

DOI: <http://dx.doi.org/10.18265/1517-0306a2021id4972>

ARTIGO ORIGINAL

SUBMETIDO 30/09/2020

APROVADO 17/12/2020

PUBLICADO ON-LINE 14/08/2021

PUBLICADO Junho de 2022

EDITOR ASSOCIADO

Ellis Regina Ferreira dos Santos

Ansiedade social e assimetria de ondas alfa do lobo frontal em eletroencefalograma (EEG): uma revisão sistemática

 Thainá França de Oliveira Duarte ^[1]

 Ighor Domingos Bandeira ^[2]

 Luiz Carlos Serramo Lopez ^[3]

[1] thaiduartebio@outlook.com.br.

[2] ighorbandeira@gmail.com. Programa de Pós-Graduação em Neurociência Cognitiva e Comportamento / Centro de Ciências Humanas, Letras e Artes / Universidade Federal da Paraíba (UFPB), Brasil.

[3] lcslopez@gmail.com. Departamento de Sistemática e Ecologia / Centro de Ciências da Natureza / Universidade Federal da Paraíba (UFPB), Brasil.

RESUMO: O Transtorno de Ansiedade Social (TAS) é caracterizado por um medo excessivo de julgamento em situações sociais. Uma das alterações fisiológicas que pode estar presente nesse quadro é a assimetria de ondas alfa no lobo frontal do córtex cerebral. A presente revisão foi realizada a partir de uma busca por estudos que relacionam TAS e assimetria de alfa através da ferramenta de busca Google Acadêmico. Os descritores usados foram "social anxiety", "alpha waves", "brain waves asymmetry", "alpha asymmetry", "frontal lobe" e "EEG asymmetry". No total, oito estudos atendiam aos critérios da busca e estão detalhados neste artigo. De modo geral, artigos corroboram a ideia de que ansiedade social se relaciona à predominância de ondas alfa no hemisfério esquerdo. O mecanismo causal por trás desse padrão seria a inativação, associada a ondas alfa, do córtex pré-frontal esquerdo, que teria um importante papel na regulação emocional dos estados de ansiedade. A assimetria frontal de ondas alfa pode, portanto, vir a se tornar um parâmetro útil para diagnóstico e monitoramento dos quadros de TAS. Sugestões para futuras pesquisas são feitas a partir da detecção de algumas deficiências presentes nos estudos atuais.

Palavras-chave: córtex cerebral; fobia social; ondas cerebrais.

Social anxiety and frontal lobe alpha wave asymmetry on electroencephalogram (EEG): a systematic review

ABSTRACT: *Social Anxiety Disorder (SAD) is characterized by an excessive fear of judgment regarding social scenarios. One of the physiological alterations that may be present in the cerebral cortex frontal lobe alpha waves asymmetry. This revision was made by searching for studies relating to SAD and alpha asymmetry through Google Scholar. The descriptors used were "social anxiety", "alpha waves", "brain waves asymmetry", "alpha asymmetry", "frontal lobe",*

and “EEG asymmetry”. In total, 8 studies met the search criteria and are detailed in this article. In general, the articles corroborate the idea that social anxiety is related to the predominance of alpha waves in the left hemisphere. The causal mechanism behind this pattern would be the inactivation, associated with alpha waves, of the left prefrontal cortex which would have an important role in the emotional regulation of anxiety states. The frontal asymmetry of alpha waves can, therefore, become a useful parameter for diagnosis and monitoring in SAD cases. Suggestions for future research are made based on the detection of some deficiencies present in current studies.

Keywords: brain waves; cerebral cortex; social phobia.

1 Introdução

O transtorno de ansiedade social (TAS), também conhecido como fobia social, é um transtorno de ansiedade que se caracteriza por medo excessivo, persistente e não justificado de situações nas quais o indivíduo sente que pode ser julgado negativamente, ridicularizado ou envergonhado por parte de outros, mesmo reconhecendo que esse medo é excessivo e desnecessário (STEIN; STEIN, 2008).

Esse transtorno leva os indivíduos a evitarem ou se comportarem de forma inadequada em situações de exposição e vulnerabilidade social, como falar em público, ir a lugares diferentes, conhecer novas pessoas, interagir com pessoas de autoridade, entre outras, por experimentarem extremo desconforto, o que interfere na normalidade da rotina. Muitas vezes, a ansiedade social pode manifestar-se como rubor, sudorese, tremores, enjoo, entre outros sintomas, e o medo de que os sintomas sejam notados por outras pessoas pode, por si só, desencadear a ansiedade. Um dos critérios para que uma pessoa seja diagnosticada com o transtorno de ansiedade social é que essa ansiedade esteja presente por, no mínimo, seis meses, excluindo situações em que ocorrem apenas episódios de medos sociais isolados (APA, 2014).

Em adultos, TAS tem altas taxas de comorbidade com transtorno depressivo maior, com transtornos por uso de substâncias, entre outros, e principalmente com transtorno de personalidade evitativa. O medo de interações sociais e o decorrente isolamento para evitá-las podem desencadear a depressão. De outro modo, a automedicação com substâncias pode ocorrer antes das mencionadas interações sociais, com o intuito de melhor lidar com a situação. No entanto, essa automedicação pode também intensificar a ansiedade pela apreensão de ser julgado pela intoxicação ou por sintomas de abstinência, que com frequência incluem tremores. Em crianças, é comum a comorbidade com autismo de alto funcionamento e com mutismo seletivo (APA, 2014; BUCKNER *et al.*, 2008).

Em um período de 12 meses, a taxa de prevalência do TAS nos Estados Unidos é de cerca de 7%. Na Europa, é aproximadamente de 2,3%. A prevalência em crianças e adolescentes é semelhante à de adultos e tende a diminuir com o aumento da idade, ficando entre 2% e 5%. Indivíduos do sexo feminino são, em geral, mais afetados por TAS do que indivíduos do sexo masculino, e essa diferença é mais evidenciada em adolescentes e jovens adultos (APA, 2014).

