



Universidade de Brasília
Instituto de Ciências Biológicas
Programa de Pós-Graduação em Biologia Animal
Laboratório de Neurociência e Comportamento



LÍA MARGARITA MARTÍNEZ GARRIDO

**MAPEAMENTO DA ATIVIDADE CORTICAL RELACIONADA À
MODULAÇÃO DA MEMÓRIA EMOCIONAL E FUNÇÕES EXECUTIVAS
EM CRIANÇAS COM TRANSTORNO DE DÉFICIT DE
ATENÇÃO/HIPERATIVIDADE**

Orientadora: Profa. Dra. Maria Clotilde H. Tavares

Tese apresentada como parte dos requisitos para a obtenção do título de Doutor em Biologia Animal pelo Programa de Pós-Graduação em Biologia Animal da Universidade de Brasília.

Brasília - DF

Fevereiro de 2019

DEDICATÓRIA

*Aos meus filhos,
minha fonte de inspiração,
minha maior bênção.*

AGRADECIMENTOS

Primeiramente gostaria de agradecer a Deus, por permitir-me finalizar meu processo de doutorado e pela fortaleza que me deu nos momentos mais difíceis.

À professora Maria Clotilde H. Tavares por sua orientação, mas sobretudo, por acreditar e valorizar o meu trabalho, pela confiança e, principalmente, pela sua amizade, seu apoio tanto no acadêmico quanto no pessoal, e pelo seu carinho comigo e minha família durante nossa estadia no Brasil.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão da bolsa de estudos por meio do Programa Estudante Convênio de Pós-Graduação (PEC-PG).

Ao Programa de Pós-Graduação em Biologia Animal, pelo suporte acadêmico e administrativo durante o doutorado.

Ao professor Carlos Tomaz pelo apoio para iniciar minha etapa de doutorado, por sua ajuda no projeto quando precisei, também por sua amizade e carinho.

Aos professores Joaquim Brasil Neto e Fábio Caixetas, pelas contribuições dadas no meu exame de qualificação para a melhoria do trabalho.

A cada uma das crianças/adolescentes voluntárias da amostra e suas famílias, pelo seu interesse e participação na pesquisa, sem eles o estudo não teria sido possível.

À neuropsicóloga Kelly Castro pela sua ajuda na difusão da pesquisa, também por facilitar o contato com alguns dos profissionais que encaminharam as crianças com TDAH participantes do estudo, assim como pelo empréstimo dos testes, quando necessário.

Aos estudantes de iniciação científica, Wesley Medeiros, Tainá Rehem, Lara Mariano, Bruna Allam, Isabela Ferreira Lima, Guilherme Carvalho e Iago Ferreira dos Santos pelo seu apoio constante em todas as etapas da pesquisa, mas, principalmente, nas sessões de avaliação com os participantes, contribuindo enormemente ao avanço do estudo. Obrigada pela amizade, aprendi muito de cada um de vocês.

A Ana Garcia pela sua ajuda e orientação durante todo o processo do estudo, especialmente no relacionado com o treino de EEG e na montagem do protocolo de avaliação. Obrigada pela sua amizade, carinho e apoio constante, vou sentir muita falta de compartilhar com você aqueles bolinhos na hora do lanche.

A Cristiano Alves da Silva Júnior, Fabiola Malta Fleury e Hugo Honda, pelo apoio técnico na montagem e programação dos testes nas versões computadorizadas.

A Camila Rosa Silva pela sua contribuição e ajuda permanente no projeto, tanto na montagem dos testes computadorizados como do processamento de EEG, inclusive em horários extras. Nos momentos em que achei que os problemas técnicos não seriam superados, você me deu esperança e por isso lhe serei eternamente grata, e como você mesma diz: “disponha”.

A Fabián Orlando Rojas pelo seu apoio e ajuda permanente e desinteressada, principalmente na etapa final do processamento de dados e de formatação do documento. Obrigada também pela sua amizade.

A Marcos Vinícius Barbosa, Valeska Kouzak e Adel Kashefi, por compartilhar comigo seus conhecimentos e pelo apoio nos treinos de EEG. Marcos e Valeska, obrigada pela orientação e apoio no processamento dos dados de EEG. Vou sentir muita saudade de vocês três, das nossas conversas, risadas e ocorrências, assim como dos nossos almoços típicos de cada país. Obrigada, grandes amigos e colegas de sala.

A Corina Satler por compartilhar comigo espaços de discussão relacionados com a pesquisa, assim como pelos seus aportes durante todo o processo do estudo. Obrigada, especialmente, pela sua amizade de tantos anos.

A Soraya Lage de Sá Canabarro pela sua ajuda na montagem da proposta na Plataforma Brasil, por compartilhar comigo o sofrimento da demora na aprovação do projeto junto ao Comitê de Ética, obrigada também por compartilhar comigo seus conhecimentos de psicologia e neuropsicologia, mas, sobretudo, obrigada pela sua amizade.

A Risolandia Melo, Jéssica Mendes Souza, Ana Paula Ribeiro Rocha e Gislayne Gonzaga Machado, pela sua ajuda quando precisei, por todos os momentos compartilhados, pelas palavras de animo durante este processo, e pela sua amizade.

A Marta Mariano e toda sua família: “os Mariano”, obrigada pela amizade, pelo carinho, pela ajuda sempre que precisamos, pelo apoio emocional e por nós acolher. Vocês sempre serão nossa família de coração no Brasil.

Aos meus grandes amigos da CO, amigos de vida e irmãos de coração: Johanna, LuzCle, Angelita e Richie, pela sua amizade incondicional e por estarem tão perto mesmo que na distância, vocês me animaram cada dia e tiraram de mim um sorriso, me alentando a continuar nos momentos mais difíceis deste processo. Obrigada, sempre.

A minha família na Colômbia por acreditar em mim, e por me motivar a continuar minha formação profissional e acadêmica. Agradeço especialmente aos meus pais, pelo amor, pelo apoio constante e pelos seus ensinamentos, exemplo de vida que me permitiu avançar e superar-me durante todo o doutorado.

Aos meus maiores tesouros e motores de vida, Samuel e Luciana, que me motivaram a seguir, a persistir e não desistir. Obrigada pelo amor e pelo sorriso que me mantém a cada dia.

Ao meu esposo e companheiro Edward, pelo seu amor incondicional, por animar-me a seguir e superar obstáculos. Obrigada por lutar junto a mim e compartilhar comigo projetos de vida e de família. Te amo, eternamente.

RESUMO

Crianças com transtorno de déficit de atenção/hiperatividade (TDAH) apresentam comprometimento nas funções executivas dependentes de circuitos fronto-estriatais que, por sua vez, são um pré-requisito para o desenvolvimento adequado de uma diversidade de processos cognitivos. Além disso, apresentam também dificuldades significativas para reconhecer, compreender e expressar informação emocional. O fato das medidas de avaliação mais comuns na população com TDAH serem do tipo comportamental e, em muitos casos, subjetivas, ressalta a importância da necessidade do uso de ferramentas mais objetivas que permitam avaliar o funcionamento do cérebro, já que a maior parte da sintomatologia do transtorno está associada à disfunção cerebral. Nesse sentido, técnicas, como a eletroencefalografia (EEG) que possui alta resolução temporal, capazes de mensurar a atividade cerebral, representam possibilidades efetivas para a avaliação e o diagnóstico de crianças com TDAH, bem como uma melhor compreensão do mecanismo do funcionamento cerebral no transtorno. O presente estudo buscou investigar, por meio de testes comportamentais e EEG, o mapeamento da atividade cortical relacionada ao funcionamento executivo em crianças e adolescentes com TDAH. Para fins de comparação dos resultados obtidos para o grupo acometido pelo transtorno, um grupo de crianças e adolescentes hígdas também foi investigado. No total foram avaliados 46 participantes voluntários, dividido em um grupo de 25 crianças/adolescentes, com diagnóstico de TDAH e um grupo de 21 crianças/adolescentes controles, na faixa etária entre 7 a 14 anos. Realizou-se uma avaliação com testes neuropsicológicos associados a tarefas de memória operacional (Teste de Reconhecimento Espacial com Atraso - TREA) (com a inclusão de estímulos emocionais), controle inibitório e de flexibilidade cognitiva (Teste dos Cinco Dígitos – FDT). Os resultados comportamentais sugerem que nos participantes do grupo TDAH os acertos no TREA estão associados com menor habilidade de recordação espacial, com um possível declínio de memória que afetou a capacidade de armazenamento; inclusive para estímulos emocionais na etapa de imagens de contexto. Além disso, os tempos de reação aumentados no grupo TDAH, para a resolução da tarefa do TREA, poderiam estar associados com déficits na velocidade de processamento e com alterações atencionais. Por outro lado, no FDT, o desempenho mais baixo no grupo TDAH se apresentou nas etapas de escolha e alternância, que exigem atenção controlada e atenção alternada. Já nos resultados da atividade cortical, no TREA, o maior número de diferenças entre o grupo controle e o grupo TDAH estiveram nas bandas de frequência beta e gama, principalmente em áreas corticais que compõem o córtex pré-frontal dorsolateral, uma das estruturas cerebrais característica da memória operacional visuo-espacial. No que refere ao FDT, todas as bandas apontaram diferenças significativas entre os grupos, em teta e alfa com predomínio de áreas que se estendem desde a região frontal (incluídas áreas relacionadas com o controle de impulsos) até a occipital no hemisfério esquerdo, e em beta e gama com predomínio bilateral distribuído na maioria das áreas corticais. De forma geral, consegue-se identificar as características do mapeamento da atividade cortical relacionada à modulação da memória emocional e das funções executivas

em crianças/adolescentes com TDAH e compará-las às características de crianças/adolescentes típidas. O presente trabalho além de contribuir para a compreensão do fenômeno do TDAH e para o entendimento do seu funcionamento cerebral, desenvolveu um protocolo de avaliação com testes ajustados e adaptados numa versão computadorizada e com estímulos acordes à população estudada, que pode ser utilizado não só em populações clínicas que acometem o funcionamento de áreas corticais relacionadas às funções executivas mas também em indivíduos típidos.

Palavras chaves: TDAH, memória operacional visuo-espacial, emoção, inibição, flexibilidade mental, funções executivas, TREA, FDT, atividade cortical, EEG.

ABSTRACT

Children with Attention Deficit/Hyperactivity Disorder (ADHD) have impaired executive functions dependent on fronto-striatal circuits, which in turn are a prerequisite for the adequate development of a variety of cognitive processes. In addition, they also present significant difficulties in recognizing, understanding and expressing emotional information. The fact that the most common evaluation measures in the ADHD population are behavioral and, in many cases, subjective, emphasizes the importance of the need for more objective tools to evaluate the functioning of the brain, since most of the symptomatology of the disorder is associated with brain dysfunction. In this sense, techniques, such as electroencephalography (EEG) that have a high temporal resolution, capable of measuring brain activity, represent effective possibilities for the evaluation and diagnosis of children with ADHD, as well as for a better understanding of the brain functioning in the disorder. The present study sought to investigate, through behavioral and EEG tests, the mapping of cortical activity related to executive functioning in children and adolescents with ADHD. In order to compare the results obtained for the group affected by the disorder, a group of healthy children and adolescents was also investigated. A total of 46 volunteers, divided into a group of 25 children/adolescents with a diagnosis of ADHD and a group of 21 control children/adolescents, aged 7 to 14 years, were evaluated. An evaluation was made with neuropsychological tests associated with working memory (Spatial Delayed Recognition Span Task - SDRST) (with the inclusion of emotional stimuli), inhibitory control and cognitive flexibility (Five Digit Test - FDT). The behavioral results suggest that in the ADHD group the correct answers in the SDRST are associated with less capacity of spatial recall, with a possible memory decline that affected the storage capacity; including emotional stimuli in the stage of context images. In addition, the increased reaction times in the ADHD group for the resolution of the SDRST task could be associated with deficits in processing speed and with attentional changes. On the other hand, in the FDT, the lowest performance in the ADHD group presented in the stages of choice and alternation, which require controlled attention and alternating attention. In the results of the cortical activity, in the SDRST, the greatest number of differences between the control group and the ADHD group of were in the beta and gamma frequency bands, mainly in cortical areas that are part of the dorsolateral prefrontal cortex, one of the main structure of visual-spatial working memory. Concerning FDT, all frequency bands showed significant differences between the groups, in theta and alpha with predominance of areas that extend from the frontal region (including areas related to impulse control) to the occipital in the left hemisphere, and in beta and gamma with bilateral predominance distributed in most of the cortical areas. In general, it is possible to identify the characteristics of the mapping of cortical activity related to the modulation of emotional memory and executive functions in children/adolescents with ADHD and to compare them with the characteristics of healthy children/adolescents. The present work, besides contributing to the understanding of the phenomenon of ADHD and to the understanding of its cerebral functioning, has developed an evaluation protocol with adjusted and adapted tests in a computerized version and with stimuli according to the studied population, that can be used not only in clinical populations that affect the functioning of cortical areas related to executive functions but also in healthy individuals.

Keywords: ADHD, visual-spatial working memory, emotion, inhibition, mental flexibility, executive functions, SDRST, FDT, cortical activity, EEG.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Modelo principais funções executivas. Adaptada de Martinez et al. (2016).....	29
Figura 2. Déficits cognitivos no TDAH e sua associação com a disfunção do córtex pré-frontal e outras regiões cerebrais. Adaptada de Martínez et al. (2016).	35
Figura 3. Versão do modelo Neuron-Spectrum-4/EPM.....	51
Figura 4. Modelo de touca usado para o registro da atividade cerebral.....	52
Figura 5. Posicionamento de eletrodos de acordo com o sistema 10/20. A. Vista lateral, B. Vista superior. Os eletrodos com números pares estão localizados no hemisfério direito. Os eletrodos posicionados na linha média recebem a letra z (zero). A= Ponto pré-auricular. C= Central. P= Parietal. F= Frontal; Fp= Frontopolar. O= Occipital. Imagem tomada de http://www.bem.fi/book/13/13.htm	52
Figura 6. Sala para avaliação dos participantes.	53
Figura 7. Visualização do Software Scalemate.	56
Figura 8. Exemplo de pergunta feita no SNAP- IV (Parte 1).....	57
Figura 9. Tabela de resultados disponibilizadas pelo SNAP-IV.	57
Figura 10. Exemplo de pergunta feita no SDQ (Parte 1).	59
Figura 11. Tabela de resultados disponibilizados pelo SDQ.....	60
Figura 12. Exemplos de imagens utilizadas no TREA.	61
Figura 13. Esquema de apresentação de uma etapa do TREA. A ponta da seta mostra o estímulo que deveria ser tocado pelo sujeito em cada momento do teste.	62
Figura 14. Configuração do TREA.	65
Figura 15. Tabela de resultados disponibilizada pelo programa TREA.	66
Figura 16. Esquema de apresentação do FDT. Tomado de Campos et al., (2016).....	67
Figura 17. Esquema de apresentação dos estímulos no FDT, na versão computadorizada .	68
Figura 18. Visualização Plataforma Stroop Test para execução da versão computadorizada do FDT.	69
Figura 19. Configuração do FDT.....	70
Figura 20. Tabela de informação disponibilizada pelo FDT ao final da sessão.	71
Figura 21. Exemplo de uma matriz do Teste Raven (Escala Infantil). A ponta da seta representa a resposta correta.....	73
Figura 22. Configuração do Raven.	74
Figura 23. Relatório de resultados disponibilizado pelo teste Raven.	75
Figura 24. Esquema do procedimento realizado durante a sessão de avaliação.....	77
Figura 25. Desempenho do grupo controle e do grupo TDAH quanto aos acertos nas etapas do TREA (média±EPM). *Diferença estatisticamente significativa= Controles>TDAH em	

acertos totais. Anova de duas vias, seguida do <i>post hoc</i> teste-t com correção de Bonferroni (p<0.05). (n= 21 Controles; n= 25 TDAH).	85
Figura 26. Desempenho do grupo controle e do grupo TDAH quanto aos acertos no tipo de face (neutra, positiva, negativa) do TREA (média±EPM). Anova de duas vias, seguida do <i>post hoc</i> teste-t com correção de Bonferroni (p>0.05). (n= 21 Controles; n= 25 TDAH)...	86
Figura 27. Desempenho do grupo controle e do grupo TDAH quanto aos acertos no tipo de imagem de contexto (neutra, positiva, negativa) do TREA (média±EPM). *Diferença estatisticamente significativa= Controles>TDAH no tipo de imagem Positiva. **Diferença estatisticamente significativa= Neutra>Negativa dentro do grupo TDAH. Anova de duas vias, seguida do <i>post hoc</i> teste-t com correção de Bonferroni (p<0.05). (n= 21 Controles; n= 25 TDAH).....	87
Figura 28. Desempenho do subtipo Desatenção e do subtipo Combinado quanto aos acertos nas etapas do TREA (média±EPM). Anova de duas vias, seguida do <i>post hoc</i> teste-t com correção de Bonferroni (p>0.05). (n= 7 Desatenção; n= 17 Combinado).	88
Figura 29. Desempenho do grupo controle e do grupo TDAH quanto ao tempo de reação nas etapas do TREA (média±EPM). *Diferença estatisticamente significativa= Controles>TDAH em tempo de reação total. Anova de duas vias, seguida do <i>post hoc</i> teste-t com correção de Bonferroni (p<0.05). (n= 21 Controles; n=25 TDAH).	89
Figura 30. Desempenho do grupo controle e do grupo TDAH quanto ao tempo de reação para os tipos de face (neutra, positiva, negativa) do TREA (média±EPM). *Diferença estatisticamente significativa= Neutra>Positiva dentro do grupo TDAH. Anova de duas vias, seguida do <i>post hoc</i> teste-t com correção de Bonferroni (p<0.05). (n= 21 Controles; n= 25 TDAH).	90
Figura 31. Desempenho do grupo controle e do grupo TDAH quanto ao tempo de reação no tipo de imagem de contexto (neutra, positiva, negativa) do TREA (média±EPM). Anova de duas vias, seguida do <i>post hoc</i> teste-t com correção de Bonferroni (p>0.05). (n= 21 Controles; n= 25 TDAH)......	90
Figura 32. Desempenho do subtipo Desatenção e do subtipo Combinado quanto ao tempo de reação nas etapas do TREA (média±EPM). Anova de duas vias, seguida do <i>post hoc</i> teste-t com correção de Bonferroni (p>0.05). (n= 7 Desatenção; n= 17 Combinado).	91
Figura 33. Desempenho do grupo controle e do grupo TDAH quanto aos acertos nas etapas do FDT (média±EPM). *Diferença estatisticamente significativa= Contagem>Alternância dentro do grupo TDAH. **Diferença estatisticamente significativa= Leitura>Alternância dentro do grupo TDAH. ∞Diferença estatisticamente significativa= Contagem>Alternância dentro do grupo controle. ∞∞Diferença estatisticamente significativa= Leitura>Alternância dentro do grupo controle. Anova de duas vias, seguida do <i>post hoc</i> teste-t com correção de Bonferroni (p<0.05). (n= 21 Controles; n= 25 TDAH).	93
Figura 34. Desempenho do subtipo Desatenção e do subtipo Combinado quanto aos acertos nas etapas do FDT (média±EPM). *Diferença estatisticamente significativa= Desatenção>Combinado dentro da etapa de alternância. **Diferença estatisticamente significativa= Contagem>Alternância dentro do subtipo Combinado. ***Diferença estatisticamente significativa= Leitura>Alternância dentro do subtipo Combinado. Anova de	

duas vias, seguida do post hoc teste-t com correção de Bonferroni ($p < 0.05$). (n= 7 Desatenção; n= 17 Combinado).....	94
Figura 35. Desempenho do grupo controle e do grupo TDAH quanto aos erros nas etapas do FDT (média±EPM). *Diferença estatisticamente significativa= Alternância>Contagem dentro do grupo TDAH. **Diferença estatisticamente significativa= Alternância>Leitura dentro do grupo TDAH. Anova de duas vias, seguida do post hoc teste-t com correção de Bonferroni ($p < 0.05$). (n= 21 Controles; n= 25 TDAH).	95
Figura 36. Desempenho do subtipo Desatenção e do subtipo Combinado quanto aos erros nas etapas do FDT (média±EPM). Anova de duas vias, seguida do post hoc teste-t com correção de Bonferroni ($p > 0.05$). (n= 7 Desatenção; n= 17 Combinado).....	96
Figura 37. Desempenho do grupo controle e do grupo TDAH quanto às omissões nas etapas do FDT (média±EPM). *Diferença estatisticamente significativa= Alternância>Leitura dentro do grupo TDAH. Anova de duas vias, seguida do post hoc teste-t com correção de Bonferroni ($p < 0.05$). (n= 21 Controles; n= 25 TDAH).	97
Figura 38. Desempenho do subtipo Desatenção e do subtipo Combinado quanto às omissões nas etapas do FDT (média±EPM). Anova de duas vias, seguida do post hoc teste-t com correção de Bonferroni ($p > 0.05$). (n= 7 Desatenção; n= 17 Combinado).	98
Figura 39. Desempenho do grupo controle e do grupo TDAH quanto às autocorreções nas etapas do FDT (média±EPM). †Diferença estatisticamente significativa= TDAH>Controles na etapa Escolha. *Diferença estatisticamente significativa= Alternância>Contagem dentro do grupo TDAH. **Diferença estatisticamente significativa= Alternância>Leitura dentro do grupo TDAH. ∞Diferença estatisticamente significativa= Alternância>Contagem dentro do grupo controle. ∞∞Diferença estatisticamente significativa= Alternância>Leitura dentro do grupo controle. Anova de duas vias, seguida do post hoc teste-t com correção de Bonferroni ($p < 0.05$). (n= 21 Controles; n= 25 TDAH).	99
Figura 40. Desempenho do subtipo Desatenção e do subtipo Combinado quanto às autocorreções nas etapas do FDT (média±EPM). *Diferença estatisticamente significativa= Escolha>Leitura dentro do subtipo Combinado. **Diferença estatisticamente significativa= Alternância>Leitura dentro do subtipo Combinado. ∞Diferença estatisticamente significativa= Alternância>Leitura dentro do subtipo Desatenção. Anova de duas vias, seguida do post hoc teste-t com correção de Bonferroni ($p < 0.05$). (n= 7 Desatenção; n= 17 Combinado).	100
Figura 41. Desempenho do grupo controle e do grupo TDAH, enquanto ao tempo de reação nas etapas do FDT (média±EPM). Anova de duas vias, seguida do post hoc teste-t com correção de Bonferroni ($p > 0.05$). (n= 21 Controles; n= 25 TDAH).....	101
Figura 42. Desempenho do subtipo Desatenção e do subtipo Combinado quanto ao tempo de reação nas etapas do FDT (média±EPM). Anova de duas vias, seguida do post hoc teste-t com correção de Bonferroni ($p > 0.05$). (n= 7 Desatenção; n= 17 Combinado).	102
Figura 43. Pontuação do grupo controle e do grupo TDAH, quanto ao índice de inibição e flexibilidade no FDT (média±EPM). Mann-Whitney teste para amostras não relacionadas ($p > 0.05$). (n= 21 Controles; n= 25 TDAH).	103

Figura 44. Pontuação do subtipo Desatenção e do subtipo Combinado, quanto ao índice de inibição e flexibilidade no FDT (média±EPM). Teste-t para amostras não relacionadas ($p>0.05$). (n= 7 Desatenção; n= 17 Combinado).....	103
Figura 45. Mapas topográficos para a ativação cortical dos grupos controle e TDAH no teste TREA. Os pontos vermelhos na representação à direita indicam os eletrodos para os quais foram encontradas diferenças estatisticamente significativas. Teste t não-pareado. (n= 21 Controles; n= 25 TDAH).....	105
Figura 46. Mapas topográficos da ativação cortical dos grupos controle e TDAH, na etapa de formas geométricas do TREA. Os pontos vermelhos na representação à direita indicam os eletrodos para os quais foram encontradas diferenças estatisticamente significativas. Teste t não-pareado. (n= 21 Controles; n= 25 TDAH).....	107
Figura 47. Mapas topográficos da ativação cortical dos grupos controle e TDAH, na etapa de faces do TREA. Os pontos vermelhos na representação à direita indicam os eletrodos para os quais foram encontradas diferenças estatisticamente significativas. Teste t não-pareado. (n= 21 Controles; n= 25 TDAH).....	109
Figura 48. Mapas topográficos da ativação cortical dos grupos controle e TDAH, na etapa de figuras de contexto do TREA. Os pontos vermelhos na representação à direita indicam os eletrodos para os quais foram encontradas diferenças estatisticamente significativas. Teste t não-pareado. (n= 21 Controles; n= 25 TDAH).....	111
Figura 49. Mapas topográficos para a ativação cortical dos grupos controle e TDAH, nas imagens emocionais da etapa de faces do TREA. Os pontos vermelhos na representação à direita indicam os eletrodos para os quais foram encontradas diferenças estatisticamente significativas. Teste t não-pareado. (n= 21 Controles; n= 25 TDAH).....	90
Figura 50. Mapas topográficos para a ativação cortical dos grupos controle e TDAH, nas imagens emocionais da etapa de contexto do TREA. Os pontos vermelhos na representação à direita indicam os eletrodos para os quais foram encontradas diferenças estatisticamente significativas. Teste t não-pareado. (n= 21 Controles; n= 25 TDAH).....	92
Figura 51. Mapas topográficos para a ativação cortical dos subtipos Desatenção e Combinado, nas etapas do TREA. Os pontos vermelhos na representação à direita indicam os eletrodos para os quais foram encontradas diferenças estatisticamente significativas. Teste t não-pareado. (n= 7 Desatenção; n= 17 Combinado).	94
Figura 52. Mapas topográficos para a ativação cortical dos subtipos Desatenção e Combinado, nas imagens emocionais da etapa de faces do TREA. Os pontos vermelhos na representação à direita indicam os eletrodos para os quais foram encontradas diferenças estatisticamente significativas. Teste t não-pareado. (n= 7 Desatenção; n= 17 Combinado).	96
Figura 53. Mapas topográficos para a ativação cortical dos subtipos Desatenção e Combinado, nas imagens emocionais da etapa de imagens de contexto do TREA. Os pontos vermelhos na representação à direita indicam os eletrodos para os quais foram encontradas diferenças estatisticamente significativas. Teste t não-pareado. (n= 7 Desatenção; n= 17 Combinado).	98

Figura 54. Mapas topográficos para a ativação cortical dos grupos controle e TDAH no FDT. Os pontos vermelhos na representação à direita indicam os eletrodos para os quais foram encontradas diferenças estatisticamente significativas. Teste t não-pareado. (n= 21 Controles; n= 25 TDAH).....	100
Figura 55. Mapas topográficos para a ativação cortical dos grupos controle e TDAH na etapa de leitura do FDT. Os pontos vermelhos na representação à direita indicam os eletrodos para os quais foram encontradas diferenças estatisticamente significativas. Teste t não-pareado. (n= 21 Controles; n= 25 TDAH).	102
Figura 56. Mapas topográficos para a ativação cortical dos grupos controle e TDAH na etapa de contagem do FDT. Os pontos vermelhos na representação à direita indicam os eletrodos para os quais foram encontradas diferenças estatisticamente significativas. Teste t não-pareado. (n= 21 Controles; n= 25 TDAH).	104
Figura 57. Mapas topográficos para a ativação cortical dos grupos controle e TDAH na etapa de escolha do FDT. Os pontos vermelhos na representação à direita indicam os eletrodos para os quais foram encontradas diferenças estatisticamente significativas. Teste t não-pareado. (n= 21 Controles; n= 25 TDAH).	106
Figura 58. Mapas topográficos para a ativação cortical dos grupos controle e TDAH na etapa de alternância do FDT. Os pontos vermelhos na representação à direita indicam os eletrodos para os quais foram encontradas diferenças estatisticamente significativas. Teste t não-pareado. (n= 21 Controles; n= 25 TDAH).	108
Figura 59. Mapas topográficos para a ativação cortical dos subtipos Desatenção e Combinado, nas etapas do FDT. Os pontos vermelhos na representação à direita indicam os eletrodos para os quais foram encontradas diferenças estatisticamente significativas. Teste t não-pareado. (n= 7 Desatenção; n= 17 Combinado).	110

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Sintomas e subtipos de TDAH.	21
Tabela 2. Características da amostra.....	82
Tabela 3. Classificação subtipo de TDAH de acordo com o SNAP – IV.....	83
Tabela 4. Escores no SDQ.....	83
Tabela 5. Escores no Teste Raven.	84

LISTA DE ABREVIATURAS

Anova – Análise de variância.
APA - American Psychiatric Association.
ATV - Área tegmentar ventral.
CCA- Córtex cingulado anterior.
CONT/Negativo – Contexto/negativo.
CONT/Neutro – Contexto/neutro.
CONT/Positivo – Contexto/positivo.
CPFDL – Córtex pré-frontal dorso lateral.
DSM - Manual diagnóstico e estatístico de transtornos mentais.
EEG – Eletroencefalografia.
ERP – Potenciais evocados relacionados a eventos.
FAC/Negativo – Faces/negativo.
FAC/Neutro – Faces/neutro.
FAC/Positivo – Faces/positivo.
FC - Frequência cardíaca
FDT - Teste dos cinco dígitos.
FIDC - Ficha de informações demográficas e clínicas.
GEDA - Grupo de estudos do déficit de atenção.
IAPS - International archive picture system.
ICA – Análise de componentes independentes.
NAcc - Núcleo accumbens.
RGP - Resposta galvânica da pele.
RMN - Ressonância magnética nuclear.
RMf - Ressonância magnética funcional.
SBNp – Sociedade Brasileira de Neuropsicologia.
SDQ - Questionário de capacidades e dificuldades.
SNAP-IV - Questionário de Swanson, Nolan e Pelham-IV.
SNC - Sistema nervoso central.
TALE - Termo de assentimento livre e esclarecido.
TAUISV - Termo de autorização para utilização de imagem e som de voz para fins de pesquisa.
TCLE - Termo de consentimento livre e esclarecido.
TDAH - Transtorno de déficit de atenção/hiperatividade.
TREA - Teste de reconhecimento espacial com atraso.
UFRGS - Universidade Federal do Rio Grande do Sul.
UFRJ - Universidade Federal de Rio de Janeiro.

SUMARIO

DEDICATÓRIA	ii
AGRADECIMENTOS	iii
RESUMO	vii
ABSTRACT	ix
LISTA DE FIGURAS	xi
LISTA DE TABELAS	xvi
LISTA DE ABREVIATURAS.....	xvii
I. INTRODUÇÃO	20
1.1. Transtorno de Déficit de Atenção/Hiperatividade (TDAH): Definição, Sintomas, Co-morbidade e Prevalência.....	20
1.2. Neurobiologia e Neuroquímica do TDAH.....	25
1.3. Funções Executivas e TDAH	28
1.4. Neurobiologia das Funções Executivas	37
1.5. Emoções e TDAH.....	39
1.6. Neurobiologia das Emoções.....	40
1.7. Ondas Cerebrais.....	43
1.8. Atividade Cerebral e TDAH.....	43
II. OBJETIVOS.....	47
2.1. Geral.....	47
2.2. Específicos.....	47
III. MATERIAIS E MÉTODOS	48
3.1. Considerações Éticas	48
3.2. Participantes	48
3.3. Equipamentos	51
3.4. Instrumentos	54
3.5. Procedimento.....	75
3.6. Análise de Dados	80
IV. RESULTADOS	81
4.1. Características Sócio-demográficas dos Participantes.....	81
4.2. Avaliação Inicial.....	82
4.3. Comportamentais	84

4.4.	Atividade Cortical.....	104
V.	DISCUSSÃO	111
5.1.	Comportamental	111
5.2.	Atividade Cortical.....	119
VI.	LIMITAÇÕES DO ESTUDO.....	129
VII.	CONCLUSÕES.....	130
VIII.	PERSPECTIVAS FUTURAS	132
IX.	ATIVIDADES ADICIONAIS DERIVADAS DO TRABALHO.....	133
	REFERÊNCIAS.....	135
	ANEXOS	162
	Anexo 1. Parecer Consubstanciado do CEP	163
	Anexo 2. Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE).....	164
	Anexo 3. Termo de Autorização para Utilização de Imagem e Som de Voz para Fins de Pesquisa (TAUISV).....	166
	Anexo 4. Termo de Assentimento Livre e Esclarecido (TALE).....	167
	Anexo 5. Ficha de Informações Demográficas e Clínicas.....	169
	Anexo 6. Artigo de Revisão Publicado	173
	Anexo 7. Certificados Trabalhos/XV Congresso Brasileiro de Neuropsicologia da SBNP	174
	Anexo 8. Submissão do Projeto/Edital Chamada Universal 01/2016	175
	Anexo 9. Capítulo de Livro a Ser Publicado	177

I. INTRODUÇÃO

1.1. Transtorno de Déficit de Atenção/Hiperatividade (TDAH): Definição, Sintomas, Co-morbidade e Prevalência

O TDAH é um transtorno do neurodesenvolvimento, em que se verifica um padrão persistente de comportamento associado com falta de atenção e/ou hiperatividade-impulsividade, que se manifesta em diferentes contextos: escolar, familiar, social, etc. Por ser de prevalência elevada na população pediátrica e um dos transtornos mais comuns na infância é considerado um problema médico e social (American Psychiatric Association [APA], 2013).

Segundo a APA (2013), em seu Manual Diagnóstico e Estatístico de Transtornos Mentais (DSM-5), os sintomas se enquadram em dois domínios principais: desatenção e hiperatividade-impulsividade; além de um subtipo (combinado) que concentra a presença dos dois anteriores. Dentre os sintomas, manifestam-se, entre outros, a dificuldade para focalizar a atenção em detalhes, dificuldade para organizar as tarefas e atividades, fala excessiva e pouca capacidade de se comportar adequadamente em determinadas situações (APA, 2013). Para o diagnóstico, é necessária a presença de seis ou mais dos nove sintomas de cada domínio, ou uma combinação de ambos (inatenção - hiperatividade/impulsividade), especificados nos critérios do DSM (Tabela 1).

Tabela 1. Sintomas e subtipos de TDAH.

Desatenção	Hiperatividade e impulsividade
(1) Não consegue prestar muita atenção a detalhes ou comete erros por descuido nos trabalhos da escola ou tarefas.	(1) Mexe com as mãos ou os pés ou se remexe na cadeira.
(2) Tem dificuldade de manter a atenção em tarefas ou atividades de lazer.	(2) Sai do lugar na sala de aula ou em outras situações em que se espera que fique sentado.
(3) Parece não estar ouvindo quando se fala diretamente com ele.	(3) Corre de um lado para outro ou sobe demais nas coisas em situações em que isto é inapropriado.
(4) Não segue instruções até o fim e não termina deveres de escola, tarefas ou obrigações.	(4) Tem dificuldade em brincar ou envolver-se em atividades de lazer de forma calma.
(5) Tem dificuldade para organizar tarefas e atividades.	(5) Não pára ou freqüentemente está a “mil por hora”.
(6) Evita, não gosta ou se envolve contra a vontade em tarefas que exigem esforço mental prolongado.	(6) Fala em excesso.
(7) Perde coisas necessárias para atividades (p. ex: brinquedos, deveres da escola, lápis ou livros).	(7) Responde às perguntas de forma precipitada antes delas terem sido terminadas.
(8) Distrai-se com estímulos externos.	(8) Tem dificuldade de esperar sua vez.
(9) É esquecido em atividades do dia-a-dia.	(9) Interrompe os outros ou se intromete (por exemplo: intromete-se nas conversas, jogos, etc.).
Combinado	
Atender critérios para desatenção (6 + sintomas) e hiperatividade-impulsividade (6 + sintomas).	
O conjunto de sintomas de TDAH geralmente se manifesta antes dos 12 anos de idade, apresentando seis ou mais deles (em adolescentes mais velhos e adultos com 17 anos de idade, pelo menos cinco sintomas são necessários) para diagnosticar qualquer subtipo de TDAH, mantidos por um período superior a 6 meses, com uma intensidade que é incompatível com o nível de desenvolvimento e tem um impacto negativo direto nas atividades sociais e acadêmicas / de trabalho do indivíduo.	

Nota. Adaptada de Martínez, Prada, Satler, Tavares e Tomaz (2016).

O conjunto de sintomas do TDAH geralmente se manifesta antes dos 12 anos de idade, mantendo-se por um período superior aos seis meses, com uma intensidade que é incompatível com o nível de desenvolvimento do indivíduo e tem um impacto negativo direto sobre as atividades sociais e acadêmicas (APA, 2013).

Por outro lado, sabe-se que, além das alterações cognitivas relacionadas às funções executivas, o transtorno não é apenas caracterizado por dificuldades cognitivas, mas também por alterações marcantes no nível emocional (em que são comprometidos o reconhecimento, a regulação e a expressão das emoções) (Sobanski et al., 2010), que ocorrem como produto da disfunção nos processos de controle executivo e que, de acordo com o DSM-5 (APA, 2013), leva a um impacto de longo prazo no funcionamento e no desenvolvimento do indivíduo.

O procedimento para a avaliação do TDAH requer uma revisão do histórico médico da criança, do seu desenvolvimento e da sua interação com a família, além do exame de suas funções intelectuais e acadêmicas. Nesse sentido, escalas comportamentais e testes que mensuram as funções executivas são úteis para a avaliação, embora não possam ser considerados testes diagnósticos propriamente ditos.

Em termos de diagnóstico do TDAH, há uma série de aspectos a serem considerados, tais como: 1) a necessidade de um diagnóstico multidimensional, o que requer o trabalho e a participação conjunta de diversos profissionais; 2) o pouco conhecimento dos sintomas do transtorno por pais e professores que são informantes diretos do comportamento da criança, o que pode conduzir a identificações erradas ou imprecisas; 3) o pouco uso por parte dos profissionais dos manuais diagnósticos e dos critérios estabelecidos como base para o diagnóstico; 4) a co-morbidade com outros transtornos neurológicos e psiquiátricos que são considerados frequentes em quadros de TDAH (Biederman & Faraone, 2005); 5) o uso de medidas de avaliação comportamentais subjetivas, em detrimento de outras medidas, que podem concorrer para um diagnóstico dúbio e no mesmo sentido, a limitação do uso de medidas da atividade cerebral no contexto da investigação clínica para fins diagnósticos; 6) a rotulação de crianças que sofreram diagnóstico incorreto que pode levar a comportamentos inadequados dirigidos à criança no contexto educacional, social ou familiar; e finalmente, 7) a dificuldade de reconhecimento e/ou aceitação por parte dos pais quando da comprovação do diagnóstico do TDAH, que podem levar ao retardo na busca por tratamento adequado para a criança que dele necessita.

Clinicamente, e de acordo com o DSM-5 (APA, 2013), o TDAH apresenta co-morbidade com diversos transtornos dentre os quais podemos elencar:

1. o transtorno desafiador opositivo concorre com o TDAH em aproximadamente metade das crianças do subtipo combinado e em cerca de 25% do subtipo desatenção;
2. o transtorno de conduta manifesta-se em aproximadamente 25% de crianças e adolescentes do subtipo combinado;
3. o transtorno depressivo para o qual uma percentagem menor de crianças com TDAH têm sintomas que preenchem os seus critérios;
4. o transtorno específico de aprendizagem, frequentemente;
5. os transtornos de ansiedade e o transtorno de depressão maior se apresentam em uma percentagem menor de indivíduos com TDAH, embora com mais frequência do que na população geral;
6. o transtorno explosivo intermitente manifesta-se em uma percentagem menor de adultos com TDAH, mas acima do que apresenta a população geral;
7. os transtornos por consumo de substâncias estão presentes somente em uma minoria de adultos com TDAH, mas ainda assim são relativamente mais frequentes entre os adultos com TDAH do que entre a população geral;
8. o transtorno de personalidade antissocial e outros transtornos de personalidade podem acompanhar o TDAH nos adultos; e
9. finalmente, o transtorno obsessivo-compulsivo, o de tiques e o transtorno do espectro autista também podem ser co-morbidos com o TDAH.

Adicionalmente, alguns autores têm exposto que as características co-morbidas durante a idade escolar e a adolescência, incluem sintomas externalizantes e internalizantes (Larsson, Dilshad, Lichtenstein & Barker, 2011), dificuldades sociais (DuPaul, McGoey, Eckert & VanBrakle, 2001), problemas de sonho (Owens, 2005), transtornos do aprendizado (Spencer,

Biederman & Mick, 2007), baixo coeficiente intelectual (Kuntsi et al., 2004), e pobre desempenho acadêmico (Masseti et al., 2008).

No que se refere a sua distribuição, de acordo com uma recente meta-análise, a prevalência média mundial do TDAH é de cerca de 7% em crianças e adolescentes (Thomas, Sanders, Doust, Beller & Glasziou, 2015). No entanto, varia amplamente entre os estudos, de acordo com o país, a idade, o sexo ou o procedimento diagnóstico (Canals, Morales-Hidalgo, Claustre Jané & Domènech, 2016); porém, sem diferenças significativas entre países em nível mundial quando controladas as diferenças segundo os algoritmos usados para o diagnóstico (Rodillo, 2015).

Por outro lado, a proporção do TDAH é de três meninos acometidos para cada menina (Muñoz, Palau, Salvadó & Valls, 2006), e estima-se que até 67% destas crianças experimentam sintomas persistentes e deficiências funcionais no início da idade adulta (Ranby et al., 2012; Yildiz, Sismanlar, Memik, Karakaya & Agaoglu, 2011). Dados do DSM-5 (APA, 2013), sugerem o TDAH como uma condição que ocorre em 2,5% dos adultos.

No Brasil, a prevalência de crianças com TDAH em idade escolar é alta (Gonçalves, Pureza & Prando, 2011), variando em média de 5 a 18% (Fontana, de Vasconcelos, Werner, Góes & Liberal, 2007; Freire & Pondé, 2005), o que coincide com os índices de prevalência apresentados mundialmente (Hora, Silva, Ramos, Pontes & Nobre, 2015; Poeta & Neto, 2004; Santos & De Vasconcelos, 2010).

Sabe-se que no TDAH existe hereditariedade de 60 a 75%, com múltiplos genes implicados que interagem com fatores ambientais aumentando a suscetibilidade genética para desenvolvê-lo (Cortese, 2012; Mastronardi et al., 2016). Adicionalmente, tem-se descrito uma forte associação entre TDAH e vários genes envolvidos nas vias dopaminérgicas e serotoninérgicas (Faraone & Mick, 2010). Assim, não existe dúvida de que é um transtorno

neurobiológico, influenciado por fatores biológicos e ambientais que chegam a determinar as manifestações clínicas em cada indivíduo que dele padece (Mastronardi et al., 2016).

1.2. Neurobiologia e Neuroquímica do TDAH

Em relação à neurobiologia do transtorno, sabe-se que uma das regiões gerais do cérebro afetadas em pessoas com TDAH é o córtex frontal, especialmente na área pré-frontal, bem como os núcleos da base e o córtex parietal posterior (Wasserstein & Stefanatos, 2016). Assim, a disfunção dos lobos frontais e mais especificamente do córtex pré-frontal, conduz a um atraso ou comprometimento das funções executivas, que são um pré-requisito para o bom desenvolvimento de uma variedade de processos cognitivos orientados para o cumprimento de metas (Funahashi & Andreau, 2013).

Diversas implicações anatômicas e biológicas do TDAH permitem explicar e compreender os efeitos do transtorno, que são exibidos principalmente em processos cognitivos relacionados ou dependentes das funções executivas (Wasserstein & Stefanatos, 2016).

Estudos realizados com técnicas de neuroimagem evidenciam que no encéfalo das crianças com TDAH, determinadas estruturas como, por exemplo, o cerebelo, apresentam medidas significativamente menores (em média) ao longo da infância e da adolescência em comparação com as mesmas estruturas em crianças sem o transtorno; e ainda, o córtex pré-frontal direito é mais simétrico em indivíduos portadores do transtorno, o que contrasta com a população em geral, na qual este é ligeiramente maior do que seu homólogo no hemisfério esquerdo (Castellanos & Proal, 2012). Outros estudos têm revelado diferenças funcionais no córtex pré-frontal e no estriado em pacientes com TDAH, em comparação com os controles,

sugerindo a implicação dos circuitos fronto-estriatais na patogênese do TDAH, assim como imaturidade do córtex pré-frontal dorsolateral e dos núcleos caudado e pálido do hemisfério direito (Vieira de Melo, Trigueiro & Rodrigues, 2017).

O TDAH associa-se a uma dismorfologia, disfunção e baixa conectividade de múltiplas redes (fronto-estriatal, fronto-parietal e fronto-cerebelar), o que se traduz em alterações cognitivas (Rodillo, 2015).

