interhemispheric signal propagation in schizophrenia and depression. *Clinical Neurophysiology*, 132(7), 1604–1601. <https://doi.org/10.1016/j.clinph.2021.03.039>
- Hui, J., Zomorodi, R., Lioumis, P., Salavati, B., Rajji, T. K., Chen, R., Blumberger, D. M., & Daskalakis, Z. J. (2020). Pharmacological mechanisms of interhemispheric signal propagation: A TMS-EEG study. *Neuropsychopharmacology*, 45(6), 932–939. <https://doi.org/10.1038/s41386-019-0468-7>
- Ishihara, T., Tanaka, H., Kiyonari, T., Matsuda, T., & Takagishi, H. (2023). Multimodal imaging for identifying brain markers of human prosocial behavior [Manuscript submitted for publication]. bioRxiv. <https://doi.org/10.1101/2023.05.26.541897>
- Jones, J., Barker, R., & Churchman, C. (2019). REBT with forensic populations. In W. Dryden, & M. Bernard (Eds.), *REBT with Diverse Client Problems and Populations* (1^a ed., pp. 403–424). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-030-02723-0_20
- Kamaluddin, M. R., Shariff, N. S. M., Othman, A., Ismail, K. H., & Saat, G. A. M. (2015). Linking psychological traits with criminal behaviour: A review. *Asean Journal of Psychiatry*, 16(2), 135–147.
- Kang, J. I., Kim, D. Y., Lee, C. I., Kim, C. H., & Kim, S. J. (2019). Changes of motor cortical excitability and response inhibition in patients with obsessive–compulsive disorder. *Journal of Psychiatry & Neuroscience*, 44(4), 261–268. <https://doi.org/10.1503/jpn.180064>
- Kiriakidis, S. P. (2016). Moral disengagement and antisocial behavior. In R. Levesque (Ed.), *Encyclopedia of Adolescence* (pp. 1–16). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-319-32132-5_390-2

- Klomjai, W., Katz, R., & Lackmy-Vallée, A. (2015). Basic principles of transcranial magnetic stimulation (TMS) and repetitive TMS (rTMS). *Annals of Physical and Rehabilitation Medicine*, 58(4), 208–213.
<https://doi.org/10.1016/j.rehab.2015.05.005>
- Konikkou, K., Kostantinou, N., & Fanti, K. A. (2020). Transcranial magnetic stimulation over the dorsolateral prefrontal cortex affects emotional processing: Accounting for individual differences in antisocial behavior. *Journal of Experimental Criminology*, 16, 349–366. <https://doi.org/10.1007/s11292-020-09440-z>
- Lefaucheur, J. P., André-Obadia, N., Antal, A., Ayache, S. S., Baeken, C., Benninger, D. H., Cantello, R. M., Cincotta, M., de Carvalho, M., De Ridder, D., Devanne, H., Di Lazzaro, V., Filipović, S. R., Hummel, F. C., Jääskeläinen, S. K., Kimiskidis, V. K., Koch, G., Langguth, B., Nyffeler, T., Oliviero, A., ... Garcia-Larrea, L. (2014). Evidence-based guidelines on the therapeutic use of repetitive transcranial magnetic stimulation (rTMS). *Clinical Neurophysiology*, 125(11), 2150–2206.
<https://doi.org/10.1016/j.clinph.2014.05.021>
- Levy, N., Douglas, T., Kahane, G., Terbeck, S., Cowen, P. J., Hewstone, M., & Savulescu, J. (2014). Are you morally modified?: The moral effects of widely used pharmaceuticals. *Philosophy, Psychiatry, & Psychology*, 21(2), 111–125.
<https://doi.org/10.1353/ppp.2014.0023>
- Li, X., Honda, S., Nakajima, S., Wada, M., Yoshida, K., Daskalakis, Z. J., Mimura, M., & Noda, Y. (2021). TMS-EEG research to elucidate the pathophysiological neural bases in patients with schizophrenia: A systematic review. *Journal of Personalized Medicine*, 11(5), 388. <https://doi.org/10.3390/jpm11050388>
- Ling, S., Raine, A., Choy, O., & Hamilton, R. (2020). Effects of prefrontal cortical stimulation on aggressive and antisocial behavior: A double-blind, stratified, randomized, sham-controlled, parallel-group trial. *Journal of Experimental Criminology*, 16, 367–387. <https://doi.org/10.1007/s11292-020-09427-w>
- Ling, S., Umbach, R., & Raine, A. (2019). Biological explanations of criminal behavior. *Psychology, Crime & Law*, 25(6), 626–640.
<https://doi.org/10.1080/1068316X.2019.1572753>
- Lissemore, J. I., Mulsant, B. H., Bonner, A. J., Butters, M. A., Chen, R., Downar, J., Karp, J. F., Lenze, E. J., Rajji, T. K., Reynolds III, C. F., Zomorodi, R., Daskalakis, Z. J., & Blumberger, D. M. (2022). Transcranial magnetic stimulation indices of cortical