Diversas psicopatologias foram associadas a diferentes ondas cerebrais (GORDON; PALMER; COOPER, 2010; MISKOVIC *et al.*, 2011; MIYAUCHI *et al.*, 1990). O tratamento convencional para pessoas com TAS é a terapia cognitivo-comportamental,

que produz bons resultados na redução dos sintomas da doença e também possui efeito nas ondas cerebrais produzidas por cada hemisfério do cérebro (MOSCOVITCH *et al.*, 2011). Ondas cerebrais são resultado do disparo de potenciais eletroquímicos entre os neurônios e podem ser captadas de modo não invasivo por eletrodos em contato com o escalpo, técnica conhecida como eletroencefalograma (EEG) (FREEMAN, 2002). As ondas variam em frequência, sendo ondas de maior frequência indicativas de um estado de maior agitação, enquanto ondas de menor frequência indicam maior relaxamento. A predominância de ondas alfa (entre 8 Hz e 13 Hz) indica um estado consciente de relaxamento e ausência de tensão ou desconforto (GUPTA; RAMDINMAWII; MITTAL, 2016). Contudo, se as ondas alfa estiverem presentes em regiões associadas à regulação emocional, podem implicar a desativação dessas regiões, o que pode resultar em desequilíbrios emocionais (DAVIDSON, 1992; HARMON-JONES; ALLEN, 1998).

Ondas alfa são produzidas de forma independente pelos hemisférios cerebrais. A intensidade de sua produção foi relacionada a sentimentos negativos-aversivos (predominância do hemisfério direito) e positivos-aproximativos (predominância do hemisfério esquerdo) (DAVIDSON, 1992a, 1992b; HARMON-JONES; ALLEN, 1998). A assimetria de alfa no lobo frontal é recorrente em diversas psicopatologias, como transtorno de ansiedade, transtorno depressivo, transtornos alimentares, entre outras (KAN; LEE, 2015; MYLLYNEVA; RANTA; HIETANEN, 2015; SCHMIDT *et al.*, 2012; SILVA *et al.*, 2002).

Tradicionalmente, a avaliação de quadros de ansiedade tende a se basear em diagnósticos a partir de critérios que utilizam sintomatologias comportamentais externas ou por autorrelatos subjetivos fornecidos pelos pacientes. A adição de novas técnicas de monitoramento de marcadores neurofisiológicos pode ajudar a validar e aprimorar as formas tradicionais de diagnósticos do TAS. Dentro desse contexto, esta revisão busca contribuir para uma síntese dos achados que relacionam ansiedade social e assimetria de ondas alfa no lobo frontal, de modo a fornecer uma visão geral do estado atual da investigação nessa área.

2 Referencial teórico

2.2 Ansiedade Social

Transtorno de Ansiedade Social é caracterizado por um elevado nível de autocritica e medo de julgamento por parte de outros em situações sociais, causando uma grande influência negativa no funcionamento normal da rotina dos indivíduos afetados pelo transtorno (COX; FLEET; STEIN, 2004; STEIN; TORGRUD; WALKER, 2000). Fóbicos sociais possuem um viés de atenção mais direcionado a faces que demonstrem raiva ou desaprovação do que não fóbicos, podendo também interpretar erroneamente faces com expressões neutras ou positivas como negativas (BAR-HAIM *et al.*, 2007; MORRISON; HEIMBERG, 2013).

Uma das consequências do TAS é o isolamento social. Nessa situação, o indivíduo evita contextos sociais com o intuito de não se expor a situações que o deixam desconfortável. Esse isolamento, principalmente na juventude, pode levar a um subsequente quadro depressivo (STEIN *et al.*, 2001). Os indivíduos que sofrem de ansiedade social optam, muitas vezes, por interações por meio da internet. Isso se deve à ausência de contato visual e à maior dificuldade de percepção de manifestações da ansiedade (sudorese, rubor, tom de voz) pela outra pessoa, por ser uma comunicação via texto, em sua maior parte. Esse maior conforto em relações pela internet pode se tornar danoso ao indivíduo em

geral, por incentivá-lo a cada vez mais dar prioridade a essas interações em detrimento de interações cara a cara (CAPLAN, 2007; LEE; STAPINSKI, 2012).

A ansiedade social pode levar os indivíduos afetados a terem dificuldades em relação ao trabalho e aos estudos. Isso pode se manifestar por meio da recusa de promoções a melhores cargos – por colocarem o indivíduo em uma posição de maior destaque – ou por danos ao desempenho escolar – pela recusa completa ao comparecimento (ADERKA *et al.*, 2012; FREMONT, 2003; KEARNEY; ALBANO, 2004).

O transtorno causa alterações não apenas comportamentais, mas também fisiológicas. Uma das alterações fisiológicas documentadas é a hiperativação bilateral da amígdala ao perceber feições negativas. Isso causa uma reação exagerada de medo a estímulos aversivos. Administração de oxitocina se mostrou efetiva em reduzir a hiperativação da amígdala, reduzindo a autocrítica e a liberação de cortisol em situações de estresse social (BOEHME *et al.*, 2014; DODHIA *et al.*, 2014; LABUSCHAGNE *et al.*, 2010; NEUMANN; SLATTERY, 2016).

Várias alternativas são utilizadas para alívio dos sintomas de ansiedade social. Regimes medicamentosos e terapias psicológicas mostram ser tratamentos eficientes, com resultados satisfatórios. Estudos apontam que tratamentos medicamentosos se mostram mais eficientes em adultos e tratamentos psicológicos, em crianças e adolescentes (ACARTURK *et al.*, 2009; BLANCO *et al.*, 2003; RODEBAUGH; HOLAWAY; HEIMBERG, 2004).