Os cinco principais circuitos fronto-subcorticais que têm sido vinculados ao TDAH, conectam o corpo estriado, o globo pálido, a substância negra e o tálamo com regiões específicas do córtex pré-frontal. As vias originam-se nos campos oculares frontais, na área motora suplementar, no córtex pré-frontal dorsolateral, na área orbitofrontal lateral, e na região anterior do córtex cingulado, sendo denominadas circuitos gânglios basais-talamocorticais (Wasserstein & Stefanatos, 2016).

Desse modo, o caudado e o putamen recebem entradas excitatórias de muitas áreas corticais e núcleos talâmicos, e servem como componente integral do processamento paralelo nos circuitos. As áreas do córtex pré-frontal, particularmente dorsolateral e ventrolateral, exercem influências recíprocas "*top down*" na atividade do núcleo caudado; estas áreas, bem como conexões dorsais do córtex cingular anterior, formam conexões chaves para a chamada "rede de atenção cognitiva" e junto com o estriado, as áreas premotoras, o tálamo e o cerebelo, parecem estar intimamente envolvidos na mediação de vários aspectos do comportamento de inibição (Wasserstein & Stefanatos, 2016).

Os três circuitos comportamentalmente relevantes, com origens no sistema pré-frontal do córtex: o circuito pré-frontal dorsolateral, media as funções executivas e permite organizar as informações para facilitar uma resposta; o circuito cingulado anterior, está envolvido em mecanismos motivacionais; e o circuito orbitofrontal, com divisões laterais e mediais, a

porção medial permite a integração de informações límbicas e emocional em respostas comportamentais (Hong et al., 2015; Wasserstein & Stefanatos, 2016).

Os circuitos fronto-subcorticais são especialmente mecanismos efetores que permitem ao corpo agir em seu ambiente. Uma variedade de distúrbios, dentre os que se encontra o TDAH, estão associados a alterações que têm um impacto direto ou indireto sobre a integridade ou funcionamento desses circuitos; assim, as funções executivas prejudicadas, são distintivos da disfunção do circuito fronto-subcortical (Hong et al., 2015; Wasserstein & Stefanatos, 2016).

Existem evidências que sugerem no transtorno, a nível cerebral, um perfil imaturo de ativação funcional, especialmente naquelas regiões que se desenvolvem progressivamente com a idade (Rodillo, 2015). Estudos com imagens, em crianças com TDAH, têm descrito um atraso de 2 a 5 anos para alcançar a área e o volume cortical, especialmente nas regiões frontal, temporal superior, e parietal (Rubia, Alegria & Brinson, 2014).

Quanto à neuroquímica do transtorno, a teoria unitária da dopamina do TDAH descreve anormalidades em duas regiões dopaminérgicas: uma hipoativação das regiões corticais (cíngulo anterior), que produz déficit cognitivo, e uma hiperativação em regiões subcorticais (núcleo caudado), que causa um excesso motor (Castellanos & Proal, 2012; Sonuga-Barke & Castellanos, 2007).

Por outro lado, sugere-se que podem existir diferentes anormalidades em duas regiões noradrenérgicas: uma hipoatividade cortical (dorsolateral pré-frontal), que deriva num déficit primário da atenção (memória operacional) e sobreatividade nos sistemas subcorticais (locus ceruleus), o que resulta em maior alerta (Sidlauskaite, Sonuga-Barke & Wiersema, 2016).

Desse modo, sabe-se que as diferentes alterações nas vias dopaminérgicas e noradrenérgicas estão relacionadas com o controle atencional e a impulsividade (Gadow, Pinsonneault, Perlman & Sadee, 2014). Adicionalmente, a via dopaminérgica, no

mesoaccumbens, projeta desde a área tegmentar ventral (ATV) na porção mediana do cérebro até o núcleo accumbens (NAcc) no estriado ventral, participando de forma importante na conduta de recompensa e déficits motivacionais observados no TDAH (Castellanos & Proal, 2012; Sonuga-Barke & Castellanos, 2007).

A dopamina, enquanto neurotransmissor, exerce importante função nos mecanismos subjacentes aos sintomas do TDAH. Um estudo realizado por Gamo, Phil, Wang e Arnsten (2010), examinou em primatas não-humanos os efeitos, na função do córtex pré-frontal, de dois dos tratamentos farmacológicos utilizados no transtorno, o metilfenidato e a atomoxetina. No estudo, os macacos tinham que executar uma tarefa de memória operacional após a administração de uma ampla gama de doses de metilfenidato e atomoxetina, as quais foram estimuladas com um antagonista dos adrenoceptores- α_2 ou com um antagonista do receptor de dopamina D1. Os resultados encontrados apontaram melhora na função cognitiva do córtex pré-frontal dos macacos, efeito que parece envolver a estimulação indireta dos receptores adrenérgicos α_2 e dos receptores dopaminérgicos D1 no córtex pré-frontal, contribuindo provavelmente no tratamento do TDAH.

1.3. Funções Executivas e TDAH

As funções executivas, também conhecidas como controle executivo ou controle cognitivo, referem-se a um conjunto complexo de processos cognitivos inter-relacionados que determinam comportamentos intencionais e dirigidos, e fundamentam a execução ordenada de tarefas da vida diária de acordo com o contexto (Cicerone et al., 2000; Chung, Weyandt & Swentosky, 2014; Diamond, 2016).

Quanto à classificação, Martínez et al. (2016), destacam como funções executivas a inibição (controle inibitório, auto regulação do comportamento, controle da interferência, atenção seletiva e inibição cognitiva), a memória operacional (ou memória de trabalho), a flexibilidade cognitiva (também conhecida como flexibilidade mental), o raciocínio, a resolução de problemas e o planejamento.

Atualmente se propõe, principalmente, três funções executivas básicas (Diamond, 2016; Hofmann, Schmeichel & Baddeley, 2012): a memória operacional, a inibição de impulsos, e a flexibilidade cognitiva (Figura 1).

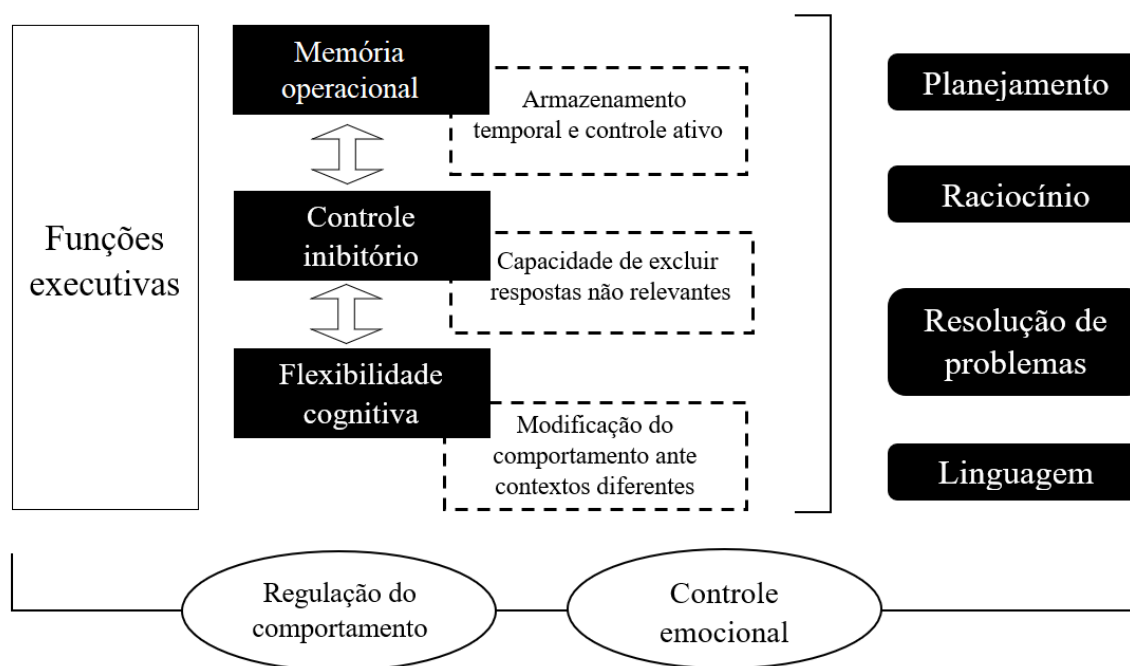


Figura 1. Modelo principais funções executivas. Adaptada de Martínez et al. (2016).

A memória operacional, também conhecida como *working memory*, consiste em um sistema de memória que permite a manipulação temporal de informações relevantes para a realização de tarefas complexas (Baddeley, 1992), mantendo-as disponíveis para acesso enquanto forem necessárias para planejar e guiar a conduta, resolver problemas, seguir um

raciocínio, planejar e realizar outros tipos de atividades cognitivas complexas, como a compreensão da linguagem, a leitura, o raciocínio, etc. (Diamond, 2013; 2016; Tirapu-Ustarroz & Muñoz-Céspedes, 2005).

O modelo de memória operacional foi desenvolvido inicialmente por Baddeley e Hitch (1974), que propuseram três subcomponentes de funcionamento: o executivo central, a alça fonológica e o esboço visuo-espacial. O primeiro refere a um sistema de controle da atenção, enquanto os outros dois são descritos como sistemas subsidiários (Baddeley, 1992).

Assim, a alça fonológica armazena temporariamente informações verbais através da repetição mental, permitindo utilizar o material verbal até o cérebro conseguir processar essa informação; em suma, ela mantém a fala interna que participa da memória de curto prazo. O esboço visuo-espacial, armazena e manipula imagens visuais e informações espaciais, participando na criação e utilização dessas informações. Por fim, o executivo central, que não é considerado um sistema de armazenamento, mas sim um sistema atencional operativo para trabalhar com conteúdo da memória, é um subcomponente que permite alternar, dividir e sustentar a atenção, como também supervisiona as informações provenientes dos outros subcomponentes da memória operacional. Desta forma, o executivo central consegue manipular e atualizar a informação quando se saturam esses subcomponentes escravos (subsidiários), trabalhar simultaneamente com a alça fonológica e o esboço visuo-espacial, além de inibir estímulos irrelevantes, e alternar cognitivamente entre informações (Baddeley, 2000; Tirapu-Ustarroz & Muñoz-Céspedes, 2005).

Posteriormente, o modelo anterior de Baddeley e Hitch (1974), foi reformulado, sendo adicionado um novo subcomponente: o retentor episódico, que combina informações armazenadas nos dois sistemas de apoio e na memória de longo prazo com aquelas obtidas por meio dos sistemas sensoriais, de modo que se cria uma representação multimodal e

temporal da informação atual, deixando-a disponível para acesso e modificação pelo executivo central de forma consciente (Baddeley, 2000; Tirapu-Ustarroz & Muñoz-Céspedes, 2005).

Em 2007, Baddeley postula o detector Hedônico, um novo componente que adiciona a seu modelo de memória operacional, o qual associa as emoções com o funcionamento cognitivo. Sugere-se que este componente seja o responsável pela avaliação e processamento da informação emocional, caracterizando-se por um ponto neutro para comparação de valências positivas e negativas de estímulos estabelecendo um valor médio entre estímulos no ambiente e informações retidas na memória operacional (Ribeiro, Albuquerque & dos Santos, 2018).

Segundo Baddeley (2007), o sistema de detecção hedônica é capaz de avaliar os estímulos permitindo que ações ótimas sejam escolhidas pelo indivíduo. Adicionalmente, o autor expõe que o sistema requiere armazenamento temporário e capacidade para manipular essas informações hedônicas armazenadas, implicando o envolvimento da memória operacional,

De acordo com Baddeley, Banse, Huang e Paege (2012), o sistema de detecção hedônica possui as seguintes características: 1. teria um ponto neutro para comparação de valências positivas e negativas de estímulos, com leituras acima desse ponto refletindo um valor positivo e abaixo dele um valor negativo. 2. Sua sensibilidade e estabilidade seriam importantes se houvesse coerência de ação ao longo do tempo. 3. Se for para ser usado em situações complexas, então pode ser necessário calcular a média em várias características de cada ação potencial, e isso, por sua vez, vai exigir alguma forma de armazenamento de memória. 4. O sistema deve poder discriminar entre o valor hedônico médio de dois ou mais

ações potenciais. 5. Tal manipulação e julgamento da informação hedônica parece depender, provavelmente, da memória operacional em geral e do executivo central em particular.

Por outro lado, a inibição, consiste na capacidade para inibir de forma controlada a produção de respostas automáticas quando a situação assim demanda. Refere-se a vários tipos diferentes, como: resposta ou inibição motora, inibição cognitiva, controle da interferência, inibição motivacional e inibição automática da atenção (Diamond, 2016). Segundo Uehara, Charchat-Fichman e Landeira-Fernandez (2013), a inibição do comportamento possui um caráter multidimensional, hierárquico e distinto, compreendendo três processos inter-relacionados: inibição de uma resposta prepotente, descontinuidade da resposta de padrão específico e controle de interferência.

A inibição considera-se uma função executiva importante, devido a sua capacidade para controlar a atenção, o comportamento e os pensamentos e/ou as emoções; também, pela sua forte predisposição para anular a distração interna ou externa, e fazê-lo sempre que necessário segundo às exigências do contexto; assim, o controle inibitório faz com que seja possível as mudanças e a escolha (Diamond, 2016; Malloy-Diniz, de Paula, Sedó, Fuentes & Leite, 2014; Martinez et al., 2016).

Barkley (1997), coloca que é fundamental que a inibição comportamental esteja intacta, pois qualquer prejuízo na inibição de resposta ou na antecipação e na prevenção de consequências, levaria o indivíduo à tendência de cometer mais erros e avaliações equivocadas, comportamento comum em pacientes com TDAH.

Por fim, a flexibilidade cognitiva, ou flexibilidade mental, é a capacidade do indivíduo para modificar o próprio comportamento de acordo com o requerimento do contexto situacional do meio (Malloy-Diniz et al., 2014; Stuss, 2011). Isto inclui a habilidade para aceitar mudanças na rotina diária, aprender com os erros e elaborar estratégias alternativas;

desta forma, a flexibilidade se associa com multitarefas e com processos de armazenamento temporal (Bausela-Herreras, 2014). Por outro lado, ela requer e baseia-se no controle inibitório e na memória operacional, para mudar as perspectivas, é necessário inibir (ou desativar) a perspectiva anterior e carregar (ou ativar) na memória operacional uma perspectiva diferente (Diamond, 2013; 2016).

De acordo com Diamond (2013; 2016), a flexibilidade cognitiva também envolve ser flexível o suficiente para se ajustar às demandas alteradas ou prioridades, admitir os erros e levar vantagem de oportunidades repentinas e inesperadas, o que claramente explica que seja o oposto da rigidez. Esta autora também expõe que a flexibilidade cognitiva permite superar as tendências automáticas, para assim conseguir mudar entre conjuntos mentais ou entre formas de pensar em relação aos estímulos, tornando-se em um dos processos mais exigentes dentre as funções executivas.

O desenvolvimento da flexibilidade cognitiva permite a expressão do pensamento criativo, que envolve um conjunto de estratégias de mudança e análise das informações sob uma perspectiva incomum ou atípica (Jurado & Rosselli, 2007).

São as funções executivas, descritas anteriormente, que tornam o indivíduo capaz de se engajar com sucesso no meio ambiente, de ter em uma vida independente e de apresentar comportamentos benéficos que sirvam a si próprio (Lezak, 1995). Delas dependem os comportamentos de iniciação, a tomada de decisão, o planejamento do comportamento, a atenção seletiva e a organização das informações, que resultam em ações propositivas necessárias para a solução dos problemas e para a utilização de operações cognitivas específicas como a memória, a meta-cognição, a aprendizagem e o raciocínio (Castellanos & Acosta, 2004; Malloy-Diniz et al., 2014; Stuss, 2011), o que alerta para a importância do estudo desses processos cognitivos na população afetada por TDAH, que naturalmente

apresenta maior suscetibilidade à distração, desatenção, impulsividade e dificuldade para conter comportamentos inadequados.

Nesta perspectiva, sabe-se que indivíduos com TDAH apresentam frequentemente uma síndrome associada a alterações do controle executivo, em que se verificam principalmente dificuldades do tipo inibitório, por exemplo, para manter a atenção e a concentração numa tarefa, em particular inibindo distrações visuais e sonoras; assim como também apresentam dificuldades na memória operacional e no planejamento, tudo isto como produto das alterações no córtex pré-frontal (Fabio, Castriciano, & Rondanini, 2015; Willcutt, Doyle, Nigg, Faraone & Pennington, 2005).

Adicionalmente, têm sido descritas complicações associadas à produtividade e à criatividade, incapacidade para a abstração de ideias e para a antecipação das consequências advindas do comportamento, o que provoca, por sua vez, um aumento da impulsividade (Arnett, MacDonald & Pennington, 2013; Bausela-Herreras, 2012). Em contrapartida, o transtorno também gera dificuldades significativas para modular os estados afetivos do indivíduo, assim como para reconhecer e compreender a informação emocional, o que se traduz em elevados níveis de agressividade, irritabilidade ou frustração (Albert, López-Martín, Fernández-Jaen & Carretié, 2008; Martel & Nigg, 2006).

De acordo com Fabio, Castriciano e Rondanini (2015), essa incapacidade de inibir ou adiar uma resposta explica muitos dos sintomas comportamentais (hiperatividade, impulsividade, e baixa tolerância à frustração), e dos sintomas cognitivos (baixa resistência à interferência) (Mayes & Calhoun, 2006; Shanahan et al., 2006).

De forma geral, a literatura mostra a existência de déficits cognitivos (atencionais, de funções executivas, memória e percepção) em pessoas com TDAH (Arnett et al., 2013), originados da disfunção nos lobos frontais, especificamente no córtex pré-frontal (Funahashi

& Andreau, 2013) e com manifestações associadas a distúrbios no controle inibitório, na memória operacional e no planejamento (Willcutt et al., 2005), como também na produtividade e criatividade, e incapacidade de abstrair ideias e antecipar as consequências do comportamento (Martínez et al., 2016) (Figura 2).

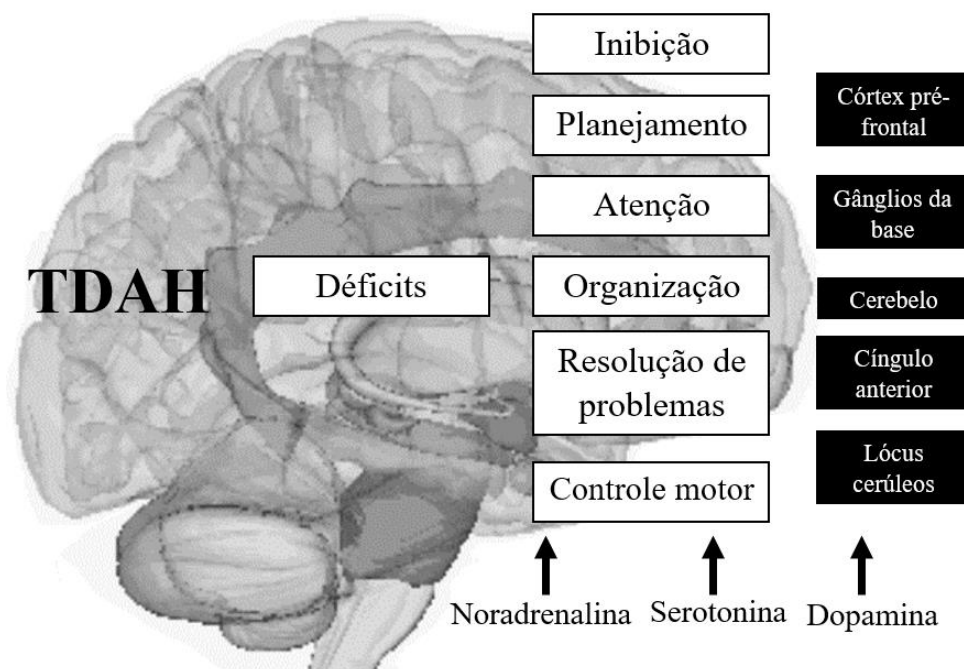


Figura 2. Déficits cognitivos no TDAH e sua associação com a disfunção do córtex pré-frontal e outras regiões cerebrais. Adaptada de Martínez et al. (2016).

As funções executivas variam de acordo com o significado motivacional de uma situação. Tem-se proposto uma distinção entre funções executivas frias, associadas com processos relativamente abstratos, em situações não afetivas, e funções executivas quentes, sob condições afetivas, motivacionalmente significativas (Zelazo & Carlson, 2012). Desse jeito, quando um indivíduo é confrontado e motivado a resolver um problema afetivo ou pessoalmente significativo, é mais provável que os aspectos quentes das funções executivas

apareçam; assim, ao contrário das frias, as funções quentes aparecem quando as pessoas se importam com o problema que estão tentando resolver (Zelazo, Qu & Müller, 2005).

As funções executivas frias referem-se a componentes que requerem uma grande quantidade de lógica e análise crítica (Rubia, 2011), e geralmente envolvem controle consciente de pensamentos e ações sem um componente afetivo. Já as funções quentes, envolvem processos cognitivos orientados por objetivos para o futuro, em contextos que geram emoção, motivação e tensão entre gratificação instantânea e recompensas de longo prazo (Zelazo et al., 2005). As funções executivas quentes foram postuladas para incluir habilidades cognitivo afetivas, tais como a capacidade de atrasar a gratificação e a tomada de decisão (Zelazo e Carlson, 2012).

Embora tenha sido feita uma distinção entre funções executivas frias e quentes, é importante considerar que estas são propostas para fazer parte de um coordenado sistema em que normalmente trabalham juntas (Zelazo & Carlson, 2012).

As funções executivas frias que comumente estão envolvidas no TDAH, incluem a inibição da resposta motora, a atenção sustentada, a memória operacional, o planejamento e a flexibilidade cognitiva, mediadas pela rede fronto-estriatal dorso-lateral e fronto-parietal. No entanto, há déficits em outras funções executivas frias, envolvidas no processamento temporal (percepção e avaliação do tempo), mediadas pelo circuito fronto-cerebelar. Por outro lado, os déficits nas funções executivas quentes envolvem incentivos e motivação, mediadas por estruturas pára-límbicas orbito-mediais e fronto-límbicas ventro-mediais (Rubia, 2011).

Zelazo e Müller (2002), sugeriram que o TDAH pode ser caracterizado por déficits primários em funções executivas frias, com deficiências secundárias nas funções executivas quentes. Desse modo, as funções executivas frias são descritas como mais fortemente

associadas ao desempenho acadêmico das crianças, enquanto as funções executivas quentes parecem estar mais fortemente implicadas no comportamento disruptivo e social (Garner & Waajid, 2012).

1.4. Neurobiologia das Funções Executivas

As funções executivas estão intimamente ligadas à atividade dos lobos frontais. Há evidências de que o funcionamento executivo está associado a várias redes distribuídas (Chung et al., 2014), que incluem não apenas as regiões frontais do córtex, mas as áreas subcorticais também (Bonelli & Cummings, 2007; Marvel & Desmond, 2010).

No córtex frontal, a região dorsolateral participa na memória operacional, as áreas anteriores e medial na motivação, e a região orbital no controle dos impulsos inibitórios e na interferência (Fuster, 2002).

Alguns autores têm descrito os circuitos fronto-subcorticais como participando nas funções executivas, por exemplo, o circuito pré-frontal dorso-lateral está envolvido na organização da informação para facilitar uma resposta; o circuito cingulado anterior está relacionado à condução de motivação; e o circuito orbito-frontal traduz a informação límbica e emocional em respostas comportamentais (Bonelli e Cummings, 2007). Além disso, é importante mencionar que as funções executivas, embora intimamente ligadas ao córtex pré-frontal, não são dependentes só dessa estrutura, mas também das estruturas e do funcionamento do sistema dopaminérgico cortical-estriado (Elliott, 2003).

Algumas investigações têm sugerido três principais circuitos fronto-subcorticais envolvidos em processos cognitivos, emocionais e motivacionais (Duke & Kaszniak, 2000; Sbordone, 2000): o dorso-lateral; o ventro-medial; e o orbito-frontal. O dorso-lateral projeta

principalmente à cabeça do núcleo caudato, e tem sido associado às funções executivas, incluindo os processos de fluência verbal, planejamento, inibição, memória operacional, habilidades organizacionais, raciocínio, solução de problemas e pensamento abstrato (Duke & Kaszniak, 2000; Malloy & Richardson, 2001; Stuss et al., 2000).

O circuito ventro-medial, que está envolvido na motivação, inicia-se no córtex cingulado anterior e projeta-se para o núcleo accumbens, lesões nesta região produzem decremento na interação social, apatia e retardo psicomotor (Sbordone, 2000). O córtex orbito-frontal, projeta-se para o núcleo caudado ventro-medial e está relacionado aos comportamentos socialmente apropriados, razão pela qual lesões nessa área provocam desinibição, impulsividade e comportamento antissocial (Alvarez & Emory, 2006).

A memória operacional, está associada com o lobo frontal, especificamente com a área pré-frontal e também, envolve interações entre as áreas pré-frontais, incluindo o córtex cingulado anterior, o córtex insular e as regiões dorso-lateral e orbital do córtex pré-frontal (Ledoux & Phelps, 2008).

Por outro lado, o substrato neural do controle inibitório situa-se principalmente nas áreas dorso-lateral, órbito-frontal e ventro-medial do córtex pré-frontal, associadas com o giro pré-frontal direito (Ditye et al., 2012). Desse modo, as interações entre o córtex pré-frontal direito, os núcleos da base, as regiões motoras primárias e o lobo temporal medial, são importantes para a manifestação do controle inibitório (Aron, Robbins & Poldrak, 2004). Adicionalmente, estudos de neuroimagem, que abordam processos de inibição, têm demonstrado a participação de várias regiões situadas nas áreas cingulada, pré-frontal, parietal e temporal (Chee, Sriram, Siong Soon & Ming Lee, 2000; Collette et al., 2001).

Já em termos da flexibilidade cognitiva, os estudos descrevem a participação dos núcleos da base, particularmente do corpo estriado e das interações múltiplas entre eles (Kehagia,

Murray & Robbins, 2010), mas também, áreas fronto-parietais, o córtex pré-frontal dorsolateral, e a região parietal inferior (Sá, 2015).

1.5. Emoções e TDAH

As emoções, definidas como estados psicofisiológicos complexos que atribuem valor a determinados episódios, eventos e estímulos (Dolan, 2002), são consideradas importantes moduladores dos diferentes tipos de memória, incluindo a memória operacional. Desses estados, derivam experiências mentais subjetivas e manifestações autonômicas e comportamentais (Lent, 2010) que possuem efeitos em processos cognitivos, tais como a percepção, a atenção, a tomada de decisões e a memória (Dolan, 2002). Sendo assim, a memória emocional é aquela influenciada por fatores tais quais emoções, motivações e humores (Thagard, 2006) e que pode ser avaliada por meio de testes clássicos de memória acrescidos de estímulos emocionais (Belham et al., 2013; Satler & Tomaz, 2011; Satler, Belham, Garcia, Tomaz & Tavares, 2015).

Dentre as diversas manifestações comportamentais decorrentes de uma emoção, as expressões faciais podem ser consideradas como as mais nítidas e importantes para a sinalização externa do que o indivíduo está sentindo (Calder & Young, 2005); além disso, o reconhecimento facial das emoções é uma habilidade fundamental na interação social, uma vez que ajuda o indivíduo a entender e se comportar corretamente (Thomas, Bellis, Graham & LaBar, 2007). Desse modo, reconhecer as propriedades faciais não é apenas um mecanismo importante para a manutenção da sobrevivência, mas também se refere a uma capacidade própria do sistema biológico cerebral no estabelecimento e na manutenção da

vida social (Calder & Young, 2005; Fusar-Poli et al., 2009; Haxby, Hoffman & Gobbini, 2002).

Segundo Dan e Raz (2015), nos últimos anos, a pesquisa tem-se concentrado cada vez mais no processamento de estímulos emocionais em crianças com TDAH, sendo que se supõe que alguns dos problemas no funcionamento social e emocional entre crianças e adolescentes com TDAH podem ser atribuídos a déficits no processamento de estímulos emocionais. Especificamente nas crianças que apresentam o transtorno, são encontradas dificuldades na percepção facial, no reconhecimento, no processamento e na interpretação das emoções, comparados com crianças controles (Collin, Bindra, Raju, Gillberg & Minnis, 2013).

O TDAH prejudica nas crianças o reconhecimento de expressões negativas de medo, raiva e tristeza (Cadesky, Mota & Schachar, 2000; Pelc, Kornreich, Foisy & Dan, 2006); adicionalmente, elas também, apresentam problemas para reconhecer emoções com base em informações contextuais (ou seja, quando os rostos alvo são mascarados e o julgamentos sobre uma pessoa ou estado emocional devem basear-se em pistas contextuais) (Fonseca Seguiier, Santos, Poinso & Deruelle, 2009).

1.6. Neurobiologia das Emoções

Tem-se proposto que os mecanismos neurais subjacentes à regulação emocional podem ser os mesmos que os subjacentes aos processos cognitivos, especificamente de ordem superior, tais como a atenção sustentada e a memória operacional, com a participação do córtex cingulado anterior (CCA), que tem duas subdivisões principais para processar separadamente informações cognitivas e emocionais (Bush, Luu & Posner, 2000). A subdivisão cognitiva tem interconexões com o córtex pré-frontal, córtex parietal e pré-motor,

e áreas motoras suplementares, esta subdivisão é ativada por tarefas que envolvem a seleção de escolha de informações conflitantes. A subdivisão emocional tem interconexões com o córtex orbito-frontal, a amígdala e o hipocampo, entre outras áreas do cérebro, esta subdivisão é ativada por tarefas relacionadas ao afeto.

Do ponto de vista neurobiológico, o elevado grau de sobreposição entre os circuitos neurais relacionados com os processos mnemônicos e o sistema límbico, principalmente as estruturas do lobo temporal medial (Gray et al., 2002; Sarmiento et al., 2007), e ainda, as conexões diretas e indiretas, via tálamo, entre o córtex pré-frontal e regiões subcorticais, tais como os núcleos da base, o sistema límbico, o hipocampo, a amígdala e o hipotálamo (Squire et al., 2008), possibilitam a interação entre os estados emocionais e a memória operacional.

A alocação da atenção para estímulos emocionais como resultado da atividade do sistema límbico culmina, possivelmente, no processamento prioritário desses estímulos por meio da memória operacional, e os eventos a eles relacionados, são preferencialmente adquiridos, codificados e consolidados na memória, facilitando posteriormente a sua evocação (Deak, 2011; Ledoux & Phelps, 2008).

Diversos mecanismos de ordem biológica estão envolvidos no processamento do significado emocional. Existe um amplo consenso na literatura sobre a existência de atividade neural entre a amígdala e o córtex pré-frontal (orbito-frontal) neste tipo de processamento (Dolan, 2002; Etkin Egner, Peraza, Kandel & Hirsch, 2006; Fusar-Poli et al., 2009; Jehna et al., 2011); por sua vez, estas duas estruturas têm grande importância no reconhecimento das expressões emocionais da face. Além disso, têm sido identificados outros subsistemas neurais muito mais específicos associados ao reconhecimento de certas emoções em particular, como o medo (Morris et al., 1998), a alegria (Hennenlottter & Schroeder, 2006), a raiva e o nojo (Fox, Iaria & Barton, 2008).

Neurofisiologicamente, o rosto é percebido como uma imagem que segue um caminho de reconhecimento visual direto, que vai desde a retina ao núcleo genicular lateral no tálamo. A informação continua para áreas do córtex primário e secundário, localizadas no córtex occipital e no sulco medial do lobo temporal. Existe também uma via indireta, que se inicia na retina e vai para os colículos superiores no mesencéfalo e de lá até a amígdala, onde geraria sinais para as estruturas centrais e periféricas; além de continuar seu trajeto para o córtex visual e áreas especializadas, como o lobo temporal inferior e o sulco temporal superior, onde se dá o início de uma análise própria da percepção facial (Fox et al., 2008; Haxby et al., 2002).

Entre as regiões do cérebro que se destacam na memória de rostos, intervêm o córtex visual occipital para o acesso e interpretação da imagem, regiões fronto-temporais para a organização e identificação de traços, o hipocampo para acessar as memórias relativas às pessoas observadas, e áreas temporais para acessar o nome (Broche, Rodríguez & Omar, 2014).

Adolphs (2002) expõe que o reconhecimento das emoções faciais, é obtido por meio de três processos básicos: a percepção, que depende da ativação do córtex visual em resposta às características geométricas da face, o que torna possível ligar o estímulo com a categoria específica dos rostos e ao mesmo tempo detectar suas características principais (idade, sexo, etc.); o reconhecimento em si, que depende da operação integrada de diferentes áreas corticais, esse reconhecimento envolve a análise das características faciais que revelam a emoção (por exemplo, olhos e boca); finalmente, a identificação das emoções faciais, onde o córtex motor possibilita uma representação interna das posturas observadas, gerando o estado emocional correspondente.

1.7.Ondas Cerebrais

O EEG é um método de mensuração cerebral que avalia a atividade elétrica pós-sináptica de neurônios corticais, permitindo identificar as regiões do cérebro nas quais a atividade cortical é mais marcada, e levando a estabelecer correlações entre os padrões de ativação cortical e o comportamento resultante da exposição a estímulos determinados (Sá, 2015). Ele é utilizado tanto em estudos que medem a atividade normal do cérebro, quanto em avaliações de patologias específicas (Teplan, 2002).

O padrão do EEG se manifesta a partir de ondas elétricas, que podem ser medidas com eletrodos colocados na superfície do escalpo e classificadas de acordo com sua banda de frequência, em que as mais comuns são as ondas: delta (abaixo de 3,5 Hz), teta (4-8 Hz), alfa (8-13 Hz), beta (13-30 Hz) e gama (30-70 Hz). A predominância de cada onda cerebral pode ser interpretada de acordo com a sua associação a estados fisiológicos e psicológicos determinados (Sá, 2015).

Assim, acredita-se que as bandas de frequência delta, teta e alfa sejam de processamento global e percorram áreas corticais relativamente grandes e efetuem a integração entre as regiões cerebrais. Por outro lado, as bandas beta e gama, por serem distribuídas em áreas topográficas mais limitadas, seriam modalidades processadas localmente. Contudo, as duas modalidades agiriam em conjunto, realizando interações dinâmicas (Knyazev, 2007).

1.8.Atividade Cerebral e TDAH

A análise das implicações ou consequências do TDAH, além de ser realizada por meio de medições com testes neuropsicológicos e cognitivos, na maioria das vezes associados a

tarefas de tempo de reação (McLoughlin, Palmer, Rijdsdijk & Makeig, 2014), controle inibitório (Bruckman et al., 2012) e à exposição a estímulos emocionais (Singhal et al., 2012), também é realizada utilizando-se medidas de neuroimagem, como a ressonância magnética nuclear (RMN) e funcional (RMf); assim como medidas eletrofisiológicas, onde a eletroencefalografia (EEG) é uma das que mais tem comprovado sua eficácia, pela possibilidade de mapeamento cerebral com alta resolução temporal.

Pesquisas relacionadas ao registro da atividade cerebral em indivíduos com TDAH têm demonstrado diferença nos padrões de atividade entre crianças com e sem o transtorno, e indicam que indivíduos com TDAH apresentam níveis mais altos de atividade teta, principalmente em regiões frontais, e menor atividade de beta em regiões posteriores, quando comparados aos indivíduos controles (Clarke et al., 2013; Nazari, Wallois, Aarabi & Berquin, 2011; Snyder & Hall, 2006).

Em estudo cujo objetivo foi analisar o perfil eletroencefalográfico de crianças com diagnóstico de TDAH, realizado por Ortiz-Pérez e Moreno-García (2015), foi identificado um perfil no qual se verificou o aumento das ondas teta, decréscimo dos ritmos beta, beta alta e gama nas crianças com TDAH avaliadas, ao serem comparadas com o grupo controle. Por outro lado, Clarke, Barry, McCarthy e Selikowitz (2002), expõem três diferentes perfis para as crianças acometidas pelo TDAH: Perfil 1 - um aumento das ondas lentas e um decréscimo das ondas rápidas (níveis gerais de ativação cerebral); Perfil 2 - aumento da amplitude das ondas teta (relacionado com desatenção) e uma diminuição de beta (relacionada com impulsividade); e Perfil 3 - um excesso de ondas beta (alta ativação cortical).

Desta forma, são vários os autores (Álvarez, González-Castro, Núñez, González-Pineda, & Bernardo, 2008; Angelakis, Lubar & Stathopoulou, 2004; Clarke, Barry, McCarthy &

Selikowitz, 2001; Swartwood, Swartwood, Lubar & Timmerman, 2003) que têm utilizado a relação teta /beta como um índice de mensuração importante do TDAH.

Adicionalmente, González-Castro, Rodríguez, López, Cueli e Álvarez (2013), comparando crianças classificadas nos três subtipos de TDAH a crianças controles, encontraram diferenças significativas no padrão eletroencefalográfico em geral, ou seja, os quatro grupos são significativamente diferentes em duas variáveis de ativação cortical (central e pré-frontal) o que levou os autores a propor perfis diferenciados também em relação aos subtipos de TDAH. Os resultados na atividade elétrica, associados aos perfis diferenciados, evidenciaram que os subtipos de TDAH combinado e TDAH desatenção apresentaram significativamente menor ativação cortical em Cz (linha média) do que os observados no TDAH hiperativo/impulsivo e nos controles, indicando que a baixa ativação nesta área pode estar relacionada com um déficit atencional específico. Igualmente, os subtipos de TDAH hiperativo/impulsivo e TDAH combinado exibiram ativação cortical significativamente menor em Fp1 (área pré-frontal esquerda) do que os observados no TDAH desatenção e nos controles, levando os autores do estudo à conclusão de que um padrão de baixa ativação em Fp1 é indicativo de uma baixa capacidade de auto-controle.

Um trabalho, utilizando a técnica chamada magnetoencefalografia, detectou no lobo temporal medial (CCA) atividade diminuída em crianças com TDAH em comparação aos controles; porém, também indicou nas crianças com TDAH uma atividade rápida no lobo parietal inferior esquerdo e no giro temporal superior posterior (Mulas et al., 2006).

De forma geral, estudos têm tentado determinar a existência da relação entre a sintomatologia clínica e as características da atividade cerebral, expondo a presença de imaturidade das estruturas neurais em crianças com TDAH (Muñoz et al., 2006). Além disso, mediante o uso de potenciais evocados cognitivos (P300), tem-se determinado a presença de

uma alteração do processamento cognitivo nas crianças com TDAH do tipo desatenção, assim como uma disfunção dos mecanismos atencionais (Idiazábal-Alecha, Palencia-Taboada, Sangorrín & Espadaler-Gamissans, 2002).

Atualmente, existe uma preocupação em relação ao exagero no diagnóstico de TDAH e como consequência, há uma exposição de muitas crianças a um tratamento desnecessário. Então, a busca por uma melhor acurácia no diagnóstico do transtorno utilizando procedimentos objetivos é de grande importância não somente porque isto potencialmente permitiria o tratamento adequado para aquelas crianças que de fato necessitam do mesmo, como em contrapartida, poderia diminuir os tratamentos indevidos para os casos de vítimas de erros de diagnóstico. Nesse sentido, aliado a outros instrumentos e medidas, o uso do EEG, que atualmente ainda é pouco utilizado como instrumento de diagnóstico na população clínica, pode trazer importantes contribuições para um melhor entendimento do TDAH.

Dessa forma, a relevância da temática em questão evidencia a necessidade da realização de estudos não só para a compreensão do fenômeno do TDAH no contexto social próprio de quem o padece, mas também para entender o funcionamento da sua biologia e das suas implicações e consequências na vida diária dos indivíduos.

Para a avaliação do TDAH geralmente são utilizados baterias e testes neuropsicológicos e comportamentais em detrimento da pouco frequente avaliação da atividade cortical no contexto clínico e embora existam alguns estudos que refiram o uso de medidas eletroencefalográficas em portadores de TDAH, estes ainda são limitados. Além disso, a maioria tem-se centrado apenas na avaliação do funcionamento cognitivo, sendo poucos aqueles que abordam a modulação da atividade cerebral durante a exposição a estímulos emocionais e do seu efeito sobre as funções executivas, que são elementos base dos sintomas e características do TDAH.

II. OBJETIVOS

2.1.Geral

Investigar as características do mapeamento da atividade cortical relacionada à modulação da memória emocional e das funções executivas em crianças/adolescentes com transtorno de déficit de atenção/hiperatividade e compará-las às características de crianças/adolescentes hígdas.

2.2.Específicos

- Comparar o mapa da atividade cortical registrado durante a tarefa de memória operacional visuo-espacial com conteúdo emocional (Teste de Reconhecimento Espacial com Atraso com componente emocional – TREA) em crianças/adolescentes com TDAH e crianças/adolescentes hígdas.
- Comparar o mapa da atividade cortical registrado durante uma tarefa de controle inibitório e flexibilidade cognitiva (Teste dos Cinco Dígitos - FDT) em crianças/adolescentes com TDAH e crianças/adolescentes hígdas.
- Identificar a possível influência de estímulos emocionais no desempenho no TREA de crianças/adolescentes com TDAH e crianças/adolescentes hígdas.
- Descrever as possíveis diferenças, nos mapas de ativação cortical e nas faixas de frequência registradas por meio do eletroencefalograma, entre os diferentes grupos e em função dos possíveis subtipos de TDAH encontrados na amostra.

III. MATERIAIS E MÉTODOS

3.1.Considerações Éticas

O presente trabalho foi encaminhado via plataforma Brasil para fins de apreciação pelo Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da Faculdade de Medicina da Universidade de Brasília em outubro de 2014, onde permaneceu por 14 meses. Foi devidamente aprovado pelo referido Comitê após esse período e obteve parecer consubstanciado número 1.363.083 (Anexo 1).

Todos os participantes do projeto foram vinculados ao mesmo de forma voluntária, de acordo com os padrões éticos de participação informada para a investigação com humanos que orienta a resolução 466/12 CNS/MS (Ministério da Saúde - Brasil, 2012).

Aos pais das crianças foram apresentados os objetivos, os riscos, os benefícios e o caráter de confidencialidade do estudo, por meio do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) (Anexo 2), competiu a eles a assinatura do referido termo para autorizar a participação das crianças na pesquisa; assim como também o Termo de Autorização para Utilização de Imagem e Som de Voz para fins de pesquisa (TAUISV) (Anexo 3). No caso das crianças, deviam conhecer e entender os objetivos da pesquisa através da apresentação do Termo de Assentimento Livre e Esclarecido (TALE) (Anexo 4) para menor de 18 anos.

3.2.Participantes

Os participantes foram recrutados a partir do encaminhamento de profissionais especializados e através da divulgação da pesquisa em redes sociais. Inicialmente, foram

recrutadas 63 crianças/adolescentes, das quais: 5 não assistiram à avaliação e 58 foram avaliadas, das 58 crianças/adolescentes avaliadas, 3 desistiram de continuar na pesquisa e 3, do grupo com TDAH, ainda que os pais tenham reportado a presença de sintomas associados com o transtorno, a partir da aplicação do SNAP-IV, não apresentavam o diagnóstico por especialista (critério de inclusão). Das 52 crianças/adolescentes restantes: 2 do grupo controle e 4 do grupo com TDAH, foram excluídas da amostra porque apresentaram no teste Raven capacidade intelectual fora das faixas estabelecidas nos critérios de inclusão, assim como também valores acima do estabelecido na pontuação total do Questionário de Capacidades e Dificuldades (SDQ).

Assim, a amostra final do estudo foi de 46 participantes voluntários, composta por um grupo de 25 crianças/adolescentes, com diagnóstico de TDAH e um grupo de 21 crianças/adolescentes controles, na faixa etária entre 7 a 14 anos.

3.2.1. Critérios de Inclusão

3.2.1.1. Grupo crianças/adolescentes TDAH:

- a) Diagnóstico de TDAH por especialista, comprovado com a apresentação de laudo.
- b) Atender aos critérios para estabelecimento do transtorno, a partir da aplicação do SNAP – IV (Mattos, Serra-Pinheiro, Rohde & Pinto, 2006).

3.2.1.2. Grupo crianças/adolescentes controles:

- a) Não possuir diagnóstico prévio de TDAH.

- b) Não atender aos critérios para estabelecimento do transtorno, a partir da aplicação do SNAP – IV (Mattos et al., 2006).

3.2.1.3.Em ambos os grupos de crianças/adolescentes:

- a) Ter capacidade intelectual dentro das faixas correspondentes a: superior, superior ao nível médio, ou nível médio, a partir dos resultados do Teste das Matrizes Progressivas de Raven – Escala Infantil (Angelini, Alves, Custódio & Duarte, 1999) e Escala Geral (Raven, 2008).
- b) Estar na faixa etária entre 7 a 14 anos.