- excitability enhance the prediction of response to pharmacotherapy in late-life depression. *Biological Psychiatry: Cognitive Neuroscience and Neuroimaging*, 7(3), 265–275. <https://doi.org/10.1016/j.bpsc.2021.07.005>
- Lugo, M. (2015). Antisocial behavior and crime. In W. G. Jennings (Ed.), *The Encyclopedia of Crime and Punishment* (pp. 1-15). Wiley-Blackwell.
<https://doi.org/10.1002/9781118519639.wbecpx154>
- Macpherson, I., Roqué, M. V., & Segarra, I. (2019). Moral enhancement, at the peak of pharmacology and at the limit of ethics. *Bioethics*, 33(9), 992–1001.
<https://doi.org/10.1111/bioe.12613>
- Magstim (2024). *Magstim TMS Catalog*. The Magstim Company Ltd. Recuperado em 21 de novembro, 2024, <https://www.magstim.com/app/uploads/2024/11/Magstim-TMS-Catalog-2024.pdf>
- Mantovani, A., Simpson, H. B., Fallon, B. A., Rossi, S., & Lisanby, S. H. (2010). Randomized sham-controlled trial of repetitive transcranial magnetic stimulation in treatment-resistant obsessive-compulsive disorder. *International Journal of Neuropsychopharmacology*, 13(2), 217–227.
<https://doi.org/10.1017/S1461145709990435>
- Marder, K. G., Barbour, T., Ferber, S., Idowu, O., & Itzkoff, A. (2022). Psychiatric applications of repetitive transcranial magnetic stimulation. *Focus*, 20(1), 8–18.
<https://doi.org/10.1176/appi.focus.20210021>
- McLean, A. L. (2019). Publication trends in transcranial magnetic stimulation: A 30-year panorama. *Brain Stimulation*, 12(3), 619-627.
<https://doi.org/10.1016/j.brs.2019.01.002>
- Moll, J., de Oliveira-Souza, R., & Zahn, R. (2008). The neural basis of moral cognition: Sentiments, concepts, and values. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1124(1), 161–180. <https://doi.org/10.1196/annals.1440.005>
- Moola, S., Munn, Z., Tufanaru, C., Aromataris, E., Sears, K., Sfetcu, R., Currie, M., Lisy, K., Qureshi, R., Mattis, P., & Mu, P. (2020). Chapter 7: Systematic reviews of etiology and risk. In E. Aromataris, & Z. Munn (Eds.), *JBIM Manual for Evidence Synthesis* (pp. 219-271). <https://doi.org/10.46658/JBIMES-20-08>
- Morgan, R. D. (2019). Cognitive behavioral therapy and social learning theory. In R. D. Morgan (Ed.), *The SAGE Encyclopedia of Criminal Psychology* (pp. 123-126). SAGE Publications.

- Morizot, J., & Kazemian, L. (2015). Introduction: Understanding criminal and antisocial behavior within a developmental and multidisciplinary perspective. In J. Morizot, & L. Kazemian (Eds.), *The Development of Criminal and Antisocial Behavior* (1^a ed., pp. 1-16). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-319-08720-7_1
- National Institute of Health and Clinical Excellence [NICE] (2013). Antisocial personality disorder: Treatment, management and prevention. *NICE Clinical Guidelines* (No. 77). <https://www.nice.org.uk/guidance/cg77>
- Oberman, L. (2014). Repetitive transcranial magnetic stimulation (rTMS) protocols. In A. Rotenberg, J. C. Horvath, & A. Pascual-Leone (Eds.), *Transcranial Magnetic Stimulation* (pp. 129-140). Humana Press. https://doi.org/10.1007/978-1-4939-0879-0_7
- Office for National Statistics (2022). *The Impact of Crime on Victims and Society: March 2022*. Office for National Statistics. <https://www.ons.gov.uk/peoplepopulationandcommunity/crimeandjustice/articles/the-impact-of-crime-on-victims-and-society/march-2022>
- Ouzzani, M., Hammady, H., Fedorowicz, Z., & Elmagarmid, A. (2016). Rayyan — A web and mobile app for systematic reviews. *Systematic Reviews*, 5(210), 1-10. <https://doi.org/10.1186/s13643-016-0384-4>
- Papadatou-Pastou, M., Ntolka, E., Schmitz, J., Martin, M., Munafò, M. R., Ocklenburg, S., & Paracchini, S. (2020). Human handedness: A meta-analysis. *Psychological Bulletin*, 146(6), 481–524. <https://doi.org/10.1037/bul0000229>
- Paus, T. (2008). Combining brain imaging with brain stimulation: Causality and connectivity. In E. M. Wassermann, C. M. Epstein, U. Ziemann, V. Walsh, T. Paus, & S. H. Lisanby (Eds.), *The Oxford Handbook of Transcranial Stimulation* (1^a ed., pp. 539-547). Oxford University Press. <https://doi.org/10.1093/oxfordhb/9780198568926.001.0001>
- Philipp-Wiegmann, F., Rösler, M., Römer, K. D., Schneider, M., Baumgart, S., & Retz, W. (2011). Reduced cortical inhibition in violent offenders: A study with transcranial magnetic stimulation. *Neuropsychobiology*, 64(2), 86–92. <https://doi.org/10.1159/000326694>
- Puzzanchera, C., Hockenberry, S., & Sickmund, M. (2022). *Youth and the Juvenile Justice System: 2022 National Report*. National Center for Juvenile Justice. Recuperado em