2.2 Ondas alfa e assimetria

Ondas alfa (8 Hz a 13 Hz) são geradas por todo o córtex cerebral, e estudos indicam que, quando são produzidas pelo lobo frontal, estão relacionadas a estímulos visuais, humor, reação emocional e atividade motora (CANTISANI *et al.*, 2015; SILVA; VAN LEEUWEN, 1977; PAPOUSEK; SCHULTER, 2002; TOSCANI *et al.*, 2010). Os hemisférios cerebrais apresentam uma dessincronia na produção dessas ondas, que são produzidas de forma independente pelos dois hemisférios, gerando o fenômeno chamado de assimetria (HOOVEY; HEINEMANN; CREUTZFELDT, 1972).

A assimetria de ondas alfa no lobo frontal foi associada por vários estudos a diversos estados emocionais, desde raiva até medo. Também funciona como um preditor da reação de indivíduos, desde bebês, a estímulos agradáveis ou não, e da intensidade dessa reação (DAWSON *et al.*, 1997; DEL PERCIO *et al.*, 2006; DIAZ; BELL, 2012; HARMON-JONES; ALLEN, 1998; TOMARKEN; DAVIDSON; HENRIQUES, 1990; VECCHIATO *et al.*, 2011; WHEELER, 1993). Além de respostas emocionais a estímulos que afetam a saúde mental, a assimetria pode influenciar o sistema imune do indivíduo, afetando diretamente a saúde física (KANG *et al.*, 1991).

A assimetria pode ser modulada por diversos meios, desde terapias psicológicas a tarefas cognitivas, que têm um grande papel no tratamento de psicopatologias que são agravadas por um desequilíbrio na distribuição das ondas pelo lobo frontal (GUPTA; RAMDINMAWII; MITTAL, 2016; KERSON; SHERMAN; KOZLOWSKI, 2009; MENNELLA; PATRON; PALOMBA, 2017; MOSCOVITCH *et al.*, 2011; PAPOUSEK; SCHULTER, 2004; ROTENBERG, 2008).

O transtorno de ansiedade social apresenta também assimetria de outras ondas cerebrais, sendo alfa a principal banda estudada, porém ondas delta e beta também foram associadas a ansiedade social (MENNELLA; PATRON; PALOMBA, 2017; MISKOVIC *et al.*, 2010, 2011).

3 Método

A busca dos trabalhos relacionados ao tema abordado nesta revisão sistemática foi feita através da ferramenta de busca Google Acadêmico, entre os dias 10 e 18 de janeiro de 2020. Foram utilizadas as palavras-chave *social anxiety*, *alpha waves*, *brain waves asymmetry*, *alpha asymmetry*, *frontal lobe*, *EEG asymmetry*. Os artigos foram inicialmente filtrados por título, e a data de publicação não foi levada em consideração para exclusão ou inclusão na busca. Em seguida, os resumos foram avaliados, em duplicata, e apenas os artigos que coincidiam em ambas as listas seguiram para a próxima fase da filtragem, que foi realizada com a leitura completa dos trabalhos. A filtragem por leitura completa resultou nos trabalhos integrantes da presente revisão, que satisfaziam os requerimentos de avaliação, por meio de eletroencefalograma, de assimetria de ondas alfa no lobo frontal dos participantes afetados por ansiedade social.

Os estudos não selecionados foram excluídos por tratarem de outras psicopatologias, de outros tipos de ondas cerebrais, de ondas alfa de outros locais do cérebro ou de métodos diferentes de avaliação das ondas alfa que não o EEG. Aspectos de avaliação da qualidade dos estudos (por exemplo, tempo de acompanhamento dos participantes após a realização da primeira avaliação) não foram levados em consideração para a exclusão de estudos pelo baixo número de estudos que atendiam aos critérios iniciais da busca.

4 Resultados da pesquisa

Os artigos que resultaram da busca inicial foram filtrados por título, restando 72 artigos. Esses 72 estudos foram filtrados pelo resumo, o que gerou uma lista de 17 artigos. A última filtragem foi feita a partir da leitura completa dos trabalhos e gerou a lista final desta revisão, com o total de oito estudos.

Quadro 1 ►

Revisão final dos artigos sobre Ansiedade Social e assimetria de ondas alfa no lobo frontal.

Fonte: dados da pesquisa

Referência	Resumo
DAVIDSON <i>et al.</i> , 2000	A amostra foi composta de adultos destros: 18 eram diagnosticados com TAS e 10 faziam parte do grupo controle. Os participantes tiveram suas ondas cerebrais gravadas por EEG em <i>baseline</i> , com ansiedade induzida pré-discurso em público, e logo após a realização do discurso. Participantes do grupo de ansiedade social apresentaram um aumento significativo na emissão de ondas alfa no hemisfério esquerdo em relação ao grupo controle. Esse aumento explica 29,1% da variância no aumento da ansiedade autopercebida na fase pré-discurso. O artigo corrobora a hipótese do aumento da emissão de ondas alfa no hemisfério esquerdo (predominância de atividade do hemisfério direito) durante situações indutoras de ansiedade.