3.2.2. Critérios de Exclusão

3.2.2.1.Em ambos os grupos de crianças/adolescentes:

- a) Apresentar doença neurológica significativa ou alteração cognitiva por patologias neuropsicológicas, segundo a Ficha de Informações Demográficas e Clínicas (FIDC).
- b) Apresentar valores acima de 15 (classificação níveis limítrofe e anormal) na pontuação total de dificuldades do SDQ (Fleitlich, Cortazar & Goodman, 2000).
- c) Possuir problemas visuais ou auditivos não corrigidos e dificuldades motoras que dificultassem ou impedissem a realização das tarefas próprias da pesquisa.

3.3.Equipamentos

A medição da atividade cerebral foi realizada utilizando um equipamento especializado de registros eletrofisiológicos, de propriedade do Laboratório de Neurociência e Comportamento da Universidade de Brasília, o *Neuron-Spectrum-4/EP*, do fabricante *NeuroSoft®* (Ivanovo, Rússia) (Figura 3), e como software de registro foi utilizado o *Neuron-Spectrum.NETw*, versão 1.6.9.6, do mesmo fabricante.



Figura 3. Versão do modelo *Neuron-Spectrum-4/EPM*.

O registro eletroencefalográfico da atividade elétrica cortical foi feito com uma touca especializada de 19 canais, do fabricante *Electro-Cap International, Inc®* (Figura 4), utilizando dois tamanhos: Pequeno (P) e Médio (M), de acordo com a medida da circunferência da cabeça dos participantes, com eletrodos posicionados de acordo com o sistema internacional 10/20 (Klem, Luders, Jasper & Elger, 1999), também foram utilizados eletrodos referenciais auriculares (Figura 5).



Figura 4. Modelo de touca usado para o registro da atividade cerebral.

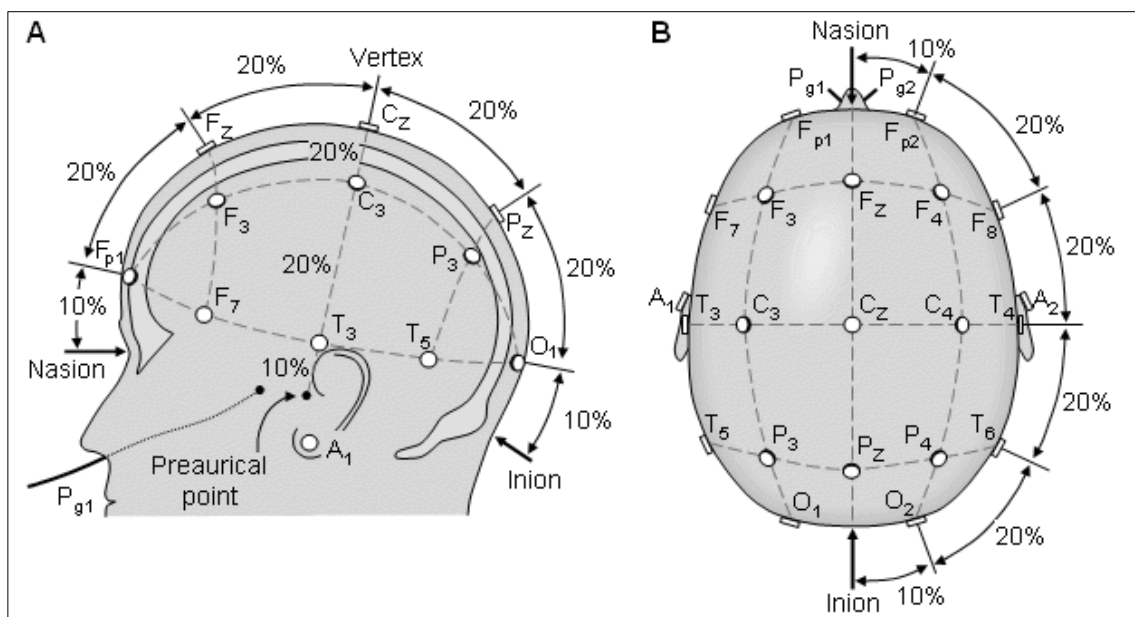


Figura 5. Posicionamento de eletrodos de acordo com o sistema 10/20. **A.** Vista lateral, **B.** Vista superior. Os eletrodos com números pares estão localizados no hemisfério direito. Os eletrodos posicionados na linha média recebem a letra z (zero). A= Ponto pré-auricular. C= Central. P= Parietal. F= Frontal; Fp= Frontopolar. O= Occipital. Imagem tomada de <http://www.bem.fi/book/13/13.htm>.

A taxa de amostragem utilizada foi de 500 Hz. Para o registro foi utilizado um filtro passa-banda padrão (0,5 – 249 Hz).

Para a aplicação dos testes neuropsicológicos, foi utilizado o mesmo computador conectado ao *Neuron-Spectrum-4/EP*, um notebook marca *Sony Vaio*®, além de uma tela de monitor de 21.5”, sensível ao toque, marca *Dell*®, que permitiu à criança gerar as respostas nas tarefas apresentadas. Também, foi utilizada uma câmera web marca *Logitech*® para registrar na tela do monitor as respostas dos participantes nos testes, assim como o áudio da sessão. Por fim, foi utilizado o programa *aTube Catcher*®, como complemento para gravar com maior precisão a tela do monitor.

Para cada teste foram utilizados programas computadorizados específicos (descritos no item de instrumentos) através dos quais se apresentaram aos sujeitos as tarefas.

As avaliações foram desenvolvidas no Laboratório de Neurociência e Comportamento, do Instituto de Biologia da Universidade de Brasília, numa sala adaptada para o registro eletrofisiológico de crianças, sem estímulos de distração (Figura 6).



Figura 6. Sala para avaliação dos participantes.

3.4.Instrumentos

3.4.1. Ficha de Informações Demográficas e Clínicas (FIDC) (Laboratório Neurociência e Comportamento Universidade de Brasília)

Permite o registro dos dados de interesse para o estudo, relativos aos antecedentes de tipo familiar e individual, que incluem as informações demográficas tanto dos pais quanto do participante, além do desenvolvimento geral e de saúde deste, presença ou não de TDAH, tempo de diagnóstico, subtipo, consumo e dosagem de medicamentos, antecedentes de outras doenças associadas, clínicas e psiquiátricas, atividade física, possível presença de problemas visuais, auditivos e motores, desempenho escolar, relato de consumo de café, chocolate, refrigerante ou qualquer bebida energética horas antes da avaliação, entre outros de interesse, caso disponíveis (Anexo 5).

3.4.2. Questionário de Swanson, Nolan e Pelham-IV (SNAP-IV) (Mattos et al., 2006)

Instrumento de domínio público desenvolvido para o levantamento de possíveis sintomas primários do TDAH em crianças e adolescentes, traduzido e validado no Brasil pelo Grupo de Estudos do Déficit de Atenção (GEDA) da Universidade Federal de Rio de Janeiro (UFRJ) e pelo Serviço de Psiquiatria da Infância e Adolescência da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS).

O SNAP IV foi construído a partir dos dezoito sintomas listados no critério A do DSM-IV-TR para diagnóstico de TDAH, os primeiros nove itens correspondem aos sintomas

associados com desatenção e os nove seguintes correspondem aos sintomas associados com hiperatividade/impulsividade.

O instrumento utiliza a escala de resposta: nem um pouco, só um pouco, bastante e demais. Na instrução solicitou-se ao pai ou responsável informar para cada item a resposta que melhor descreve o(a) seu(sua) filho(a). Assim, se existem pelo menos seis sintomas marcados como bastante ou demais nos itens um a nove, então, estes se associam, e portanto classificam o TDAH, dentro do subtipo de desatenção, e se existem pelo menos seis sintomas marcados como bastante ou demais nos itens dez a dezoito, então, estes se associam e classificam dentro do subtipo hiperatividade/impulsividade e, por fim, se existem seis ou mais sintomas de desatenção e seis ou mais de hiperatividade/impulsividade, marcados como bastante ou demais, classificam o TDAH dentro do subtipo combinado.

Adicionalmente, o SNAP-IV também considera os critérios B, C, D, E do DSM-IV-TR, disponibilizando quatro perguntas adicionais que tem a ver com: 1) idade de início dos sintomas; 2) manifestação dos sintomas em pelo menos dois contextos; 3) presença de problemas evidentes na vida da criança por causa dos sintomas e 4) existência de outro problema diagnosticado por especialista. Tais perguntas são respondidas numa escala dicotômica de sim ou não, sendo que para preencher os critérios associados com o diagnóstico, os três primeiros devem ser respondidos positivamente e o quarto negativamente.

Para fins do SNAP-IV foi utilizada uma versão computadorizada do teste, desenvolvida no Laboratório de Neurociência e Comportamento da Universidade de Brasília (C. Silva, 2017) a partir de um *software* denominado *Scalemate* (Figura 7), com linguagem C#, compatível com o sistema operacional *Windows*®, versão 98 em diante.

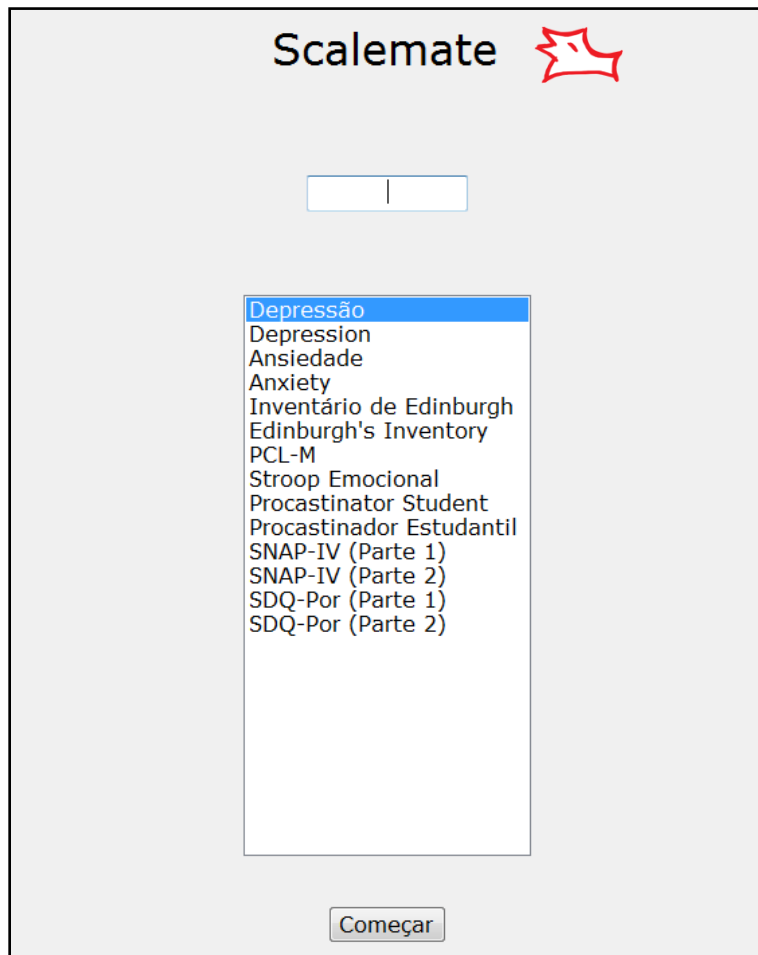


Figura 7. Visualização do *Software Scalemate*.

Como o instrumento SNAP-IV possui duas partes, sua versão digital também foi dividida em duas partes. Para executar o teste, o pesquisado que aplicou o mesmo começou pela parte 1 e, quando necessário, continuou a aplicação na parte 2 (Figura 8).

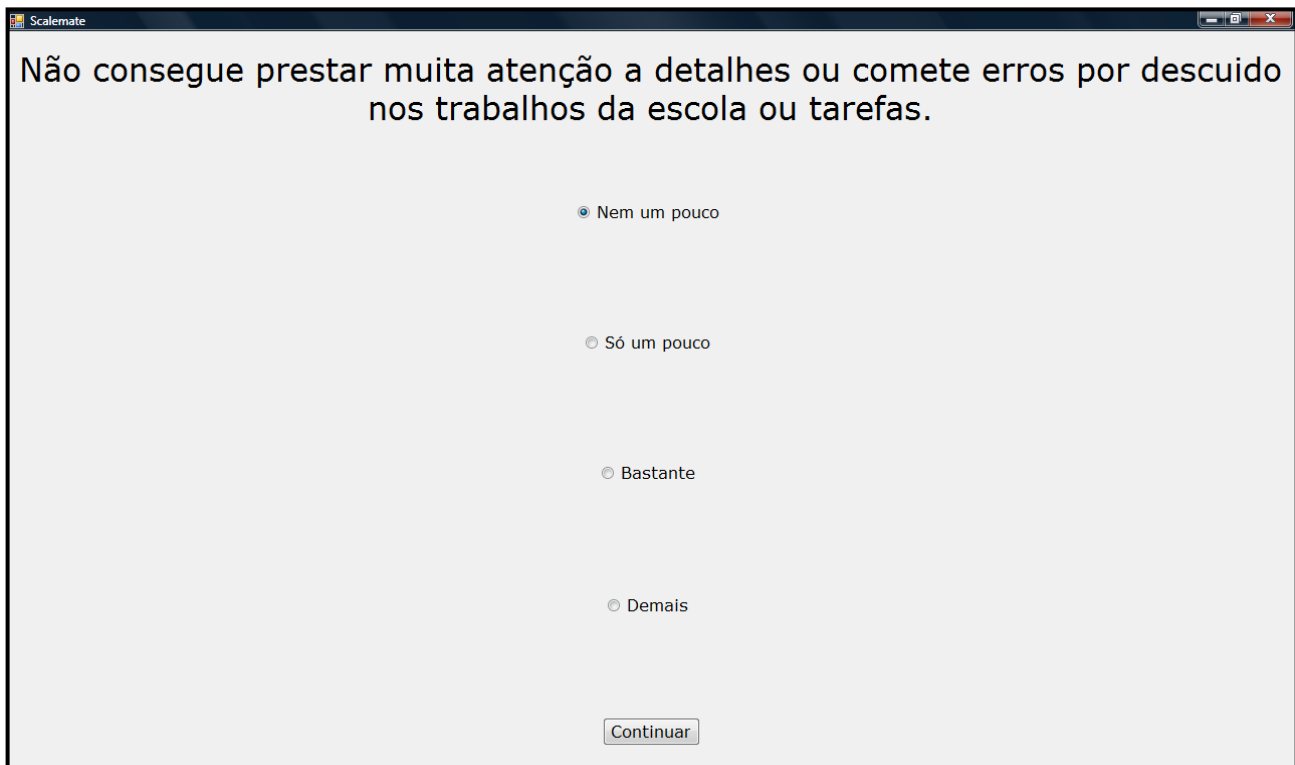


Figura 8. Exemplo de pergunta feita no SNAP- IV (Parte 1).

A saída do processamento do *software Scalemate* é uma tabela no formato CSV com as respostas fornecidas pelo sujeito. Para consolidar os resultados, foi escrito um programa para o SNAP-IV (C. Silva, 2017a), que consolida os dados coletados para cada sujeito, isto é, transforma as respostas dadas em cada parte do teste em uma única, já dando o resultado calculado a partir do método de avaliação do instrumento e classificando o sujeito em um nível determinado (Figura 9).

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
1	INATENTOSIM										
2	HIPERATIVO/IMPULSIVOSIM										
3	TESTE CONCLUSIVO?SIM										
4											
5											
6											
7											

Figura 9. Tabela de resultados disponibilizadas pelo SNAP-IV.

3.4.3. Questionário de Capacidades e Dificuldades (SDQ) (Fleitlich et al., 2000)

Trata-se de um breve questionário de triagem comportamental utilizado em crianças/adolescentes de 4 a 17 anos, que pode ser preenchido pelos pais ou professores. Tem uso no contexto da pesquisa, clínico e educativo.

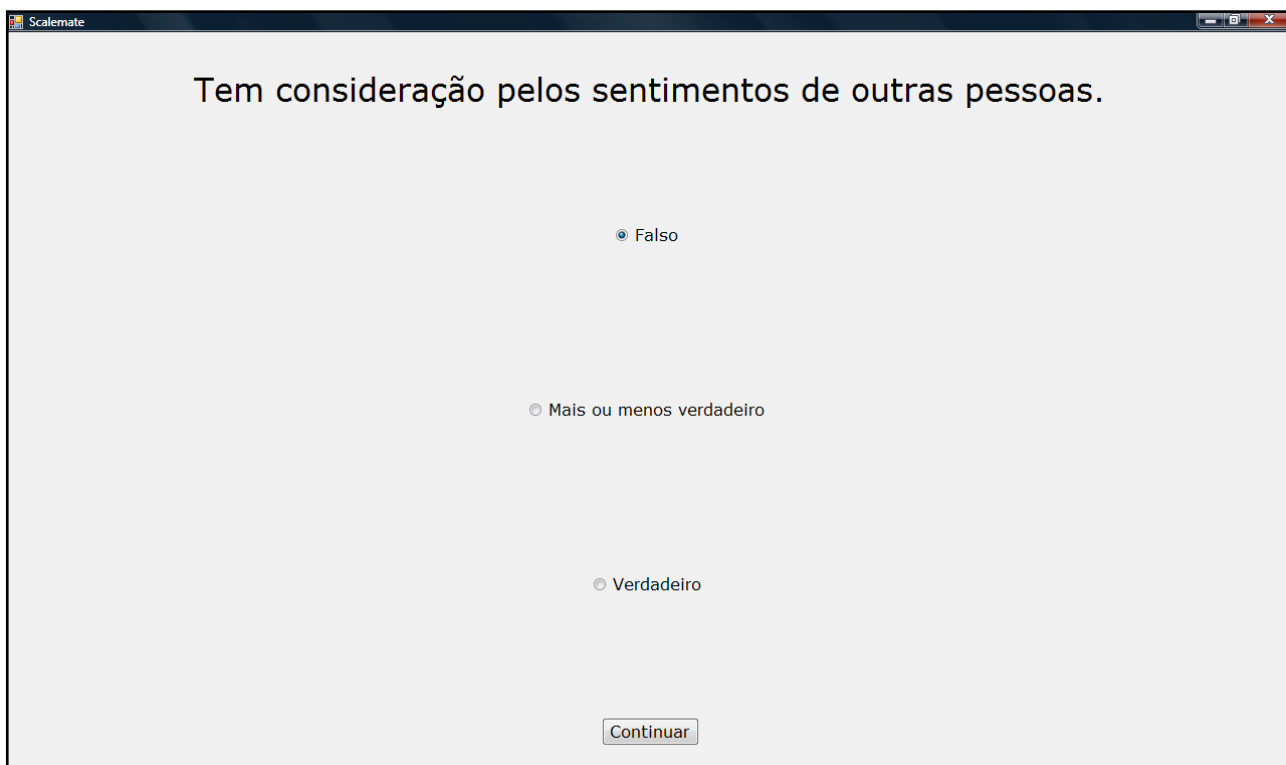
Composto por 25 itens associados com atributos psicológicos positivos e negativos, divididos em cinco escalas, cada uma com cinco itens: 1) sintomas emocionais, 2) problemas de conduta, 3) hiperatividade/desatenção, 4) problemas de relacionamento entre pares e 5) comportamento pró-social.

As respostas são dadas na escala: falso, mais ou menos verdadeiro, e verdadeiro. Na instrução foi solicitado ao pai ou responsável para informar em cada item a resposta que melhor descreve a criança/adolescente, respondendo a todas as perguntas da melhor maneira possível, e fornecendo sua resposta com base no comportamento apresentado pela(o) mesma(o) nos últimos seis meses.

Várias versões do SDQ, como no caso da utilizada no presente estudo, estão disponíveis na literatura com os 25 itens sobre pontos fortes e dificuldades, e um complemento com cinco perguntas a mais. Essas versões ampliadas do SDQ perguntam ao entrevistado por problemas da criança/adolescente e, em caso afirmativo, informam sobre cronicidade, sofrimento, prejuízo social e afetação nos outros, oferecendo informações adicionais úteis para clínicos e pesquisadores.

No presente estudo, foi utilizada uma versão computadorizada do teste, também desenvolvida no Laboratório de Neurociência e Comportamento da Universidade de Brasília (C. Silva, 2017a) a partir de um *software* denominado *Scalemate* (Figura 7), com linguagem C#, compatível com o sistema operacional *Windows*®, versão 98 em diante.

Como o instrumento possui duas partes, sua versão digital também foi dividida em duas partes. Para executar o teste, o pesquisado deveu começar pela parte 1 e, quando necessário, continuou a aplicação na parte 2 (Figura 10).



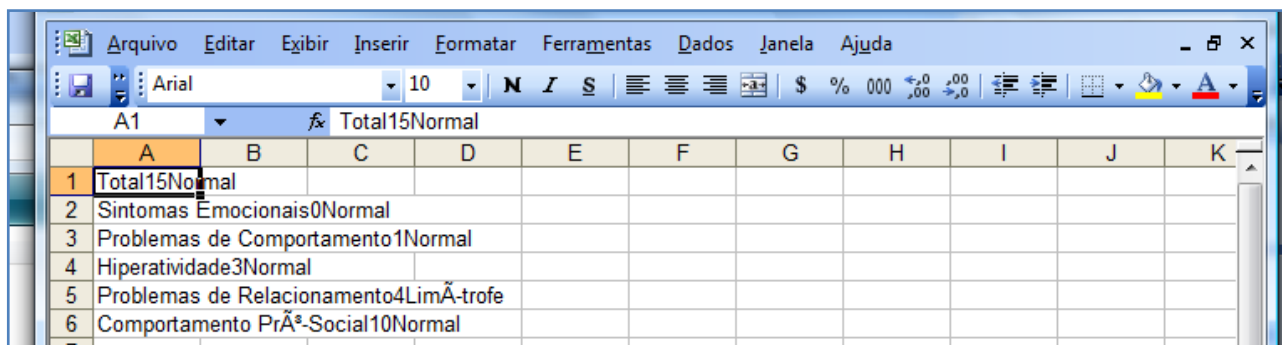
The image shows a screenshot of a web application window titled "Scalemate". The main content area is light gray and contains the following text and elements:

- Question: "Tem consideração pelos sentimentos de outras pessoas."
- Radio button options:
 - Falso
 - Mais ou menos verdadeiro
 - Verdadeiro
- Button: "Continuar" (Continue)

Figura 10. Exemplo de pergunta feita no SDQ (Parte 1).

A saída do processamento do *software Scalemate* é uma tabela no formato CSV com as respostas dadas pelo sujeito. Para consolidar os resultados, foi escrito um programa para o SDQ, que consolida os dados coletados para cada sujeito, isto é, transforma as respostas

dadas em cada parte do teste em uma única, já dando o resultado calculado a partir do método de avaliação do instrumento e classificando o sujeito em um nível determinado (Figura 11).



	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
1	Total15Normal										
2	Sintomas Emocionais0Normal										
3	Problemas de Comportamento1Normal										
4	Hiperatividade3Normal										
5	Problemas de Relacionamento4Limã-trofe										
6	Comportamento Prã-Social10Normal										
7											

Figura 11. Tabela de resultados disponibilizados pelo SDQ.

3.4.4. Teste de Reconhecimento Espacial com Atraso (TREA) (Belham et al., 2013)

Este teste originalmente avalia a memória operacional visuo-espacial, para o caso do presente estudo o objetivo de avaliação do teste foi mantido, mas adicionando um componente emocional, com estímulos ajustados de acordo com a faixa etária da amostra.

Foi utilizado o programa computacional TREA, em linguagem *Delphi 7.0*, desenvolvido no Laboratório de Neurociência e Comportamento da Universidade de Brasília e utilizado em estudos anteriores (Belham, 2013; Vieira, 2006).

Durante o teste, um número crescente de estímulos idênticos foi exibido gradativamente em diferentes localizações na tela. Os estímulos consistiram de imagens organizadas em três etapas principais: formas geométricas (quadrado, triângulo, círculo, retângulo, estrela, etc.), fotos de faces emocionais (neutras; positivas: alegria e negativas: raiva, medo, tristeza e nojo), e imagens de contexto (neutras; positivas e negativas) (Figura 12), com quinze imagens cada.

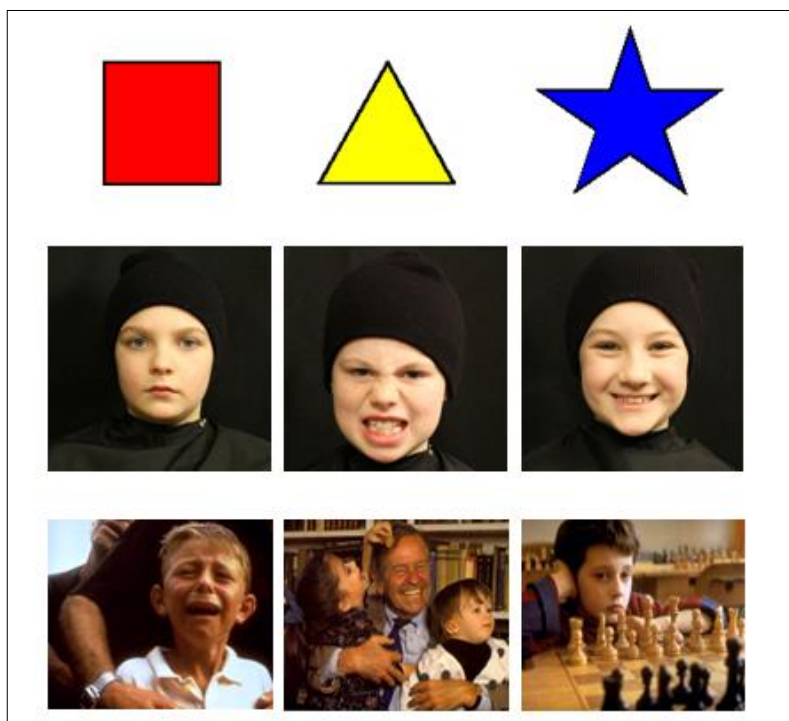


Figura 12. Exemplos de imagens utilizadas no TREA.

Na tarefa foi apresentada uma mesma imagem até oito vezes em posições aleatoriamente definidas, por 1000 ms, reapresentando o arranjo de imagens já expostas em 1000 ms após a última escolha. O estímulo foi exposto numa posição específica da tela, seguindo as dezesseis posições definidas por uma matriz 4x4.

Todas as imagens correspondentes às faces foram retiradas do *Dartmouth Database of Children's Faces* (Dalrymple, Gomez & Duchaine, 2013), as correspondentes a contexto foram retiradas do *International Archive Picture System (IAPS)* (Lang, Bradley & Cuthbert, 1999) e as imagens geométricas corresponderam a uma construção própria da pesquisadora, construídas utilizando-se o programa *Paint®* básico.

O teste inicia numa tela de cor cinza, onde aparece uma imagem, aqui o sujeito deve tocar na tela no local onde aparece a imagem, e ela desaparecerá imediatamente. Em seguida, aparecera a primeira imagem acompanhada de outra igual, mas em outra posição na tela;

assim, as apresentações subsequentes reapresentam a disposição de imagens anteriores, acrescentando mais uma imagem igual apresentada em uma das posições livres da matriz e o participante sempre deve tocar na imagem que aparece na última posição (Figura 13), o que quer dizer que, para cada tentativa deverá escolher o último estímulo apresentado em uma nova localização.

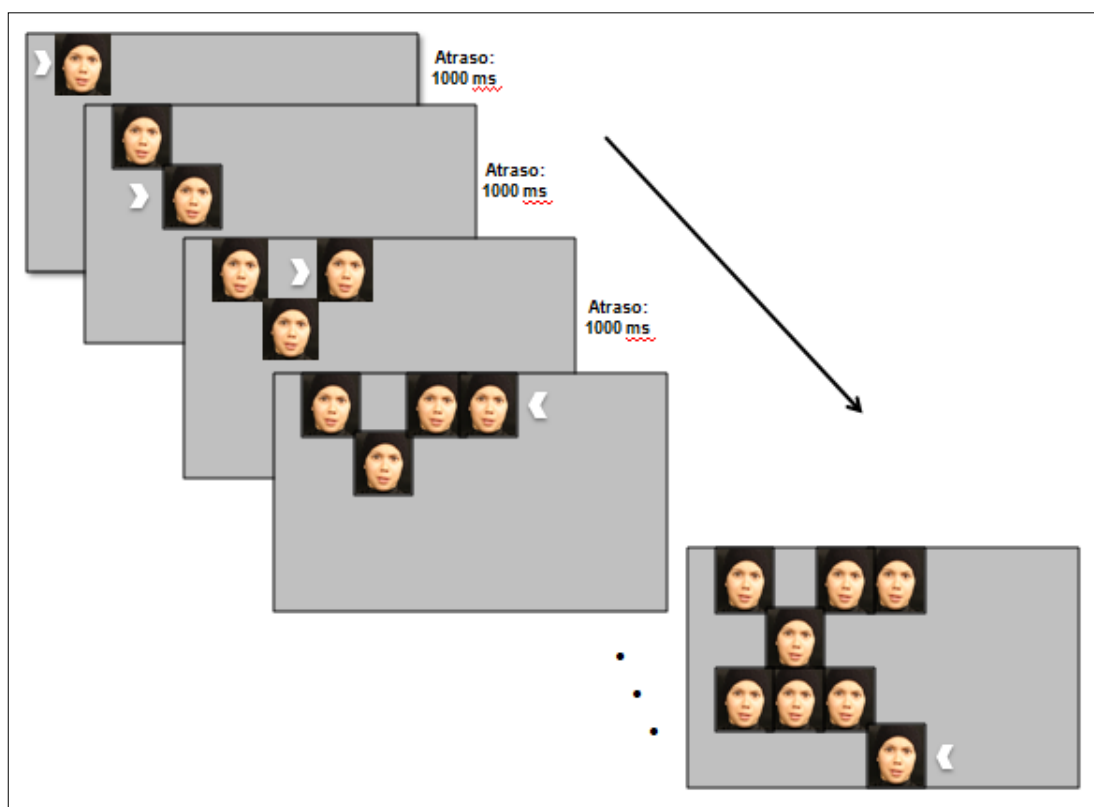


Figura 13. Esquema de apresentação de uma etapa do TREDA. A ponta da seta mostra o estímulo que deveria ser tocado pelo sujeito em cada momento do teste.

A apresentação das imagens (estímulos) é seguida por um tom agudo no caso das respostas corretas e de um tom grave no caso das respostas erradas. Ambos os tons são gerados pelos arquivos de áudio que integram o banco de áudios do *Windows*®.

Quando ocorrem respostas corretas, segue-se um intervalo de 1s para a nova configuração, obedecendo à regra descrita até que ocorra a apresentação de oito elementos

(estímulos) na tela. No caso das respostas erradas, a configuração será suprimida e uma nova será apresentada após 1s. A configuração permanece exposta por 1000 ms ou até que o indivíduo toque na tela. Caso não haja resposta por parte do sujeito que está realizando o teste, a configuração é suprimida e é reapresentada até que o indivíduo acerte a resposta. Após o acerto de configuração de oito elementos, erro ou falta de resposta, um novo ciclo se inicia, apresentando um novo elemento, seguido de um aumento gradual de elementos de acordo com o número de respostas corretas dadas pelo participante.

Para a montagem dos estímulos do TREA e tendo como objetivo a utilização como instrumento de avaliação da memória operacional visuo-espacial com um componente emocional, se procuraram estímulos associados, definindo a utilização de imagens de faces e imagens de contexto com diversas valências emocionais (neutras, positivas e negativas). Também, foram definidas as imagens não emocionais, especificamente formas geométricas.

Iniciou-se o processo revisando diferentes bancos de imagens, determinando o uso do *Dartmouth Database of Children's Faces* (Dalrymple et al., 2013) para a escolha dos estímulos associados com faces e o uso do *Archive Picture System (IAPS)* (Lang et al., 1999) para a escolha dos estímulos associados com as imagens de contexto.

Para o uso do *Dartmouth Database*, primeiramente foi solicitada aos autores do banco a devida autorização, obtendo um contrato de licença para acessar gratuitamente as fotos por meio de um *link* que permitiu baixá-las. Assim, foram utilizadas quinze imagens correspondentes a faces de valências emocionais diferentes, sendo cinco neutras, cinco positivas (alegria) e cinco negativas (medo, tristeza, raiva e nojo), classificadas pelo mesmo banco dentro da emoção referida. O critério de seleção obedeceu a faces com modelos da mesma faixa etária dos participantes do presente estudo (dado fornecido pelo banco), dos dois gêneros (feminino e masculino), e sem detalhes chamativos como a exposição do cabelo

e das orelhas e dos brincos no caso das meninas, quanto à posição da foto, já que o banco disponibiliza imagens em três ângulos diferentes (0° , 30° , 60°), se utilizaram aquelas no ângulo de 0° , que apresenta a imagem na posição frontal.

No caso do *IAPS*, obteve-se a autorização para utilização das imagens por meio de um contrato de licença anterior dado ao Laboratório de Neurociência e Comportamento da Universidade de Brasília, como usuário do *IAPS* para desenvolver suas pesquisas. Deste banco foram utilizadas quinze imagens de contexto com valências neutras, positivas e negativas (cinco imagens para cada valência). Como no *Dartmouth Database*, no *IAPS* a seleção das imagens também foi feita tendo como critério o conteúdo, o qual apresentara crianças, ou estivesse associado com crianças.

Por fim, como estímulos abstratos, foram criadas no *Paint*® quinze imagens de formas geométricas (quadrado, triângulo, círculo, retângulo, estrela, etc.), sem conteúdo emocional, com o objetivo de comparar o efeito em relação aos estímulos com as distintas valências emocionais.

Depois do processo de seleção dos estímulos, seguiu-se a etapa de programação do teste, estabelecendo a configuração necessária para a apresentação dos estímulos ao participante (Figura 14).

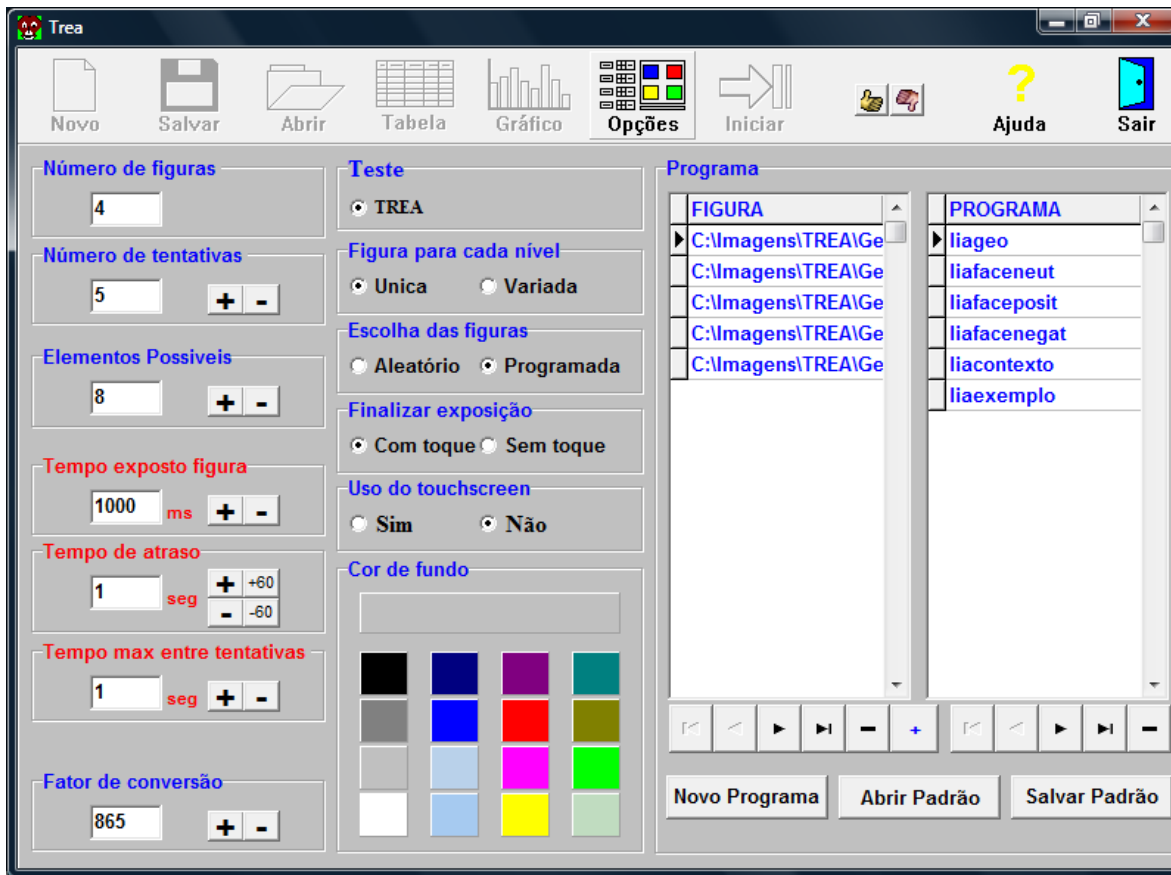


Figura 14. Configuração do TREA.

Ao final da sessão, um relatório com os resultados do desempenho do participante é gerado pelo programa e disponibilizado através de uma tabela (Figura 15). Adicionalmente, o detalhe do desempenho dos participantes, com as variáveis de interesse, pode ser exportado ao programa *Excel*® para posterior análise.

EXP	DATA	HINI	HFIM	TESTE	SESSAO	TENT	ATRASO	TREA	ACERTOS	FIGA	FIGB	QUADRO
Lia	3/21/2017	11:04:46	11:04:53	liageo	1	1	1seg	720	1	C:\mager	C:\mager	12
Lia	3/21/2017	11:04:46	11:04:55	liageo	1	1	1seg	840	0	C:\mager	C:\mager	15
Lia	3/21/2017	11:04:46	11:04:56	liageo	1	2	1seg	670	1	C:\mager	C:\mager	12
Lia	3/21/2017	11:04:46	11:05:06	liageo	1	2	1seg	580	2	C:\mager	C:\mager	13
Lia	3/21/2017	11:04:46	11:05:10	liageo	1	2	1seg	660	3	C:\mager	C:\mager	3
Lia	3/21/2017	11:05:49	11:05:54	liageo	1	1	1seg	830	1	C:\mager	C:\mager	4
Lia	3/21/2017	11:06:37	11:06:42	liageo	1	1	1seg	730	1	C:\mager	C:\mager	10
Lia	3/21/2017	11:06:37	11:06:52	liageo	1	1	1seg	750	0	C:\mager	C:\mager	5
Lia	3/21/2017	11:06:37	11:07:04	liageo	1	2	1seg	650	1	C:\mager	C:\mager	12
Lia	3/21/2017	11:07:52	11:07:56	liageo	1	1	1seg	620	1	C:\mager	C:\mager	2
Lia	3/21/2017	11:07:52	11:07:58	liageo	1	1	1seg	980	0	C:\mager	C:\mager	9
Lia	3/21/2017	11:07:52	11:08:02	liageo	1	2	1seg	720	1	C:\mager	C:\mager	7
Lia	3/21/2017	11:07:52	11:08:06	liageo	1	2	1seg	860	2	C:\mager	C:\mager	3
Lia	3/21/2017	11:07:52	11:08:09	liageo	1	2	1seg	600	3	C:\mager	C:\mager	2
Lia	3/21/2017	11:07:52	11:08:17	liageo	1	2	1seg	590	4	C:\mager	C:\mager	1
Lia	3/21/2017	11:07:52	11:08:25	liageo	1	2	1seg	640	5	C:\mager	C:\mager	11
Lia	3/21/2017	11:07:52	11:08:29	liageo	1	2	1seg	1050	6	C:\mager	C:\mager	12
Lia	3/21/2017	11:07:52	11:08:35	liageo	1	2	1seg	740	7	C:\mager	C:\mager	5
Lia	3/21/2017	11:07:52	11:08:39	liageo	1	2	1seg	870	8	C:\mager	C:\mager	6
Lia	3/21/2017	11:07:52	11:08:49	liageo	1	3	1seg	800	1	C:\mager	C:\mager	9
Lia	3/21/2017	11:07:52	11:08:52	liageo	1	3	1seg	730	2	C:\mager	C:\mager	6
Lia	3/21/2017	11:07:52	11:08:56	liageo	1	3	1seg	610	3	C:\mager	C:\mager	10
Lia	3/21/2017	11:07:52	11:09:00	liageo	1	3	1seg	620	4	C:\mager	C:\mager	3
Lia	3/21/2017	11:07:52	11:09:04	liageo	1	3	1seg	1050	5	C:\mager	C:\mager	11

Figura 15. Tabela de resultados disponibilizada pelo programa TREA.

3.4.5. Teste dos Cinco Dígitos (FDT, pelas suas siglas em inglês) (Sedó, de Paula & Malloy-Diniz, 2015)

Este teste avalia a atenção e a inibição (resistência à interferência de estímulos externos através do Efeito Stroop) (Campos, da Silva, Florêncio & de Paula, 2016), assim como a flexibilidade cognitiva, e a velocidade de processamento, usando como tarefa a leitura de

dígitos, a contagem de quantidades, a inibição do processamento automático da leitura para conseguir fazer contagem, e a alternância entre processos de leitura e contagem.

As quatro etapas do FDT, composta cada uma por 50 imagens, são: leitura, contagem, escolha e alternância. As duas primeiras medem a atenção automática e a velocidade de processamento e as outras duas medem a atenção controlada e a atenção alternada.

Na fase de leitura, são apresentados dígitos em quantidades que correspondem exatamente aos seus valores, nesta o sujeito deve reconhecer e nomear os números. Na fase de contagem, aparecem grupos de um a cinco asteriscos, onde o indivíduo deve contar o número de asteriscos existentes. Na fase de escolha, o sujeito deve inibir a leitura dos números apresentados e dizer quantos números existem em cada estímulo (etapa incongruente); finalmente, na fase de alternância, um de cada cinco grupos de dígitos é delimitado por uma borda grossa, onde o indivíduo tem que alternar entre leitura e contagem; assim, inicia lendo o número que aparece, para depois, quando aparecer a borda grossa, modificar a resposta devendo apenas verbalizar a quantidade de elementos (etapa entre congruente e incongruente) (Figura 16).

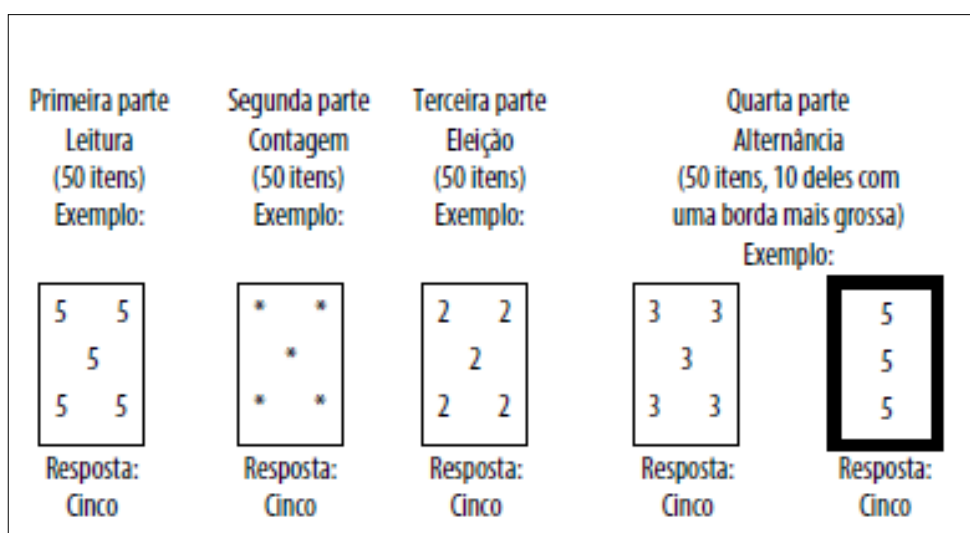


Figura 16. Esquema de apresentação do FDT. Tomado de Campos et al., (2016).

De acordo com as etapas do teste, as funções executivas avaliadas são: velocidade de processamento, controle inibitório/atenção seletiva, e flexibilidade cognitiva/atenção alternada (Campos et al., 2016).

Foi utilizada uma versão computadorizada do referido teste (Figura 17), desenvolvida no Laboratório de Neurociência e Comportamento da Universidade de Brasília (Garcia, Honda & Fleury, 2016; 2017), a partir da plataforma *Stroop Test*, versão 1.0.0.0 (Figura 18), utilizando a linguagem C#, compatível com o sistema operacional *Windows®*, versão 98 em diante.