- 9 de novembro, 2024, <https://www.ncjfcj.org/wp-content/uploads/2023/01/2022-national-report.pdf>
- Raine A. (2019). The neuromoral theory of antisocial, violent, and psychopathic behavior. *Psychiatry Research*, 277, 64–69.
<https://doi.org/10.1016/j.psychres.2018.11.025>
- Rossini, P. M., Burke, D., Chen, R., Cohen, L. G., Daskalakis, Z., Di Iorio, R., Di Lazzaro, V., Ferreri, F., Fitzgerald, P. B., George, M. S., Hallett, M., Lefaucheur, J. P., Langguth, B., Matsumoto, H., Miniussi, C., Nitsche, M. A., Pascual-Leone, A., Paulus, W., Rossi, S., Rothwell, J. C., ... Ziemann, U. (2015). Non-invasive electrical and magnetic stimulation of the brain, spinal cord, roots and peripheral nerves: Basic principles and procedures for routine clinical and research application. An updated report from an I.F.C.N. Committee. *Clinical Neurophysiology*, 126(6), 1071–1107. <https://doi.org/10.1016/j.clinph.2015.02.001>
- Rotenberg, A., Horvath, J. C., & Pascual-Leone, A. (2014). The transcranial magnetic stimulation (TMS) device and foundational techniques. In A. Rotenberg, J. C. Horvath, & A. Pascual-Leone (Eds.), *Transcranial Magnetic Stimulation* (pp. 3-13). Humana Press. https://doi.org/10.1007/978-1-4939-0879-0_1
- Sela, T., Kilim, A., & Lavidor, M. (2012). Transcranial alternating current stimulation increases risk-taking behavior in the Balloon Analog Risk Task. *Frontiers in Neuroscience*, 6(22), 1-11. <https://doi.org/10.3389/fnins.2012.00022>
- Slutkin, G. (2017). Reducing violence as the next great public health achievement. *Nature Human Behaviour*, 1(1), 0025. <https://doi.org/10.1038/s41562-016-0025>
- Staudinger, M. R., Erk, S., & Walter, H. (2011). Dorsolateral prefrontal cortex modulates striatal reward encoding during reappraisal of reward anticipation. *Cerebral Cortex*, 21(11), 2578-2588. <https://doi.org/10.1093/cercor/bhr041>
- Sun, W., Wu, Q., Gao, L., Zheng, Z., Xiang, H., Yang, K., Yu, B., & Yao, J. (2023). Advancements in transcranial magnetic stimulation research and the path to precision. *Neuropsychiatric Disease and Treatment*, 19, 1841-1851.
<https://doi.org/10.2147/NDT.S414782>
- Tecchio, F., Giambattistelli, F., Porcaro, C., Cottone, C., Mutanen, T. P., Pizzella, V., Marzetti, L., Ilmoniemi, R. J., Vernieri, F., & Rossini, P. M. (2023). Effective intracerebral connectivity in acute stroke: A TMS–EEG study. *Brain Sciences*, 13(2), 233. <https://doi.org/10.3390/brainsci13020233>

- Tonica Elektronik A/S (2010). *MagPro Family User Guide*. Tonica Elektronik A/S.
- Tricco, A. C., Lillie, E., Zarin, W., O'Brien, K. K., Colquhoun, H., Levac, D., Moher, D., Peters, M. D. J., Horsley, T., Weeks, L., Hempel, S., Akl, E. A., Chang, C., McGowan, J., Stewart, L., Hartling, L., Aldcroft, A., Wilson, M. G., Garritty, C., Lewin, S., ... Straus, S. E. (2018). PRISMA extension for scoping reviews (PRISMA-ScR): Checklist and explanation. *Annals of Internal Medicine*, 169(7), 467–473. <https://doi.org/10.7326/M18-0850>
- Tuck, N., & Glenn, L. M. (2021). Cultivating conscience: Moral neurohabilitation of adolescents and young adults with conduct and/or antisocial personality disorders. *Bioethics*, 35(4), 337–347. <https://doi.org/10.1111/bioe.12849>
- Vahabzadeh-Hagh, A. (2014). Paired-pulse transcranial magnetic stimulation (TMS) protocols. In A. Rotenberg, J. C. Horvath, & A. Pascual-Leone (Eds.), *Transcranial Magnetic Stimulation* (pp. 117-128). Humana Press. https://doi.org/10.1007/978-1-4939-0879-0_6
- Valero-Cabré, A., Amengual, J. L., Stengel, C., Pascual-Leone, A., & Coubard, O. A. (2017). Transcranial magnetic stimulation in basic and clinical neuroscience: A comprehensive review of fundamental principles and novel insights. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*, 83, 381-404. <http://dx.doi.org/10.1016/j.neubiorev.2017.10.006>
- Vandenbroucke, J. P., von Elm, E., Altman, D. G., Gøtzsche, P. C., Mulrow, C. D., Pocock, S. J., Poole, C., Schlesselman, J. J., & Egger, M. (2014). Strengthening the reporting of observational studies in epidemiology (STROBE): Explanation and elaboration. *International Journal of Surgery*, 12(12), 1-25. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ijssu.2014.07.014>
- Voineskos, A. N., Farzan, F., Barr, M. S., Lobaugh, N. J., Mulsant, B. H., Chen, R., Fitzgerald, P. B., & Daskalakis, Z. J. (2010). The role of the corpus callosum in transcranial magnetic stimulation induced interhemispheric signal propagation. *Biological Psychiatry*, 68(9), 825–831. <https://doi.org/10.1016/j.biopsych.2010.06.021>
- Wieczorek, T., Kobyłko, A., Stramecki, F., Fila-Witecka, K., Beszłej, J., Jakubczyk, M., Piotrowski, P., Senczyszyn, A., Siwicki, D., Szcześniak, D., & Rymaszewska, J. (2021). Transcranial magnetic stimulation (TMS) in treatment of psychiatric