Referência	Resumo
SUTTON <i>et al.</i> , 2005	<p>Amostra composta por crianças entre 9 e 14 anos: 23 no grupo de autismo de alta funcionalidade e 20 no grupo controle. As ondas cerebrais foram gravadas por EEG com a criança encarando uma parede branca. O grupo de autismo de alta funcionalidade reportou ansiedade social significativamente maior. Análises de EEG apontaram uma assimetria com predominância de atividade do hemisfério esquerdo no grupo de autismo. Nesse grupo, indivíduos com maior assimetria com predominância de atividade no lado esquerdo reportaram maior ansiedade social, ansiedade geral, estresse social e problemas interpessoais. Os resultados demonstram que assimetria de ondas alfa pode ser um marcador de motivação e processos emocionais, e que o tipo de assimetria divide crianças com autismo de alta funcionalidade em grupos que apresentam diferentes formas de interação social e de percepção dessas interações em relação à ansiedade social.</p>
MOSCOVITCH <i>et al.</i> , 2011	<p>Amostra composta de adultos caucasianos e destros, diagnosticados com TAS. Os voluntários participaram de 12 sessões de Terapia Cognitivo-Comportamental. As gravações de ondas alfa por EEG foram realizadas antes da primeira sessão e após o tratamento. Participantes obtiveram uma mudança significativa de predominância de atividade do hemisfério direito para o esquerdo. Participantes que possuíam uma maior predominância de atividade no hemisfério esquerdo antes do tratamento apresentaram uma maior redução na Ansiedade Social, e menos sintomas pós-tratamento quando comparados à situação pré-tratamento. Foi concluído que assimetria de ondas alfa no lobo frontal pode ser um bom preditor de mudança de sintomas e funcionamento pós-tratamento de pacientes com TAS que se submetem a tratamentos psicológicos efetivos.</p>
COLE <i>et al.</i> , 2012	<p>Amostra composta por 41 adultos. Participantes responderam um questionário e depois assistiram a um vídeo de uma apresentação que poderia gerar ansiedade ou bem-estar, e fizeram seu próprio discurso. Participantes avaliaram o vídeo do discurso visto previamente e seu próprio discurso. Ondas cerebrais foram medidas por EEG nos participantes em <i>baseline</i>, enquanto o vídeo era visto e na preparação de seu próprio discurso. Assimetria de ondas alfa com predominância no hemisfério esquerdo (maior atividade do hemisfério direito) só apresentou um aumento em relação às ondas alfa no hemisfério direito nos participantes que assistiram ao vídeo indutor de ansiedade. O estudo encontrou que a resposta do indivíduo ao estresse pode ser modulada em função da consequência esperada por ele em certa situação.</p>

Referência	Resumo
SCHMIDT <i>et al.</i> , 2012	<p>Amostra composta por 26 adultos caucasianos e destros, diagnosticados com TAS. Foi feita a medição de EEG em <i>baseline</i> durante um período de 6 minutos, alternando olhos abertos e olhos fechados a cada minuto. Depois, foi dito aos participantes que teriam que fazer um discurso de no máximo 3 minutos sobre um ou mais temas fornecidos pelos pesquisadores. Houve um período de planejamento de discurso de 3 minutos, no qual EEG também foi gravado. Esse protocolo foi repetido após uma semana, com temas de discurso diferentes, para eliminar efeitos de prática. Em <i>baseline</i>, alfa frontal se manteve estável significativamente durante o período de uma semana entre as duas medições. A assimetria de alfa frontal durante o período de estresse não apresentou estabilidade significativa, com a primeira medição encontrando uma maior assimetria de alfa. O estudo concluiu que alfa frontal é uma medida estável no decorrer do tempo para medidas de <i>baseline</i>, mas não para medida de assimetria em período de estresse em indivíduos diagnosticados com TAS.</p>
MYLLYNEVA; RANTA; HIETANEN, 2015	<p>Amostra composta por 34 adolescentes divididos igualmente entre o grupo dos diagnosticados com TAS e grupo controle. Participantes foram colocados em frente a uma janela de cristal líquido de opacidade variável, com uma pessoa do outro lado que iria aleatoriamente manter contato visual direto, olhar desviado ou manter os olhos fechados, em 3 períodos diferentes. As medições das ondas cerebrais por EEG foram feitas durante os períodos. Quando em contato visual direto, os participantes com TAS apresentaram uma valência mais negativa na autoavaliação de seus sentimentos, comparados com o grupo controle. Também apresentaram uma ativação em menor intensidade no lobo frontal esquerdo na mesma situação, obtendo uma assimetria alfa relativa mais voltada a ativação do lobo frontal direito. Os resultados apontam que, para adolescentes com TAS, contato visual com outro indivíduo gera uma situação aversiva, ativadora do sistema nervoso simpático; por isso, eles decidem manter o contato por um tempo menor do que o grupo controle.</p>

Referência	Resumo
WANG <i>et al.</i> , 2015	<p>Amostra composta por 80 adultos, divididos em 3 grupos. Os eletrodos para leitura de ondas cerebrais foram posicionados na cabeça dos participantes, iniciando a gravação de EEG, e os participantes foram informados que fariam um discurso. Antes do discurso, os participantes tinham que escrever de acordo com o grupo em que estavam inseridos (escrita reflexiva, irrelevante ou não escrita). Participantes dos grupos de escrita reflexiva e escrita irrelevante reportaram níveis de ansiedade reduzidos após a fase de escrita e, quando submetidos novamente ao fator estressante de realizar o discurso, o nível de ansiedade do grupo de escrita reflexiva se manteve estável, porém o de escrita irrelevante reportou ansiedade elevada. Em relação a alfa, o grupo de escrita reflexiva apresentou um menor índice de assimetria do que o grupo de escrita irrelevante. Após serem submetidos ao fator estressante, os participantes do grupo de escrita reflexiva mostraram maior índice de assimetria do que o grupo de escrita irrelevante. O grupo de não escrita não diferiu significativamente em nenhuma das fases em relato de ansiedade ou índices de assimetria alfa. O estudo aponta que escrita reflexiva pode ser um meio de reduzir ansiedade social em relação a falar em público até certo ponto. A relação direta entre escrita reflexiva e atenuação de sentimentos de ansiedade e modificação do padrão de ondas alfa no lobo frontal não pode ser apontada apenas pelos dados colhidos nesse estudo.</p>
HARREWIJN; VAN DER MOLEN; WESTENBERG, 2016	<p>Amostra composta por mulheres adultas e destras, 23 no grupo de alta ansiedade social e 33 no de baixa ansiedade social. Participantes realizaram a avaliação de um vídeo de uma segunda participante e, em seguida, fizeram uma apresentação gravada, tendo sido avisadas anteriormente que seriam avaliadas por uma terceira participante. Ondas cerebrais foram gravadas por EEG durante a análise do vídeo e durante o período preparatório para o discurso. Não foi encontrada diferença significativa entre os grupos em relação a assimetria de ondas alfa. Foi concluído que ondas alfa não são um bom parâmetro indicativo de ansiedade social, ou que a atividade indutora de ansiedade gerou uma excitação equivalente nos dois grupos estudados.</p>