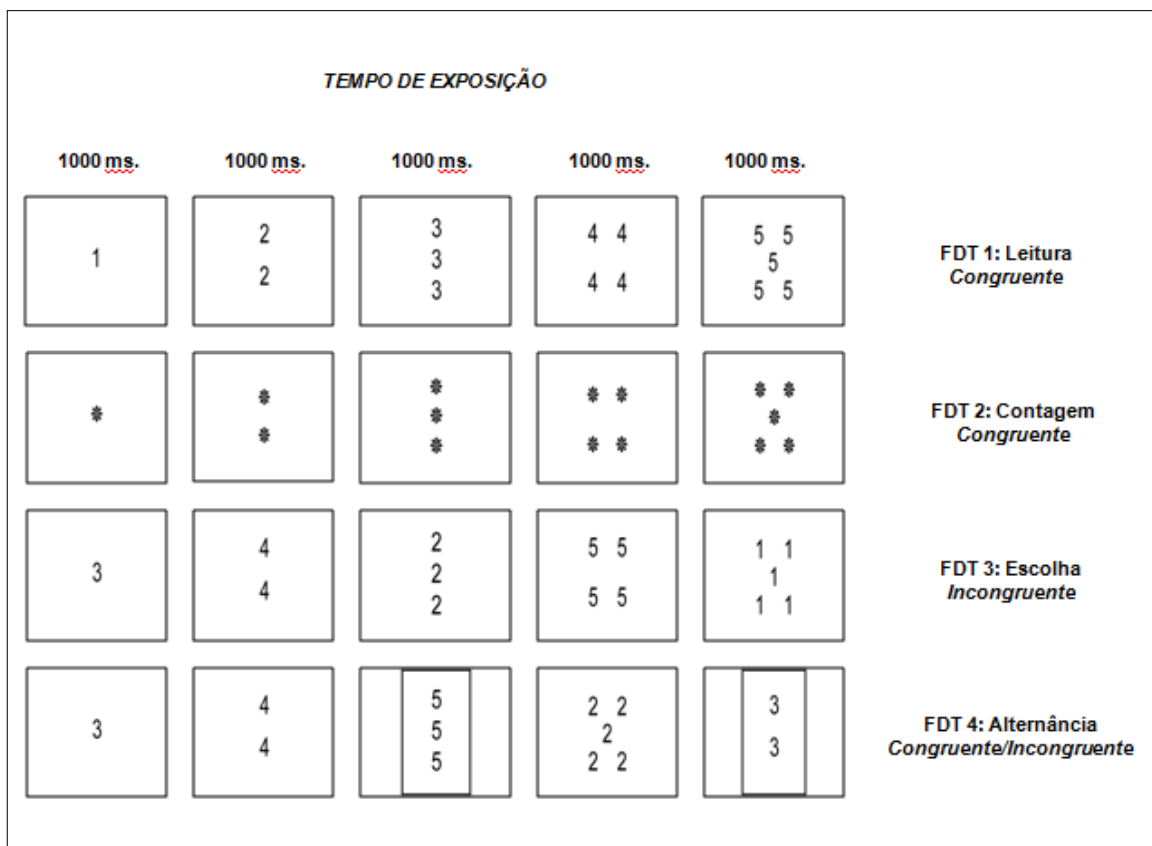


Figura 17. Esquema de apresentação dos estímulos no FDT, na versão computadorizada

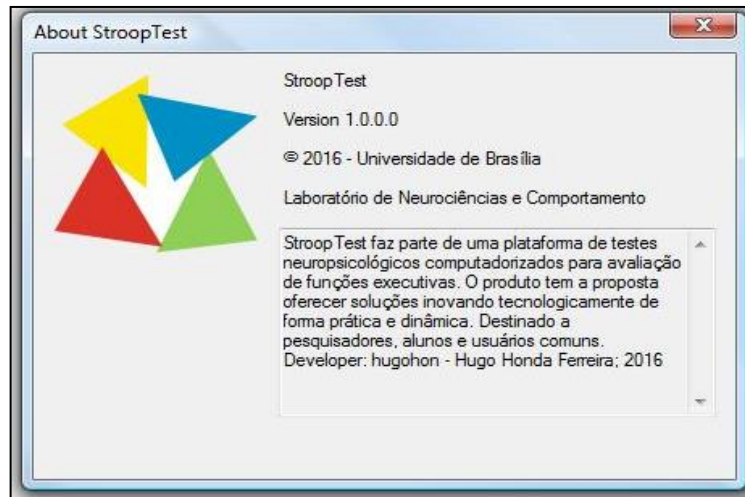


Figura 18. Visualização Plataforma *Stroop Test* para execução da versão computadorizada do FDT.

Para a montagem do FDT na versão computadorizada, inicialmente foi revisado o manual original do teste (Sedó et al., 2015) para identificar as informações necessárias tanto para a montagem das instruções quanto dos estímulos. Assim, no *Power Point*®, foram desenhados números de 1 a 5 e asteriscos em quantidades de 1 a 5 e colocados em placas, mantendo a ordem estabelecida pelo manual. No total foram desenhados 200 estímulos, 50 para cada etapa do teste e 40 mais para os treinos de cada etapa.

Posteriormente, as placas foram levadas e usadas na programação do teste na linguagem respectiva (C#, compatível com o sistema operacional *Windows*®, versão 98 em diante) e estabelecendo a configuração necessária para sua apresentação ao participante (Figura 19).

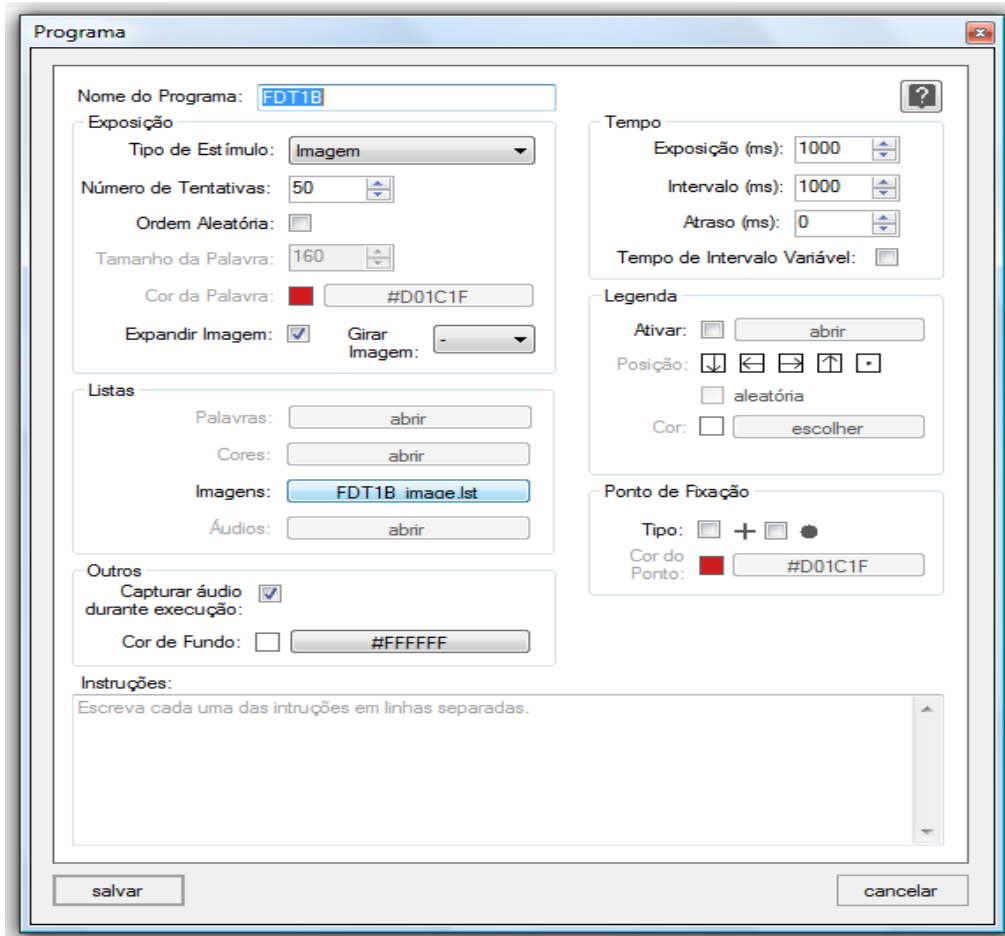


Figura 19. Configuração do FDT.

Ao final da sessão, um relatório com informação da sessão é gerado pelo programa e disponibilizado através de uma tabela (Figura 20).

Arquivo de Dados: LLMG_FDT4A Exportar como .csv

programa	usuario	data	horario	tempo(ms)	sequencia	tipoEstimulo	legenda	posicaoL	estimulo	cor	audio
FDT4A	LLMG	21/3/2...	11:22:3...	31189	1	img	false	1	fdt-3-1....	false	false
FDT4A	LLMG	21/3/2...	11:22:3...	64418	2	img	false	1	fdt-4-2....	false	false
FDT4A	LLMG	21/3/2...	11:22:3...	99707	3	img	false	1	fdt-2-3....	false	false
FDT4A	LLMG	21/3/2...	11:22:3...	137043	4	img	false	1	fdt-3-4....	false	false
FDT4A	LLMG	21/3/2...	11:22:3...	176476	5	img	false	1	fdt-5-3....	false	false
FDT4A	LLMG	21/3/2...	11:22:4...	217944	6	img	false	1	fdt-2-5....	false	false
FDT4A	LLMG	21/3/2...	11:22:4...	261449	7	img	false	1	fdt-5-2....	false	false
FDT4A	LLMG	21/3/2...	11:22:4...	307089	8	img	false	1	fdt-3-2....	false	false
FDT4A	LLMG	21/3/2...	11:22:4...	354769	9	img	false	1	fdt-4-1....	false	false

Figura 20. Tabela de informação disponibilizada pelo FDT ao final da sessão.

No que refere à correção do FDT, o programa oferece um áudio através do qual é possível escutar as respostas dadas pelos participantes durante a execução do teste e assim identificar os erros. Para o estabelecimento do tempo de reação, foi criado um programa computacional no Laboratório de Neurociência e Comportamento da Universidade de Brasília (C. R. Silva, 2017), o programa é um modo de reconhecimento de voz no *Protolize*, esta ferramenta extrai os momentos iniciais de cada palavra em um sinal de voz em um arquivo WAV, aplicando um limiar no espectro de potência da gravação em questão. Além disso, permite a remoção de falsos-positivos em um submódulo após a análise computacional do arquivo de áudio.

Assim que a análise de todos os arquivos é concluída, é possível salvar a análise em arquivos CSV.

3.4.6. Teste das Matrizes Progressivas de Raven – Escala Infantil (Angelini et al., 1999) e Escala Geral (Raven, 2008)

A Escala Infantil é utilizada em crianças de 5 a 11 anos, enquanto a Escala Geral em pessoas a partir dos 12 anos de idade. Ambas consistem em um teste não verbal que tem como finalidade a avaliação de habilidades intelectuais, por meio de processos de observação, perceptuais, comparação de formas e de raciocínio analógico, com independência dos conhecimentos adquiridos. O objetivo é descrever partes faltantes de uma série de imagens modelo.

A Escala Infantil é composta por 36 matrizes no total, classificadas em três séries: A, AB, B, cada uma destas com 12 matrizes com seis opções de resposta. A Escala Geral é composta por 60 matrizes no total, classificadas em cinco séries: A, B, C, D, E, cada uma destas com 12 matrizes com seis opções de resposta em alguns casos e oito em outros.

Nas duas escalas o nível de dificuldade é crescente entre séries e dentro de cada série. O Raven é um teste de poder, não de rapidez, o participante não precisa se apressar, e por isso não tem limite de tempo, embora sua execução normalmente não passe de 20 minutos (Pasquali, Wechsler & Bensusan, 2002).

Este teste foi aplicado numa versão computadorizada, desenvolvida no Laboratório de Neurociência e Comportamento da Universidade de Brasília (C. Silva, 2017b), em linguagem C#, compatível com o sistema operacional *Windows*®, versão 98 em diante.

A tarefa do sujeito consiste em observar uma imagem principal (matriz o modelo) que aparece na tela de um monitor, e que tem um espaço onde falta um pedaço, para escolher dentre várias opções o pedaço para preencher o espaço e completar a imagem, tocando sobre

a opção correta. Só uma opção de resposta é correta, alcançando a lógica do modelo ou matriz (Figura 21).

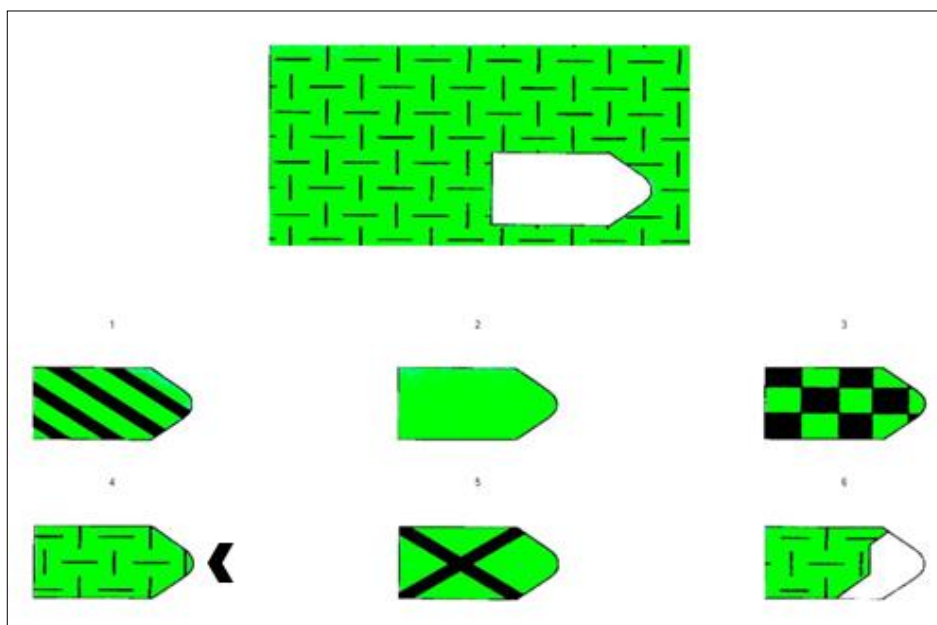


Figura 21. Exemplo de uma matriz do Teste Raven (Escala Infantil). A ponta da seta representa a resposta correta.

Dentro da configuração do teste é necessário determinar o tipo de escala a utilizar com o sujeito, de acordo com a faixa etária, configurando a Escala Infantil (de cor) para crianças até 11 anos e a Escala Geral para crianças a partir de 12 anos.

Para a versão computadorizada do teste de Raven, inicialmente se fez uma pesquisa em artigos científicos sobre as versões do teste no Brasil, selecionando aquelas mais recentes para cada Escala, identificando cada uma das matrizes que as constituem para depois procurar as imagens correspondentes, as quais foram utilizadas de sites de livre acesso na internet.

Para o processo de criação foi preciso selecionar cada matriz junto com suas opções de resposta e cortar separadamente, depois foram levadas ao *Paint*® e ajustadas em tamanho e quanto a outros detalhes da imagem, logo guardadas em arquivos independentes. No final, se obtiveram 252 arquivos de imagens para a Escala Infantil e 492 arquivos para a Escala Geral.

Para a montagem cada imagem foi levada e usada na programação do teste na linguagem respectiva (C#, compatível com o sistema operacional *Windows®*, versão 98 em diante), estabelecendo a configuração necessária para sua apresentação ao participante (Figura 22).

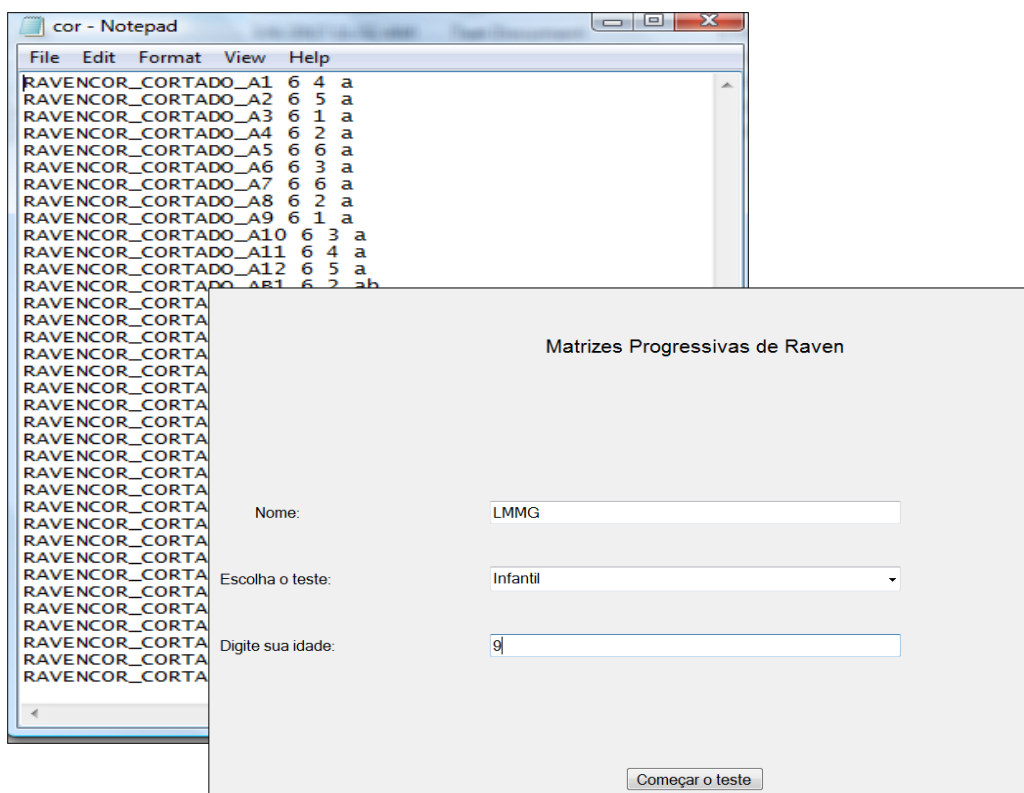


Figura 22. Configuração do Raven.

O software gera ao final um relatório com dados da execução como os acertos, erros, e tempo de resposta de cada participante, assim como a validade do teste e o nível de classificação da capacidade intelectual (superior, superior ao nível médio, nível médio, inferior ao nível médio, e deficiente), de acordo com o percentil em que se encontra o participante (Figura 23).

Nome	Idade	Momento Inicial	Percentil	# Respostas Corretas	# Respostas Incorretas	Resposta Esperada	Resposta Dada	Tempos	Validade
LMMG	9	21/03/2017 11:29	5	18	18	4	4	16484	VÁLIDO
LMMG	9	21/03/2017 11:29	5	18	18	5	2	20077	VÁLIDO
LMMG	9	21/03/2017 11:29	5	18	18	1	1	3332	VÁLIDO
LMMG	9	21/03/2017 11:29	5	18	18	2	2	1421	VÁLIDO
LMMG	9	21/03/2017 11:29	5	18	18	6	6	3377	VÁLIDO
LMMG	9	21/03/2017 11:29	5	18	18	3	3	3473	VÁLIDO
LMMG	9	21/03/2017 11:29	5	18	18	6	6	2726	VÁLIDO
LMMG	9	21/03/2017 11:29	5	18	18	2	2	2789	VÁLIDO
LMMG	9	21/03/2017 11:29	5	18	18	1	1	5060	VÁLIDO
LMMG	9	21/03/2017 11:29	5	18	18	3	3	4707	VÁLIDO
LMMG	9	21/03/2017 11:29	5	18	18	4	1	4226	VÁLIDO
LMMG	9	21/03/2017 11:29	5	18	18	5	6	2740	VÁLIDO
LMMG	9	21/03/2017 11:29	5	18	18	2	4	3910	VÁLIDO
LMMG	9	21/03/2017 11:29	5	18	18	6	5	2335	VÁLIDO
LMMG	9	21/03/2017 11:29	5	18	18	1	1	4495	VÁLIDO
LMMG	9	21/03/2017 11:29	5	18	18	2	6	2305	VÁLIDO
LMMG	9	21/03/2017 11:29	5	18	18	2	2	2266	VÁLIDO
LMMG	9	21/03/2017 11:29	5	18	18	1	1	2670	VÁLIDO
LMMG	9	21/03/2017 11:29	5	18	18	5	3	3795	VÁLIDO
LMMG	9	21/03/2017 11:29	5	18	18	5	4	4783	VÁLIDO
LMMG	9	21/03/2017 11:29	5	18	18	6	6	2460	VÁLIDO
LMMG	9	21/03/2017 11:29	5	18	18	3	3	2957	VÁLIDO
LMMG	9	21/03/2017 11:29	5	18	18	4	3	2760	VÁLIDO
LMMG	9	21/03/2017 11:29	5	18	18	5	5	20304	VÁLIDO

Figura 23. Relatório de resultados disponibilizado pelo teste Raven.

3.5.Procedimento

Os participantes interessados na pesquisa, quando identificados seja pelo encaminhamento de profissionais ou pela divulgação da pesquisa, foram convidados a comparecer ao Laboratório de Neurociência e Comportamento do Instituto de Ciências Biológicas da Universidade de Brasília, acompanhados dos pais ou responsáveis.

Já no Laboratório, eles foram dirigidos para uma sala de acolhimento, onde o responsável pelo participante recebeu inicialmente o TCLE, e o TAUISV, para serem preenchidos e assinados, quando aceitavam a participação do(a) filho(a) no estudo. Nessa ocasião, o TALE foi lido, juntamente com o responsável, ao participante para saber se ele aceitava continuar com a sessão de avaliação. Como recurso adicional ao TALE, foi utilizado um breve vídeo que apresentava uma simulação sobre o procedimento da sessão de avaliação, isto com a finalidade de facilitar a compreensão do participante.

Depois do consentimento e do assentimento serem assinados, foi preenchida a FIDC, assim como o SNAP-IV e o SDQ nas versões computadorizadas, a partir da informação fornecida pelo pai ou responsável pela criança.

Enquanto o responsável ficava na sala de acolhimento fornecendo os dados associados com os instrumentos mencionados anteriormente, o participante era levado para uma sala de registro confortável e refrigerada, adaptada sem atrativos que pudessem desviar a atenção do procedimento. Nesta sala era realizada tanto a avaliação da atividade cortical quanto a avaliação neuropsicológica, por meio dos respectivos equipamentos e instrumentos, em uma única sessão com duração aproximada de 1 hora e 30 minutos, tempo que se distribuiu em dois momentos, o primeiro para o registro da atividade cerebral durante a aplicação do TREA e o FDT, e o segundo para a aplicação do Raven, este último já sem o registro da atividade cerebral. Entre os dois momentos de avaliação houve um intervalo de no máximo 10 minutos.

Primeiramente, o participante foi convidado para sentar-se em uma cadeira, a 25 cm de distância da tela do monitor, para iniciar a etapa de preparação, na qual era realizada a medição da circunferência da cabeça para identificação do tamanho adequado da touca, medição, considerando a distância entre os ossos da cabeça (desde o nasion até oinion) para marcação do ponto de referência que permitia posicionar corretamente a touca, colocar a touca e os eletrodos auriculares para o registro da atividade cerebral e verificação das impedâncias.

Enquanto a preparação estava acontecendo, foram apresentados no monitor filmes de desenho animado para o participante.

Assim que terminou a etapa de preparação, teve início o registro do EEG, que foi realizado simultaneamente à aplicação dos testes neuropsicológicos, porém após as instruções gerais ao participante, como: deixar os pés no chão, evitar falar, e evitar

movimentar-se. Em seguida, apagou-se a luz da sala e iniciou-se a gravação do registro, solicitando-se ao sujeito para fechar os olhos a fim de que pudesse ser realizada a marcação da primeira linha de base (1 min).

Transcorrido o tempo da primeira linha de base, pedia-se ao participante para abrir os olhos e a avaliação neuropsicológica iniciava-se. Os testes foram aplicados em um computador conectado ao aparelho de registro, com monitor com tela sensível ao toque, adaptado para o uso do participante, a avaliação foi gravada através de uma câmera fixada em um ponto da sala, enquadrando de longe a tela do monitor e a imagem do participante de costas, assim como o áudio da sessão. Foi utilizado o programa *aTube Catcher*® como ferramenta de apoio para gravar com maior precisão a tela do monitor e registrar visualmente as respostas do participante (Figura 24).

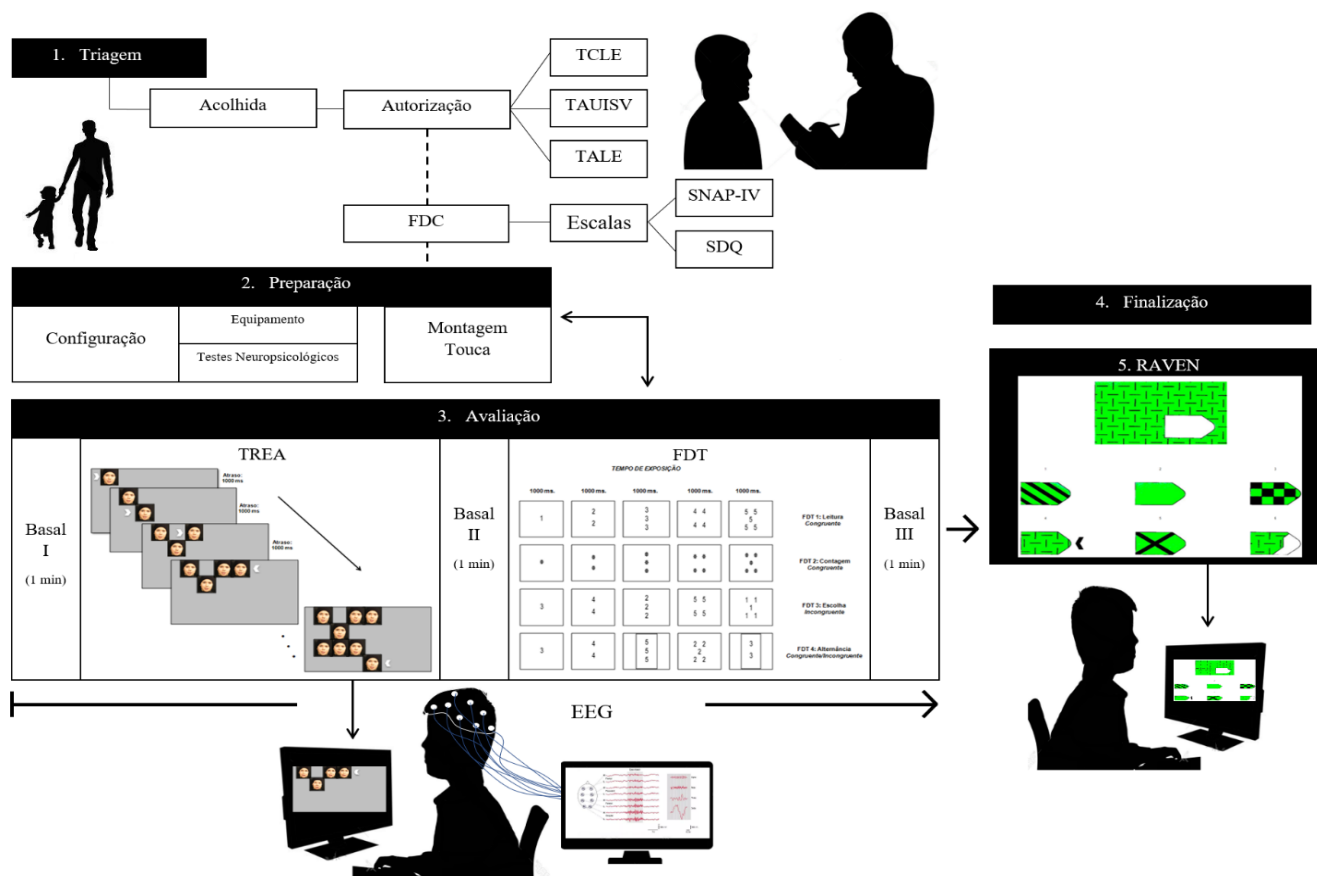


Figura 24. Esquema do procedimento realizado durante a sessão de avaliação.

3.5.1. Procedimento Para a Aplicação dos Testes

3.5.1.1. Teste de Reconhecimento Espacial com Atraso (TREA)

Primeiramente, foi apresentado para o participante um exemplo da tarefa, com as instruções necessárias, através do TREA/Exemplo, no qual eram apresentadas imagens associadas com brinquedos, em uma única etapa com cinco tentativas e até quatro elementos possíveis em cada uma. Se o sujeito não entendia as instruções perfeitamente, o avaliador as repetia com o TREA/Exemplo, mostrando como responder à tarefa, até o participante compreender o que teria de fazer.

A seguir, foram apresentadas ao participante as três etapas que compunham o teste, na ordem estabelecida no protocolo de avaliação: TREA/Geométrico, TREA/Faces (FAC/Neutro, FAC/Positivo, FAC/Negativo) e TREA/Contexto (CONT/Neutro, CONT/Positivo, CONT/Negativo), cada uma com os seus estímulos correspondentes.

Entre cada uma das etapas de aplicação do teste e no final deste, foi pedido para o participante fechar os olhos, para fins de marcação da segunda linha de base (1 min).

3.5.1.2. Teste dos Cinco Dígitos (FDT)

Antes de cada uma das quatro etapas que compõem o teste, foi apresentada uma etapa de treino (FDT1A, FDT2A, FDT3A, e FDT4A), composta por 10 imagens cada uma, com a finalidade de que o sujeito tivesse compreensão da tarefa a ser realizada, para depois de este treino exibir as etapas correspondentes: FDT1B, FDT2B, FDT3B e FDT4B, cada uma com

50 imagens. Assim, a ordem de apresentação do teste foi: FDT1A, FDT1B, FDT2A, FDT2B, FDT3A, FDT3B, FDT4A e FDT4B.

Entre cada uma das etapas de aplicação do teste e no final deste, foi pedido para o participante fechar os olhos, marcando a terceira linha de base (1 min).

Finalizada a aplicação do TREA e do FDT, o registro da atividade cerebral com o EEG foi encerrado, a luz da sala acesa e a touca e os eletrodos auriculares foram retirados do participante e ocorria a limpeza de sua cabeça e dos lóbulos de suas orelhas. Posteriormente, foram feitas ao participante, utilizando-se um formato pré-estabelecido, perguntas associadas com as estratégias por ele utilizadas para responder às tarefas aplicadas.

3.5.1.3. Teste das Matrizes Progressivas de Raven

Para finalizar a sessão de avaliação e já sem o equipamento de registro do EEG conectado ao participante, seguiu-se a aplicação do Teste de Raven na configuração indicada: Escala Infantil ou Escala Geral, de acordo com a faixa etária do participante que passou a receber as instruções correspondentes para a compreensão da tarefa.

Uma vez terminada a sessão de avaliação com o participante, este foi liberado e os experimentadores agradeceram pela sua participação e dos pais no estudo. Nessa ocasião, as crianças receberam como brinde pela sua participação um copo plástico com o logotipo do laboratório que continha balas e doces em seu interior.

3.6. Análise de Dados

Para os dados relacionados à avaliação inicial dos participantes realizada com os questionários psicológicos: SDQ, SNAP-IV e Raven, foram utilizadas análises descritivas.

Posteriormente, as análises comportamentais foram realizadas com o programa estatístico Sigma Plot 12.0. Assim, para comparar os grupos em termos do desempenho em cada uma das etapas dos testes, foi utilizada uma Anova de duas vias paramétrica, para amostras não relacionadas, onde um dos fatores foi, em alguns casos, o grupo (controle e TDAH) e em outros o subtipo de TDAH (desatenção e combinado), e o outro fator correspondeu à etapa (formas geométricas, faces e imagens de contexto no caso do TREA; e leitura, contagem, escolha e alternância no caso do FDT). As variáveis dependentes utilizadas foram número de acertos e tempo de reação no caso do TREA; e acertos, erros, omissões, autocorreções e tempo de reação no caso do FDT. Sempre que necessário, a Anova foi seguida do *post hoc* teste-t com correção de Bonferroni.

Por fim, para a comparação entre os grupos controle e TDAH, enquanto à pontuação nos índices de inibição e flexibilidade mental no FDT, foi utilizado um teste de Mann-Whitney para amostras não relacionadas, e para a mesma comparação entre os subtipos de TDAH (desatenção e combinado), foi utilizado um teste-t para amostras não relacionadas.

Quanto às análises relacionadas com os dados do registro da atividade cerebral com EEG, foram utilizados os programas *EEGLab Toolbox*, versão 13, *software* livre em código aberto (Delorme & Makeig, 2004) e o *Protolize*, ambos os programas rodando em *Matlab* 2017a/2018a. A taxa de amostragem utilizada na coleta foi de 500 Hz e reamostrada para 200Hz, com o objetivo de diminuir o tempo gasto pelo computador para o processamento dos dados.

Primeiramente, os registros contínuos originais gerados pelo *NeuronSpectrum* em formato .EDF, foram “recortados” e “analisados” de acordo com os horários de início e fim das etapas do TREA e do FDT. Em seguida, os fragmentos “recortados” foram decompostos em componentes independentes (ICA). Posteriormente, os componentes relacionados a artefatos do registro, como o piscar ou movimento dos olhos e à atividade muscular de regiões do pescoço e da cabeça, que possuem padrões característicos, foram removidos do registro original. Após a remoção dos artefatos, os registros foram avaliados pelo *EEGLab* a partir dos arquivos de registro tratados de cada sujeito em sua condição do experimento.

Os dados foram analisados de acordo com as bandas de frequências: Teta (4 - 8 Hz), alfa (8 - 13 Hz), beta (13 - 30 Hz) e gama (30 - 70 Hz), por meio de mapas topográficos da atividade cortical, utilizando a potência encontrada em cada eletrodo e a técnica de suavização (*smoothing*) ao redor dos canais, de forma a preencher os espaços entre eles.

O estudo foi pré-computado para o cálculo da potência espectral (em μV) e os dados foram disponibilizados para análise estatística no próprio *software* para comparação dos mapas topográficos de cada etapa e condição dentro do TREA e do FDT.

Em todas as análises o nível de significância estabelecido foi de $p < 0,05$.

IV. RESULTADOS

4.1. Características Sócio-demográficas dos Participantes

Das 46 crianças participantes do estudo, 21 foram pertencentes ao grupo sem transtorno de déficit de atenção/hiperatividade (controles), e 25 ao grupo com o transtorno de déficit de atenção/hiperatividade (TDAH). Com idades entre 7 e 14 anos. Destas, 30 eram do sexo

masculino (11 controles e 19 TDAH) e 16 do sexo feminino (10 controles e 6 TDAH) (Tabela 2).

Tabela 2. Características da amostra.

	TOTAL		IDADE		CONTROLES		IDADE		TDAH		IDADE	
	n	%	Média±EPM	n	%	Média±EPM	n	%	Média±EPM	n	%	Média±EPM
Amostra	46	100.00	9.70±0.30	21	45.65	9.10±0.46	25	54.35	10.20±0.38			
Meninos	30	58.70	9.87±0.38	11	36.67	8.82±0.54	19	63.33	10.47±0.46			
Meninas	16	32.61	9.38±0.52	10	62.50	9.40±0.78	6	37.50	9.33±0.56			

Nota. n= Número de participantes. %= Porcentagem de participantes. EPM= Erro padrão da média. TDAH= Transtorno de déficit de atenção/hiperatividade.

4.2. Avaliação Inicial

A fim de avaliar componentes psicológicos dos participantes, para a orientação dos critérios de inclusão da amostra, foram utilizados o Questionário de Swanson, Nolan e Pelham-IV (SNAP-IV), o Questionário de Capacidades e Dificuldades (SDQ), e o Teste das Matrizes Progressivas de Raven.

4.2.1. Questionário de Swanson, Nolan e Pelham-IV (SNAP-IV)

Os resultados da identificação de sintomas associados com TDAH, obtidos a partir da aplicação do SNAP-IV, indicaram que, dentro do grupo de TDAH, 7 participantes foram classificados no subtipo desatenção, 1 no subtipo hiperativo/impulsivo, e 17 no subtipo combinado (Tabela 3).

Tabela 3. Classificação subtipo de TDAH de acordo com o SNAP – IV.

SUBTIPO	GRUPO TDAH	
	N	%
Desatenção	7	28,00
Hiperatividade/impulsividade	1	4,00
Combinado	17	68,00
Total TDAH	25	100,00

Nota. n= Número de participantes. %= Porcentagem de participantes. TDAH= Transtorno de déficit de atenção/hiperatividade. A criança pertencente ao subtipo hiperatividade/impulsividade, não foi considerada para as análises de comparação entre os subtipos de TDAH, mas sim nas análises do grupo TDAH total quando comparado com o grupo controle.

4.2.2. Questionário de Capacidades e Dificuldades (SDQ)

De acordo com a pontuação total de dificuldades a partir dos resultados no SDQ, a classificação obtida tanto para o grupo controle quanto para o grupo TDAH ocorreu dentro do nível normal (Tabela 4).

Tabela 4. Escores no SDQ.

GRUPO	PONTUAÇÃO TOTAL DIFICULDADES	CLASSIFICAÇÃO
	Média±EPM	
CONTROLE	12.57±5.92	Normal (0-15)
TDAH	12.08±7.19	

Nota. TDAH= Transtorno de déficit de atenção/hiperatividade. EPM=Erro padrão da média.

4.2.3. Teste das Matrizes Progressivas de Raven

No teste Raven para identificação da capacidade intelectual dos participantes da amostra, foram classificados: 9 no nível superior (4 controles, e 5 TDAH), 10 no nível acima da média

(6 controles e 4 TDAH), 27 no nível médio (11 controles e 16 TDAH) e, nos níveis abaixo da média e inferior, 0 em cada (Tabela 5).

Tabela 5. Escores no Teste Raven.

GRAU	PERCENTIL	NIVEL CAPACIDADE INTELECTUAL	TOTAL		CONTROLES		TDAH	
			N	%	n	%	n	%
I	≥95	Superior	9	19.57	4	19.05	5	20.00
II	≥75	Acima da média	10	21.74	6	28.57	4	16.00
III	Entre 25 e 75	Médio	27	58.70	11	52.38	16	64.00
IV	≤25	Abaixo da média	0	0.00	0	0.00	0	0.00
V	≤5	Inferior	0	0.00	0	0.00	0	0.00

Nota. n= Número de participantes. %= Porcentagem de participantes. TDAH= Transtorno de déficit de atenção/hiperatividade.

4.3.Comportamentais

4.3.1. Teste de Reconhecimento Espacial com Atraso (TREA)

4.3.1.1.Desempenho com Base na Taxa de Acertos

Quando comparado o desempenho dos participantes, de acordo com os acertos totais no TREA, uma Anova de duas vias identificou um efeito estatisticamente significativo no fator grupo ($F[1,176]=7.49$, $p<0.05$); assim, o *post hoc* (teste-t com correção de Bonferroni) apontou diferença estatisticamente significativa entre o grupo controle e o grupo TDAH ($t=2.73$, $p<0.05$), onde o grupo controle obteve em média maior número de acertos totais (5.66 ± 0.19) do que o grupo TDAH (4.93 ± 0.18). Já no fator etapa (formas geométricas, faces, imagens com contexto), a Anova não evidenciou efeito significativo ($F[3,176]=0.28$,

$p > 0.05$), nem tampouco na interação entre grupo e etapa ($F[3,176]=0.04$, $p > 0.05$) (Figura 25).

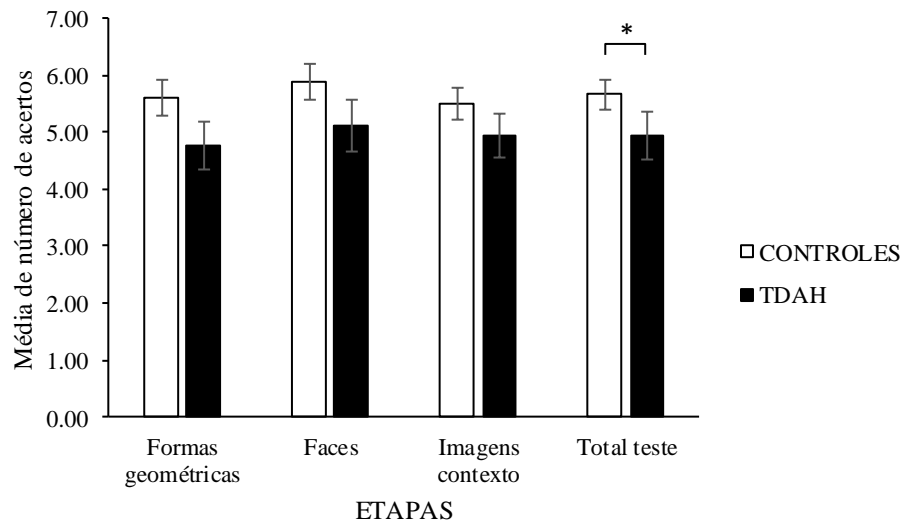


Figura 25. Desempenho do grupo controle e do grupo TDAH quanto aos acertos nas etapas do TREA (média±EPM). *Diferença estatisticamente significativa= Controles>TDAH em acertos totais. Anova de duas vias, seguida do *post hoc* teste-t com correção de Bonferroni ($p < 0.05$). (n= 21 Controles; n= 25 TDAH).

Adicionalmente, na análise do desempenho a partir dos acertos nas etapas emocionais do TREA, a Anova de duas vias não evidenciou um efeito estatisticamente significativo no fator tipo de face ($F[2,132]=0.18$, $p > 0.05$), nem na interação entre grupo e tipo de face ($F[2,132]=0.15$, $p > 0.05$) (Figura 26).

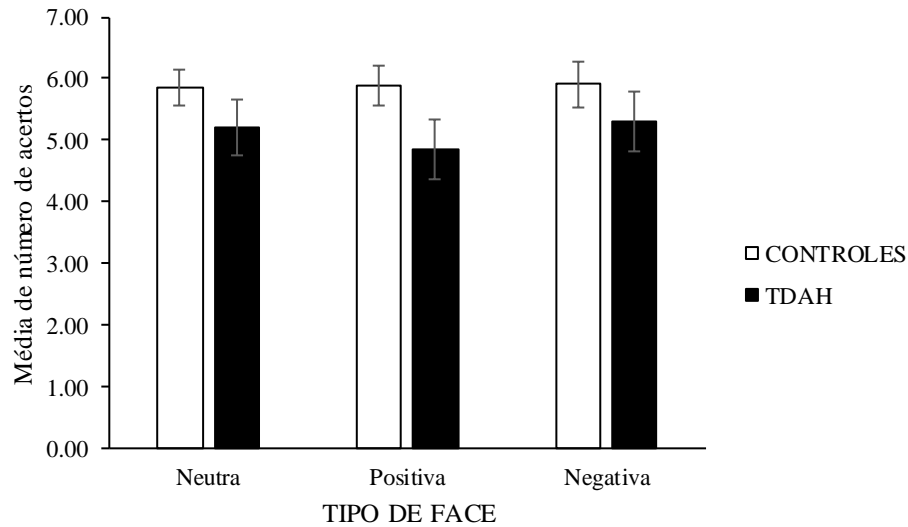


Figura 26. Desempenho do grupo controle e do grupo TDAH quanto aos acertos no tipo de face (neutra, positiva, negativa) do TREA (média±EPM). Anova de duas vias, seguida do *post hoc* teste-t com correção de Bonferroni ($p > 0.05$). (n= 21 Controles; n= 25 TDAH).

Por outro lado, na etapa de imagens de contexto (neutras, positivas e negativas), a Anova de duas vias indicou um efeito significativo no fator grupo ($F[1,132]=4.18$, $p < 0.05$), onde o *post hoc* (teste-t com correção de Bonferroni) identificou que o desempenho dos grupos foi estatisticamente diferente nas imagens de contexto positivas ($t=2.19$, $p < 0.05$), onde o grupo controle apresentou em média maior número de acertos (5.78 ± 0.38) do que o grupo TDAH (4.64 ± 0.35). Igualmente, a Anova de duas vias indicou efeito estatisticamente significativo no fator tipo de imagem de contexto ($F[2,132]=3.25$, $p < 0.05$); assim, o teste-t com correção de Bonferroni mostrou, no grupo TDAH, diferença estatisticamente significativa entre o desempenho dos participantes nas imagens de contexto neutras e as imagens de contexto negativas ($t=2.54$, $p < 0.05$), sendo que a média de acertos, nas imagens de contexto neutras, foi maior (5.15 ± 0.40) do que nas imagens de contexto positivas (4.64 ± 0.39). O grupo controle, não apresentou diferenças estatisticamente significativas entre os tipos de estímulos (neutro, positivos e negativos) na etapa de imagens de contexto. Finalmente, na interação

entre grupo e tipo de imagem de contexto, a Anova de duas vias não encontrou um efeito estatisticamente significativo ($F[2,132]=0.81, p>0.05$) (Figura 27).