- disorders - Review of current studies. *Psychiatria Polska*, 55(3), 565–583.
<https://doi.org/10.12740/PP/OnlineFirst/115556>
- Yang, C. C., Khalifa, N., & Völlm, B. (2017). The effects of repetitive transcranial magnetic stimulation on empathy: A systematic review and meta-analysis. *Psychological Medicine*, 48(5), 737–750. <https://doi.org/10.1017/S003329171700232X>
- Yang, C. C., Völlm, B., & Khalifa, N. (2018). The effects of rTMS on impulsivity in normal adults: A systematic review and meta-analysis. *Neuropsychology Review*, 28(3), 377–392. <https://doi.org/10.1007/s11065-018-9376-6>
- Yang, Y., & Raine, A. (2009). Prefrontal structural and functional brain imaging findings in antisocial, violent, and psychopathic individuals: A meta-analysis. *Psychiatry Research*, 174(2), 81–88. <https://doi.org/10.1016/j.psychresns.2009.03.012>
- Yen, C., Valentine, E. P., & Chiang, M. C. (2024). The use of transcranial magnetic stimulation in attention optimization research: A review from basic theory to findings in attention-deficit/hyperactivity disorder and depression. *Life*, 14(3), 329. <https://doi.org/10.3390/life14030329>
- Young, L., & Dungan, J. (2012). Where in the brain is morality? Everywhere and maybe nowhere. *Social Neuroscience*, 7(1), 1–10.
<https://doi.org/10.1080/17470919.2011.569146>
- Zabarniy, M., Topchii, V., Korniakova, T., Topchii, O., & Topchii, V. (2023). Criminological analysis of determinants of criminal behaviour. *Journal of Forensic Science and Medicine*, 9(2), 144–152. https://doi.org/10.4103/jfsm.jfsm_84_22
- Zheng, K. Y., Dai, G. Y., Lan, Y., & Wang, X. Q. (2020). Trends of repetitive transcranial magnetic stimulation from 2009 to 2018: A bibliometric analysis. *Frontiers in Neuroscience*, 14(106), 1–11. <https://doi.org/10.3389/fnins.2020.00106>

Anexos

Anexo A. Apreciação Segundo a Checklist do STROBE

Artigo: Hoppenbrouwers et al., 2012

STROBE Statement—checklist of items that should be included in reports of observational studies

	Item No.	Recommendation	Page No.	Relevant text from manuscript
Title and abstract	1	(a) Indicate the study's design with a commonly used term in the title or the abstract	---	Sem informação
		(b) Provide in the abstract an informative and balanced summary of what was done and what was found	1	e.g., "In the present study we used combined transcranial magnetic stimulation"; "may account for the behavioral impairments associated with this disorder".
Introduction				
Background/rationale	2	Explain the scientific background and rationale for the investigation being reported	1-2	e.g., "Psychopaths are notorious for their callous unemotional personality style"; "both of which are important in the control of behavior".
Objectives	3	State specific objectives, including any prespecified hypotheses	2	e.g., "The aim of this study was"; "We hypothesized that".
Methods				
Study design	4	Present key elements of study design early in the paper	2	e.g., "Thirteen right-handed male psychopathic offenders (...) and fifteen right-handed age-matched healthy male subjects".
Setting	5	Describe the setting, locations, and relevant dates, including periods of recruitment, exposure, follow-up, and data collection	2	e.g., "Psychopathic offenders were recruited through"; "Healthy controls were recruited through". Sem datas.