5 Conclusão

Os estudos apresentados nesta revisão, em sua maioria, apontaram que maior quantidade de ondas alfa no lobo frontal direito indica um estado de menor ansiedade. Isso se faz verdadeiro tanto para amostras clínicas como também não clínicas. Apesar disso, um dos estudos não encontrou diferença significativa na assimetria de alfa entre o grupo controle e o grupo experimental, porém talvez essa não diferença se dê pelo fato de os dois grupos da amostra serem não clínicos, ou, como mencionado pelo estudo em

questão, a intervenção estressora foi igualmente efetiva nos dois grupos (HARREWIJN; VAN DER MOLEN; WESTENBERG, 2016). Outro estudo, com crianças com autismo de alta funcionalidade, observou resultados contraditórios em relação ao esperado. Os participantes com autismo que apresentaram maior atividade do hemisfério esquerdo, apesar de terem menos dificuldades sociais relatadas pelos pais, reportaram um maior nível de ansiedade e desconforto com situações sociais do que os participantes autistas com maior atividade do hemisfério direito (SUTTON *et al.*, 2005). Esse estudo mostra que comorbidades devem ser levadas em consideração ao fazer investigações sobre Ansiedade Social, pois podem alterar os resultados alcançados pelos pesquisadores e necessitam de uma interpretação mais cuidadosa.

Em relação a tratamentos para reduzir a ansiedade e mudar a lateralidade da assimetria de alfa, é necessário que os estudos façam um acompanhamento com maior duração de tempo. Os estudos presentes neste trabalho apontam que é possível que intervenções terapêuticas exerçam influência relevante no quadro dos pacientes, porém não puderam concluir com certeza, pelo curto tempo de acompanhamento ou por ser apenas uma intervenção pontual (MOSCOVITCH *et al.*, 2011; WANG *et al.*, 2015).

Um fator a ser levado em consideração é o uso de medicamentos pelos participantes que compõem a amostra. Diversos medicamentos para controle de ansiedade afetam a fisiologia do indivíduo, podendo refletir na emissão de ondas cerebrais (DAVIDSON; KALIN; SHELTON, 1992), tornando, dessa forma, os resultados apresentados nos estudos inconsistentes ou não confiáveis. Quatro dos estudos presentes nesta revisão levaram em consideração, na escolha da amostra, se os participantes eram destros ou canhotos, porém não especificaram qual a influência da mão dominante nos dados coletados.

Uma deficiência apresentada pelos estudos de Moscovitch *et al.* (2011), de Myllyneva, Ranta e Hietanen (2015) e de Schmidt *et al.* (2012) é o tamanho amostral. Isso traz consigo um problema na confiabilidade dos dados, pois, quanto menor o número amostral, mais difícil prever se aquele padrão observado na amostra se aplica à população e se a significância realmente é verdadeira ou apenas um viés da amostra (BUTTON *et al.*, 2013). Esse é um problema difícil de ser mitigado, por depender dos participantes e do tipo de amostra que será utilizada.

O último ponto a ser levantado nesta revisão é a falta de constância nos estudos sobre a forma como se referem à assimetria. Alguns utilizam um índice que consiste na subtração do valor de ondas alfa de um hemisfério pelo do hemisfério oposto, porém não há padronização da subtração entre os diferentes trabalhos. Alguns artigos, no mesmo texto, também se referem a assimetria por uma medida de Poder de Alfa e por ativação do hemisfério, que são inversamente proporcionais. Isso causa confusão quando o trabalho cita as duas medidas sem antes especificar claramente a qual delas está se referindo naquele trecho do artigo.

As informações reportadas nesta pesquisa podem não refletir a realidade da relação entre ondas alfa no lobo frontal e ansiedade social, por haver um número pequeno de trabalhos relacionando os temas e devido ao fato de que alguns resultados apontam o oposto do esperado. Faz-se necessário que mais estudos sejam realizados, idealmente com maiores amostras e um tempo maior de acompanhamento dos pacientes, para que possamos construir uma base de conhecimento mais sólida. Com uma melhor noção dos mecanismos de modulação de ondas alfa na ansiedade social, é possível traçar estratégias mais eficientes de tratamento para indivíduos que sofrem de TAS, melhorando a qualidade de vida dos afetados por essa psicopatologia.