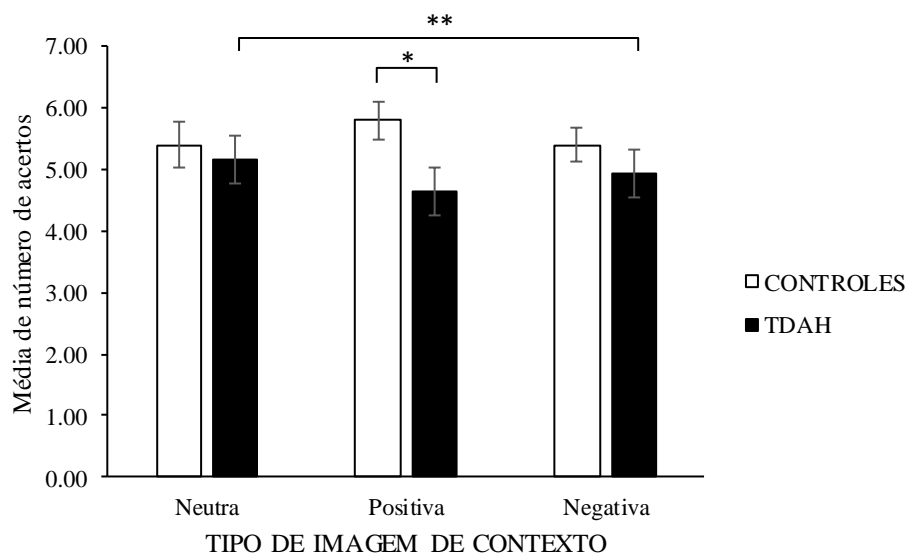


Figura 27. Desempenho do grupo controle e do grupo TDAH quanto aos acertos no tipo de imagem de contexto (neutra, positiva, negativa) do TREA (média±EPM). *Diferença estatisticamente significativa= Controles>TDAH no tipo de imagem Positiva. **Diferença estatisticamente significativa= Neutra>Negativa dentro do grupo TDAH. Anova de duas vias, seguida do *post hoc* teste-t com correção de Bonferroni ($p<0.05$). (n= 21 Controles; n= 25 TDAH).

No que refere à comparação entre os subtipos de TDAH (desatenção e combinado) quanto aos acertos no TREA, a Anova de duas vias não indicou efeito estatisticamente significativo no fator subtipo de TDAH ($F[1,66]=0.73, p>0.05$), no fator etapa ($F[2,66]=0.15, p>0.05$), nem na interação entre subtipo de TDAH e etapa ($F[2,66]=0.05, p>0.05$). Também, não mostrou efeito significativo na análise das etapas do teste com estímulos emocionais (neutros, positivos e negativos): na etapa de faces não houve efeito significativo no fator subtipo de TDAH ($F[1,66]=0.54, p>0.05$), tipo de face ($F[2,66]=0.22, p>0.05$), nem na interação entre subtipo de TDAH e tipo de face ($F[2,66]=0.12, p>0.05$); o que também foi verificado na etapa de imagens de contexto para o fator subtipo de TDAH ($F[1,66]=1.39, p>0.05$), para o

fator tipo de imagem de contexto ($F[2,66]=0.40$, $p>0.05$) e para a interação entre subtipo de TDAH e tipo de imagem de contexto ($F[2,66]=0.23$, $p>0.05$) (Figura 28).

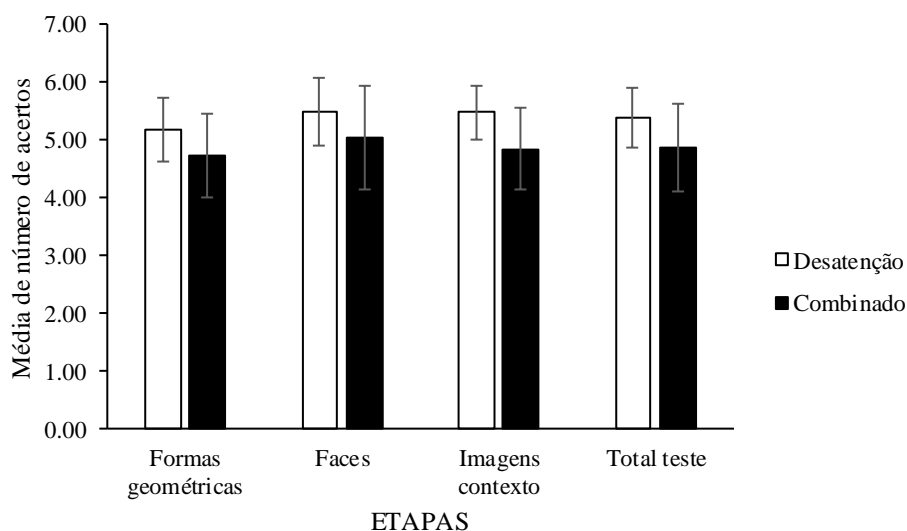


Figura 28. Desempenho do subtipo Desatenção e do subtipo Combinado quanto aos acertos nas etapas do TREA (média±EPM). Anova de duas vias, seguida do *post hoc* teste-t com correção de Bonferroni ($p>0.05$). ($n= 7$ Desatenção; $n= 17$ Combinado).

4.3.1.2. Desempenho com Base no Tempo de Reação

Na comparação do desempenho dos participantes, a partir do tempo de reação obtido no TREA, uma Anova de duas vias indicou um efeito estatisticamente significativo no fator grupo ($F[1,176]=8.97$, $p<0.05$); assim, ao aplicar o *post hoc* (teste-t com correção de Bonferroni), este identificou uma diferença estatisticamente significativa entre o grupo TDAH e o grupo controle ($t=2.99$, $p<0.05$), no tempo de reação total, onde o grupo TDAH apresentou em média maior tempo de reação (752.41 ± 6.77) do que o grupo controle (722.37 ± 7.39). Por outro lado, para o fator etapa ($F[3,176]=1.24$, $p>0.05$) e para a interação entre grupo e etapa ($F[3,176]=0.11$, $p>0.05$), a Anova de duas vias não evidenciou efeito estatisticamente significativo (Figura 29).

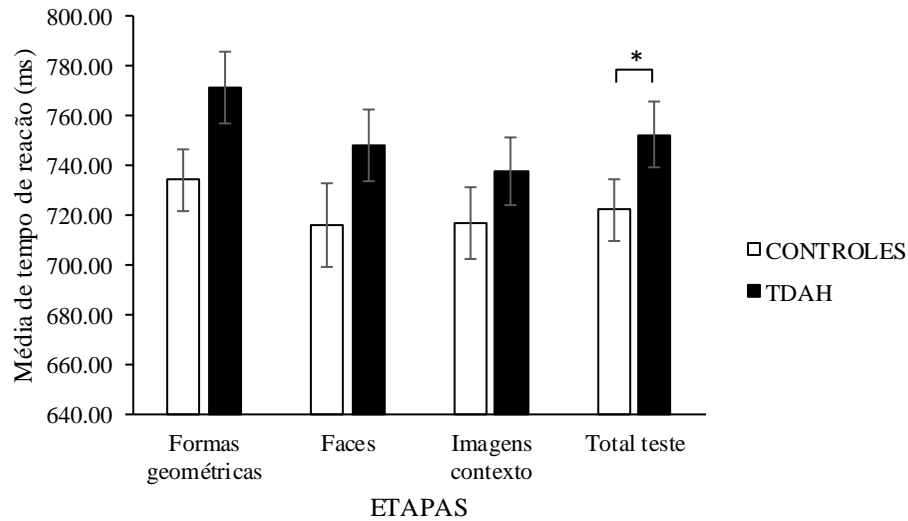


Figura 29. Desempenho do grupo controle e do grupo TDAH quanto ao tempo de reação nas etapas do TREA (média±EPM). *Diferença estatisticamente significativa= Controles>TDAH em tempo de reação total. Anova de duas vias, seguida do *post hoc* teste-t com correção de Bonferroni ($p<0.05$). (n= 21 Controles; n=25 TDAH).

Adicionalmente, na análise do desempenho a partir do tempo de reação nas etapas emocionais do TREA, a Anova de duas vias apresentou na etapa de faces (neutras, positivas e negativas), um efeito estatisticamente significativo no fator tipo de face ($F[2,132]=3.34$, $p<0.05$), onde o *post hoc* com o teste-t com correção de Bonferroni mostrou, dentro do grupo TDAH, diferença estatisticamente significativa entre o tempo de reação obtido pelos participantes nos estímulos de faces neutras e o tempo de reação obtido nos estímulos de faces positivas ($t=2.51$, $p<0.05$), sendo que o tempo de reação foi maior para as faces neutras (762.040 ± 16.67) do que para as faces positivas (735.56 ± 17.43); já dentro do grupo controle, o teste-t com correção de Bonferroni não indicou diferenças estatisticamente significativas entre os diferentes tipos de estímulos emocionais. Por outro lado, não houve efeito significativo na interação entre grupo e tipo de face ($F[2,132]=0.15$, $p>0.05$) (Figura 30).

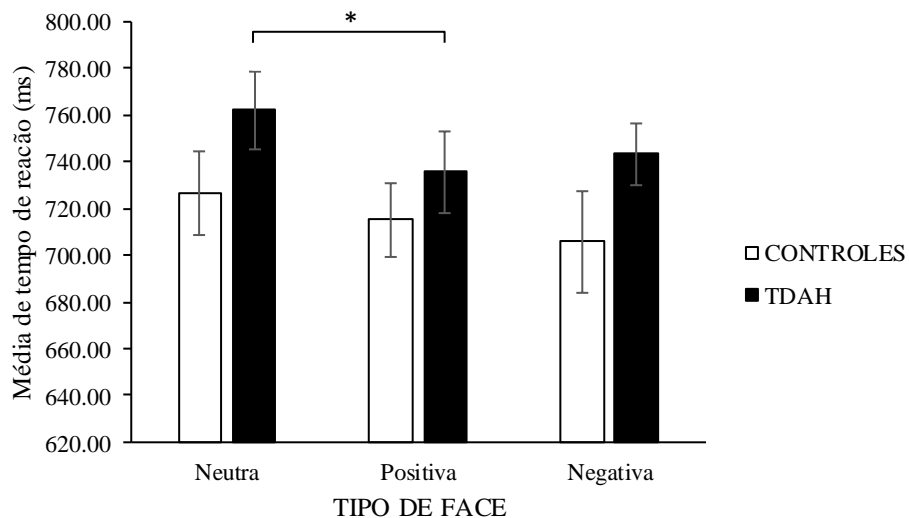


Figura 30. Desempenho do grupo controle e do grupo TDAH quanto ao tempo de reação para os tipos de face (neutra, positiva, negativa) do TREA (média±EPM). *Diferença estatisticamente significativa= Neutra>Positiva dentro do grupo TDAH. Anova de duas vias, seguida do *post hoc* teste-t com correção de Bonferroni ($p<0.05$). (n= 21 Controles; n= 25 TDAH).

Já na etapa de imagens de contexto (neutras, positivas e negativas), a Anova de duas vias não mostrou efeito significativo no fator tipo de imagem de contexto ($F[2,132]=0.57, p>0.05$) e nem na interação entre grupo e tipo de imagem de contexto ($F[2,132]=0.22, p>0.05$) (Figura 31).

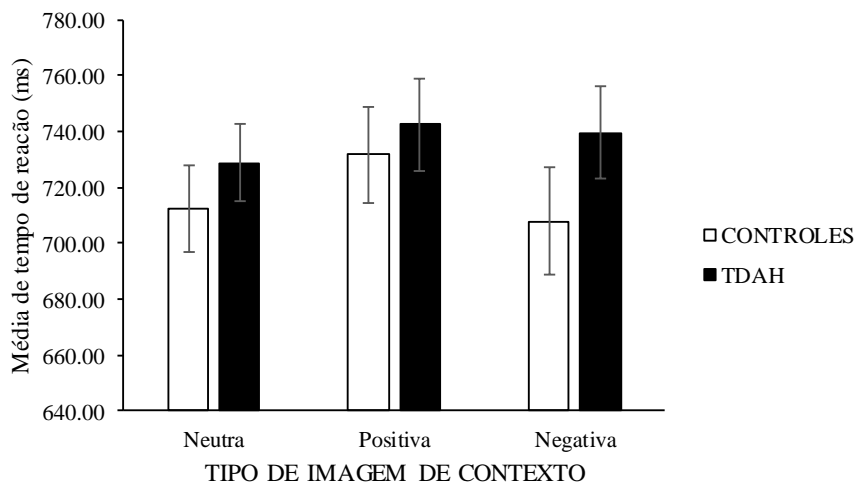


Figura 31. Desempenho do grupo controle e do grupo TDAH quanto ao tempo de reação no tipo de imagem de contexto (neutra, positiva, negativa) do TREA (média±EPM). Anova de duas vias, seguida do *post hoc* teste-t com correção de Bonferroni ($p>0.05$). (n= 21 Controles; n= 25 TDAH).

Quanto à comparação dos subtipos de TDAH (desatenção e combinado), no desempenho no TREA a partir dos tempos de reação, a Anova de duas vias não encontrou efeito estatisticamente significativo no fator subtipo de TDAH ($F[1,66]=0.007$, $p>0.05$), no fator etapa ($F[2,66]=0.72$, $p>0.05$), nem na interação entre subtipo de TDAH e etapa ($F[2,66]=0.25$, $p>0.05$). Também, não apontou efeito significativo na análise das etapas do teste com estímulos emocionais (neutros, positivos e negativos): na etapa de faces não houve efeito significativo em subtipo TDAH ($F[1,66]=0.55$, $p>0.05$), tipo de face ($F[2,66]=0.25$, $p>0.05$), nem na interação entre subtipo de TDAH e tipo de face ($F[2,66]=0.49$, $p>0.05$); o que também aconteceu na etapa de imagens de contexto para o fator subtipo de TDAH ($F[1,66]=0.46$, $p>0.05$), para o fator tipo de imagem de contexto ($F[2,66]=0.26$, $p>0.05$) e para a interação entre subtipo de TDAH e tipo de imagem de contexto ($F[2,66]=0.01$, $p>0.05$) (Figura 32).

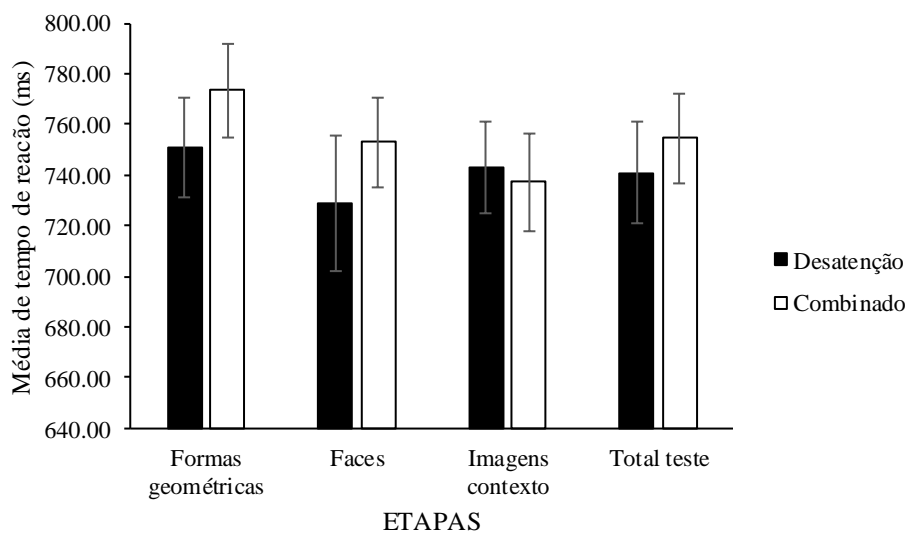


Figura 32. Desempenho do subtipo Desatenção e do subtipo Combinado quanto ao tempo de reação nas etapas do TREA (média±EPM). Anova de duas vias, seguida do *post hoc* teste-t com correção de Bonferroni ($p>0.05$). ($n= 7$ Desatenção; $n= 17$ Combinado).

4.3.2. Teste dos Cinco Dígitos (FDT)

4.3.2.1. Desempenho com Base na Taxa de Acertos

Quando comparado o desempenho dos participantes de acordo com os acertos no FDT, uma Anova de duas vias mostrou efeito estatisticamente significativo no fator etapa ($F[3,176]=15.81$, $p<0,001$). Assim, o *post hoc* (Teste-t com correção de Bonferroni) evidenciou, no grupo controle, diferença estatisticamente significativa entre a etapa de leitura e a etapa de alternância ($t=3.823$, $p<0.05$), onde os acertos na etapa de leitura (49.81 ± 0.09) foram maiores do que os acertos na etapa de alternância (44.28 ± 1.56); o teste também apontou diferença significativa entre a etapa de contagem e a etapa de alternância ($t=3.72$, $p<0.05$), sendo maior o número de acertos na etapa de contagem (49.67 ± 0.11) do que na de alternância (44.28 ± 1.56). Já no grupo TDAH, o teste-t com correção de Bonferroni indicou diferença significativa entre leitura e alternância ($t=4.88$, $p<0.001$), onde na etapa de leitura os acertos foram maiores (49.58 ± 0.14) do que na etapa de alternância (45.26 ± 1.27); igualmente identificou diferença estatisticamente significativa entre a etapa de contagem e alternância ($t=4.25$, $p<0.001$), sendo maior o número de acertos em contagem (48.58 ± 0.34) do que na de alternância (45.26 ± 1.27). No fator grupo ($F[1,176]=1.16$ $p>0.05$) e na interação entre grupo e etapa ($F[3,176]=0.08$, $p>0.05$), a Anova de duas vias não evidenciou um efeito estatisticamente significativo (Figura 33).

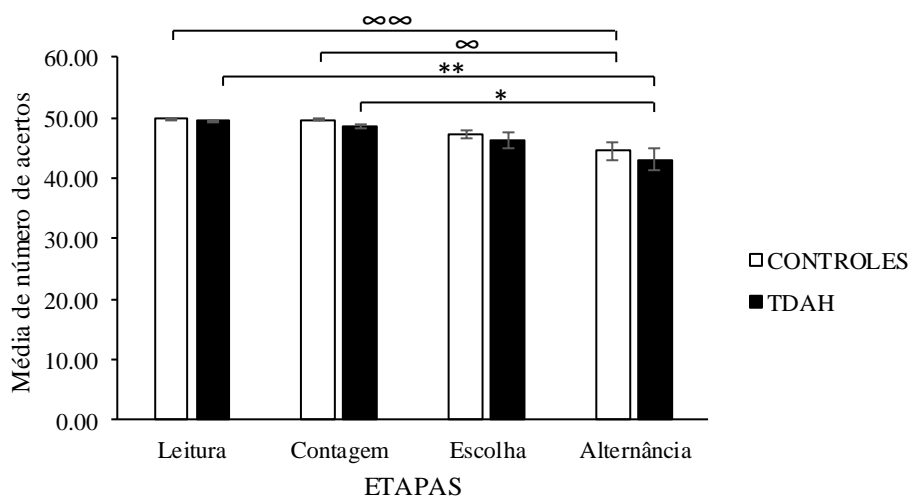


Figura 33. Desempenho do grupo controle e do grupo TDAH quanto aos acertos nas etapas do FDT (média±EPM). *Diferença estatisticamente significativa= Contagem>Alternância dentro do grupo TDAH. **Diferença estatisticamente significativa= Leitura>Alternância dentro do grupo TDAH. ∞Diferença estatisticamente significativa= Contagem>Alternância dentro do grupo controle. ∞∞Diferença estatisticamente significativa= Leitura>Alternância dentro do grupo controle. Anova de duas vias, seguida do *post hoc* teste-t com correção de Bonferroni ($p<0.05$). (n= 21 Controles; n= 25 TDAH).

Na comparação dos subtipos de TDAH, em relação aos acertos no FDT, a Anova de duas vias identificou um efeito estatisticamente significativo no fator etapa ($F[3,88]=3.08$, $p<0.05$); assim, o *post hoc* com o teste-t com correção de Bonferroni apontou, dentro do subtipo de TDAH combinado, diferença estatisticamente significativa entre a etapa de leitura e a etapa de alternância ($t=4.54$, $p<0.001$), sendo que o número de acertos obtidos pelos participantes foi maior na etapa de leitura (49.76 ± 2.41) do que na etapa de alternância (41.76 ± 0.34), e entre contagem e alternância ($t=3.94$, $p<0.001$), onde os acertos foram maiores na etapa de contagem (48.71 ± 0.08) do que na etapa de alternância (41.76 ± 0.34). Dentro do subtipo desatenção, não foram evidenciadas diferenças estatisticamente significativas entre as etapas. Já dentro da etapa de alternância, houve uma diferença estatisticamente significativa entre o subtipo desatenção e o subtipo combinado ($t=2.88$,

$p < 0.05$), onde o subtipo desatenção teve maior número de acertos (48.42 ± 1.94) do que o combinado (41.76 ± 1.24). Não foi indicado, pela Anova de duas vias, efeito significativo no fator subtipo de TDAH ($F[1,88]=3.52$, $p < 0.05$), nem na interação entre subtipo de TDAH e etapa ($F[3,88]=1.89$, $p < 0.05$) (Figura 34).

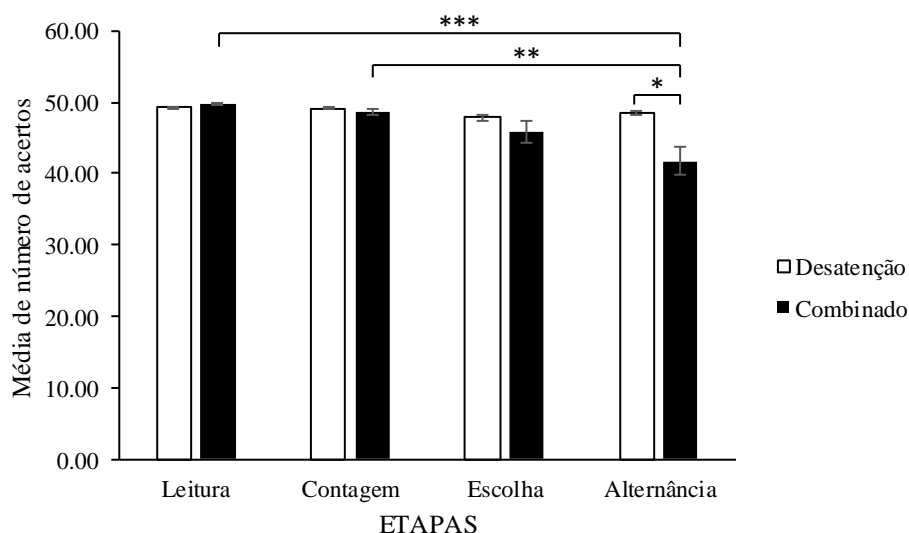


Figura 34. Desempenho do subtipo Desatenção e do subtipo Combinado quanto aos acertos nas etapas do FDT (média±EPM). *Diferença estatisticamente significativa= Desatenção>Combinado dentro da etapa de alternância. **Diferença estatisticamente significativa= Contagem>Alternância dentro do subtipo Combinado. ***Diferença estatisticamente significativa= Leitura>Alternância dentro do subtipo Combinado. Anova de duas vias, seguida do *post hoc* teste-t com correção de Bonferroni ($p < 0.05$). (n= 7 Desatenção; n= 17 Combinado).

4.3.2.2. Desempenho com Base na Taxa de Erros

A análise associada com os erros no FDT indicou, a partir de uma Anova de duas vias, efeito estatisticamente significativo no fator etapa ($F[3,176]=11.22$ $p < 0.001$), seguido do *post hoc* com o teste-t com correção de Bonferroni, o qual identificou que, dentro do grupo controle houve diferença estatisticamente significativa entre a etapa alternância e a etapa contagem ($t=3.38$, $p < 0.05$), onde os participantes obtiveram maior número de erros na etapa alternância (4.67 ± 1.54) do que na de contagem (0.17 ± 0.08); e entre a etapa alternância e

leitura ($t=3.38$, $p<0.005$); sendo maior o número de erros na etapa de alternância (4.67 ± 1.54) do que na etapa de leitura (0.17 ± 0.08). Também, o *post hoc* (Teste-t com correção de Bonferroni) evidenciou diferença estatisticamente significativa dentro do grupo TDAH, entre a etapa de alternância e a etapa de leitura ($t=3.97$, $p<0.001$), sendo maior o número de erros em alternância (2.74 ± 0.87) do que na de leitura (0.26 ± 0.11); e entre alternância e contagem ($t=3.36$, $p<0.05$), onde os erros foram maiores nos participantes para a etapa de alternância (2.74 ± 0.87) do que para a etapa de contagem (1.05 ± 0.26). Por outro lado, não se apresentou efeito significativo no fator grupo ($F[1,176]=0,69$ $p>0.05$), nem na interação entre grupo e etapa ($F[3,176]=0.06$ $p>0.05$) (Figura 35).

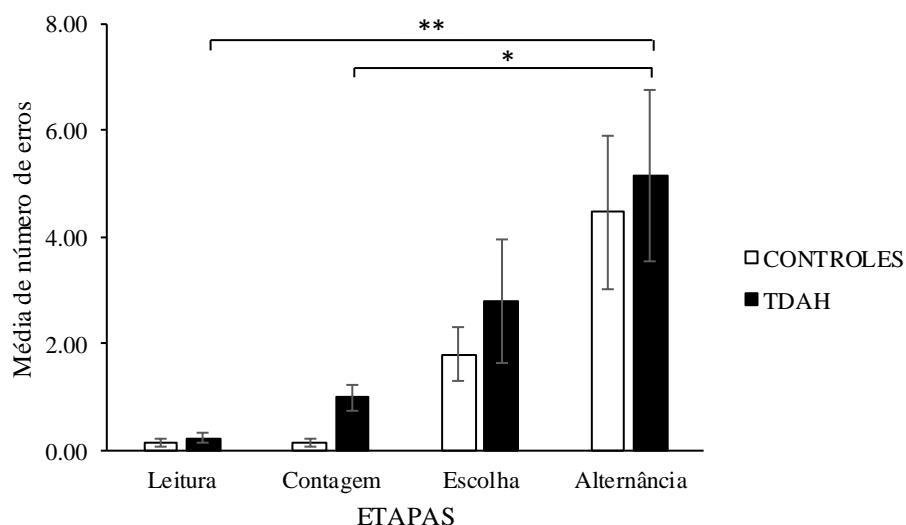


Figura 35. Desempenho do grupo controle e do grupo TDAH quanto aos erros nas etapas do FDT (média±EPM). *Diferença estatisticamente significativa= Alternância>Contagem dentro do grupo TDAH. **Diferença estatisticamente significativa= Alternância>Leitura dentro do grupo TDAH. Anova de duas vias, seguida do *post hoc* teste-t com correção de Bonferroni ($p<0.05$). (n= 21 Controles; n= 25 TDAH).

Quando comparados os subtipos de TDAH quanto ao desempenho no FDT a partir dos erros, a Anova de duas vias não encontrou efeito significativo para nenhum dos fatores:

subtipo de TDAH ($F[1,88]=3.25$, $p<0.05$), etapa ($F[3,88]=2.23$, $p<0.05$), e interação entre subtipo de TDAH e etapa ($F[3,88]=1.43$, $p<0.05$) (Figura 36).

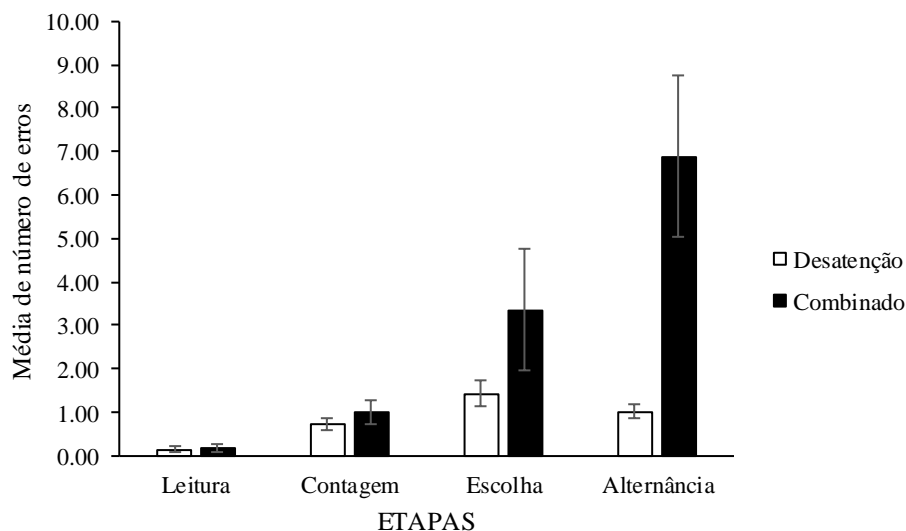


Figura 36. Desempenho do subtipo Desatenção e do subtipo Combinado quanto aos erros nas etapas do FDT (média±EPM). Anova de duas vias, seguida do *post hoc* teste-t com correção de Bonferroni ($p>0.05$). (n= 7 Desatenção; n= 17 Combinado).

4.3.2.3. Desempenho com Base na Taxa de Omissões

Ao comparar o desempenho dos participantes tendo em conta as omissões no FDT, uma Anova de duas vias, encontrou um efeito estatisticamente significativo no fator etapa ($F[3,176]=6.66$ $p<0.001$). Dessa forma, o *post hoc* com o teste-t com correção de Bonferroni indicou diferença estatisticamente significativa entre a etapa de alternância e a etapa de leitura ($t=3.48$, $p<0.05$); e entre alternância e contagem ($t=3.31$, $p<0.05$), dentro do grupo TDAH, sempre na etapa de alternância as omissões foram maiores (2.00 ± 0.84) do que em leitura (0.16 ± 0.10) e contagem (0.37 ± 0.12). Já no grupo controle, não foram encontradas diferenças estatisticamente significativas entre as etapas do teste. No fator grupo

($F[1,176]=0.81$ $p>0.05$) e na interação entre grupo e etapa ($F[3,176]=0.61$ $p>0.05$) não se identificou um efeito estatisticamente significativo (Figura 37).

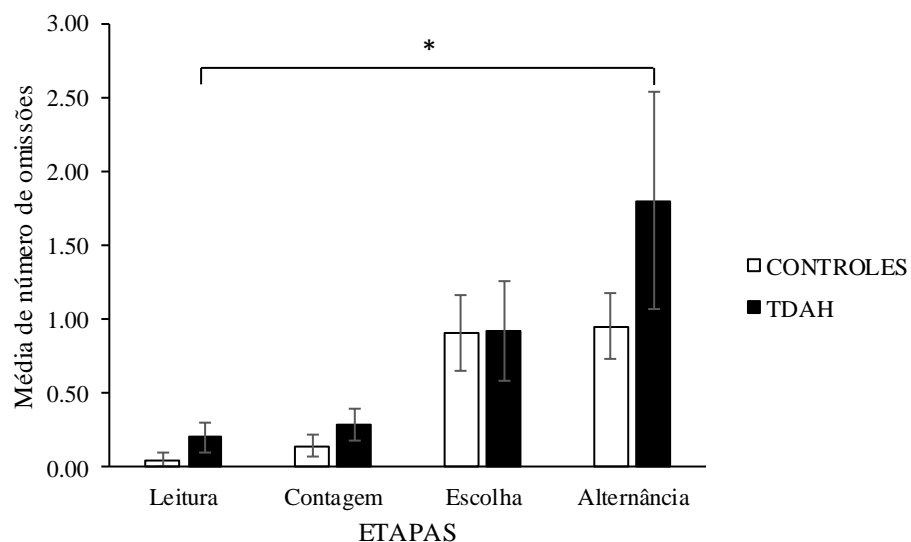


Figura 37. Desempenho do grupo controle e do grupo TDAH quanto às omissões nas etapas do FDT (média±EPM). *Diferença estatisticamente significativa= Alternância>Leitura dentro do grupo TDAH. Anova de duas vias, seguida do *post hoc* teste-t com correção de Bonferroni ($p<0.05$). (n= 21 Controles; n= 25 TDAH).

Na comparação dos subtipos de TDAH, a Anova não indicou efeito significativo para nenhum dos fatores: subtipo TDAH ($F[1,88]=0.25$, $p>0.05$), etapa ($F[1,87]=3.08$, $p>0.05$), e interação entre subtipo de TDAH e etapa ($F[3,88]=1.02$, $p>0.05$) (Figura 38).

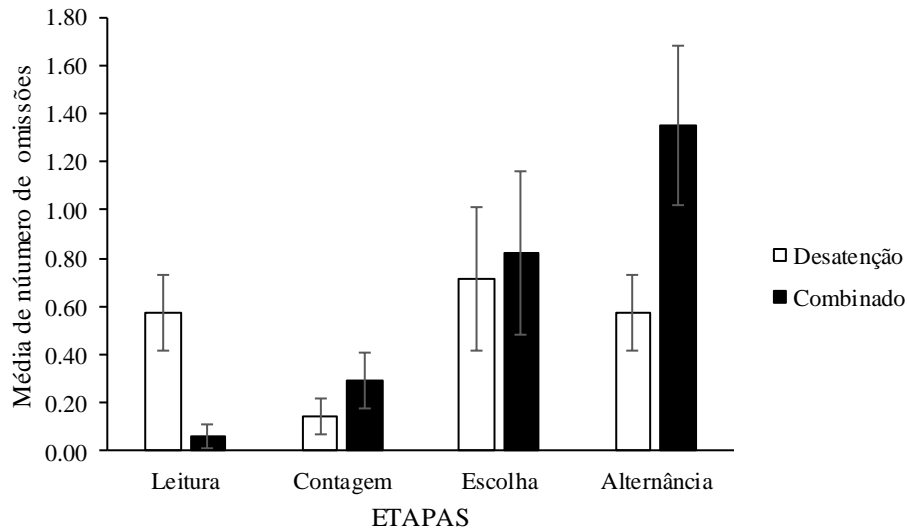


Figura 38. Desempenho do subtipo Desatenção e do subtipo Combinado quanto às omissões nas etapas do FDT (média±EPM). Anova de duas vias, seguida do *post hoc* teste-t com correção de Bonferroni ($p>0.05$). (n= 7 Desatenção; n= 17 Combinado).

4.3.2.4. Desempenho com Base na Taxa de Autocorrekções

Quando comparado o desempenho dos participantes, de acordo com as autocorrekções no FDT, uma Anova de duas vias mostrou efeito estatisticamente significativo no fator grupo ($F[1,176]=9.49$ $p<0.05$), seguido do *post hoc* (teste-t com correção de Bonferroni), apontando diferença estatisticamente significativa entre o grupo TDAH e o grupo controle ($t=3.08$, $p<0.05$), onde o grupo com TDAH teve maior número de autocorrekções (1.64 ± 0.14) do que o grupo controle (0.96 ± 0.16). Adicionalmente, dentro da etapa de escolha, houve diferença significativa entre os grupos ($t=2.17$, $p<0.05$), sendo que o grupo TDAH teve maior número de autocorrekções na etapa (2.24 ± 0.29), do que o grupo controle (1.28 ± 0.32). Para as outras etapas não se apresentaram diferenças estatisticamente significativas. Da mesma forma, a Anova de duas vias identificou efeito estatisticamente significativo no fator etapa ($F[3,176]=17.94$, $p<0.001$); assim, o teste-t com correção de Bonferroni, encontrou que,

dentro do grupo controle, a etapa alternância foi diferente das etapas: leitura ($t=4.47$, $p<0.001$) e contagem ($t=3.33$, $p<0.05$), onde os participantes na etapa de alternância tiveram maior número de autocorreções (2.00 ± 0.38) do que nas etapas leitura (0.00 ± 0.00) e contagem (0.56 ± 0.17); também, houve diferenças estatisticamente significativa entre a etapa escolha e a etapa leitura ($t=2.81$, $p<0.05$), sendo que as omissões na etapa de escolha foram maiores (1.33 ± 0.24) do que na etapa de leitura (0.00 ± 0.00). Já, para as outras etapas do teste, não se acharam diferenças estatisticamente significativas. Dentro do grupo TDAH, o teste-t com correção de Bonferroni também indicou diferenças significativas entre a etapa de alternância e as etapas de leitura ($t=5.15$, $p<0.001$) e contagem ($t=3.15$, $p<0.05$), onde sempre o maior número de autocorreções ocorreu na etapa de alternância (2.42 ± 0.46) do que nas etapas leitura (0.32 ± 0.12) e contagem (1.21 ± 0.22). Já, para as outras etapas do teste, não foram apontadas diferenças estatisticamente significativas. Não houve efeito estatisticamente significativo na interação entre grupo e etapa ($F[3,176]=0.23$, $p>0.05$), de acordo com a Anova de duas vias (Figura 39).

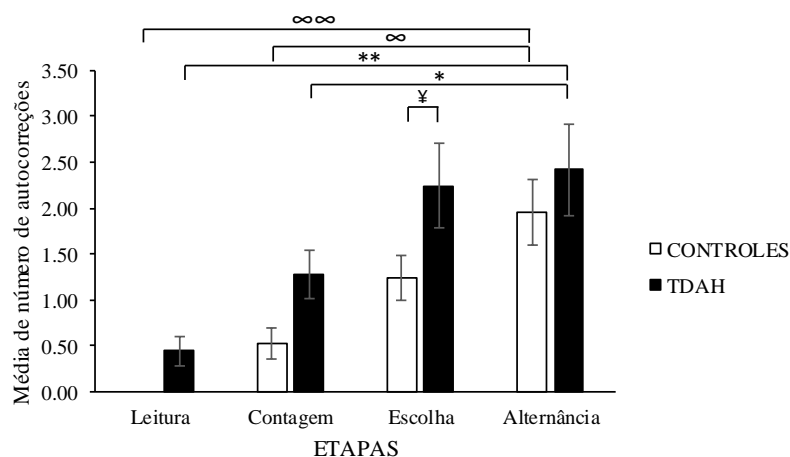


Figura 39. Desempenho do grupo controle e do grupo TDAH quanto às autocorreções nas etapas do FDT (média±EPM). †Diferença estatisticamente significativa= TDAH>Controles na etapa Escolha. *Diferença estatisticamente significativa= Alternância>Contagem dentro do grupo TDAH. **Diferença estatisticamente significativa= Alternância>Leitura dentro do grupo TDAH. ∞Diferença estatisticamente significativa= Alternância>Contagem dentro do grupo controle. ∞∞Diferença estatisticamente significativa= Alternância>Leitura dentro do grupo controle. Anova de duas vias, seguida do *post hoc* teste-t com correção de Bonferroni ($p<0.05$). (n= 21 Controles; n= 25 TDAH).

Na comparação entre os subtipos de TDAH, a Anova de duas vias evidenciou efeito significativo no fator etapa ($F[3,88]=6.98$, $p<0.05$), onde o teste-t com correção de Bonferroni, mostrou que a etapa de escolha, dentro do subtipo combinado, foi diferente da etapa de leitura ($t=3.05$, $p<0.05$), sendo maior o número de autocorreções dos participantes para a etapa de escolha (2.41 ± 0.48) do que para a etapa de leitura (0.53 ± 0.01); também, houve diferença estatisticamente significativa entre alternância e leitura ($t=3.05$, $p<0.05$), sendo o maior número de autocorreções na etapa de alternância (2.41 ± 0.19) do que na etapa de leitura (0.53 ± 0.01). Dentro do subtipo desatenção, o teste-t com correção de Bonferroni, apontou diferença significativa entre a etapa de alternância e a etapa de leitura ($t=3.11$, $p<0.05$); assim, as autocorreções foram maiores na etapa de alternância (3.14 ± 0.08) do que na etapa de leitura (0.14 ± 0.08). Por fim, para o fator tipo de TDAH ($F[1,88]=0.14$, $p>0.05$) e para a interação entre tipo de TDAH e etapa ($F[3,88]=0.48$, $p>0.05$), a Anova de duas vias não encontrou efeito estatisticamente significativo (Figura 40).

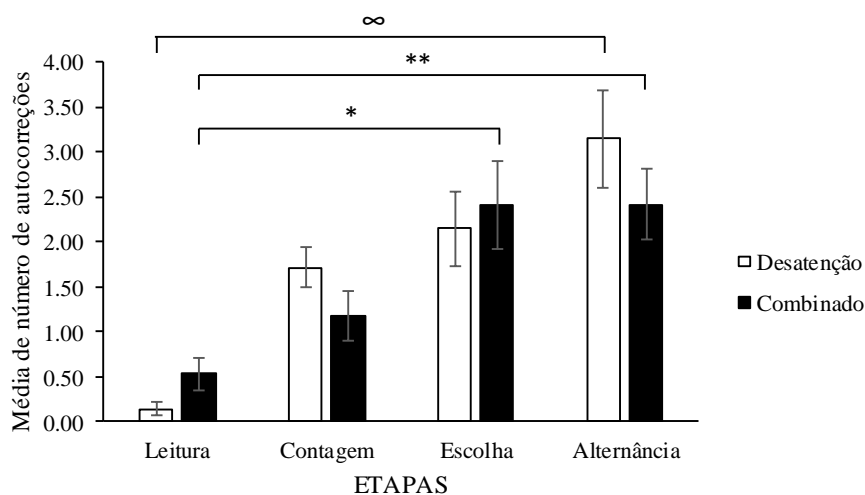


Figura 40. Desempenho do subtipo Desatenção e do subtipo Combinado quanto às autocorreções nas etapas do FDT (média±EPM). *Diferença estatisticamente significativa= Escolha>Leitura dentro do subtipo Combinado. **Diferença estatisticamente significativa= Alternância>Leitura dentro do subtipo Combinado. ∞Diferença estatisticamente significativa= Alternância>Leitura dentro do subtipo Desatenção. Anova de duas vias, seguida do *post hoc* teste-t com correção de Bonferroni ($p<0.05$). (n= 7 Desatenção; n= 17 Combinado).

4.3.2.5. Desempenho com Base no Tempo de Reação

No que refere ao desempenho dos participantes no FDT, a partir dos tempos de reação, uma Anova de duas vias não mostrou efeito estatisticamente significativo para o fator grupo ($F[1,220]=2.86$, $p>0.05$), ou para o fator etapa ($F[4,220]=2.45$, $p>0.05$); e nem para a interação entre grupo e etapa ($F[4,220]=0.05$, $p>0.05$) (Figura 41).

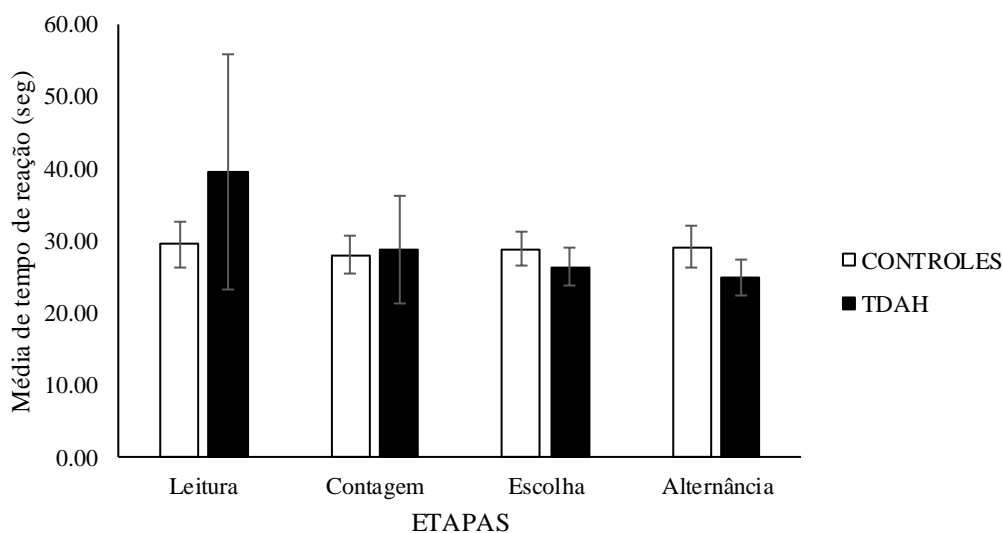


Figura 41. Desempenho do grupo controle e do grupo TDAH, enquanto ao tempo de reação nas etapas do FDT (média±EPM). Anova de duas vias, seguida do *post hoc* teste-t com correção de Bonferroni ($p>0.05$). ($n= 21$ Controles; $n= 25$ TDAH).

Quando comparados os subtipos de TDAH, a Anova de duas vias não indicou efeito estatisticamente significativo para nenhum dos fatores: subtipo de TDAH ($F[1,88]=1.23$, $p>0.05$), etapa ($F[3,88]=0.26$, $p>0.05$), e interação entre subtipo de TDAH e etapa ($F[3,88]=0.16$, $p>0.05$) (Figura 42).