Participants	6	(a) <i>Cohort study</i> —Give the eligibility criteria, and the sources and methods of selection of participants. Describe methods of follow-up	2-3	e.g., “Exclusion criteria included”; “The thirteen psychopathic offenders that were included scored 25 or higher”; “Psychopathology in the control group was ruled out through”.
		<i>Case-control study</i> —Give the eligibility criteria, and the sources and methods of case ascertainment and control selection. Give the rationale for the choice of cases and controls		
		<i>Cross-sectional study</i> —Give the eligibility criteria, and the sources and methods of selection of participants		
		(b) <i>Cohort study</i> —For matched studies, give matching criteria and number of exposed and unexposed	---	NA
		<i>Case-control study</i> —For matched studies, give matching criteria and the number of controls per case		
Variables	7	Clearly define all outcomes, exposures, predictors, potential confounders, and effect modifiers. Give diagnostic criteria, if applicable	3	e.g., “TMS pulses were administered to”; “In order to exclude a confounding”.
Data sources/ measurement	8*	For each variable of interest, give sources of data and details of methods of assessment (measurement). Describe comparability of assessment methods if there is more than one group	3	e.g., “CI was indexed through”; “MEPs were measured from”.
Bias	9	Describe any efforts to address potential sources of bias	---	Sem informação.
Study size	10	Explain how the study size was arrived at	---	Sem informação.
Quantitative variables	11	Explain how quantitative variables were handled in the analyses. If applicable, describe which groupings were chosen and why	4	e.g., “For every correct sequence one point is given”.
Statistical methods	12	(a) Describe all statistical methods, including those used to control for confounding	4	e.g., “A multivariate General Linear Model was conducted”; “to exclude a confounding influence of methadone”.
		(b) Describe any methods used to examine subgroups and interactions	---	Sem informação.
		(c) Explain how missing data were addressed	---	Sem informação.

		(d) <i>Cohort study</i> —If applicable, explain how loss to follow-up was addressed	---	NA
		<i>Case-control study</i> —If applicable, explain how matching of cases and controls was addressed		
		<i>Cross-sectional study</i> —If applicable, describe analytical methods taking account of sampling strategy		
		(e) Describe any sensitivity analyses	---	Sem informação.
Results				
Participants	13*	(a) Report numbers of individuals at each stage of study—eg numbers potentially eligible, examined for eligibility, confirmed eligible, included in the study, completing follow-up, and analysed	2	e.g., “Thirty-eight violent offenders were interviewed of which”. Informação no método.
		(b) Give reasons for non-participation at each stage	2	e.g., “although 6 re-offended before they could be included in the study”.
		(c) Consider use of a flow diagram	---	Sem informação.
Descriptive data	14*	(a) Give characteristics of study participants (eg demographic, clinical, social) and information on exposures and potential confounders	2	Informação no método.
		(b) Indicate number of participants with missing data for each variable of interest	4	e.g., “In the control group 10% of all trials were deleted”.
		(c) <i>Cohort study</i> —Summarise follow-up time (eg, average and total amount)	---	NA
Outcome data	15*	<i>Cohort study</i> —Report numbers of outcome events or summary measures over time	---	NA
		<i>Case-control study</i> —Report numbers in each exposure category, or summary measures of exposure	---	Sem informação.
		<i>Cross-sectional study</i> —Report numbers of outcome events or summary measures	---	NA

Main results	16	(a) Give unadjusted estimates and, if applicable, confounder-adjusted estimates and their precision (eg, 95% confidence interval). Make clear which confounders were adjusted for and why they were included	4-6	e.g., Figura 1-3; “The post-hoc multivariate GLM that was conducted without the methadone treated subjects to exclude methadone treatment as a potential confound”.
		(b) Report category boundaries when continuous variables were categorized	---	NA
		(c) If relevant, consider translating estimates of relative risk into absolute risk for a meaningful time period	---	Sem informação.
Other analyses	17	Report other analyses done—eg analyses of subgroups and interactions, and sensitivity analyses	5	e.g., “Sham stimulation did not significantly change CI in the M1”.
Discussion				
Key results	18	Summarise key results with reference to study objectives	5	e.g., “we demonstrate that psychopathy is associated with deficient inhibition in the DLPFC”.
Limitations	19	Discuss limitations of the study, taking into account sources of potential bias or imprecision. Discuss both direction and magnitude of any potential bias	6	e.g., “Some limitations of the present study should be mentioned”.
Interpretation	20	Give a cautious overall interpretation of results considering objectives, limitations, multiplicity of analyses, results from similar studies, and other relevant evidence	7	e.g., “our TMS-EEG study shows”; “Although it is unlikely that deficits in CI and working memory are solely responsible”.
Generalisability	21	Discuss the generalisability (external validity) of the study results	---	Sem informação.
Other information				
Funding	22	Give the source of funding and the role of the funders for the present study and, if applicable, for the original study on which the present article is based	7	e.g., “This work was funded in part by”.

Nota. *Give information separately for cases and controls in case-control studies and, if applicable, for exposed and unexposed groups in cohort and cross-sectional studies. Adaptado de Vandenbroucke et al. (2014, p. 1501).