Referências

- ACARTURK, C.; CUIJPERS, P.; VAN STRATEN, A.; DE GRAAF, R. Psychological treatment of social anxiety disorder: a meta-analysis. **Psychological Medicine**, v. 39, n. 2, p. 241-254, 2009. DOI: <https://doi.org/10.1017/S0033291708003590> .
- ADERKA, I. M.; HOFMANN, S. G.; NICKERSON, A.; HERMESH, H.; GILBOA-SCHECHELTMAN, E.; MAROM, S. Functional impairment in social anxiety disorder. **Journal of Anxiety Disorders**, v. 26, n. 3, p. 393-400, 2012. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.janxdis.2012.01.003> .
- APA – AMERICAN PSYCHIATRIC ASSOCIATION. **DSM-5**: Manual diagnóstico e estatístico de transtornos mentais. Porto Alegre: Artmed, 2014.
- BAR-HAIM, Y.; LAMY, D.; PERGAMIN, L.; BAKERMANS-KRANENBURG, M. J.; VAN IJZENDOORN, M. H. Threat-related attentional bias in anxious and nonanxious individuals: a meta-analytic study. **Psychological Bulletin**, v. 133, n. 1, p. 1-24, 2007. DOI: <https://doi.org/10.1037/0033-2909.133.1.1> .
- BLANCO, C.; SCHNEIER, F. R.; SCHMIDT, A.; BLANCO-JEREZ, C.-R.; MARSHALL, R. D.; SÁNCHEZ-LACAY, A.; LIEBOWITZ, M. R. Pharmacological treatment of social anxiety disorder: A meta-analysis. **Depression and Anxiety**, v. 18, n. 1, p. 29-40, 2003. DOI: <https://doi.org/10.1002/da.10096> .
- BOEHME, S.; RITTER, V.; TEFIKOW, S.; STANGIER, U.; STRAUSS, B.; MILTNER, W. H. R.; STRAUBE, T. Brain activation during anticipatory anxiety in social anxiety disorder. **Social Cognitive and Affective Neuroscience**, v. 9, n. 9, p. 1413-1418, 2014. DOI: <https://doi.org/10.1093/scan/nst129> .
- BUCKNER, J. D.; SCHMIDT, N. B.; LANG, A. R.; SMALL, J. W.; SCHLAUCH, R. C.; LEWINSOHN, P. M. Specificity of social anxiety disorder as a risk factor for alcohol and cannabis dependence. **Journal of Psychiatric Research**, v. 42, n. 3, p. 230-239, 2008. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jpsychires.2007.01.002> .
- BUTTON, K. S.; IOANNIDIS, J. P. A.; MOKRYSZ, C.; NOSEK, B. A.; FLINT, J.; ROBINSON, E. S. J.; MUNAFÒ, M. R. Power failure: why small sample size undermines the reliability of neuroscience. **Nature Reviews Neuroscience**, v. 14, p. 365-376, 2013. DOI: <https://doi.org/10.1038/nrn3475> .
- CANTISANI, A.; KOENIG, T.; HORN, H.; MÜLLER, T.; STRIK, W.; WALTHER, S. Psychomotor retardation is linked to frontal alpha asymmetry in major depression. **Journal of Affective Disorders**, v. 188, p. 167-172, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jad.2015.08.018> .
- CAPLAN, S. E. Relations among loneliness, social anxiety, and problematic Internet use. **Cyberpsychology and Behavior**, v. 10, n. 2, p. 234-242, 2007. DOI: <https://doi.org/10.1089/cpb.2006.9963> .
- COLE, C.; ZAPP, D. J.; NELSON, S. K.; PÉREZ-EDGAR, K. Speech presentation cues moderate frontal EEG asymmetry in socially withdrawn young adults. **Brain and Cognition**, v. 78, n. 2, p. 156-162, 2012. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.bandc.2011.10.013>

COX, B. J.; FLEET, C.; STEIN, M. B. Self-criticism and social phobia in the US national comorbidity survey. **Journal of Affective Disorders**, v. 82, n. 2, p. 227-234, 2004. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jad.2003.12.012> .

DAVIDSON, R. J. Anterior cerebral asymmetry and the nature of emotion. **Brain and Cognition**, v. 20, n. 1, p. 125-151, 1992a. DOI: [https://doi.org/10.1016/0278-2626\(92\)90065-T](https://doi.org/10.1016/0278-2626(92)90065-T)

DAVIDSON, R. J. Emotion and affective style: hemispheric substrates. **Psychological Science**, v. 3, n. 1, p. 39-43, 1992b. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1467-9280.1992.tb00254.x> .

DAVIDSON, R. J.; KALIN, N. H.; SHELTON, S. E. Lateralized effects of diazepam on frontal brain electrical asymmetries in rhesus monkeys. **Biological Psychiatry**, v. 32, n. 5, p. 438-451, 1992. DOI: [https://doi.org/10.1016/0006-3223\(92\)90131-I](https://doi.org/10.1016/0006-3223(92)90131-I) .

DAVIDSON, R. J.; MARSHAL, J. R.; TOMARKEN, A. J.; HENRIQUES, J. B. While a Phobic Waits: Regional Brain Electrical and Autonomic Activity in Social Phobics during Anticipation of Public Speaking. **Biological Psychiatry**, v. 47, n. 2, p. 85-95, 2000. DOI: [https://doi.org/10.1016/s0006-3223\(99\)00222-x](https://doi.org/10.1016/s0006-3223(99)00222-x) .

DAWSON, G.; FREY, K.; PANAGIOTIDES, H.; OSTERLING, J.; HESSI, D. Infants of depressed mothers exhibit atypical frontal brain activity: a replication and extension of previous findings. **Journal of Child Psychology and Psychiatry and Allied Disciplines**, v. 38, n. 2, p. 179-186, 1997. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1469-7610.1997.tb01852.x>.

DEL PERCIO, C.; LE PERA, D.; ARENDT-NIELSEN, L.; BABILONI, C.; BRANCUCCI, A.; CHEN, A. C. N.; DE ARMAS, L.; MILIUCCI, R.; RESTUCCIA, D.; VALERIANI, M.; ROSSINI, P. M. Distraction affects frontal alpha rhythms related to expectancy of pain: an EEG study. **NeuroImage**, v. 31, n. 3, p. 1268-1277, 2006. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2006.01.013>.

DIAZ, A.; BELL, M. A. Frontal EEG asymmetry and fear reactivity in different contexts at 10 months. **Developmental Psychobiology**, v. 54, n. 5, p. 536-545, 2012. DOI: <https://doi.org/10.1002/dev.20612>.

DODHIA, S.; HOSANAGAR, A.; FITZGERALD, D. A.; LABUSCHAGNE, I.; WOOD, A. G.; NATHAN, P. J.; PHAN, K. L. Modulation of resting-state amygdala-frontal functional connectivity by oxytocin in generalized social anxiety disorder. **Neuropsychopharmacology**, v. 39, n. 9, p. 2061-2069, 2014. DOI: <https://doi.org/10.1038/npp.2014.53>.

FREEMAN, W. J. Making sense of brain waves: the most baffling frontier in neuroscience. *In*: PARDALOS, P. M.; PRINCIPE, J. C. (ed.). **Biocomputing**. Boston: Springer, 2002. v. 1, p. 1-23. DOI: https://doi.org/10.1007/978-1-4613-0259-9_1.

FREMONT, W. P. School refusal in children and adolescents. **American Family Physician**, v. 68, n. 8, p. 1555-1561, 2003. Disponível em: <https://www.aafp.org/pubs/afp/issues/2003/1015/p1555.html>. Acesso em: 10 jun. 2022.