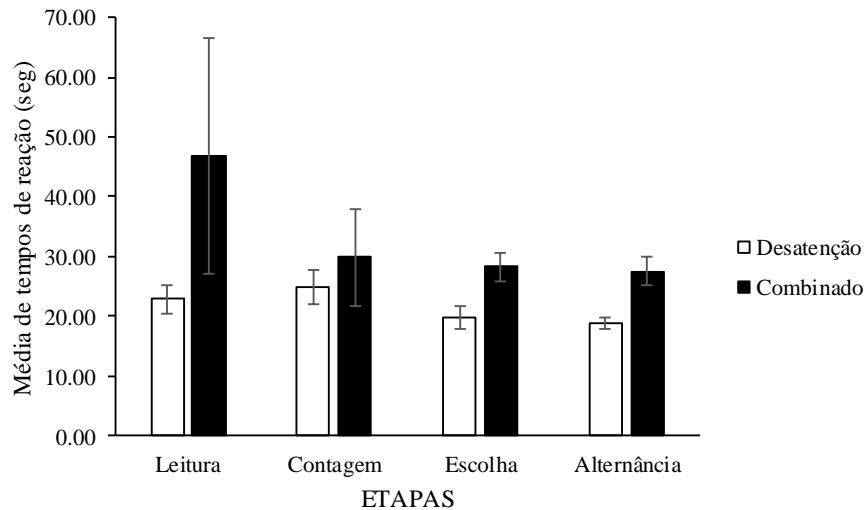


Figura 42. Desempenho do subtipo Desatenção e do subtipo Combinado quanto ao tempo de reação nas etapas do FDT (média±EPM). Anova de duas vias, seguida do *post hoc* teste-t com correção de Bonferroni ($p>0.05$). (n= 7 Desatenção; n =17 Combinado).

4.3.2.6. Índice de Inibição e de Flexibilidade

No que refere ao índice de inibição, um Mann-Whitney teste não identificou diferença estatisticamente significativa entre o grupo controle e o grupo TDAH ($T=459.00$, $p>0.05$).

Da mesma forma, o Mann-Whitney teste tampouco mostrou diferença significativa quando comparados os grupos no índice de flexibilidade ($T=478.00$, $p>0.05$) (Figura 43).

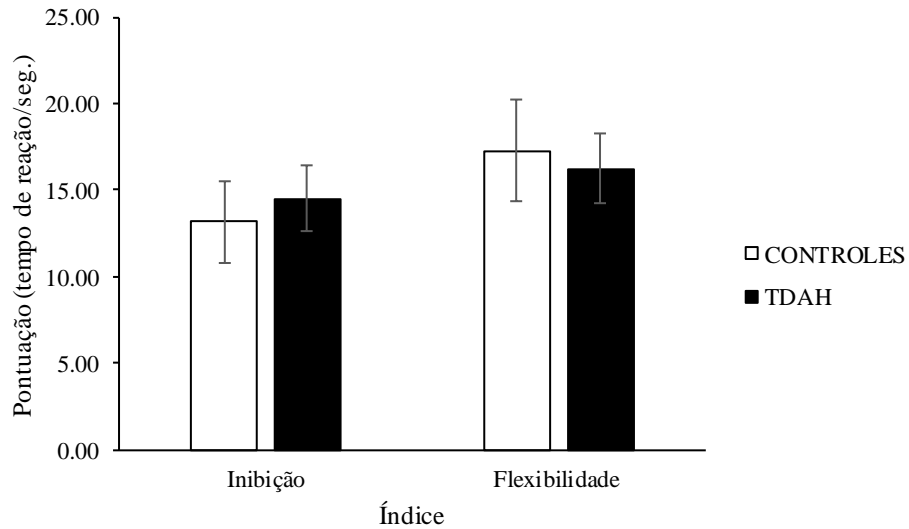


Figura 43. Pontuação do grupo controle e do grupo TDAH, quanto ao índice de inibição e flexibilidade no FDT (média±EPM). Mann-Whitney teste para amostras não relacionadas ($p>0.05$). (n= 21 Controles; n= 25 TDAH).

Na comparação entre os subtipos de TDAH, um teste-t para amostras não relacionadas não evidenciou diferenças estatisticamente significativas entre o subtipo desatenção e combinado enquanto aos índices inibição ($t=0.72$, $p>0.05$) e flexibilidade ($t=1.00$, $p>0.05$) (Figura 44).

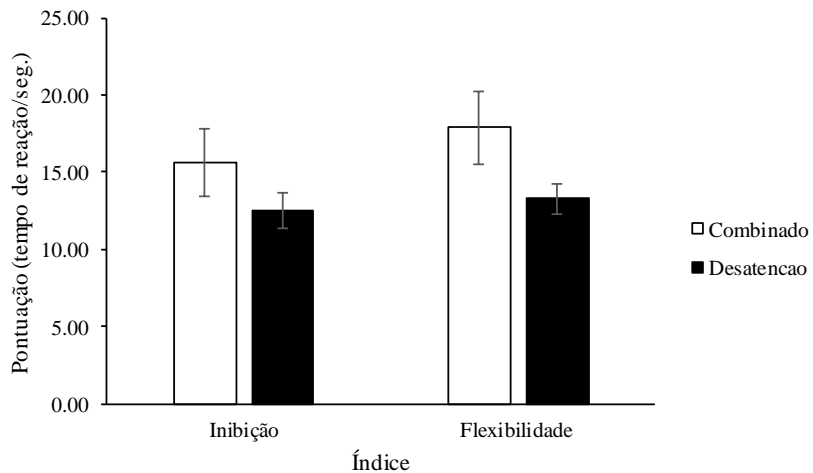


Figura 44. Pontuação do subtipo Desatenção e do subtipo Combinado, quanto ao índice de inibição e flexibilidade no FDT (média±EPM). Teste-t para amostras não relacionadas ($p>0.05$). (n= 7 Desatenção; n= 17 Combinado).

4.4. Atividade Cortical

Os mapas topográficos gerados a partir dos dados de EEG foram comparados entre os grupos controle e TDAH e entre subtipos de TDAH (desatenção e combinado), para os testes TREA e FDT, nas faixas de frequência: Teta (4-8 Hz), Alfa (8-13 Hz), Beta (13-30 Hz) e Gama (30-70 Hz). A barra colorida nos mapas indica os valores da potência (em μV) medida para cada eletrodo, em um gradiente de maior (apresentado na cor vinho) a menor (apresentado em azul escuro) potência. A potência é uma medida que estima a magnitude da amplitude da oscilação em determinada janela de tempo (Klimesch, 2012).

A seguir são detalhados os resultados obtidos em cada um dos testes, de acordo com as comparações realizadas nas bandas de frequência por grupos.

4.4.1. Teste de Reconhecimento Espacial com Atraso (TREA)

No teste TREA, quando comparada a atividade cortical do grupo controle com a do grupo TDAH, verificou-se diferenças estatisticamente significativas ($p < 0.05$) para a banda de frequência beta na região pré-frontal (Fp2), frontal anterior (F4) e pré-motora (C4) do hemisfério direito, assim como na banda de frequência gama na região pré-frontal (Fp2) e frontal anterior (F4) do hemisfério direito; também, na linha media pré-motora (Fz, C4) e na região fronto-temporo-parietal (F7, T3, T5, P3) do hemisfério esquerdo. Não foram encontradas diferenças para as oscilações das frequências teta e alfa em nenhum dos pontos de registro (Figura 45).

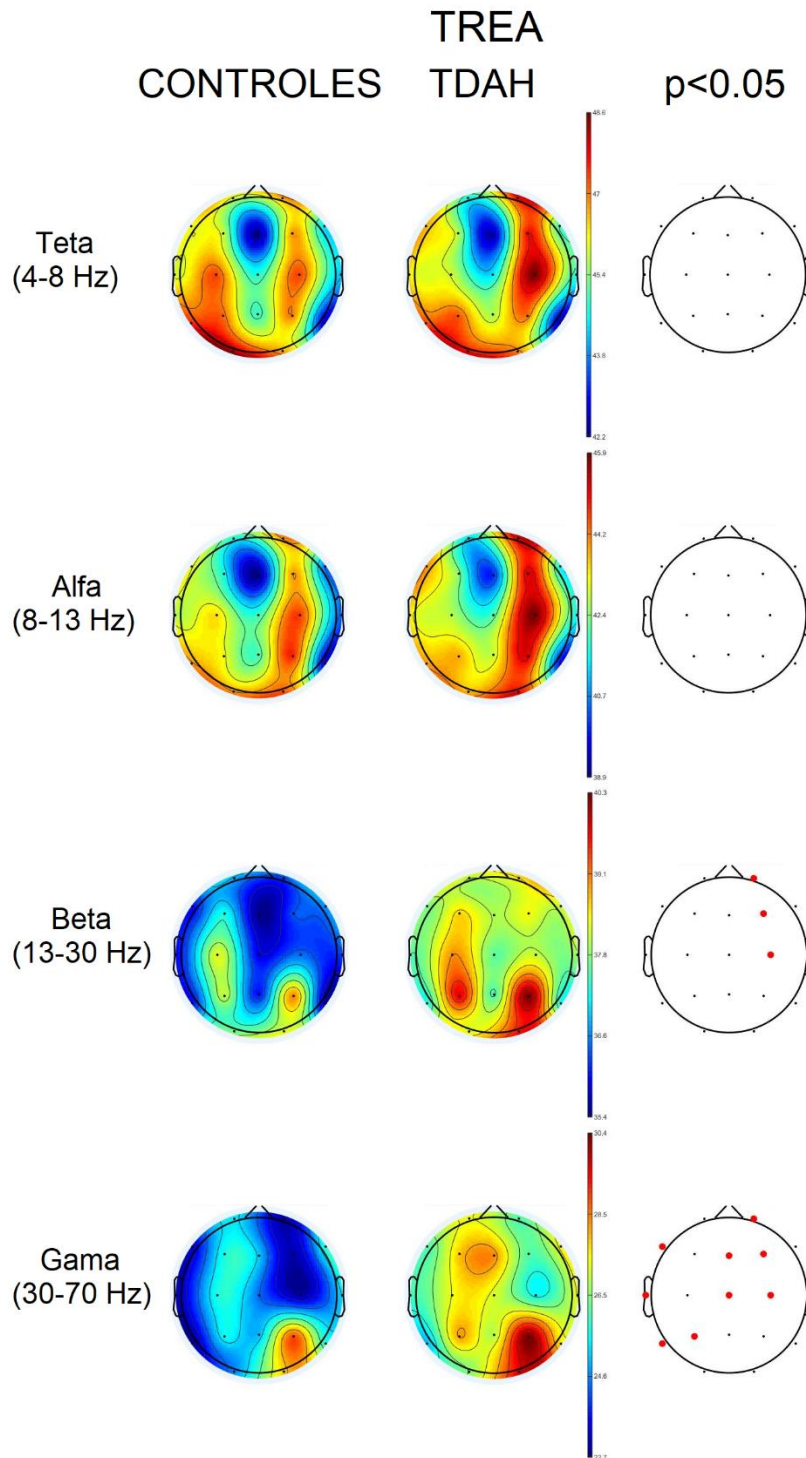


Figura 45. Mapas topográficos para a ativação cortical dos grupos controle e TDAH no teste TREA. Os pontos vermelhos na representação à direita indicam os eletrodos para os quais foram encontradas diferenças estatisticamente significativas. Teste t não-pareado. (n= 21 Controles; n= 25 TDAH).

Segundo as análises oferecidas pelos mapas topográficos, observou-se diferenças estatisticamente significativas para a atividade elétrica na etapa de figuras geométricas do teste TREA para a banda de frequência gama, exclusivamente, na região pré-frontal direita (Fp2). Nota-se também uma atividade elevada no ponto (Cz) da região pré-motora na linha média. Para o hemisfério esquerdo foi identificada uma diferença na atividade elétrica na região frontal anterior (F7) e na região temporal posterior (T5) (Figura 46).

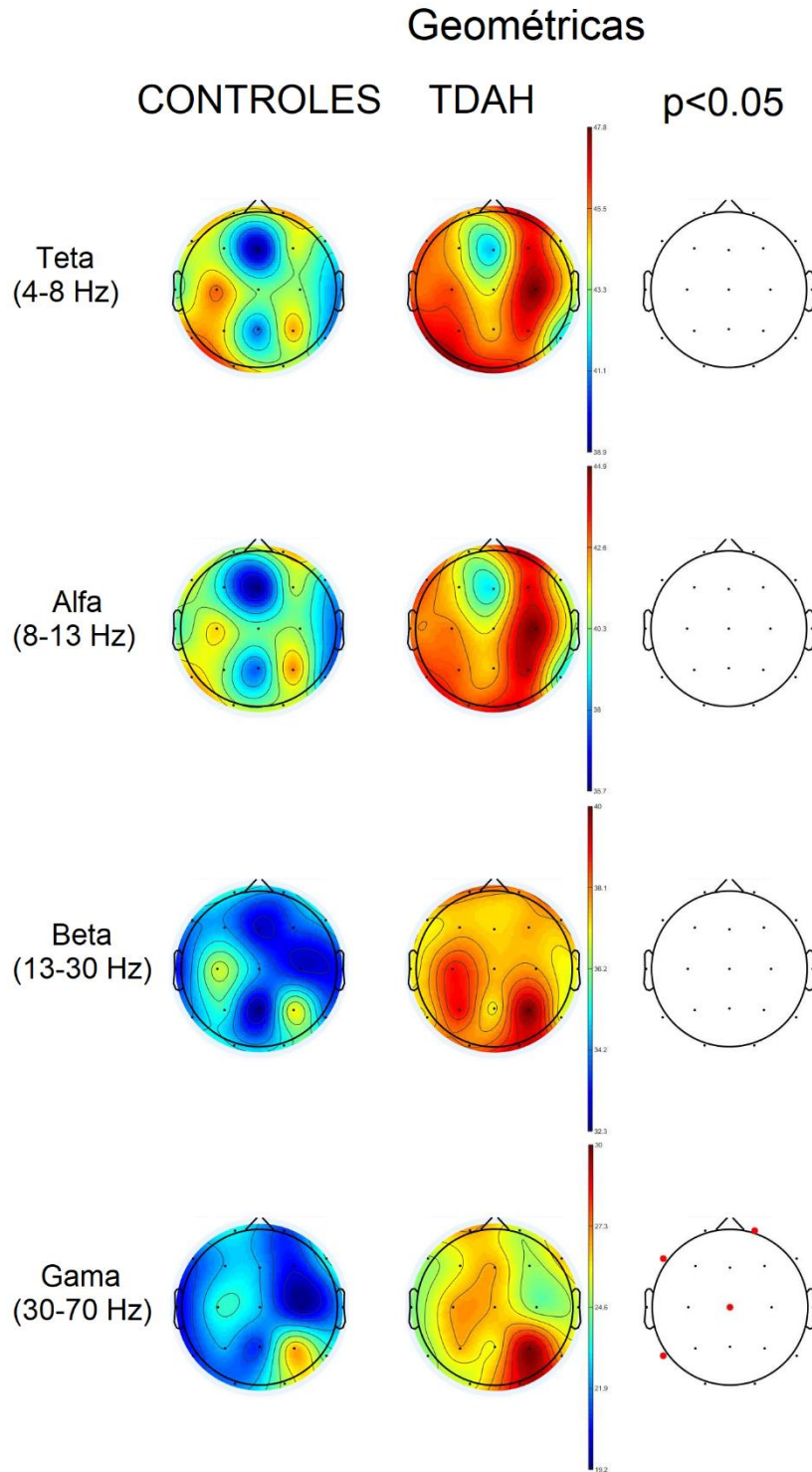


Figura 46. Mapas topográficos da ativação cortical dos grupos controle e TDAH, na etapa de formas geométricas do TREA. Os pontos vermelhos na representação à direita indicam os eletrodos para os quais foram encontradas diferenças estatisticamente significativas. Teste t não-pareado. (n= 21 Controles; n= 25 TDAH).

Quanto à etapa de faces, houve diferenças entre os grupos para a banda de frequência beta na área pré-frontal (Fp2) direita; observando-se também, para a frequência gama, diferenças na atividade cerebral na região frontal (Fp2, F4), igualmente na região pré-motora (Cz, C4) do hemisfério direito. Adicionalmente, houve diferenças localizadas nas regiões fronto-polar e parieto-temporal (P7, T3, T5, P3) no hemisfério esquerdo (Figura 47).

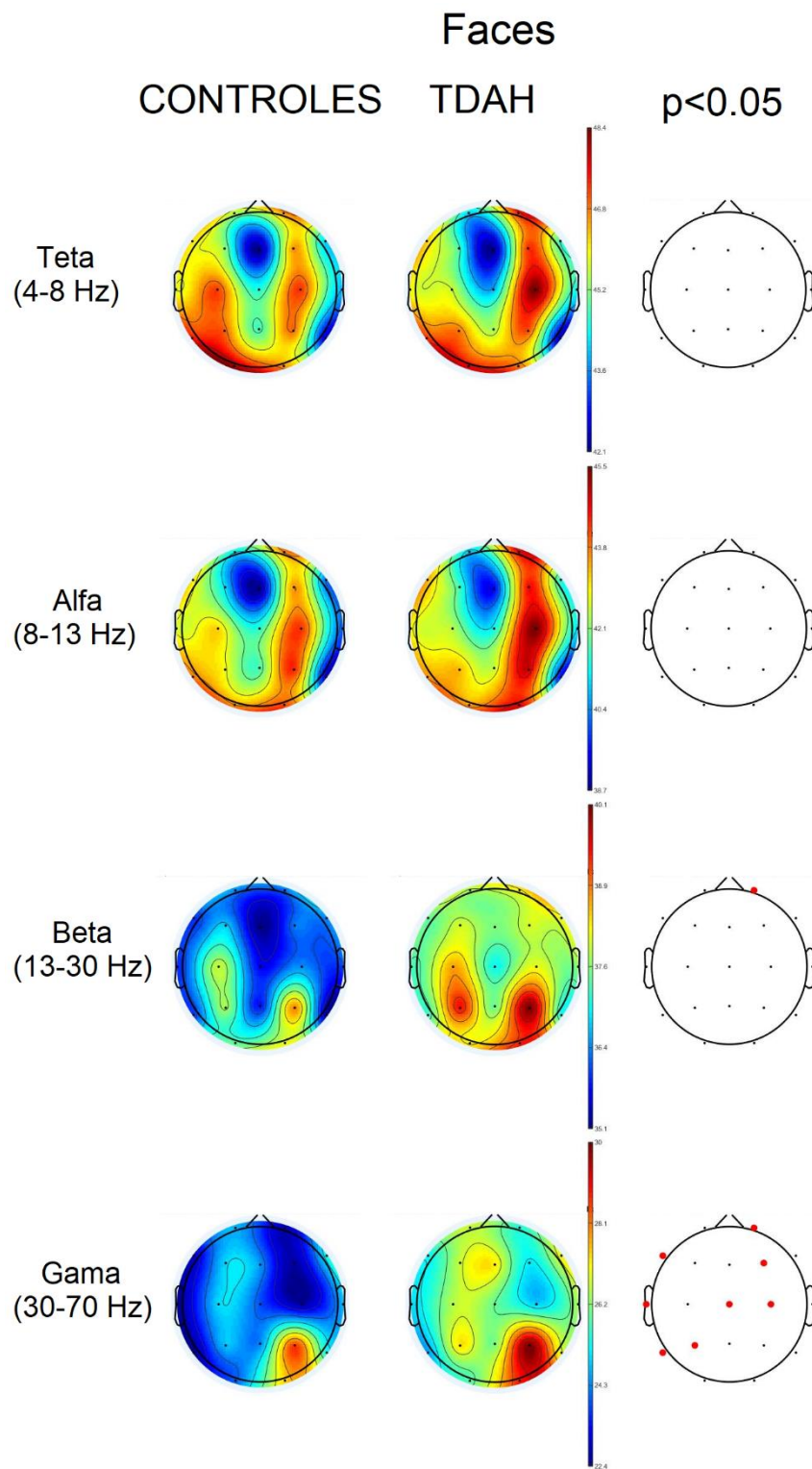


Figura 47. Mapas topográficos da ativação cortical dos grupos controle e TDAH, na etapa de faces do TREA. Os pontos vermelhos na representação à direita indicam os eletrodos para os quais foram encontradas diferenças estatisticamente significativas. Teste t não-pareado. (n= 21 Controles; n= 25 TDAH).

Para a etapa de contexto, verificou-se diferenças significativas exclusivamente na frequência gama na região pré-frontal direita (Fp2), e nas regiões fronto-temporais (F7, T5) esquerdas (Figura 48).

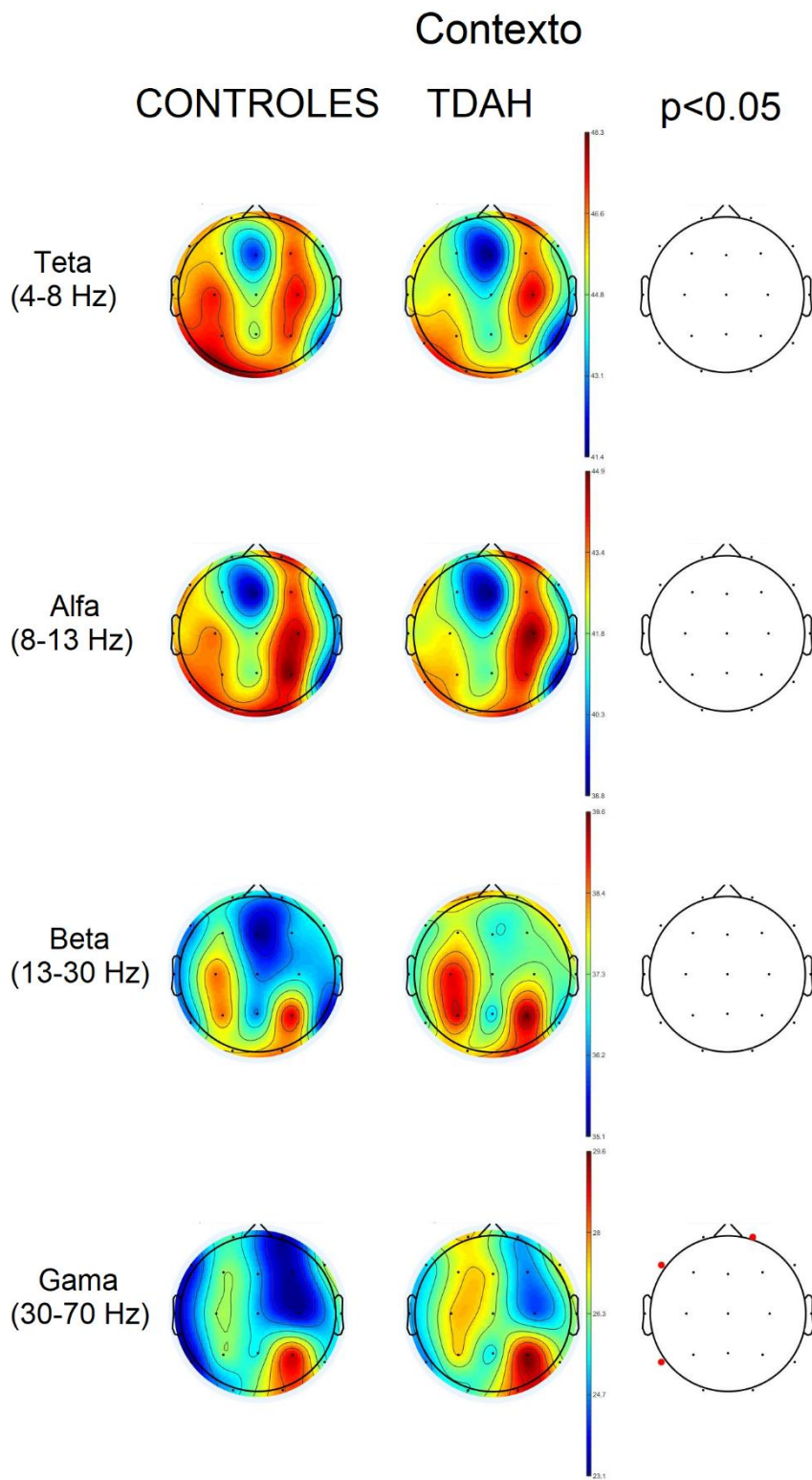


Figura 48. Mapas topográficos da ativação cortical dos grupos controle e TDAH, na etapa de figuras de contexto do TREA. Os pontos vermelhos na representação à direita indicam os eletrodos para os quais foram encontradas diferenças estatisticamente significativas. Teste t não-pareado. (n= 21 Controles; n= 25 TDAH).

Nas análises da ativação cortical dentro das categorias das imagens da etapa de faces, foram gerados diferentes mapas topográficos. Primeiramente, identificaram-se diferenças estatisticamente significativas nas imagens positivas da etapa, na frequência beta na região pré-frontal direita (Fp2); da mesma forma, houve para a frequência gama uma maior atividade na região pré-frontal bilateralmente (Fp1, Fp2). Igualmente, a frequência gama foi diferenciada na região frontal direita (F4) e na extensão fronto-temporo-parietal (F7, T3, T5, P3) e na linha pré-motora do hemisfério esquerdo (C3, Cz), respectivamente. Quanto às imagens positivas da etapa, também se revelaram diferenças na banda de frequência beta, novamente na região pré-frontal direita (Fp2). Adicionalmente, foi possível identificar atividade cortical diferenciada da frequência gama na região pré-frontal direita (Fp2), e na região central no ponto pré-motor (Cz) e na linha temporal posterior (T3, T5) no hemisfério esquerdo. Finalmente, para as imagens negativas se identificou diferenças significativas na frequência beta e gama na região pré-frontal direita (Fp2), mas na frequência gama houve uma atividade única na região temporal posterior esquerda (T5) (Figura 49).

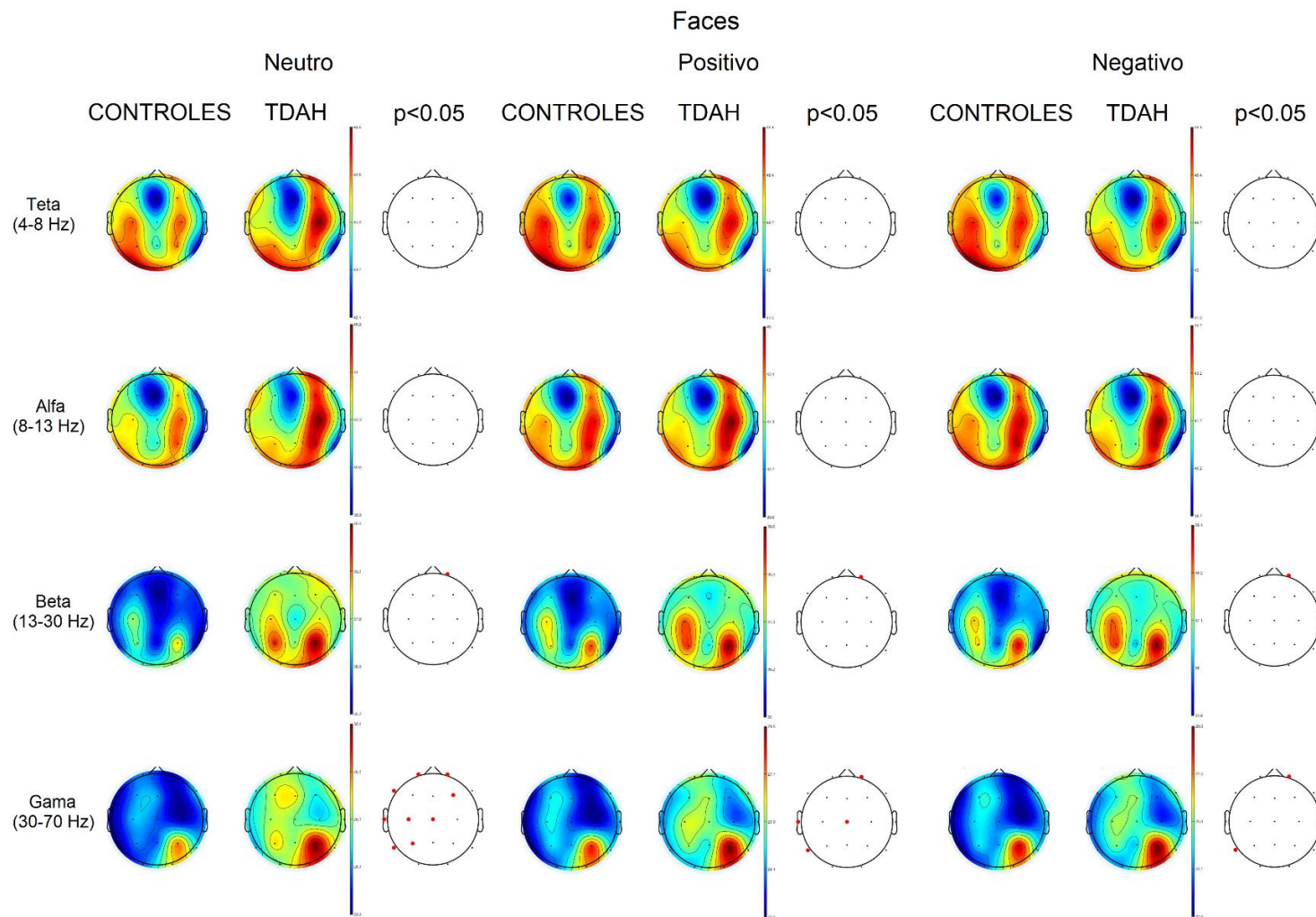


Figura 49. Mapas topográficos para a ativação cortical dos grupos controle e TDAH, nas imagens emocionais da etapa de faces do TREA. Os pontos vermelhos na representação à direita indicam os eletrodos para os quais foram encontradas diferenças estatisticamente significativas. Teste t não-pareado. (n= 21 Controles; n= 25 TDAH).

Do mesmo modo, as imagens emocionais da etapa de contexto do teste TREA foram analisadas, identificando-se diferenças significativas apenas para a banda teta quando as imagens de valência negativa, na região temporal posterior esquerda (T5) (Figura 50).

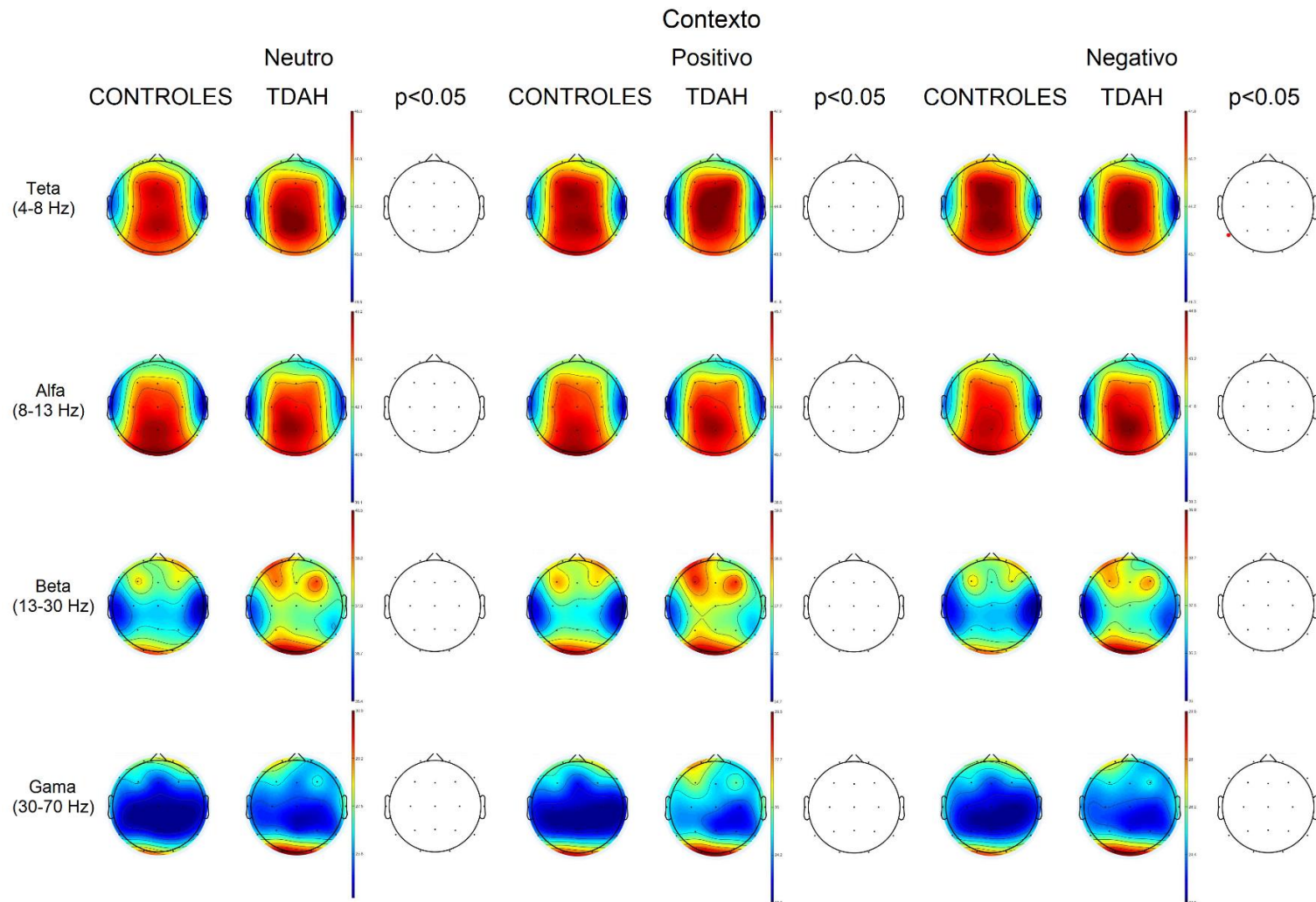


Figura 50. Mapas topográficos para a ativação cortical dos grupos controle e TDAH, nas imagens emocionais da etapa de contexto do TREA. Os pontos vermelhos na representação à direita indicam os eletrodos para os quais foram encontradas diferenças estatisticamente significativas. Teste t não-pareado. (n= 21 Controles; n= 25 TDAH).

Por outro lado, foi examinada a atividade cortical dos sujeitos de acordo com o subtipo de TDAH: desatenção e combinado. Assim, quanto ao desempenho geral no teste TREA nas diferentes etapas, não foram indicadas diferenças estatisticamente significativas entre os subtipos para nenhuma das bandas de frequência (Figura 51).

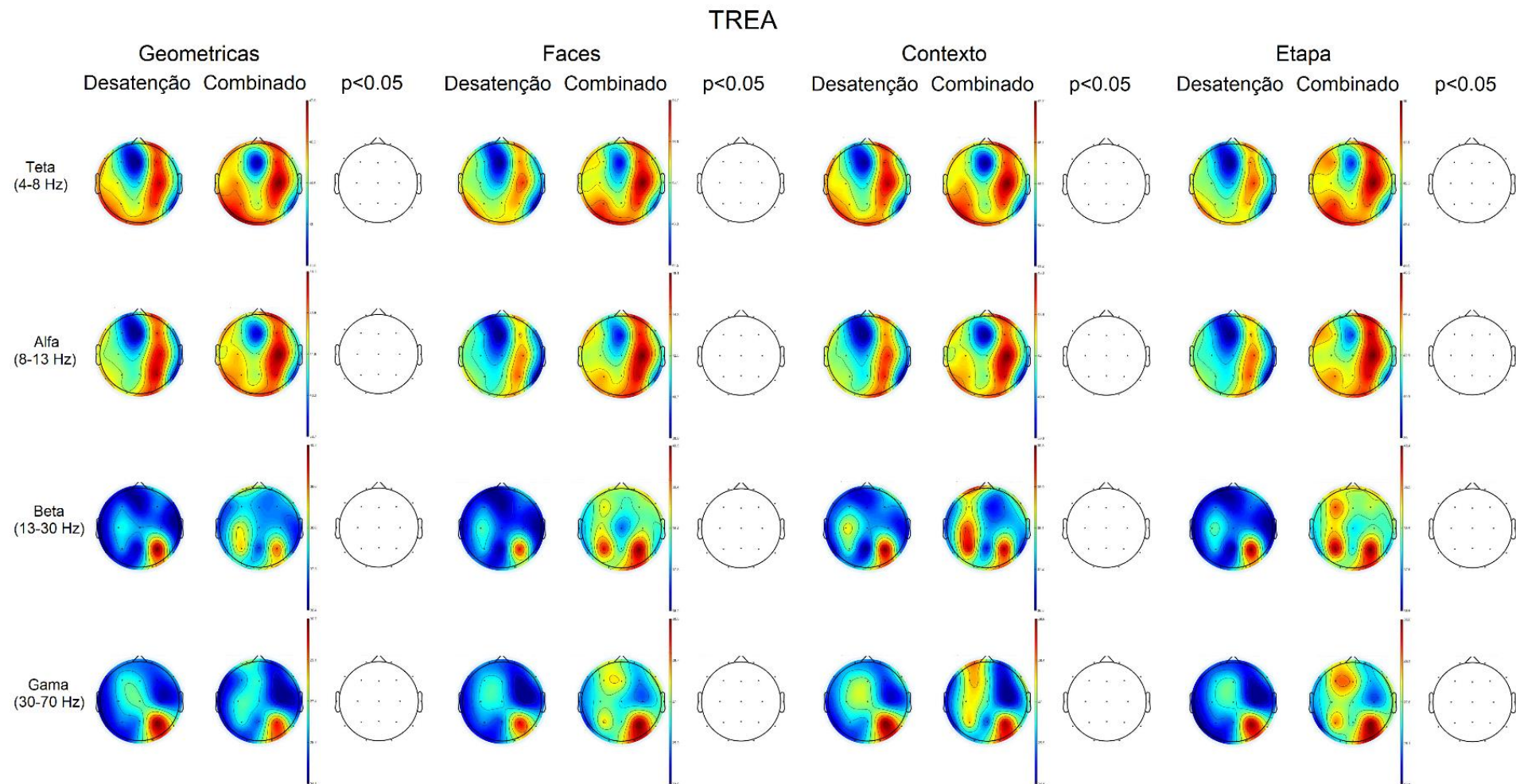


Figura 51. Mapas topográficos para a ativação cortical dos subtipos Desatenção e Combinado, nas etapas do TREA. Os pontos vermelhos na representação à direita indicam os eletrodos para os quais foram encontradas diferenças estatisticamente significativas. Teste t não-pareado. (n= 7 Desatenção; n= 17 Combinado).

Porém, nas análises segundo os estímulos emocionais das etapas faces e imagens de contexto, foram identificadas diferenças estatisticamente significativas nos estímulos de faces neutras, nas bandas beta e gama na região pré-frontal esquerda (Fp1) (Figura 52).

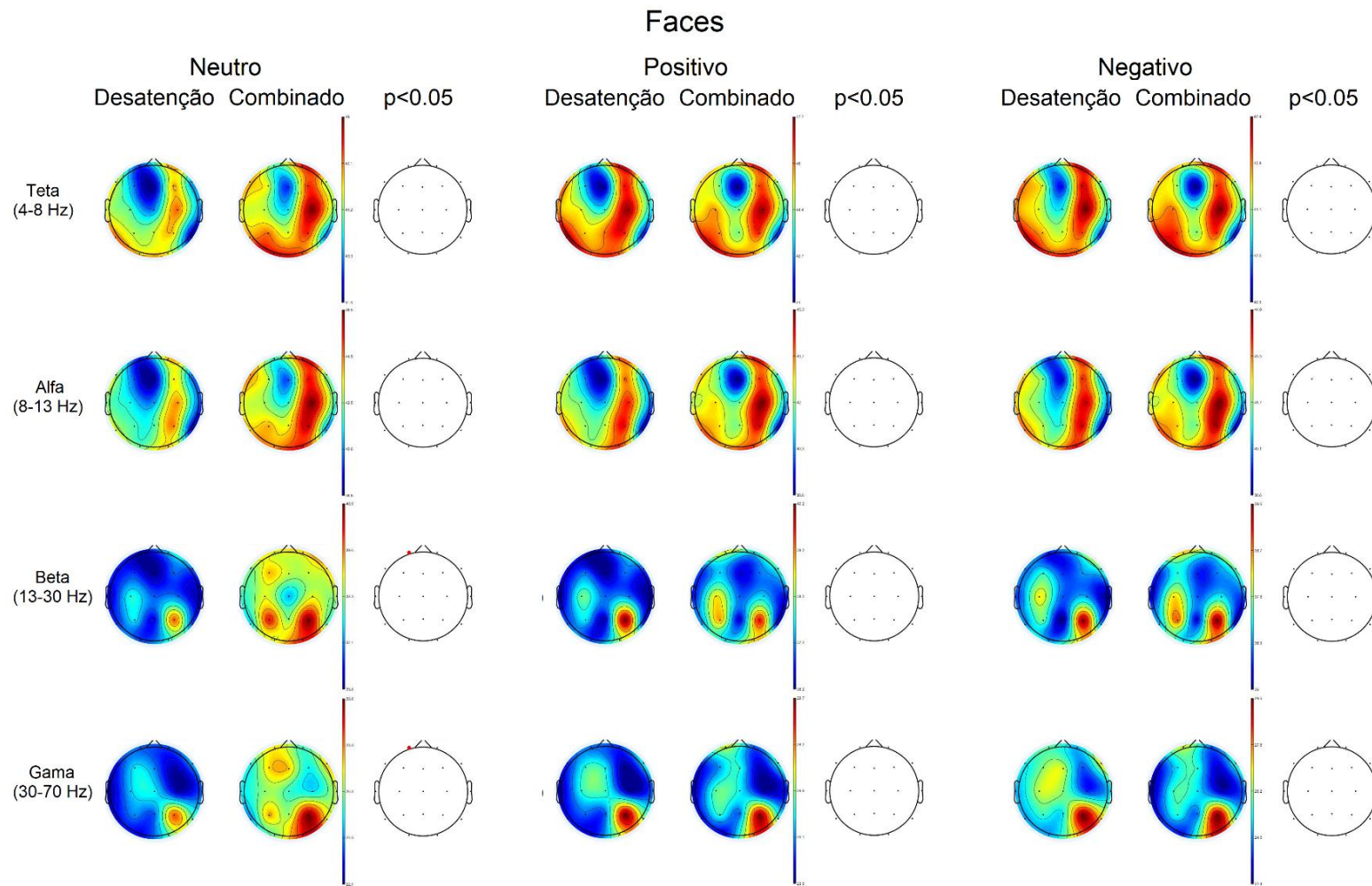


Figura 52. Mapas topográficos para a ativação cortical dos subtipos Desatenção e Combinado, nas imagens emocionais da etapa de faces do TREA. Os pontos vermelhos na representação à direita indicam os eletrodos para os quais foram encontradas diferenças estatisticamente significativas. Teste t não-pareado. (n= 7 Desatenção; n= 17 Combinado).

Já na etapa de contexto identificou-se diferenças entre os subtipos de TDAH nas imagens positivas, para as oscilações alfa, especificamente na região parietal direita (P4) (Figura 53).

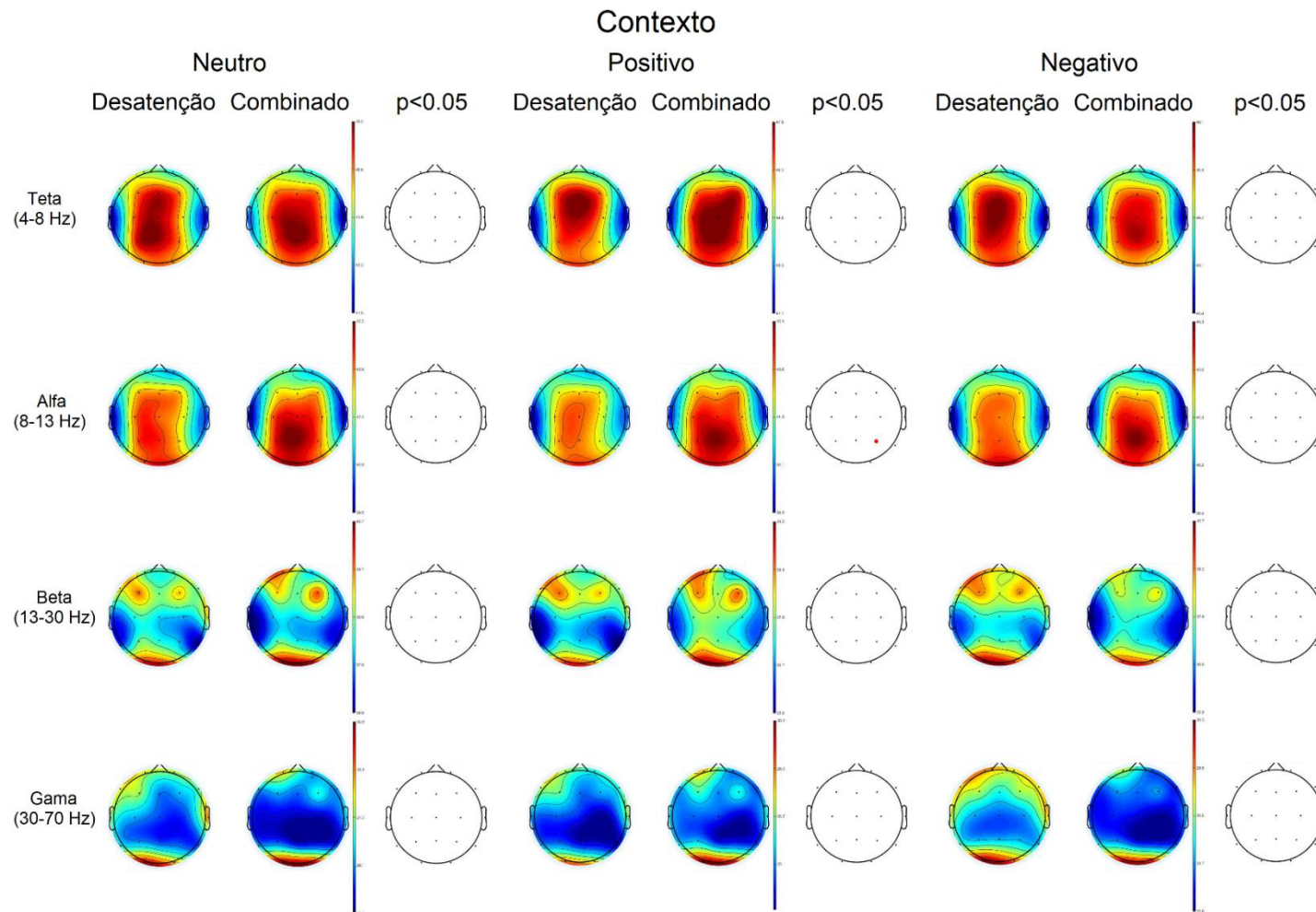


Figura 53. Mapas topográficos para a ativação cortical dos subtipos Desatenção e Combinado, nas imagens emocionais da etapa de imagens de contexto do TREA. Os pontos vermelhos na representação à direita indicam os eletrodos para os quais foram encontradas diferenças estatisticamente significativas. Teste t não-pareado. (n= 7 Desatenção; n= 17 Combinado).