Artigo: Hoppenbrouwers et al., 2014

STROBE Statement—checklist of items that should be included in reports of observational studies

	Item No.	Recommendation	Page No.	Relevant text from manuscript
Title and abstract	1	(a) Indicate the study’s design with a commonly used term in the title or the abstract	---	Sem informação
		(b) Provide in the abstract an informative and balanced summary of what was done and what was found	22	e.g., “We used transcranial magnetic stimulation combined with”; “Global abnormalities in right to left”.
Introduction				
Background/rationale	2	Explain the scientific background and rationale for the investigation being reported	22-23	e.g., “Psychopathic individuals show”; “The combination of TMS and EEG provides a means to”.
Objectives	3	State specific objectives, including any prespecified hypotheses	23	e.g., “The aim of the present study was”; “we hypothesized that”.
Methods				
Study design	4	Present key elements of study design early in the paper	23	e.g., “Right-handed male psychopathic offenders”; “healthy male control participants”; “6-hour TMS-EEG session and a 2 hour TMS only session”.
Setting	5	Describe the setting, locations, and relevant dates, including periods of recruitment, exposure, follow-up, and data collection	23	e.g., “Psychopathic offenders were recruited through”; “a 6-hour TMS-EEG session and a 2 hour TMS only session, which were performed on separate days”. Sem datas.

Participants	6	(a) <i>Cohort study</i>—Give the eligibility criteria, and the sources and methods of selection of participants. Describe methods of follow-up <i>Case-control study</i>—Give the eligibility criteria, and the sources and methods of case ascertainment and control selection. Give the rationale for the choice of cases and controls <i>Cross-sectional study</i>—Give the eligibility criteria, and the sources and methods of selection of participants	23	e.g., “Exclusion criteria for both psychopathic offenders and controls were”; “drug screening”.
		(b) <i>Cohort study</i>—For matched studies, give matching criteria and number of exposed and unexposed <i>Case-control study</i>—For matched studies, give matching criteria and the number of controls per case	---	NA
Variables	7	Clearly define all outcomes, exposures, predictors, potential confounders, and effect modifiers. Give diagnostic criteria, if applicable	23-25	e.g., “we measured cortical inhibition and facilitation”; “We measured resting motor threshold”.
Data sources/ measurement	8*	For each variable of interest, give sources of data and details of methods of assessment (measurement). Describe comparability of assessment methods if there is more than one group	24-25	e.g., “For the motor cortex, the coil was placed over the site that elicited the strongest motor evoked potentials (MEPs) from the abductor pollicis brevis”.
Bias	9	Describe any efforts to address potential sources of bias	---	Sem informação.
Study size	10	Explain how the study size was arrived at	---	Sem informação.
Quantitative variables	11	Explain how quantitative variables were handled in the analyses. If applicable, describe which groupings were chosen and why	---	NA
Statistical methods	12	(a) Describe all statistical methods, including those used to control for confounding	25	e.g., “we conducted a repeated measures general linear model”; “A small subgroup (...); therefore, we also conducted analyses excluding these”.

		(b) Describe any methods used to examine subgroups and interactions	---	Sem informação.
		(c) Explain how missing data were addressed	---	Sem informação.
		(d) <i>Cohort study</i> —If applicable, explain how loss to follow-up was addressed <i>Case-control study</i> —If applicable, explain how matching of cases and controls was addressed <i>Cross-sectional study</i> —If applicable, describe analytical methods taking account of sampling strategy	---	NA
		(e) Describe any sensitivity analyses	---	Sem informação.
Results				
Participants	13*	(a) Report numbers of individuals at each stage of study—eg numbers potentially eligible, examined for eligibility, confirmed eligible, included in the study, completing follow-up, and analysed	25	e.g., “We enrolled 18 psychopathic offenders”; “Sixteen psychopathic offenders participated in the TMS-EEG session, and 12 participated in the TMS only session. All healthy controls participated in both the TMS-EEG and the TMS only session”.
		(b) Give reasons for non-participation at each stage	---	Sem informação.
		(c) Consider use of a flow diagram	---	Sem informação.
Descriptive data	14*	(a) Give characteristics of study participants (eg demographic, clinical, social) and information on exposures and potential confounders	25	e.g., “mean age”; “The spectrum of criminal activity included”. Informação limitada nesta secção.
		(b) Indicate number of participants with missing data for each variable of interest	25	e.g., “The TMS-EEG ISP data of 1 control participant were excluded (...) and the TMS-EEG ISP data of 1 psychopathic offender were excluded”.
		(c) <i>Cohort study</i> —Summarise follow-up time (eg, average and total amount)	---	NA