GORDON, E.; PALMER, D. M.; COOPER, N. EEG alpha asymmetry in schizophrenia, depression, PTSD, panic disorder, ADHD and conduct disorder. **Clinical EEG and Neuroscience**, v. 41, n. 4, p. 178-183, 2010. DOI: <https://doi.org/10.1177/155005941004100404>.

GUPTA, A.; RAMDINMAWII, E.; MITTAL, V. K. Significance of alpha brainwaves in meditation examined from the study of binaural beats. *In: 2016 INTERNATIONAL CONFERENCE ON SIGNAL PROCESSING AND COMMUNICATION, 2016, Noida, India. Proceedings [...].* Noida: IEEE, 2016. P. 484-489. DOI: <https://dx.doi.org/10.1109/ICSPCom.2016.7980629>.

HARMON-JONES, E.; ALLEN, J. J. B. Anger and frontal brain activity: EEG asymmetry consistent with approach motivation despite negative affective valence. **Journal of Personality and Social Psychology**, v. 74, n. 5, p. 1310-1316, 1998. DOI: <https://doi.org/10.1037/0022-3514.74.5.1310>.

HARREWIJN, A.; VAN DER MOLEN, M. J. W.; WESTENBERG, P. M. Putative EEG measures of social anxiety: comparing frontal alpha asymmetry and delta-beta cross-frequency correlation. **Cognitive, Affective and Behavioral Neuroscience**, v. 16, n. 6, p. 1086-1098, 2016. DOI: <https://doi.org/10.3758/s13415-016-0455-y>.

HOOVEY, Z. B.; HEINEMANN, U.; CREUTZFELDT, O. D. Inter-hemispheric “synchrony” of alpha waves. **Electroencephalography and Clinical Neurophysiology**, v. 32, n. 4, p. 337-347, 1972. DOI: [https://doi.org/10.1016/0013-4694\(72\)90001-6](https://doi.org/10.1016/0013-4694(72)90001-6).

KAN, D. P. X.; LEE, P. F. Decrease alpha waves in depression: an electroencephalogram (EEG) study. *In: 2015 INTERNATIONAL CONFERENCE ON BIOSIGNAL ANALYSIS, PROCESSING AND SYSTEMS, 2015, Kuala Lumpur. Proceedings [...].* Kuala Lumpur: IEEE, 2015. p. 156-161. DOI: <https://doi.org/10.1109/ICBAPS.2015.7292237>.

KANG, D.-H.; DAVIDSON, R. J.; COE, C. L.; WHEELER, R. E.; TOMARKEN, A. J.; ERSHLER, W. B. Frontal brain asymmetry and immune function. **Behavioral Neuroscience**, v. 105, n. 6, p. 860-869, 1991. DOI: <https://doi.org/10.1037//0735-7044.105.6.860>.

KEARNEY, C. A.; ALBANO, A. M. The functional profiles of school refusal behavior: diagnostic aspects. **Behavior Modification**, v. 28, n. 1, p. 147-161, 2004. DOI: <https://doi.org/10.1177/0145445503259263>.

KERSON, C.; SHERMAN, R. A.; KOZLOWSKI, G. P. Alpha suppression and symmetry training for generalized anxiety symptoms. **Journal of Neurotherapy**, v. 13, n. 3, p. 146-155, 2009. DOI: <https://doi.org/10.1080/10874200903107405>.

LABUSCHAGNE, I.; PHAN, K. L.; WOOD, A.; ANGSTADT, M.; CHUA, P.; HEINRICHS, M.; STOUT, J. C.; NATHAN, P. J. Oxytocin attenuates amygdala reactivity to fear in generalized social anxiety disorder. **Neuropsychopharmacology**, v. 35, n. 12, p. 2403-2413, 2010. DOI: <https://doi.org/10.1038/npp.2010.123>.

LEE, B. W.; STAPINSKI, L. A. Seeking safety on the internet: Relationship between social anxiety and problematic internet use. **Journal of Anxiety Disorders**, v. 26, n. 1, p. 197-205, 2012. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.janxdis.2011.11.001>.

MENNELLA, R.; PATRON, E.; PALOMBA, D. Frontal alpha asymmetry neurofeedback for the reduction of negative affect and anxiety. **Behaviour Research and Therapy**, v. 92, p. 32-40, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.brat.2017.02.002>.

MISKOVIC, V.; ASHBAUGH, A. R.; SANTESSO, D. L.; MCCABE, R. E.; ANTONY, M. M.; SCHMIDT, L. A. Frontal brain oscillations and social anxiety: a cross-frequency spectral analysis during baseline and speech anticipation. **Biological Psychology**, v. 83, n. 2, p. 125-132, 2010. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.biopsycho.2009.11.010>.

MISKOVIC, V.; MOSCOVITCH, D. A.; SANTESSO, D. L.; MCCABE, R. E.; ANTONY, M. M.; SCHMIDT, L. A. Changes in EEG cross-frequency coupling during cognitive behavioral therapy for social anxiety disorder. **Psychological Science**, v. 22, n. 4, p. 507-516, 2011. DOI: <https://doi.org/10.1177/0956797611400914>.

MIYAUCHI, T.; TANAKA, K.; HAGIMOTO, H.; MIURA, T.; KISHIMOTO, H.; MATSUSHITA, M. Computerized EEG in schizophrenic patients. **Biological Psychiatry**, v. 28, n. 6, p. 488-494, 1990. DOI: [https://doi.org/10.1016/0006-3223\(90\)90482-H](https://doi.org/10.1016/0006-3223(90)90482-H).

MORRISON, A. S.; HEIMBERG, R. G. Social anxiety and social anxiety disorder. **Annual Review of Clinical Psychology**, v. 9, n. 1, p. 249-274, 2013. DOI: <https://doi.org/10.1146/annurev-clinpsy-050212-185631>.

MOSCOVITCH, D. A.; SANTESSO, D. L.; MISKOVIC, V.; MCCABE, R. E.; ANTONY, M. M.; SCHMIDT, L. A. Frontal EEG asymmetry and symptom response to cognitive behavioral therapy in patients with social anxiety disorder. **Biological Psychology**, v. 87, n. 3, p. 379-385, 2011. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.biopsycho.2011.04.009>.