4.4.2. Teste dos Cinco Dígitos (FDT)

No teste FDT quando comparada a atividade cortical do grupo controle versus o grupo TDAH, verificou-se uma ativação estatisticamente diferenciada nas oscilações teta e alfa, na linha extensa das regiões frontal, parietal e occipital do hemisfério esquerdo, especialmente em Fp1, F3, C3, P3 e O1. Igualmente houve uma expressão máxima em Fp2 da região pré-frontal direita, tanto em teta quanto em alfa.

Por outro lado, foram encontradas diferenças na ativação elétrica para a banda de frequência beta, principalmente nas regiões frontais bilaterais (Fp1, Fp2), área central pré-motora (C3) e linha da região fronto-parieto-occipital esquerda (Fp1, F7, T3, T5, P3, O1). Do mesmo modo, também revelaram ativação diferenciada na região frontal (F4, F8), assim como na parieto-occipital direita (P4, O2).

Por fim, para a frequência gama exibiu-se uma atividade elevada das áreas da região frontal (Fp1, Fp2, F7, F4, F8), assim como a ativação da linha média pré-motora (T3, C3, Cz, C4). Igualmente, houve diferenças desde a região frontal até a região occipital direita (Fp2, F4, C4, P4, O2) e na linha fronto-temporo-parieto-occipital esquerda (Fp1, F7, T3, T5, P3, O1) (Figura 54).

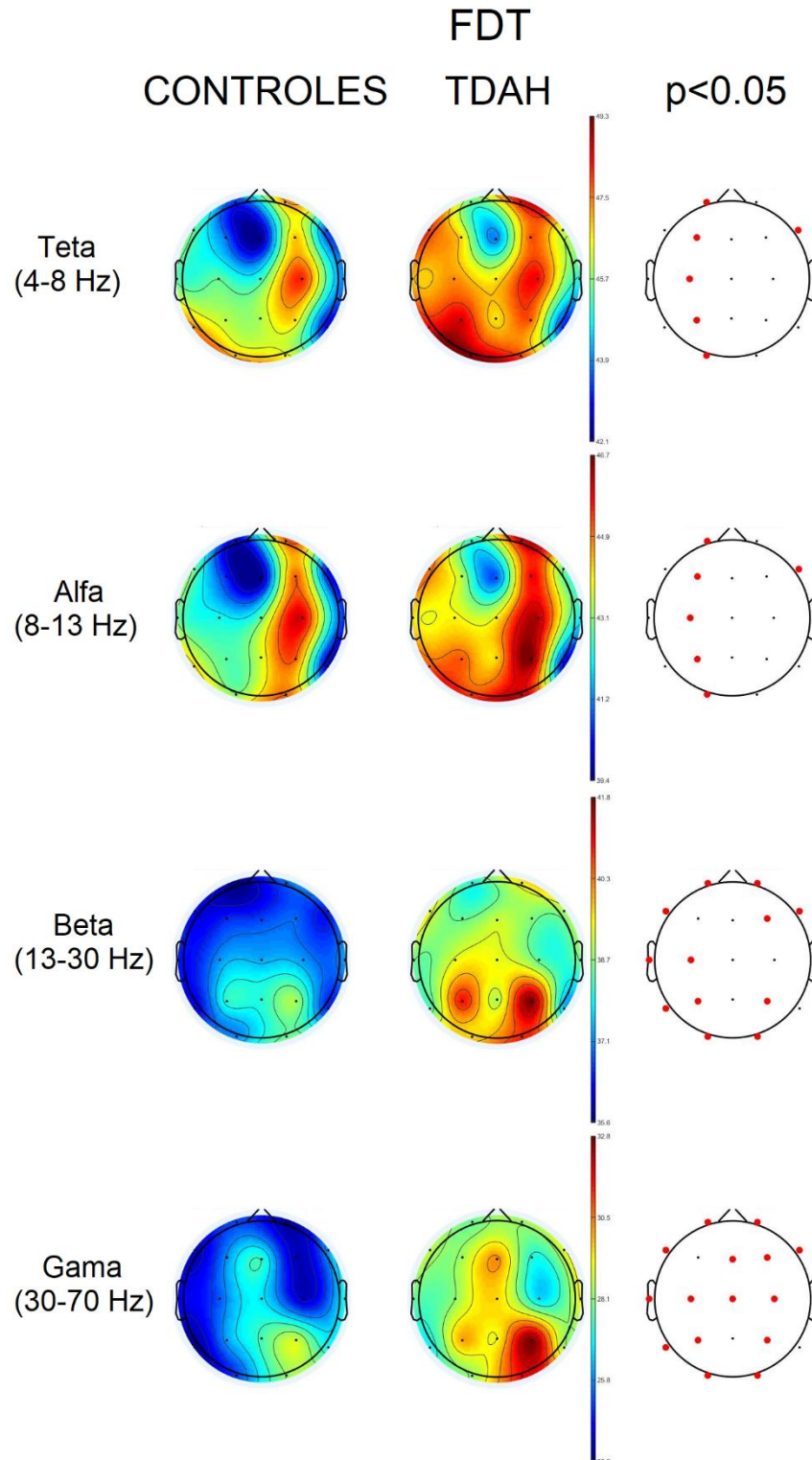


Figura 54. Mapas topográficos para a ativação cortical dos grupos controle e TDAH no FDT. Os pontos vermelhos na representação à direita indicam os eletrodos para os quais foram encontradas diferenças estatisticamente significativas. Teste t não-pareado. (n= 21 Controles; n= 25 TDAH).

Para atividade elétrica na etapa de leitura do teste FDT, evidenciou-se diferenças estatisticamente significativas na banda de frequência teta na região pré-frontal (Fp1) e frontal anterior (F3), como também na área motora esquerda (C3). Unicamente houve atividade elétrica diferenciada na região frontal direita (F8). Já para a frequência alfa, foram identificadas diferenças unicamente na área frontal (Fp1, F3) do hemisfério esquerdo e do hemisfério direito (F8).

Particularmente, não foram reveladas diferenças na banda beta entre os grupos na tarefa de leitura. Já para a banda de frequência gama, houve uma significativa ativação na área pré-frontal direita (Fp2), como frontal esquerda (F7). Similarmente, uma atividade elevada da potência elétrica foi identificada na região parietal direita (P4) e na região temporal posterior esquerda (T5) (Figura 55).

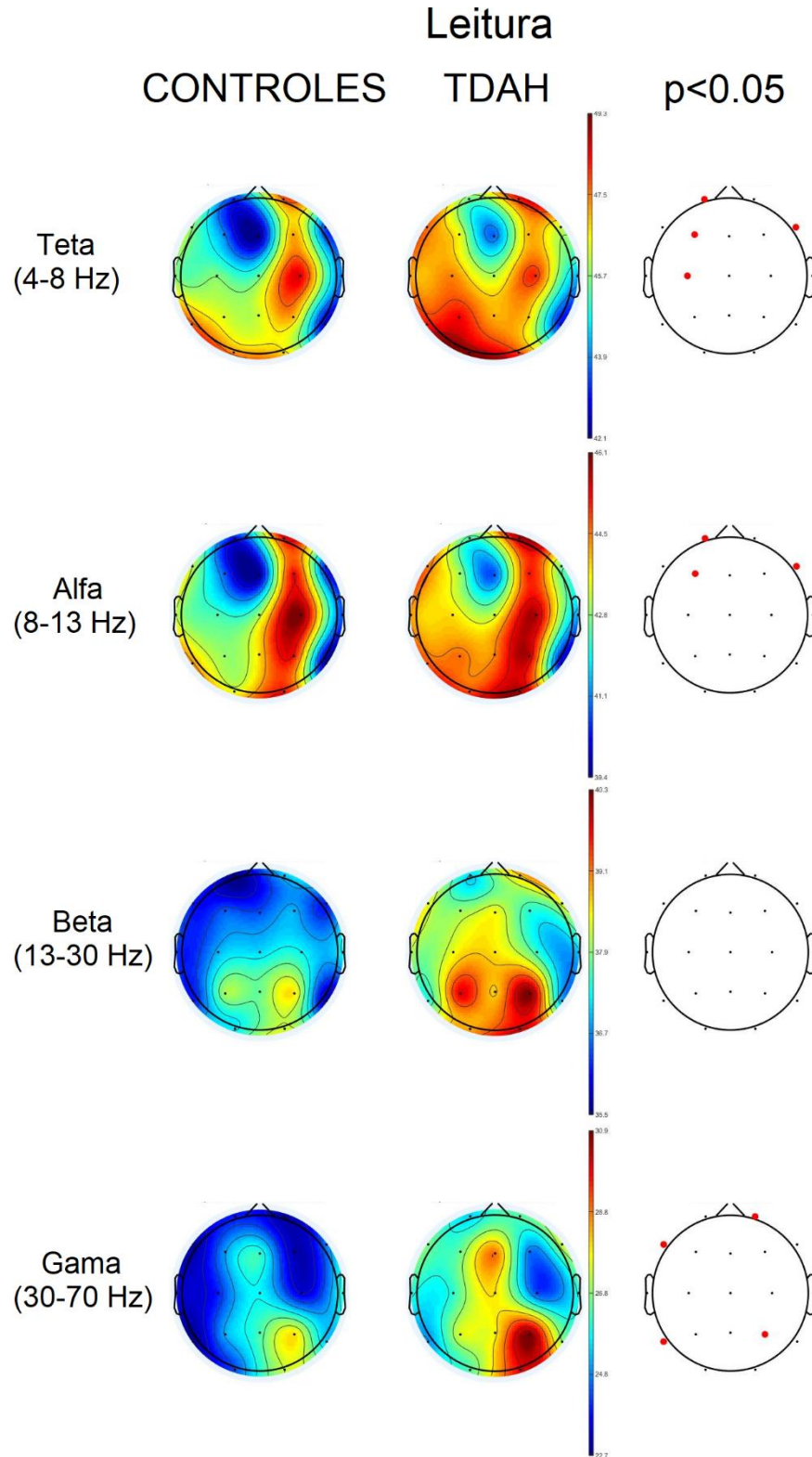


Figura 55. Mapas topográficos para a ativação cortical dos grupos controle e TDAH na etapa de leitura do FDT. Os pontos vermelhos na representação à direita indicam os eletrodos para os quais foram encontradas diferenças estatisticamente significativas. Teste t não-pareado. (n= 21 Controles; n= 25 TDAH).

Na etapa de contagem, foi possível identificar diferenças na frequência teta, nas áreas frontais esquerdas (Fp1) e direitas (F8). Para a frequência alfa foram observadas diferenças só em um ponto da região pré-frontal esquerda (Fp1). No que se refere à frequência beta, foram localizadas diferenças na região pré-frontal esquerda (Fp1) e região parietal direita (P4). Por último, para a banda de frequência gama, identificou-se diferenças na região pré-frontal (Fp2) e na parietal (P4) do hemisfério direito, como também na região frontal (F7) e temporal posterior (T5) do hemisfério esquerdo (Figura 56).

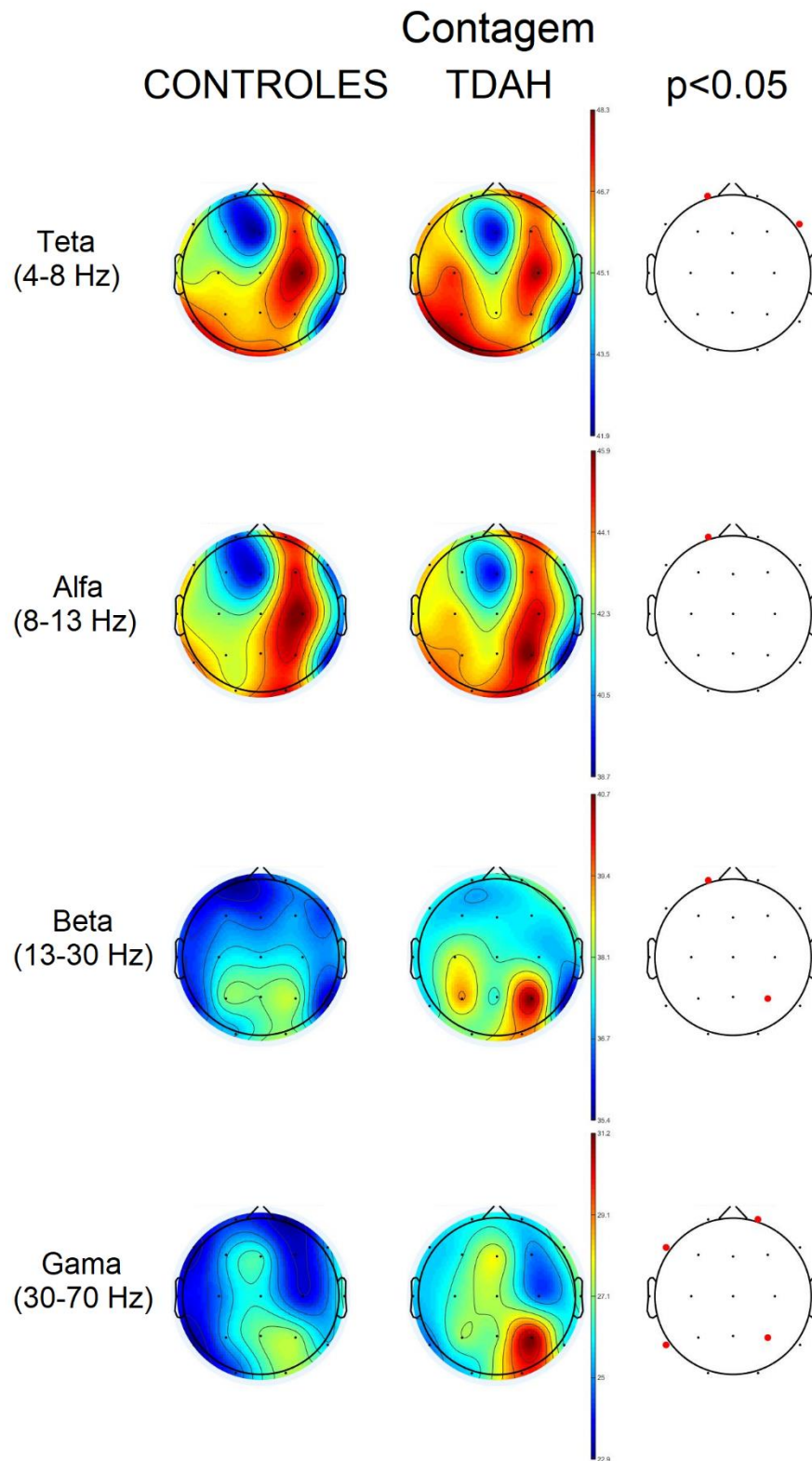


Figura 56. Mapas topográficos para a ativação cortical dos grupos controle e TDAH na etapa de contagem do FDT. Os pontos vermelhos na representação à direita indicam os eletrodos para os quais foram encontradas diferenças estatisticamente significativas. Teste t não-pareado. (n= 21 Controles; n= 25 TDAH).

No que refere à etapa escolha, evidenciaram-se diferenças significativas para a banda de frequência teta e alfa na região frontal direita (F8) e na linha ampliada da região frontal, até as áreas temporo-occipitais (Fp1, F3, C3, P3, O1). As análises para a banda de frequência beta, mostraram diferenças na região pré-frontal esquerda (Fp1) e frontal bilateral (F7, F8), na região pré-motora (C3) e temporo-parieto-occipital esquerda (T5, P3, O1), e particularmente na região parietal direita (P4). Já para a banda gama, foram encontradas diferenças na região pré-frontal direita (Fp2), frontal direita e esquerda (F7, F8) e na região pré-motora esquerda (C3); igualmente, houve ativação diferenciada na região parieto-occipital direita (P4, O2) e na região fronto-temporo-parietal esquerda (F7, T3, T5, P3) (Figura 57).

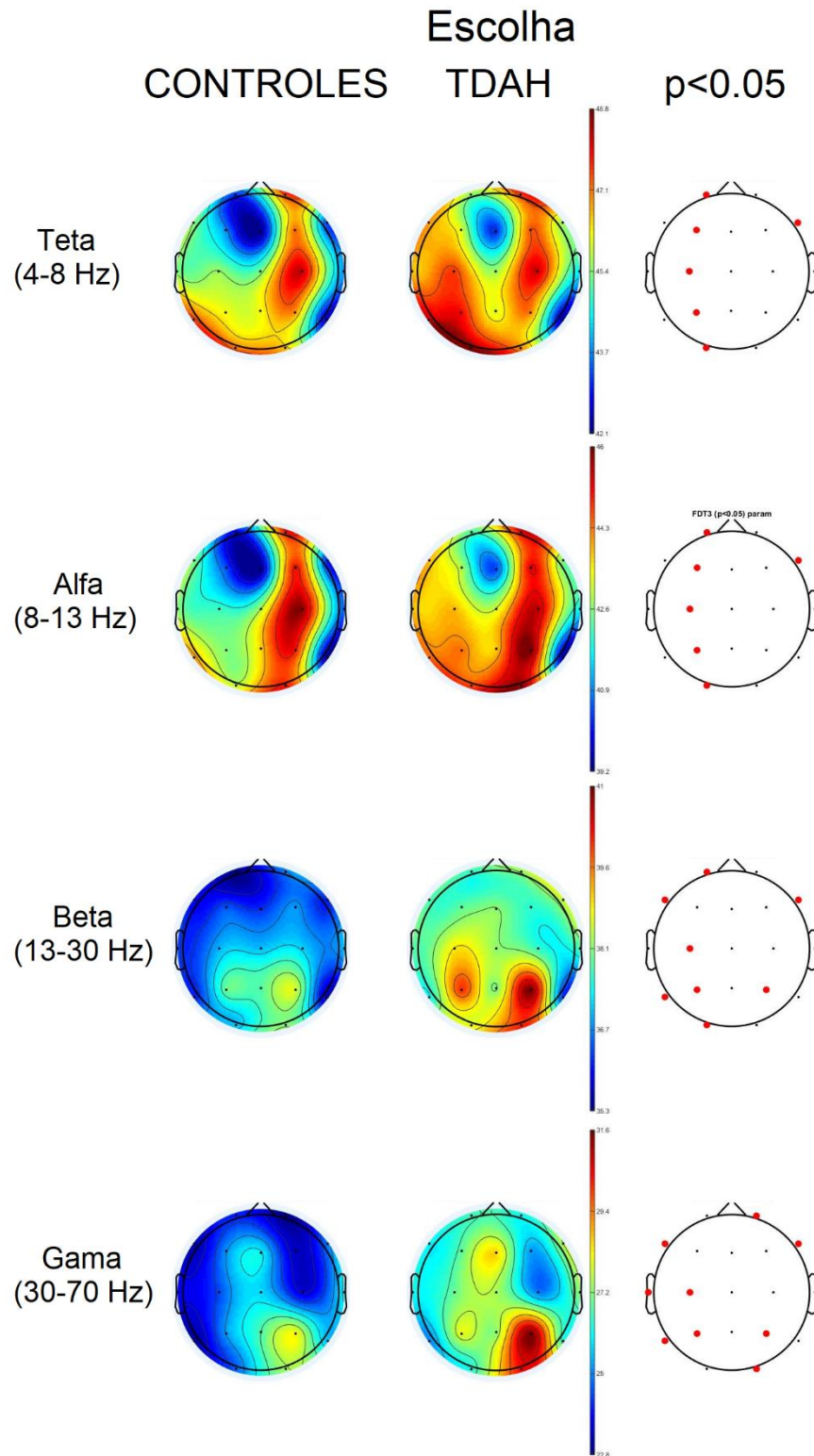


Figura 57. Mapas topográficos para a ativação cortical dos grupos controle e TDAH na etapa de escolha do FDT. Os pontos vermelhos na representação à direita indicam os eletrodos para os quais foram encontradas diferenças estatisticamente significativas. Teste t não-pareado. (n= 21 Controles; n= 25 TDAH).

Por fim, na etapa de alternância foi possível identificar diferenças significativas para a banda de frequência teta, na região pré-frontal esquerda (Fp1), frontal direita (F8), além da região pré-motora esquerda (C3). Para a frequência alfa, foram reveladas diferenças na área pré-frontal (Fp1), frontal (F3) e parietal (P3) do hemisfério esquerdo, assim como na área frontal direita (F8). Por outro lado, a frequência beta mostrou diferenças na área pré-frontal esquerda (Fp1) e nos pontos frontais bilateralmente (F7, F8), assim como na região parietal do hemisfério direito (P4). Nas análises para a banda de frequência gama, foram encontradas diferenças na região pré-frontal direita (Fp2), frontal esquerda (F7), parietal direita (P4) e temporal posterior esquerda (T5) (Figura 58).

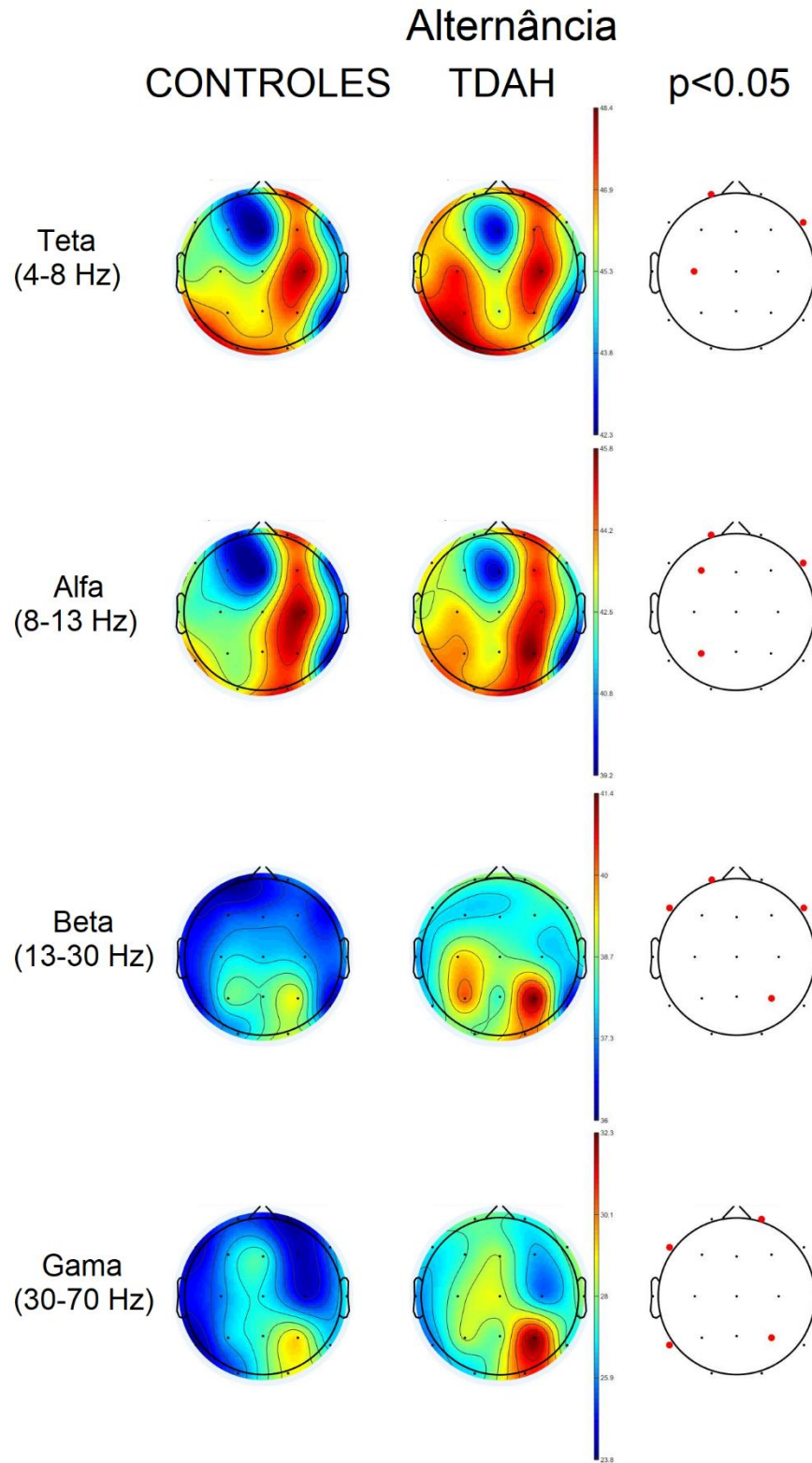


Figura 58. Mapas topográficos para a ativação cortical dos grupos controle e TDAH na etapa de alternância do FDT. Os pontos vermelhos na representação à direita indicam os eletrodos para os quais foram encontradas diferenças estatisticamente significativas. Teste t não-pareado. (n= 21 Controles; n= 25 TDAH).

De forma similar, foi analisada a atividade cortical dos participantes em função dos subtipos de TDAH (desatenção e combinado), quanto ao desempenho no teste FDT. De tal modo, observou-se diferenças estatisticamente significativas exclusivamente na banda de frequência gama na região parietal (Cz).

Por outro lado, no que se refere às diferentes etapas do teste FDT, não foram reveladas diferenças significativas quanto às etapas de leitura, contagem e alternância nas diferentes frequências segundo o subtipo de TDAH. Porém, as análises de potência revelaram diferenças estatisticamente significativas na etapa de escolha na atividade elétrica das frequências beta e gama, na região frontal direita (F8) e na central motora esquerda (C3), simultaneamente (Figura 59).

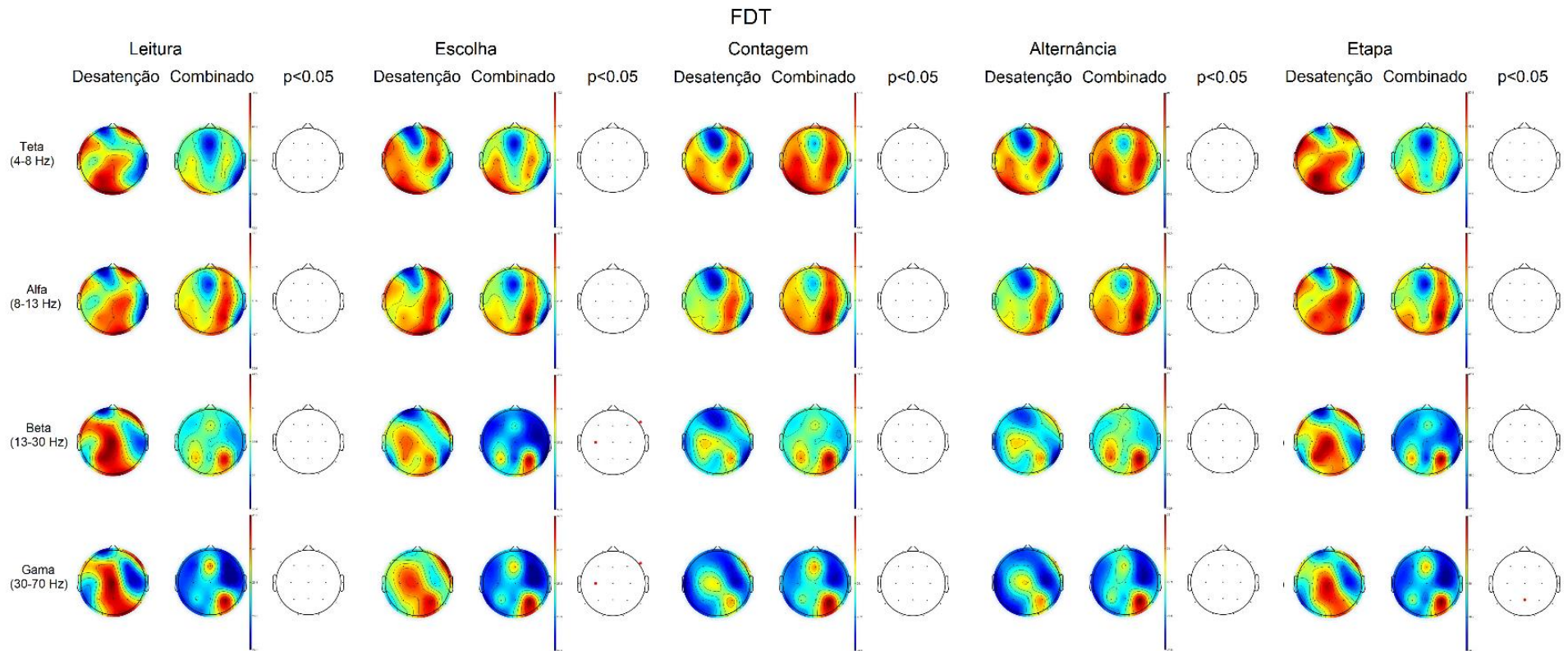


Figura 59. Mapas topográficos para a ativação cortical dos subtipos Desatenção e Combinado, nas etapas do FDT. Os pontos vermelhos na representação à direita indicam os eletrodos para os quais foram encontradas diferenças estatisticamente significativas. Teste t não-pareado. (n= 7 Desatenção; n= 17 Combinado).

V. DISCUSSÃO

O objetivo principal do presente trabalho foi investigar as características do mapeamento da atividade cortical relacionada à modulação da memória emocional e das funções executivas em crianças/adolescentes com transtorno de déficit de atenção/hiperatividade e compará-las às características de crianças/adolescentes hípidas. Dessa forma, inicialmente serão discutidos os resultados comportamentais associados com o desempenho dos participantes nos testes neuropsicológicos e da comparação entre os grupos de interesse, para depois abordarmos e explicarmos os resultados identificados na análise da atividade cerebral dos grupos.

5.1.Comportamental

No que refere ao TREA, ainda que as análises do desempenho tenham mostrado em algumas variáveis de medição diferenças significativas entre os grupos controle e TDAH, mas em outras não, a tendência geral foi um melhor desempenho no teste no grupo controle do que no grupo TDAH. Desse modo, tanto no total de acertos quanto do total tempo de reação a diferença foi significativa, entretanto essa diferença não se apresentou na comparação por etapas, onde o desempenho dos grupos foi similar.

A literatura científica descreve que os déficits em memória operacional visuo-espacial estão entre os mais encontrados em termos das funções executivas em pacientes com TDAH (Gau & Shang, 2010; Kasper, Alderson & Hudec, 2012; Martinussen, Hayden, Hogg-Johnson & Tannock, 2005). Adicionalmente, estudos que avaliaram a memória operacional visuo-espacial em crianças com TDAH têm reportado nesses pacientes desempenhos

deteriorados em comparação com crianças controles (van Ewijk et al., 2014). No caso das crianças participantes do presente estudo, é possível que o desempenho em acertos e tempo de reação do grupo TDAH indique um mal funcionamento da memória operacional devido a déficits visuo-espaciais, o que a partir do modelo de memória operacional proposto por Baddeley (1992) se explicaria por deficiência em algum dos subcomponentes, o que se traduz em diferentes déficits de desempenho em tarefas cognitivas, neste caso no subcomponente do esboço visuo-espacial.

Na amostra de crianças com TDAH os acertos na tarefa do TREA indicaram menor recordação de número de lugares no espaço, com um declínio de memória que poderia estar explicado pelo aumento da dificuldade na tarefa, o que já é conhecido na literatura, na medida em que pacientes com TDAH sofrem mais com um aumento de dificuldade nas tarefas do que os controles (Gau & Shang, 2010; Goldberg et al., 2005), sendo isso indicativo de limitações na capacidade de armazenamento do esboço visuo-espacial (van Ewijk et al., 2014).

Da mesma forma, os tempos de reação aumentados nessas crianças com o diagnóstico poderiam estar associados com déficits na velocidade de processamento e com alterações atencionais, portanto o modelo dos subcomponentes da memória operacional mostraria também comprometimento no executivo central, como já tem sido indicado em população com TDAH (Kasper et al., 2012). Também se apresentaram tempos de reação aumentados na comparação entre os grupos no tipo de imagem de contexto, ainda que sem diferença significativa, mas com a tendência de desempenho inferior no grupo TDAH.

Por outro lado, na comparação entre os grupos quanto aos acertos nas etapas emocionais do teste, foi observada diferença na etapa de contexto, especificamente nos acertos nas imagens positivas, sendo maior o desempenho do grupo controle, indicando um possível

efeito dos conteúdos emocionais positivos sobre a memória desse grupo. Provavelmente, este resultado se relacione com as dificuldades que apresentam crianças com TDAH no processamento de estímulos carregados de emoção (Corbett & Glidden, 2000), o que geraria um rebaixamento da memória operacional visuo-espacial mediada pelo conteúdo emocional, contrariamente ao que se observa em crianças sem o transtorno. No caso dos participantes da amostra pertencentes ao grupo controle, a memória provavelmente foi favorecida pelo conteúdo emocional da tarefa, resultado que é similar ao de estudo anterior realizado no Laboratório de Neurociência e Comportamento da Universidade de Brasília (Garcia, 2011), que também utilizou a tarefa do TREA com estímulos emocionais, porém em uma amostra de jovens universitários, indicando que o fator emocional promoveu um melhor desempenho, nesse caso para a recordação de estímulos negativos; além disso, o executivo central possivelmente possibilitou aos participantes a mudança de foco de atenção para melhorar o fator mnemônico do estímulo e permitiu aos participantes prestarem mais atenção ao aspecto visual do que ao espacial, o que foi facilitado pelo conteúdo emocional (Garcia, 2011).

Para os estímulos de imagens emocionais neutras e negativas da etapa de contexto, como nos acertos dos estímulos neutros, positivos e negativos da etapa de faces emocionais, não se apresentaram diferenças significativas entre os grupos, porém se manteve a tendência de melhor recordação no grupo controle do que no grupo TDAH, apoiando o argumento do pouco efeito gerado pelo conteúdo emocional sobre a memória das crianças com TDAH.

Considerando-se as análises intra-grupais, se evidenciou no grupo TDAH diferença significativa entre as imagens de contexto neutras e negativas, sendo maiores os acertos para as imagens neutras, resultado não esperado, já que o efeito principal sobre a memória deveria ser favorecido pelas imagens com alto conteúdo emocional (positivas e negativas). Porém, é provável que o tipo de conteúdo negativo tenha interferido no desempenho dos participantes

e com isso gerado dificuldades de armazenamento desse tipo de informação, o que já tem sido reportado anteriormente, por exemplo, uma investigação que utilizou uma tarefa de memória operacional com estímulos emocionais de três tipos diferentes (neutros, positivos e negativos), encontrou que crianças com TDAH exibiram um desempenho pior na tarefa, apresentando maior interferência emocional na presença de distratores aversivos quando comparados com crianças com desenvolvimento típico (Villemonteix et al., 2017).

Desse modo, no presente estudo, as crianças TDAH parecem ter valorizado mais os conteúdos neutros, que não comunicam informação relevante, em detrimento dos conteúdos com alto impacto emocional (negativos) vinculados à informação pertinente e funcional, como podem ser as imagens dentro de um contexto social determinado (por exemplo, cenas de crianças participando da guerra, utilizadas no presente estudo), o que possivelmente está associado com uma maior dificuldade do grupo TDAH do que o grupo controle, para discriminar conteúdos com valência emocional negativa. Adicionalmente às dificuldades apresentadas em crianças TDAH para a percepção emocional, déficits na atenção podem contribuir para a codificação imprecisa ou incompleta das propriedades do estímulo (Pelc et al., 2006).

Na análise intragrupos dos tempos de reação também se identificou uma diferença significativa no grupo TDAH entre os estímulos neutros e os estímulos positivos da etapa de faces emocionais, onde os tempos foram maiores para as faces neutras do que para as faces positivas, indicando provável dificuldade na velocidade de processamento quando a execução da tarefa com esse tipo de estímulos. Estudos prévios têm demonstrado que o reconhecimento de expressões faciais em crianças com TDAH é facilitado por conteúdos emocionais positivos, como, por exemplo, felicidade (Ichikawa et al., 2014; Kats-Gold, Besser & Priel, 2007; Pelc et al., 2006; Williams et al., 2008).

No que refere à comparação entre os subtipos de TDAH, tanto em termos dos acertos quanto dos tempos de reação nas diferentes etapas do TREA, não se apresentaram diferenças significativas entre o subtipo combinado e o subtipo desatenção, resultado no esperado, já que embora os achados das pesquisas sejam variáveis enquanto ao padrão de disfunção característico dos diferentes subtipos clínicos (Garcia et al., 2014), se esperaria que o subtipo desatenção mostrara maiores dificuldades em comparação com o grupo combinado, fundamentalmente em tarefas de memória operacional, mas a tendência apresentada foi um maior número de acertos para o subtipo desatenção do que o combinado. Porém, a ausência de diferenças nesse sentido, seria coerente com o descrito no modelo de auto-regulação de Barkley (1997), o qual expõe que sérios déficits na inibição de respostas que caracterizam ao grupo com predomínio combinado, levam a déficits em outras áreas, especialmente na memória operacional.

De qualquer forma, é importante mencionar que os resultados derivados da comparação entre os subtipos de TDAH no presente estudo devem ser interpretados com cautela, devido a que a diferença no número de participantes em cada subtipo é alta (desatenção, $n= 7$ e combinado, $n= 17$).

Por outro lado, enquanto no FDT de forma geral, o desempenho com base nas variáveis de medição do teste mostrou um comportamento similar nos dois grupos de comparação (controle e TDAH), sem diferenças significativas entre estes nas etapas do teste (leitura, contagem, escolha e alternância), excetuando nas autocorrecções, onde se apresentou diferença significativa entre os grupos na etapa de escolha, com um maior número de autocorrecções nos participantes do grupo TDAH do que nos participantes do grupo controle. A literatura tem reportado que crianças com TDAH geralmente apresentam dificuldades para autocorrigir-se (Peets & Tannock, 2011), na maioria das vezes porque não conseguem

compreender a retroalimentação do meio ambiente e identificar os erros que cometem na resolução das tarefas para assim poder corrigi-los (Giraldo & Chaves, 2014).

Diferentemente aconteceu no presente estudo, no entanto deve-se considerar que ainda que as crianças do grupo TDAH tenham tido maior número de autocorreções do que as crianças do grupo controle, elas também apresentaram um maior número de erros, o que poder-se-ia interpretar como respostas que foram autocorrigidas, mas tornaram-se novamente erros, justamente pela dificuldade que exibem essas crianças para identificar e interpretar os erros e corrigi-los eficientemente (Giraldo & Chaves, 2014).

Embora que para a maioria de variáveis de desempenho do FDT não tenha havido diferenças significativas entre os dois grupos, a tendência apresentada foi uma performance mais baixa no grupo TDAH do que no grupo controle. Estudos têm descrito dificuldades nos processos de controle cognitivo e flexibilidade cognitiva de crianças com TDAH, inclusive implementando tarefas com o mesmo paradigma utilizado no FDT (efeito Stroop) (Assef, Capovilla & Capovilla, 2007; Borella de Ribaupierre, Cornoldi & Chicherio, 2013; Goth-Owens, Martinez-Torteya, Martel & Nigg, 2010).

Dentro dessa tendência, o desempenho mais baixo no grupo TDAH se apresentou nas etapas de escolha e alternância, nas quais a interferência cognitiva da tarefa é alta; assim, é de esperar que as crianças com TDAH por terem importantes alterações no funcionamento executivo, principalmente em processos mediados pelo córtex pré-frontal, apresentem baixos performances em tarefas que exigem atenção controlada e atenção alternada, processos avaliados por médio das etapas de escolha e alternância do FDT (Sedó et al., 2015). Adicionalmente, as alterações no funcionamento executivo também refletem dificuldades na flexibilidade cognitiva necessária para a resolução da tarefa; assim, como descrito por Diamond (2013), requer-se do controle inibitório para desativar a perspectiva anterior, por

exemplo, as respostas que o sujeito tem dado nas etapas leitura e contagem, e ativar na memória operacional uma perspectiva diferente, para mudar o comportamento e responder adequadamente às etapas escolha e alternância.

Quando comparados os subtipos de TDAH, não se encontraram diferenças significativas entre estes nas diferentes etapas do teste para a maioria das variáveis de medição, excetuando-se a etapa alternância na variável acertos, onde o subtipo desatenção obteve maior número de acertos do que o subtipo combinado, resultado que é coerente com o esperado para esse tipo de tarefa (Arán-Filippetti & Mías, 2009; Goth-Owens et al., 2010; Yáñez-Téllez et al., 2012), já que aponta à presença de maior déficit (inibitório) no subtipo combinado do que no subtipo com predomínio de déficit de atenção, o que possivelmente se possa explicar pela disfunção pré-frontal subjacente aos déficits de controle de impulsos nesse subtipo de TDAH (Romero-Ayuso Maestú, González-Marqués, Romo-Barrientos & Andrade, 2006). Contudo, como também mencionado na discussão do TREA, os resultados possivelmente foram influenciados pela diferença do número de amostras em cada subtipo de TDAH, pelo qual devem-se interpretar com cautela.

Contrariamente às comparações entre grupos, nas comparações intragrupos foram observadas várias diferenças significativas, entre as etapas do teste. No caso dos acertos, tanto no grupo controle quanto no grupo TDAH a etapa de alternância foi diferente das etapas leitura e contagem, onde se apresentaram maior número de acertos em leitura e contagem; igualmente aconteceu nas autocorreções, com maior número destas para a etapa de alternância do que para as etapas leitura e contagem. Já em relação aos erros e omissões, a diferença se apresentou só no grupo TDAH, entre a etapa alternância e as etapas leitura e contagem para os erros, com maior número de erros na etapa de alternância do que nas etapas

de leitura e contagem, e entre a etapa de alternância e a etapa de leitura nas omissões, com maior número de omissões na alternância do que na leitura.

Os resultados anteriores eram esperados levando-se em consideração a diferença no nível de dificuldade da tarefa, que aumenta entre cada etapa, passando de processos atencionais automáticos a processos atencionais controlados e alternantes (Sedó et al., 2015). Apesar disso, dentro do grupo controle as diferenças encontradas como significativas nos acertos, mas não nos erros e nas omissões, poderiam indicar maior eficiência na resolução da tarefa, já que possivelmente essas crianças estão respondendo ao nível de dificuldade correspondente para cada etapa; contrariamente aos participantes do grupo TDAH que apresentam diferenças entre etapas no número de acertos mas também as apresentam nas outras variáveis (erros, omissões e autocorreções). Isto pode indicar menor eficiência na resolução da tarefa, possivelmente pelos déficits associados ao funcionamento executivo, principalmente em inibição e flexibilidade cognitiva, levando provavelmente aos sujeitos a tendências automáticas, a cometer mais erros e a realizar avaliações equivocadas em relação aos estímulos (Barkley, 1997; Diamond, 2013).