Outcome data	15*	<i>Cohort study</i> —Report numbers of outcome events or summary measures over time	---	NA
		<i>Case-control study</i> —Report numbers in each exposure category, or summary measures of exposure	---	Sem informação.
		<i>Cross-sectional study</i> —Report numbers of outcome events or summary measures	---	NA
Main results	16	(a) Give unadjusted estimates and, if applicable, confounder-adjusted estimates and their precision (eg, 95% confidence interval). Make clear which confounders were adjusted for and why they were included	25-28	e.g., Tabela 1; Figura 1-4; “Post hoc repeated-measures general linear models for ISP and CSP were conducted to exclude the potential influence of these confounds”.
		(b) Report category boundaries when continuous variables were categorized	---	NA
		(c) If relevant, consider translating estimates of relative risk into absolute risk for a meaningful time period	---	Sem informação.
Other analyses	17	Report other analyses done—eg analyses of subgroups and interactions, and sensitivity analyses	---	Sem informação.
Discussion				
Key results	18	Summarise key results with reference to study objectives	26-28	e.g., “found abnormalities in right to left interhemispheric connectivity”.
Limitations	19	Discuss limitations of the study, taking into account sources of potential bias or imprecision. Discuss both direction and magnitude of any potential bias	29	e.g., “Several limitations of this study should be mentioned”.
Interpretation	20	Give a cautious overall interpretation of results considering objectives, limitations, multiplicity of analyses, results from similar studies, and other relevant evidence	29	e.g., “At present, our data do not provide concrete evidence”.
Generalisability	21	Discuss the generalisability (external validity) of the study results	---	Sem informação.
Other information				
Funding	22	Give the source of funding and the role of the funders for the present study and, if applicable, for the original study on which the present article is based	29	e.g., “Y. Sun declares having received a Master’s Awards from”.

Nota. *Give information separately for cases and controls in case-control studies and, if applicable, for exposed and unexposed groups in cohort and cross-sectional studies. Adaptado de Vandembroucke et al. (2014, p. 1501).

Artigo: Philipp-Wiegmann et al., 2011

STROBE Statement—checklist of items that should be included in reports of observational studies

	Item No.	Recommendation	Page No.	Relevant text from manuscript
Title and abstract	1	(a) Indicate the study's design with a commonly used term in the title or the abstract	---	Sem informação
		(b) Provide in the abstract an informative and balanced summary of what was done and what was found	86	e.g., “we conducted paired-pulse stimulation”; “a reduced cortical inhibition was found”.
Introduction				
Background/rationale	2	Explain the scientific background and rationale for the investigation being reported	86-87	e.g., “Aggression is”; “Decreased motor inhibition has been shown”.
Objectives	3	State specific objectives, including any prespecified hypotheses	87	e.g., “we investigated the primary motor cortex regarding inhibitory control by transcranial magnetic stimulation”; “we hypothesized that”.
Methods				
Study design	4	Present key elements of study design early in the paper	87	e.g., “32 were offenders sentenced to prison for violent crimes and 30 were controls”.
Setting	5	Describe the setting, locations, and relevant dates, including periods of recruitment, exposure, follow-up, and data collection	87	e.g., “The 32 adult male volunteers had been referred to”; “The subjects were assigned to the violent group according to”. Sem datas.
Participants	6	(a) <i>Cohort study</i> —Give the eligibility criteria, and the sources and methods of selection of participants. Describe methods of follow-up	87-88	e.g., “only subjects with habitual aggressive and violent behaviour were included”; “controls had no

		<i>Case-control study</i>—Give the eligibility criteria, and the sources and methods of case ascertainment and control selection. Give the rationale for the choice of cases and controls <i>Cross-sectional study</i>—Give the eligibility criteria, and the sources and methods of selection of participants		criminal record”; “Exclusion criteria were”; “drug screening”.
		(b) <i>Cohort study</i> —For matched studies, give matching criteria and number of exposed and unexposed	---	NA
		<i>Case-control study</i> —For matched studies, give matching criteria and the number of controls per case		
Variables	7	Clearly define all outcomes, exposures, predictors, potential confounders, and effect modifiers. Give diagnostic criteria, if applicable	88	e.g., “The resting motor threshold (...) was defined as”; “two magnetic stimuli are delivered”.
Data sources/ measurement	8*	For each variable of interest, give sources of data and details of methods of assessment (measurement). Describe comparability of assessment methods if there is more than one group	88	e.g., “in the resting right-hand first dorsal interosseus muscle”.
Bias	9	Describe any efforts to address potential sources of bias	88	e.g., “the amplitudes were visually controlled for any abnormalities throughout the measurement”.
Study size	10	Explain how the study size was arrived at	---	Sem informação.
Quantitative variables	11	Explain how quantitative variables were handled in the analyses. If applicable, describe which groupings were chosen and why	---	NA
Statistical methods	12	(a) Describe all statistical methods, including those used to control for confounding	88	e.g., “To test the assumption of normal distribution”.
		(b) Describe any methods used to examine subgroups and interactions	---	Sem informação.
		(c) Explain how missing data were addressed	---	Sem informação.
		(d) <i>Cohort study</i> —If applicable, explain how loss to follow-up was addressed	---	NA