MYLLYNEVA, A.; RANTA, K.; HIETANEN, J. K. Psychophysiological responses to eye contact in adolescents with social anxiety disorder. **Biological Psychology**, v. 109, p. 151-158, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.biopsycho.2015.05.005>.

NEUMANN, I. D.; SLATTERY, D. A. Oxytocin in general anxiety and social fear: a translational approach. **Biological Psychiatry**, v. 79, n. 3, p. 213-221, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.biopsycho.2015.06.004>.

PAPOUSEK, I.; SCHULTER, G. Covariations of EEG asymmetries and emotional states indicate that activity at frontopolar locations is particularly affected by state factors. **Psychophysiology**, v. 39, n. 3, p. 350-360, 2002. DOI: <https://doi.org/10.1017/S0048577201393083>.

PAPOUSEK, I.; SCHULTER, G. Manipulation of frontal brain asymmetry by cognitive tasks. **Brain and Cognition**, v. 54, n. 1, p. 43-51, 2004. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0278-2626\(03\)00258-6](https://doi.org/10.1016/S0278-2626(03)00258-6).

RODEBAUGH, T. L.; HOLAWAY, R. M.; HEIMBERG, R. G. The treatment of social anxiety disorder. **Clinical Psychology Review**, v. 24, n. 7, p. 883-908, 2004. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.cpr.2004.07.007>.

ROTENBERG, V. S. Functional brain asymmetry as a determinative factor in the treatment of depression: theoretical implications. **Progress in Neuro-Psychopharmacology and Biological Psychiatry**, v. 32, n. 8, p. 1772-1777, 2008. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.pnpbp.2008.08.011>.

SCHMIDT, L. A.; SANTESSO, D. L.; MISKOVIC, V.; MATHEWSON, K. J.; MCCABE, R. E.; ANTONY, M. M.; MOSCOVITCH, D. A. Test-retest reliability of regional electroencephalogram (EEG) and cardiovascular measures in social anxiety disorder (SAD). **International Journal of Psychophysiology**, v. 84, n. 1, p. 65-73, 2012. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ijpsycho.2012.01.011>.

SILVA, F. H. L.; VAN LEEUWEN, W. S. The cortical source of the alpha rhythm. **Neuroscience Letters**, v. 6, n. 2-3, p. 237-241, 1977. DOI: [https://doi.org/10.1016/0304-3940\(77\)90024-6](https://doi.org/10.1016/0304-3940(77)90024-6).

SILVA, J. R.; PIZZAGALLI, D. A.; LARSON, C. L.; JACKSON, D. C.; DAVIDSON, R. J. Frontal brain asymmetry in restrained eaters. **Journal of Abnormal Psychology**, v. 111, n. 4, p. 676-681, 2002. DOI: <https://doi.org/10.1037/0021-843X.111.4.676>.

STEIN, M. B.; FUETSCH, M.; MÜLLER, N.; HÖFLER, M.; LIEB, R.; WITTCHEN, H.-U. Social anxiety disorder and the risk of depression: a prospective community study of adolescents and young adults. **Archives of General Psychiatry**, v. 58, n. 3, p. 251-256, 2001. DOI: <https://doi.org/10.1001/archpsyc.58.3.251>.

STEIN, M. B.; STEIN, D. J. Social anxiety disorder. **The Lancet**, v. 371, n. 9618, p. 1115-1125, 2008. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(08\)60488-2](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(08)60488-2).

STEIN, M. B.; TORGRUD, L. J.; WALKER, J. R. Social phobia symptoms, subtypes, and severity: findings from a community survey. **Archives of General Psychiatry**, v. 57, n. 11, p. 1046-1052, 2000. DOI: <https://doi.org/10.1001/archpsyc.57.11.1046>.

SUTTON, S. K.; BURNETTE, C. P.; MUNDY, P. C.; MEYER, J.; VAUGHAN, A.; SANDERS, C.; YALE, M. Resting cortical brain activity and social behavior in higher functioning children with autism. **Journal of Child Psychology and Psychiatry and Allied Disciplines**, v. 46, n. 2, p. 211-222, 2005. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1469-7610.2004.00341.x>.

TOMARKEN, A. J.; DAVIDSON, R. J.; HENRIQUES, J. B. Resting Frontal Brain Asymmetry Predicts Affective Responses to Films. **Journal of Personality and Social Psychology**, v. 59, n. 4, p. 791-801, 1990. Disponível em: <https://psycnet.apa.org/buy/1991-03707-001>. Acesso em: 10 jun. 2022.

TOSCANI, M.; MARZI, T.; RIGHI, S.; VIGGIANO, M. P.; BALDASSI, S. Alpha waves: A neural signature of visual suppression. **Experimental Brain Research**, v. 207, n. 3-4, p. 213-219, 2010. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00221-010-2444-7>.

VECCHIATO, G.; TOPPI, J.; ASTOLFI, L.; FALLANI, F. V.; CINCOTTI, F.; MATTIA, D.; BEZ, F.; BABILONI, F. Spectral EEG frontal asymmetries correlate with the experienced pleasantness of TV commercial advertisements. **Medical and Biological Engineering and Computing**, v. 49, n. 5, p. 579-583, 2011. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11517-011-0747-x>.

WANG, F.; WANG, C.; YIN, Q.; WANG, K.; LI, D.; MAO, M.; ZHU, C.; HUANG, Y. Reappraisal writing relieves social anxiety and may be accompanied by changes in frontal alpha asymmetry. **Frontiers in Psychology**, v. 6, p. 1-11, 2015. DOI: <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2015.01604>.

WHEELER, R. E.; DAVIDSON, R. J.; TOMARKEN, A. J. Frontal brain asymmetry and emotional reactivity: a biological substrate of affective style. **Psychophysiology**, v. 30, n. 1, p. 82-89, 1993. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1469-8986.1993.tb03207.x>