		<i>Case-control study</i> —If applicable, explain how matching of cases and controls was addressed		
		<i>Cross-sectional study</i> —If applicable, describe analytical methods taking account of sampling strategy		
		(e) Describe any sensitivity analyses	---	Sem informação.
Results				
Participants	13*	(a) Report numbers of individuals at each stage of study—eg numbers potentially eligible, examined for eligibility, confirmed eligible, included in the study, completing follow-up, and analysed	---	Sem informação.
		(b) Give reasons for non-participation at each stage	---	Sem informação.
		(c) Consider use of a flow diagram	---	Sem informação.
Descriptive data	14*	(a) Give characteristics of study participants (eg demographic, clinical, social) and information on exposures and potential confounders	87-88	Informação no método.
		(b) Indicate number of participants with missing data for each variable of interest	---	Sem informação.
		(c) <i>Cohort study</i> —Summarise follow-up time (eg, average and total amount)	---	NA
Outcome data	15*	<i>Cohort study</i> —Report numbers of outcome events or summary measures over time	---	NA
		<i>Case-control study</i> —Report numbers in each exposure category, or summary measures of exposure	---	Sem informação.
		<i>Cross-sectional study</i> —Report numbers of outcome events or summary measures	---	NA
Main results	16	(a) Give unadjusted estimates and, if applicable, confounder-adjusted estimates and their precision (eg, 95% confidence interval). Make clear which confounders were adjusted for and why they were included	89-90	Figura 1-2; Tabela 1.
		(b) Report category boundaries when continuous variables were categorized	---	NA

		(c) If relevant, consider translating estimates of relative risk into absolute risk for a meaningful time period	---	Sem informação.
Other analyses	17	Report other analyses done—eg analyses of subgroups and interactions, and sensitivity analyses	89	e.g., “In order to control for any effect of severity of violence, we also compared the subgroups of violent offenders”.
Discussion				
Key results	18	Summarise key results with reference to study objectives	90	e.g., “As expected, no significant difference in RMT was found”.
Limitations	19	Discuss limitations of the study, taking into account sources of potential bias or imprecision. Discuss both direction and magnitude of any potential bias	91	e.g., “further studies should also investigate violent females”; “a selection bias should be taken into account”.
Interpretation	20	Give a cautious overall interpretation of results considering objectives, limitations, multiplicity of analyses, results from similar studies, and other relevant evidence	90-91	e.g., “In general, our results suggest that”.
Generalisability	21	Discuss the generalisability (external validity) of the study results	---	Sem informação.
Other information				
Funding	22	Give the source of funding and the role of the funders for the present study and, if applicable, for the original study on which the present article is based	---	Sem informação.

Nota. *Give information separately for cases and controls in case-control studies and, if applicable, for exposed and unexposed groups in cohort and cross-sectional studies. Adaptado de Vandembroucke et al. (2014, p. 1501).

Anexo B. Avaliação Segundo a Checklist do JBI

JBI CRITICAL APPRAISAL CHECKLIST FOR
CASE CONTROL STUDIESAuthor Hoppenbrouwers et al.Year 2012

	Yes	No	Unclear	Not applicable
1. Were the groups comparable other than the presence of disease in cases or the absence of disease in controls?	X	☐	☐	☐
2. Were cases and controls matched appropriately?	X	☐	☐	☐
3. Were the same criteria used for identification of cases and controls?	X	☐	☐	☐
4. Was exposure measured in a standard, valid and reliable way?	X	☐	☐	☐
5. Was exposure measured in the same way for cases and controls?	X	☐	☐	☐
6. Were confounding factors identified?	X	☐	☐	☐
7. Were strategies to deal with confounding factors stated?	X	☐	☐	☐
8. Were outcomes assessed in a standard, valid and reliable way for cases and controls?	X	☐	☐	☐
9. Was the exposure period of interest long enough to be meaningful?	X	☐	☐	☐
10. Was appropriate statistical analysis used?	X	☐	☐	☐

Overall appraisal: Include **X** Exclude ☐ Seek further info ☐

Comments (Including reason for exclusion)

JBI CRITICAL APPRAISAL CHECKLIST FOR CASE CONTROL STUDIES

Author Hoppenbrouwers et al.Year 2014

	Yes	No	Unclear	Not applicable
1. Were the groups comparable other than the presence of disease in cases or the absence of disease in controls?	X	☐	☐	☐
2. Were cases and controls matched appropriately?	X	☐	☐	☐
3. Were the same criteria used for identification of cases and controls?	X	☐	☐	☐
4. Was exposure measured in a standard, valid and reliable way?	X	☐	☐	☐
5. Was exposure measured in the same way for cases and controls?	X	☐	☐	☐
6. Were confounding factors identified?	X	☐	☐	☐
7. Were strategies to deal with confounding factors stated?	X	☐	☐	☐
8. Were outcomes assessed in a standard, valid and reliable way for cases and controls?	X	☐	☐	☐
9. Was the exposure period of interest long enough to be meaningful?	X	☐	☐	☐
10. Was appropriate statistical analysis used?	X	☐	☐	☐

Overall appraisal: Include **X** Exclude ☐ Seek further info ☐

Comments (Including reason for exclusion)