Por outro lado, contrário ao esperado, na comparação entre o grupo controle e o grupo TDAH não houve diferença significativa na pontuação do índice de inibição nem do índice de flexibilidade mental, indicando um desempenho similar nos dois grupos. Porém, no índice de inibição apresentou-se uma tendência com maior pontuação no grupo TDAH do que no grupo controle, que no caso do teste se interpreta como um resultado inversamente proporcional (Sedó et al., 2015), o que poderia indicar uma menor capacidade do grupo TDAH para anular a distração interna ou externa, segundo as demandas do contexto (Martinez et al., 2016) ou, como descrito pelos autores do teste, menor capacidade para inibir uma resposta automatizada e oferecer uma resposta mais controlada (Sedó, et al., 2015).

5.2. Atividade Cortical

Durante a execução de toda a tarefa do TREA e comparando-se os grupos de acordo com a atividade cortical evidenciada, não foi identificada diferença estatisticamente significativa entre os grupos controle e TDAH nas bandas de frequência teta e alfa. Este resultado vai de encontro ao esperado, que seria uma diferença principalmente com o aumento da atividade teta, como tem sido descrito em estudos que comparam sujeitos com TDAH e sujeitos controles (Clarke et al., 2002; Lazzaro, Gordon, Whitmont, Meares & Clarke, 2001; Zhang, et al., 2017), principalmente nas regiões frontais (Arns, Conners & Kraemer, 2012; Barry et al., 2011), e uma diminuição da frequência média de alfa em áreas posteriores (Koehler et al., 2009; Valdizán, Navascués & Sebastián, 2001).

No entanto, observamos apenas uma tendência de maior atividade tanto em teta como em alfa, sendo ligeiramente marcada no grupo TDAH em comparação ao grupo controle, especialmente na região pré-frontal (Fp2) e frontal lateral (F4) do hemisfério direito, assim como na região central (C4) e parietal (P4) para as duas bandas; adicionalmente, para a banda alfa também na área occipital (O2). Muitas dessas áreas participam em processos comumente alterados na população com TDAH (planejamento, integração sensório-motora, processamento espacial e visual) (Muñoz et al., 2006) e que são necessários para a resolução da tarefa no TREA.

Por outro lado, em beta e gama houve diferenças significativas entre os dois grupos avaliados, nas duas bandas: na área pré-frontal (Fp2), frontal superior (F4) e central (C4), no lado direito, e em gama: na região frontal lateral (F7), temporal anterior e posterior (T3, T5), e parietal (P3), no hemisfério esquerdo; na banda gama adicionalmente na região frontal média (Fz) e na linha média (Cz). Alguns dos processos cognitivos relacionados com as

regiões mencionadas têm uma participação importante na tarefa do TREA e na sua resolução, sendo mediados por áreas como: pré-frontal (controle cognitivo, reconhecimento emocional), frontal superior (planejamento motor), frontal lateral (processamento emocional, expressão verbal - que no TREA poderia refletir em uma verbalização interna do sujeito para a manutenção ativa da informação e sua posterior recordação), frontal média (memória operacional), linha média e central/córtex pré-motor (integração sensório-motora), temporal anterior (T3) e parietal (processamento espacial) (Periáñez, Ríos & Alvarez-Linera, 2012). Várias destas áreas compõem o córtex pré-frontal dorsolateral (CPFDL), uma das estruturas característica que participa de forma importante na memória operacional visuo-espacial.

Tanto na banda de frequência beta como na banda de frecuencia gama a maior atividade se apresentou para o grupo TDAH. Este resultado é diferente ao frequentemente relatado na literatura, onde se sugere que o Sistema Nervoso Central (SNC) dos sujeitos TDAH apresenta baixa excitabilidade que se traduz em comportamentos de falta de atenção, resultando em piores desempenhos de comportamentos dirigidos ao cumprimento de objetivos (Barry, Clarke & Johnstone, 2003; Barry et al., 2010; Monastra, 2008).

Porém, contrasta com os resultados de um pequeno número de trabalhos onde têm-se demonstrado, a partir de estudos de EEG, que crianças com TDAH ao serem comparadas com crianças controles, apresentam um aumento nas bandas de frequência alta (beta e gama), possivelmente por uma hiperatividade (*arousal*) cortical (Clarke et al., 2013; Zhang et al., 2018), o que no presente trabalho poderia propor, nas áreas específicas identificadas nessas bandas de frequência, relacionadas com processos cognitivos exigidos na execução do TREA, uma hiperativação cortical que reflete em dificuldades associadas com a memória operacional visuo-espacial, já descritas em crianças com TDAH (van Ewijk et al., 2014).

Em relação à análise específica das etapas do TREA, a atividade cerebral gerada não indicou diferença estatisticamente significativa entre os grupos controle e TDAH em nenhuma das etapas (formas geométrica, faces, imagens de contexto) para as bandas teta, alfa e beta, excetuando-se a etapa de faces na banda de frequência beta, onde se identificou diferença na área pré-frontal direita (Fp2), relacionada com controle cognitivo e habilidade para o reconhecimento emocional, com maior atividade no grupo TDAH, mantendo o padrão de atividade aumentada numa das bandas onde se esperaria menor ativação cortical para o grupo TDAH (Barry et al., 2010).

Para a banda de frequência gama, foi observada diferença significativa entre os dois grupos, em todas as etapas do teste, com maior atividade no grupo TDAH do que no grupo controle. De tal modo, as regiões corticais ativadas juntamente pelos processos cognitivos, no hemisfério direito foram: a pré-frontal (Fp2/controle cognitivo, reconhecimento emocional) nas três etapas do teste; a frontal superior (F4/planejamento motor) e a central (C4/integração sensório-motora) na etapa de faces; já no hemisfério esquerdo, as áreas ativadas foram: a frontal lateral (F7/processamento emocional, expressão verbal) e a temporal posterior (T5/compreensão verbal, memória visual) nas três etapas; a temporal anterior (T3/memória) e a parietal (P3/processamento espacial) na etapa de faces; adicionalmente a linha média/pré-motora (Cz/integração sensório-motora) nas etapas formas geométricas e faces. Vários dos processos mencionados estão ligados ao funcionamento executivo, afetado no TDAH, como por exemplo, ativação, iniciação, mudança, manutenção, monitorização, controle cognitivo e emocional (inibição) (Periáñez, Ríos & Alvarez-Linera, 2012), que no caso do TREA concorrem para um desempenho adequado na tarefa.

De forma geral, o resultado de maior atividade nas bandas de frequência beta e gama, nas diferentes etapas do TREA no grupo TDAH, também poder-se-ia argumentar a partir dos

resultados dos estudos de EEG que propõem uma hiperatividade cortical nessas crianças (Clarke et al., 2013; Zhang et al., 2018), como mencionado anteriormente.

Por outro lado, é claro que a etapa do teste onde se exibiram diferenças significativas maiores, foi a de faces (com conteúdo emocional), especificamente nas bandas de frequência altas (beta e gama) e com maior atividade no grupo TDAH do que no grupo controle. A literatura científica informa que crianças com TDAH apresentam déficits no processamento e percepção de estímulos emocionais (Corbett & Glidden, 2000; Pelc et al., 2006), especialmente para aqueles associados com faces.

Deve-se ressaltar que ainda que na tarefa de faces emocionais os participantes não deviam reconhecer as emoções, mas apenas recordar o estímulo emocional em uma localização específica na tela do computador, esperava-se encontrar ativação de regiões cerebrais recrutadas pelo efeito do conteúdo sobre a tarefa de recordação. Muitas das áreas para as quais se verificou a diferença na atividade cerebral na etapa de faces, tem uma forte participação em processos de memória emocional, tanto nas respostas emocionais automáticas quanto relacionadas à interpretação cognitiva, processos que são alterados em crianças com TDAH (Pitzianti et al., 2017; Ichikawa et al., 2014).

Apesar de nas bandas de frequência teta, alfa e beta (a exceção da etapa de faces) não ter sido observada diferença significativa entre os grupos, existiu uma tendência maior de atividade, difusa, no grupo TDAH do que no grupo controle, o que possivelmente ocorreu porque a tarefa do teste demandou uma alta ativação cognitiva pelo número de elementos que deviam ser lembrados em uma posição específica na tela do computador. Deste modo, é razoável supor que as crianças do grupo TDAH além de terem que responder à exigência cognitiva própria da tarefa (assim como os sujeitos do grupo controle), adicionalmente, pelos déficits próprios em processos atencionais, de atividade motora e de memória operacional,

provavelmente requereram um maior esforço cognitivo, o que deve possivelmente ter ativado um maior número de áreas cerebrais, mas também bandas de frequência alta (beta e gama) que aparecem quando o funcionamento cognitivo é alto.

Em termos da análise por tipo de estímulo emocional (neutro, positivo, negativo) na etapa de faces, foi observada diferença significativa entre os grupos apenas nas bandas de frequência altas (beta e gama), em todos os tipos de faces. Assim, no hemisfério direito as diferenças, foram: na região pré-frontal (Fp2/controle cognitivo, reconhecimento emocional) nas duas bandas, para todos os tipos de faces; e na frontal superior (F4/planejamento motor) para o tipo de face neutra na banda gama; no hemisfério esquerdo, foram: temporal posterior (T5/compreensão verbal, memória visual) para todos os tipos de faces, para as faces positivas na banda beta e para as neutras e negativas na banda gama; na região temporal anterior (T3/memória) na banda de frequência beta nas faces positivas, e na banda gama para as faces neutras; a área pré-frontal (Fp1/atenção), frontal lateral (F7/processamento emocional, expressão verbal), central (C3/integração sensório-motora) e parietal (P3/processamento espacial) só para a banda de frequência gama; por fim, a linha média/pré-motora (Cz/integração sensório-motora) nas duas bandas.

Tanto em beta quanto em gama a atividade foi maior no grupo TDAH do que no grupo controle, sendo que o tipo de face neutra foi a que gerou maior número de áreas corticais com diferença significativa entre os grupos, resultado que possivelmente se apresentou pelo déficit na percepção emocional das crianças TDAH, que não possibilitou uma atividade cortical marcada para as faces com conteúdo emocional positivo e negativo, contrariamente ao esperado (Pitzianti et al., 2017; Ichikawa et al., 2014).

A análise por tipo de valência emocional nas imagens de contexto, só mostrou diferença significativa entre os grupos para a valência negativa, especificamente na banda teta e com

maior atividade para o grupo controle do que para o grupo TDAH, na área temporal posterior (T5/compreensão verbal, memória visual). Pesquisas anteriores têm avaliado diferentes valências emocionais em crianças TDAH e sua relação com a atividade cerebral e, ainda que os resultados sejam variáveis, o contraste entre emoções positivas e negativas não só associam-se ao tipo de estímulos utilizados, mas também à experiência previa dos participantes com esse tipo de valências (Ichikawa et al., 2014; Jusytea, Gulewitschb & Schönenberg, 2017).

Já na comparação entre subtipos de TDAH, não foram observadas diferenças nas etapas do TREA, e embora exista variabilidade nos resultados expostos por diferentes estudos (Clarke et al., 2002; Clarke et al., 2013; Nazari, Wallois, Aarabi & Berquin, 2011; Ortiz-Pérez & Moreno-García 2015; Snyder & Hall, 2006), se esperava identificar perfis de atividade cortical diferenciados para cada subtipo de TDAH, com um aumento de ondas teta no subtipo desatenção e uma diminuição na banda de frequência beta no grupo combinado, como reportado na literatura (Clarke et al., 2002).

Porém, na mesma análise por subtipos de TDAH, na etapa de faces emocionais se identificaram diferenças significativas, especificamente para os estímulos neutros, nas bandas de frequência beta e gama, na área pré-frontal (Fp1/atenção) do hemisfério esquerdo, sendo que a atividade nas duas bandas de frequência foi maior no grupo combinado do que no grupo desatenção. Por outro lado, na etapa de contexto a diferença foi observada para as imagens de valência positiva, só na banda de frequência alfa, na área parietal do hemisfério direito (P4/processamento cognitivo espacial), com maior atividade no grupo TDAH. No entanto, qualquer resultado identificado deve ser interpretado com cautela, como tem sido mencionado ao longo da discussão associada com os subtipos de TDAH, dado que o número de participantes pertencentes a cada um dos subtipos foi marcadamente desequilibrado

(desatenção, n= 7 e combinado, n= 17), o que possivelmente não permitiu evidenciar diferenças significativas entre estes.

Nos resultados da atividade cortical gerada pelo FDT, verificou-se diferença estatisticamente significativa entre os grupos controle e TDAH, na banda teta nos pontos relacionados com o hemisfério esquerdo na área pré-frontal (Fp1/atenção), frontal superior (F7/processamento emocional, expressão verbal), central (C3/integração sensório-motora), e temporal posterior (T5/compreensão verbal, memória visual), estendendo-se até a área occipital (O1/ processamento visual), e no hemisfério direito na área frontal lateral (F8/reconhecimento emocional, controle de impulsos), com maior atividade no grupo TDAH, do que no grupo controle, coincidindo com os resultados de estudos tradicionais que têm encontrado atividade teta elevada em crianças com TDAH (Clarke et al., 2002; Lazzaro et al., 2001; Zhang, et al., 2017).

Algumas das áreas com maior atividade cortical na banda teta participam em processos atencionais (Fp1), que no FDT intervém em todas as etapas do teste (leitura, contagem, escolha e alternância), e de produção de respostas orais e motoras (C3), através das quais gera-se a resposta verbal da tarefa; dessa forma, a atividade teta aumentada poderia indicar déficits dos participantes com TDAH, nos processos mencionados, principalmente o atencional (controle de atenção ou controle de interferência) (Putman, van Pee, Maimari & van der Werff, 2010).

Em coerência com o anterior, estudos em crianças com TDAH utilizando medidas de avaliação cerebral em tarefas de interferência cognitiva, têm relatado aumento na banda de frequência teta (Dimoska, Johnstone, Barry & Clarke, 2003; Johnstone, Barry & Clarke, 2013; Zhang et al., 2017).

Na banda de frequência alfa, o comportamento na atividade cerebral foi parecido com o da banda teta, com diferença significativa entre os grupos nos mesmos pontos e também com maior atividade no grupo TDAH. Este resultado vai de encontro a outros estudos que relatam uma diminuição da frequência média de alfa em crianças com TDAH, especialmente em áreas posteriores em comparação a crianças controles (Valdizán et al., 2001; Koehler et al., 2009).

Já nas bandas altas (beta e gama), a comparação entre os grupos mostrou diferença estatisticamente significativa na banda beta em praticamente todas as áreas do hemisfério esquerdo, excetuando-se um ponto na área frontal superior (F7), no hemisfério direito a diferença foi indicada na área pré-frontal (Fp2/controle cognitivo, reconhecimento emocional) e frontal superior (F4/planejamento), parietal (P4/processamento cognitivo espacial) estendendo-se até as áreas occipitais (O2/processamento visual), excetuando-se a área central (C4). Na banda gama, também a diferença entre os grupos foi verificada em praticamente todas as áreas corticais, excetuando-se quatro pontos correspondentes à área frontal superior esquerda (F7), à parietal central (Pz), e temporal anterior (T4) e posterior (T8) do hemisfério direito.

Dentro das regiões frontais com maior atividade nas bandas de frequência alta (beta e gama) e relacionadas com a tarefa do FDT, acharam-se aquelas principais que o teste descreve como envolvidas na resolução da tarefa (Sedó, et al., 2015): áreas do giro do cíngulo (Fz e Cz), que respondem à percepção do conflito e organizam os recursos cognitivos para lidar com o mesmo; o córtex dorsolateral (Fp1, Fp2, F4, F7) que controla a inibição e a alternância das repostas; e o sulco pré-central (C3) que participa na verbalização das repostas (Sedó et al., 2015). Adicionalmente, a ativação em regiões diferentes do córtex frontal mostrou a participação de outras funções cognitivas na resolução da tarefa, como, por

exemplo, a memória (T3) e o processamento visual (O1), a primeira necessária para lembrar a estratégia a utilizar na resolução da tarefa do FDT e a segunda, a modalidade sensorial de entrada de informação, o que evidencia que as funções executivas, embora intimamente ligadas ao córtex pré-frontal, não são dependentes só dessa estrutura, mas também da participação de outras regiões cerebrais.

Ainda que a atividade nas bandas beta e gama dentro do grupo TDAH (intragrupo) tenha sido menor do que as bandas anteriores (teta e alfa), quando comparado com o grupo controle ele apresentou maior atividade, padrão que se manteve ao longo de todas as análises do teste. Esse resultado, contrário ao esperado (menor beta e gama em sujeitos TDAH), poder-se-ia associar com a hipótese de uma possível hiperativação cortical evidenciada nas bandas altas no caso das crianças com TDAH (Clarke et al., 2013; Zhang et al., 2018), como também foi mencionado nas análises do TREA.

Uma outra possibilidade da maior ativação no grupo TDAH nas bandas altas, poderia estar associada com o nível de dificuldade da tarefa no FDT, o qual é crescente e demanda um alto esforço cognitivo, especialmente nas etapas de escolha e alternância, onde o indivíduo tem que executar ações controladas e conscientes que obrigam a mobilizar um nível superior de recursos mentais (Sedó et al., 2015), o que provavelmente se traduz em muita atividade beta e gama, características de alto funcionamento cognitivo (Karamacoska, Barry & Steiner, 2017). Por exemplo, um estudo relacionado com potenciais evocados e oscilações gama em crianças saudáveis associou a dita banda com funcionamento executivo que inclui uma rede de áreas frontais relacionadas com o controle de ações direcionadas a objetivos, detecção de erros e resolução de conflito, que implicam uma alta demanda de atenção seletiva (Yordanova, et al., 2002). Assim, é provável que as crianças com TDAH do

presente estudo tenham requerido, em comparação com as do grupo controle, um maior esforço cognitivo para a resolução das tarefas do FDT.

Quando comparados os grupos controle e TDAH, na atividade cortical gerada de acordo com as etapas do FDT, se apresentou uma diferença significativa em todas as bandas de frequência para todas as etapas do teste, à exceção da banda beta na etapa de contagem. Ocorreu que, em várias das bandas de frequência, a medida que os níveis de dificuldade nas etapas do teste aumentavam, o número de áreas ativadas foi maior. Deste modo, nos dois grupos se manteve o padrão de maior atividade nas bandas teta e alfa e de menor nas bandas altas (beta e gama), porém na comparação entre estes sempre foi maior a atividade no grupo TDAH, que no caso de beta e gama, novamente, foi contrário ao esperado (menos beta e gama para os sujeitos TDAH do que para os controles), como descrito ao longo de toda a discussão do FDT.

Para todas as bandas de frequência o maior número de pontos com diferença entre os grupos foi na etapa de escolha, em praticamente todas as áreas do lado esquerdo, envolvidas entre outros, nos processos de: atenção (Fp1), planejamento (F3), memória (T3), expressão verbal (F7) e processamento visual (O1), e no lado direito: controle de impulsos (Fp2). O menor número de pontos com diferença foi na etapa de contagem (excetuando beta, onde não houve diferença), com maior atividade na área pré-frontal esquerda (Fp1), que participa em processos atencionais. De acordo com a descrição anterior, é possível colocar que a maior parte da ativação de pontos esteve vinculada a processos que participam fortemente nas etapas do FDT e que requerem um controle mental ativo (escolha e alternância), neste caso escolha; enquanto o número menor de pontos esteve em áreas relacionadas com processos que participam nas etapas que medem processos simples e automáticos (leitura e contagem), neste caso contagem (Sedó et al., 2015).

Quando comparados os subtipos de TDAH, no que refere à atividade cortical nas etapas do FDT, foi observada diferença significativa entre os subtipos desatenção e combinado no total da etapa para a banda gama, onde o subtipo desatenção teve maior atividade, especificamente no ponto da área parietal central (Pz) que participa no processamento cognitivo de informação espacial e temporal, como também de informação numérica (tipo de estímulos utilizados no FDT). Igualmente, na etapa de escolha encontrou-se diferença para as bandas de frequência alta (beta e gama), sendo a maior atividade apresentada no subtipo desatenção do que no combinado; nas duas bandas os pontos marcados com diferença foram os correspondentes ao central esquerdo (C3 -parte do córtex dorsolateral-), que no FDT controla a inibição e a alternância das respostas. Essa área também participa na integração sensorio-motora, e o frontal direito (F4), está relacionada ao planejamento.

Esse resultado poder-se-ia associar com as alterações atencionais e de controle cognitivo próprias do subtipo desatenção (García et al., 2014), porém como dito ao longo de toda a discussão, no caso das comparações entre subtipos de TDAH, os dados devem ser interpretados com muita cautela pela diferença entre o tamanho das amostras respectivas a cada subtipo (desatenção, n= 7 e combinado, n= 17).

VI. LIMITAÇÕES DO ESTUDO

É importante mencionar as limitações associadas ao presente estudo para fins da realização de estudos futuros. A primeira delas diz respeito ao baixo número de participantes avaliados dentro do subtipo desatenção, o que pode ter prejudicado os resultados de comparação entre os subtipos de TDAH. A segunda refere-se à ausência de uma avaliação clínica completa das comorbidades presentes nos participantes da amostra pertencentes ao

grupo TDAH, assim como a realização de análises dos dados associados a essas comorbidades e seu efeito sobre o desempenho nos testes e na atividade cortical. Há que se destacar ainda a diferença de número de amostras associadas com o gênero e a idade. Na medida em que as amostras não foram equiparáveis, não foi possível realizar comparações associadas a essas variáveis. Finalmente, teríamos que considerar a influência da etapa da adolescência no desempenho dos testes e na atividade cortical dos participantes pertencentes a essa faixa etária, já que as mudanças próprias da etapa de desenvolvimento podem também ter influenciado os resultados, especialmente em tarefas de controle inibitório.

VII. CONCLUSÕES

O presente trabalho apresenta uma análise importante enquanto a funções executivas participantes em processos de memória operacional emocional, controle cognitivo e de flexibilidade mental, em que foi possível observar que a interpretação conjunta dos dados comportamentais e de EEG, é coerente entre os achados do desempenho encontrado a partir da avaliação com os testes utilizados e a atividade cortical gerada, coincidindo os resultados das duas medidas de avaliação (testes neuropsicológicos e EEG), e identificando-se correspondência entre os processos cognitivos mensurados e as áreas cerebrais ativadas.

Os resultados comportamentais sugerem que, nos participantes do grupo TDAH, os acertos totais no TREA poderiam ligar-se a uma menor habilidade de recordação espacial, com um possível declínio de memória que afetou a capacidade de armazenamento; inclusive para estímulos emocionais, gerando assim um rebaixamento da memória operacional visuo-espacial mediada por conteúdo emocional. Além disso, os tempos de reação totais

aumentados nesse grupo, para a resolução da tarefa, indicaram prováveis déficits na velocidade de processamento e alterações atencionais.

Por outro lado, no grupo TDAH é possível que o desempenho baixo apresentado nas etapas de escolha e alternância do FDT, onde a interferência cognitiva da tarefa é alta, aponte dificuldades na atenção controlada e na atenção alternada, assim como na flexibilidade cognitiva. Adicionalmente, considerando os acertos alcançados na resolução da tarefa, mostrou-se maior eficiência dos participantes do grupo controle do que do grupo TDAH, o que evidencia que as crianças com o transtorno apresentaram maiores dificuldades para gerar respostas controladas e inibir respostas automatizadas.

Na análise da atividade cortical resultante da tarefa do TREA, a maior atividade do grupo TDAH nas bandas de frequência alta (beta e gama), em comparação com o grupo controle, mostrou associação, principalmente, com áreas corticais que compõem o córtex pré-frontal dorsolateral, atividade que poderia indicar uma hiperativação cortical que reflete em dificuldades de armazenamento da informação processada no esboço visuo-espacial.

Já para a tarefa do FDT, a atividade evidenciada foi maior no grupo TDAH do que no grupo controle, aumentada na etapa de escolha em comparação com as outras etapas do teste, para todas as bandas de frequência, do lado esquerdo em áreas que se relacionam com processos de atenção, planejamento, memória, expressão verbal, e processamento visual, e do lado direito com controle de impulsos. Desse modo, a maior atividade no grupo TDAH esteve vinculada a processos que participam fortemente nas etapas do FDT e que requerem um controle mental ativo (controle cognitivo e de flexibilidade mental).

Por fim, os resultados da comparação entre os subtipos de TDAH (desatenção e combinado) não evidenciou diferença significativa, na maioria das variáveis de medição e da

atividade cortical, em cada uma das tarefas avaliadas (TREA e FDT), o que poder-se-ia atribuir ao número de amostras para cada subtipo, as quais não foram equilibradas.

De forma geral, o presente estudo permitiu identificar por meio do EEG as características do mapeamento da atividade cortical relacionada à modulação da memória emocional e das funções executivas em crianças/adolescentes com TDAH e compará-las às características de crianças/adolescentes hígidas. Nessa perspectiva, além de contribuir para a compreensão do fenômeno do TDAH e para o entendimento do seu funcionamento cerebral, o estudo propôs um protocolo de avaliação com testes ajustados e adaptados para uma versão computadorizada e com estímulos voltados para a população estudada, que pode ser utilizado não só em amostras clínicas que acometem o funcionamento de áreas corticais relacionadas às funções executivas mas também em indivíduos hígidos. Portanto, é viável propor a inclusão de medidas eletroencefalográficas como recurso auxiliar para o diagnóstico de TDAH, no sentido de ampliar o entendimento dos achados associados às avaliações tradicionais, feitas através dos testes comportamentais e cognitivos, assim como verificar possíveis afetações na atividade cerebral que possam explicar a sintomatologia e as manifestações clínicas na conduta dos indivíduos que padecem o transtorno, o que finalmente aportará maior acurácia e confiabilidade ao diagnóstico.

VIII. PERSPECTIVAS FUTURAS

Finalizado o estudo, cabe apontar propostas para estudos futuros no sentido de contribuir para uma maior compreensão do fenômeno investigado. Nessa perspectiva, sugerimos a utilização do mesmo protocolo de avaliação, porém com um maior tamanho amostral a fim de conseguir identificar possíveis diferenças que seriam esperadas e não foram evidenciadas

no presente trabalho, tais como diferença na média de acertos e tempos de reação nas etapas com conteúdo emocional do TREA quando comparados os grupos controle e TDAH, e os subtipos de TDAH desatenção e combinado; assim como também diferença na média de erros e tempos de reação nas etapas do FDT entre os grupos e subtipos de TDAH.

Nesse sentido, também seria importante implementar uma amostra que determine de forma equilibrada o número de participantes para cada subtipo de TDAH, de modo a conseguir maior homogeneidade entre os subtipos, o que poderá contribuir com a identificação de possíveis diferenças, como também possibilitar, a partir do mapeamento cerebral, contribuir no futuro com a proposta de incluir o EEG como medida de avaliação para a classificação do TDAH.

Uma outra recomendação interessante para estudos futuros seria a de utilização de análises de potenciais relacionados a eventos (ERP) a fim de contribuíssem para a investigação das possíveis diferenças nos padrões de ativação cortical de cada grupo avaliado.

Em estudos futuros com protocolos semelhantes, considera-se importante também realizar medições de variáveis fisiológicas, por exemplo, resposta galvânica da pele (RGP) e frequência cardíaca (FC), principalmente quando da avaliação com estímulos emocionais.

IX. ATIVIDADES ADICIONAIS DERIVADAS DO TRABALHO

Adicionalmente aos resultados descritos anteriormente, também foram realizadas outras atividades relacionadas ao projeto de pesquisa, a saber: a) elaboração e publicação de um artigo de revisão associado com as disfunções executivas e seu papel em distúrbios neuropsiquiátricos como o Transtorno por Déficit de Atenção/Hiperatividade e o Transtorno

de Estresse Pós-traumático (Anexo 6), submetido à revista *Frontiers in Psychology* e publicado em 2016 dentro da seção de Psicopatologia; b) apresentação no XV Congresso Brasileiro de Neuropsicologia da SBNp, realizado em novembro de 2016, de dois trabalhos em modalidade pôster (Anexo 7); c) submissão do projeto para fins de financiamento junto ao Edital Chamada Universal 01/2016 - Faixa B do Cnpq (Anexos 8); d) submissão do presente projeto para fins de solicitação de bolsa de produtividade pelo CNPQ (Processo: 311582/2015-0 Demanda/Chamada: Produtividade em Pesquisa - PQ 2015 Modalidade: PQ Categoria/Nível: 2), que resultou na obtenção da respectiva bolsa para a orientadora do projeto, Profa. Maria Clotilde H. Tavares; e e) elaboração e submissão de um capítulo de livro sobre memória operacional e emoção, intitulado *La Notable Articulación Psicobiológica Entre la Memoria Operacional y las Emociones*, a ser publicado no livro *Psicología Evolucionista* da *Universidad de Los Andes* e da *Universidad Sergio Arboleda* na Colômbia (Anexo 9).

REFERÊNCIAS

- Adolphs, R. (2002). Recognizing emotion from facial expressions: Psychological and neurological mechanisms. *Behavioral and Cognitive Neuroscience Reviews*, 1, 21-62.
- Albert, J., López-Martín, S., Fernández-Jaén, A., & Carretié, L. (2008). Alteraciones emocionales en el trastorno por déficit de atención/hiperactividad: Datos existentes y cuestiones abiertas. *Revista de Neurología*, 47(1), 39-45.
- Alvarez, J. A., & Emory, E. (2006). Executive function and the frontal lobes: A meta-analytic review. *Neuropsychology Review*, 16(1), 17-42.
- Álvarez, L., González-Castro, P., Núñez, J. C., González-Pienda, J. A., & Bernardo, A. (2008). Assessment and control of cortical activation in sustained attention deficits. *International Journal of Clinical and Health Psychology*, 8, 509-524.
- American Psychiatry Association (2013). *Diagnostic and statistical manual of mental disorders. DSM-5*. Washington: American Psychiatric Publishing.
- Angelakis, E., Lubar, J. F., & Stathopoulou, S. (2004). Electroencephalographic peak alpha frequency correlates of cognitive traits. *Neuroscience Letters*, 371, 60-63.
- Angelini, A. L., Alves, I. C. B., Custódio, E. M., Duarte, W. F., & Duarte, J. L. M. (1999). *Matrizes progressivas coloridas de Raven. Manual*. São Paulo, SP: Centro Editor de Testes e Pesquisas em Psicologia.

- Arnett, A. B., MacDonald, B., & Pennington, B. F. (2013). Cognitive and behavioral indicators of ADHD symptoms prior to school age. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, *54*(12), 1284-1294.
- Arns, M., Conners, C. K., & Kraemer, H. C. (2012). A decade of EEG theta/beta ratio research in ADHD: a meta-analysis. *Journal of attention disorders*, *17*(5), 374-383. doi: 10.1177/1087054712460087.
- Arán-Filippetti, V., & Mías, C. D. (2009). Neuropsicología del trastorno por déficit de atención/hiperactividad: Subtipos predominio déficit de atención y predominio hiperactivo-impulsivo. *Revista Argentina de Neuropsicología*, *13*, 14-28.
- Aron, A. R., Robbins, T. W., & Poldrak, R. A. (2004). Inhibition and the right inferior frontal cortex. *Trends Cogn. Sci.*, *8*, 170–177. doi: 10.1016/j.tics.2004.02.010.
- Assef, E. C. Capovilla, A., & Capovilla, F. C. (2007). Computerized stroop test to assess selective attention in children with attention deficit hyperactivity disorder. *The Spanish Journal of Psychology*, *10*, 33-40.
- Baddeley, A. D. (1992). Working memory. *Science*, *255*, 556-559.
- Baddeley, A. D. (2000). The episodic buffer: A new component of working memory. *Trends Cogn Sci*, *4*, 417-23.
- Baddeley, A. D. (2007). *Working memory, thought and action*. Oxford, UK: Oxford University Press.

- Baddeley, A., Banse, R., Huang, Y-M., & Page, M. (2012). Working memory and emotion: Detecting the hedonic detector. *Journal of Cognitive Psychology*, 24(1), 6-16. doi: 10.1080/20445911.2011.613820.
- Baddeley, A. D., & Hitch, G. J. (1974). Working memory. In G.A., Bower (Eds.), *The psychology of learning and cognition*. New York: Academic Press.
- Barkley, R. A. (1997). Behavioral inhibition, sustained attention, and executive functions: Constructing a unifying theory of ADHD. *Psychological Bulletin*, 121(1), 65-94.
- Barry, R. J., Clarke, A. R., & Johnstone, S. J. (2003). A review of electrophysiology in attention-deficit/hyperactivity disorder: I. Qualitative and quantitative electroencephalography. *Clinical Neurophysiology*, 114(2), 171-183.
- Barry, R. J., Clarke, A. R., Hajos, M., Dupuy, F. E., McCarthy, R., & Selikowitz, M. (2011). EEG coherence and symptom profiles of children with attention-deficit/hyperactivity disorder. *Clinical Neurophysiology*, 122(7), 1327-1332. doi: 10.1016/j.clinph.2011.01.007.
- Barry, R. J., Clarke, A. R., Hajos, M., McCarthy, R., Selikowitz, M., & Dupuy, F. E. (2010). Resting-state EEG gamma activity in children with attention-deficit/hyperactivity disorder. *Clinical Neurophysiology*, 121(11), 1871-1877. doi: 10.1016/j.clinph.2010.04.022.
- Bausela-Herreras, E. (2012). Alteraciones en el funcionamiento ejecutivo en diferentes trastornos del desarrollo en la infancia y adolescencia, *Arch Neurocién (Mex)*, 17(3), 179-187.

- Bausela-Herreras, E. (2014). La atención selectiva modula el procesamiento de la información y la memoria implícita. *Acción Psicológica*, *11*(1), 21-34. [dx.doi.org/10.5944/ap.1.1.13789](https://doi.org/10.5944/ap.1.1.13789).
- Belham, F. (2013). Influência da valência emocional de estímulos na memória operacional visuo-espacial de humanos e macacos-prego (*Cebus libidinosus*). Dissertação (mestrado). Universidade de Brasília. Instituto de Ciências Biológicas. Departamento de Ciências Fisiológicas. Programa de Pós-Graduação em Biologia Animal. Brasil.
- Belham, F., Satler, C., Garcia, A., Tomaz, C., Gasbarri, A., Rego, A., & Tavares, M. C. (2013). Age-related differences in cortical activity during a visuo-spatial working memory task with facial stimuli. *PLOS One*, *8*(9), 1-8.
- Biederman, J., & Faraone, S. V. (2005). Attention-deficit hyperactivity disorders. *Lancet*, *366*, (9481), 237-48.
- Bonelli, R. M., & Cummings, J. L. (2007). Frontal-subcortical circuitry and behavior. *Dialogues in Clinical Neuroscience*, *9*(2), 141-151.
- Borella, E., de Ribaupierre, A., Cornoldi, C., & Chicherio, C. (2013). Beyond interference control impairment in ADHD: evidence from increased intraindividual variability in the color-stroop test. *Child Neuropsychology*, *19*(5), 495-515. doi: 10.1080/09297049.2012.696603.
- Broche, Y., Rodríguez, M., & Omar, E. (2014). Memoria de rostros y reconocimiento emocional: Generalidades teóricas, bases neurales y patologías asociadas. *Actualidades en Psicología*, *28*(116), 27-40.

- Bruckmann, S., Hauk, D., Roessner, V., Resch, F., Freitag, C. M., Kammer, T., & Bender, S. (2012). Cortical inhibition in attention deficit hyperactivity disorder: New insights from the electroencephalographic response to transcranial magnetic stimulation. *Brain*, *135*, 2215-2230.
- Bush, G., Luu, P., & Posner, M. I. (2000). Cognitive and emotional influences in anterior cingulate cortex. *Trends in Cognitive Sciences*, *4*, 215–222.
- Cadesky, E. B., Mota, V. L., & Schachar, R. J. (2000). Beyond words: How do children with ADHD and/or conduct problems process nonverbal information about affect? *Journal of the American Academy of Child & Adolescent Psychiatry*, *39*, 1160-1167.
- Calder, A. J., & Young, A. W. (2005). Understanding the recognition of facial identity and facial expression. *Nature Reviews Neuroscience*, *6*(8), 641-65.
- Campos, M. C., da Silva, M., Florêncio, N., & de Paula, J. (2016). Confiabilidade do Teste dos Cinco Dígitos em adultos brasileiros. *J Bras Psiquiatr.*, *65*(2), 135-139.
- Canals, J., Morales-Hidalgo, P., Claustre Jané, M., & Domènech, E. (2016). ADHD prevalence in spanish preschoolers: Comorbidity, socio-demographic factors, and functional consequences. *Journal of Attention Disorders*, 1–11. doi: 10.1177/1087054716638511.
- Castellanos, M. X., & Acosta, M. T. (2004). Neuroanatomía del trastorno por déficit de atención con hiperactividad. *Revista de Neurología*, *38*, 131–136.

- Castellanos, F. X., & Proal, E. (2012). Large-scale brain systems in ADHD: Beyond the prefrontal-striatal model. *Trends in Cognitive Sciences*, *16*(1), 17–26. doi:10.1016/j.tics.2011.11.007.
- Chee, M. W. L., Sriram, N., Siong Soon, C., & Ming Lee, K. (2000) Dorsolateral prefrontal cortex and the implicit association of concepts and attributes. *Neuroreport*, *11*, 135–140.
- Chung, H. J., Weyandt, L. L., & Swentosky, A. (2014). The physiology of executive functioning. In S., Goldstein & J. A., Naglieri (Eds.), *Handbook of Executive Functioning* (pp. 13–27). New York: Springer Science Business Media.
- Cicerone K. D., Dahlberg, C., Kalmar, K., Langenbahn, D. M., Malec, J. F., Bergquist T. F., ... Morse, P. A. (2000). Evidence-based cognitive rehabilitation: Recommendations for clinical practice. *Arch Phys Med Rehabil*, *81*(12), 1596–615.
- Clarke, A. R., Barry R. J., Dupuy, F. E., McCarthy, R., Selikowitz, M., & Johnstone, S. J. (2013). Excess beta activity in the EEG of children with attention-deficit/hyperactivity disorder: A disorder of arousal? *International Journal of Psychophysiology*, *89*, 314–319.
- Clarke, A. R., Barry, R. J., McCarthy, R., & Selikowitz, M. (2001). EEG-defined subtypes of children with attention-deficit/hyperactivity disorder. *Clinical Neurophysiology*, *112*, 2098-2105.

- Clarke, A. R., Barry, R. J., McCarthy, R., & Selikowitz, M. (2002). EEG analysis of children with attention-deficit/hyperactivity disorder and comorbid reading disabilities. *Journal of Learning Disabilities, 35*(3), 276-285.
- Collette, F., Vander Linden, M., Delfiore, G., Degueldre, C., Luxen, A., & Salmon, E. (2001). The functional anatomy of inhibition processes investigated with the Hayling task. *Neuroimage 14*, 258–267. doi:10.1006/nimg.2001.0846.
- Collin, L., Bindra, J., Raju, M., Gillberg, C., & Minnis, H. (2013). Facial emotion recognition in child psychiatry: A systematic review. *Research in Developmental Disabilities, 34*, 1505-1520.
- Corbett, B., & Glidden, H. (2000). Processing affective stimuli in children with attention-deficit hyperactivity disorder. *Child Neuropsychology, 6*(2), 144-155.
- Cortese, S. (2012). The neurobiology and genetics of attention deficit/hyperactivity Disorder (ADHD): What every clinician should know. *European Journal of Paediatric Neurology, 16*, 422-433.
- Dan, O., & Raz, S. Response patterns to emotional faces among adolescents diagnosed with ADHD. (2015). *Journal of Attention Disorders, In press*, 1-8.
- Dalrymple, K. A., Gomez, J., & Duchaine, B. (2013). The Dartmouth Database of Children's Faces: Acquisition and validation of a new face stimulus set. *PLoS ONE, 8*(11), e79131. doi: 10.1371/journal.pone.007913.1.
- Deak, A. (2011). Brain and Emotion: Cognitive Neuroscience of Emotions. *Review of Psychology, 18*(2), 71-80.

- Delorme, A., & Makeig, S. (2004). Eeglab: An open source toolbox for analysis of single-trial Eeg dynamics including independent component analysis. *J. Neurosci. Methods*, *134*(1), 9-21.
- Diamond, A. (2013). Executive functions. *Annu. Rev. Psychol.*, *64*, 135-168.
- Diamond, A. (2016). Why improving and assessing executive functions early in life is critical. In J. A., Griffin, P. Mc, Cardle, & Freund, L. S. (Eds.), *Execulive function in preschool-age children: Integrating measurement, neurodevelopment, and translational research* (pp. 11-43). London: American Psychological Association.
- Dimoska, A., Johnstone, S. J., Barry, R. J., & Clarke, A. R. (2003). Inhibitory motor control in children with attention-deficit/hyperactivity disorder: Event-related potentials in the stop-signal paradigm. *Biological Psychiatry*, *54*(12), 1345–1354.
- Ditye, T., Jacobson, L., Walsh, V., & Lavidor, M. (2012). Modulating behavioral inhibition by tDCS combined with cognitive training. *Exp. Brain Res.*, *219*, 363–368. doi:10.1007/s00221-012-3098-4.
- Dolan, R. J. (2002). Emotion, cognition, and behavior. *Science*, *298*, 1191-1194.
- Duke, L. M., & Kaszniak, A. W. (2000). Executive control functions in degenerative dementias: A comparative review. *Neuropsychology Review*, *10*(2), 75-99.
- DuPaul, G. J., McGoey, K. E., Eckert, T. L., & VanBrakle, J. (2001). Preschool children with attention-Deficit/Hyperactivity disorder: Impairments in behavioral, social, and school functioning. *Journal of the American Academy of Child and Adolescent Psychiatry*, *40*, 508–515.

- Elliott, R. (2003). Executive functions and their disorders: Imaging in clinical neuroscience. *British Medical Bulletin*, 65(1), 49-59.
- Etkin, A., Egner, T., Peraza, D. M., Kandel, E. R., & Hirsch, J. (2006). Resolving emotional conflict: A role for the rostral anterior cingulate cortex in modulating activity in the amygdala. *Neuron*, 51(6), 871-882. doi: 10.1016/j.neuron.2006.07.029.
- Fabio, R. A., Castriciano, C., & Rondanini, A. (2015). ADHD: Auditory and visual stimuli in automatic and controlled processes. *Journal of Attention Disorders*, 19(9), 771-778.
- Faraone, S., & Mick, E. (2010). Molecular genetics of attention deficit hiperactivity disorder. *Psychiatr Clin North Am*, 33, 159-180.
- Fleitlich B. W., Cortazar P. G., & Goodman R. (2000). Questionário de capacidades e dificuldades (SDQ). *Infanto*, 8, 44-50.
- Fonseca, D., Segulier, V. A., Santos, A., Poinso, F., & Deruelle, C. (2009). Emotion understanding in children with ADHD. *Child Psychiatry & Human Development*, 40, 111-121.
- Fontana, R. D. S., De Vasconcelos, M. M., Werner, J., De Góes, F. V., & Liberal, E. F. (2007). Prevalência de TDAH em quatro escolas públicas brasileiras. *Arquivos de Neuro-Psiquiatria*, 65(1), 134-137. doi:10.1590/S0004-282X2007000100027.
- Fox, C. J., Iaria, G., & Barton, J. J. (2008). Disconnection in prosopagnosia and face processing. *Cortex*, 44(8), 996-1009.
- Freire, A. C., & Pondé, M. (2005). Estudo piloto da prevalência do transtorno de déficit de atenção e hiperatividade entre crianças escolares na cidade do Salvador, Bahia, Brasil.

Arquivos de Neuropsiquiatria, 63(2B), 474–478. doi:10.1590/S0004-282X2005000300020.

Funahashi, S., & Andreau, J. M. (2013). Prefrontal cortex and neural mechanisms of executive function. *Journal of Physiology – Paris*, 107(6), 471-482. doi: 10.1016/j.jphysparis.2013.05.001.

Fuster, J. M. (2002). Frontal lobe and cognitive development. *Journal of Neurocytology*, 31(3-5), 373-385.

Fusar-Poli, P., Placentino, A., Carletti, F., Landi, P., Allen, P., Surguladz, S., ... Perez, J. (2009). Functional atlas of emotional faces processing: a voxel-based meta-analysis of 105 functional magnetic resonance imaging studies. *Journal of Psychiatry & Neuroscience*, 34(6), 418-432.

Gadow, K. D., Pinsonneault, J. K., Perlman, G., & Sadee, W. (2014). Association of dopamine gene variants, emotion dysregulation and ADHD in autism spectrum disorder. *Research in Developmental Disabilities*, 35(7), 1658-1665.

Gamo, N. J., Phil, M., Wang, M., & Arnsten, A. F. T. (2010). Methylphenidate and atomoxetine enhance prefrontal function through α 2-adrenergic and dopamine D1 receptors. *J Am Acad Child Adolesc Psychiatry*, 49(10), 1011–1023.

Garcia, A. C. (2011). Respostas autonômicas e eletroencefalográfica no desempenho de jovens em testes de memória operacional visual e visuo-espacial. Tese (doutorado). Universidade de Brasília. Faculdade de Ciências da Saúde. Programa de Pós-Graduação em Ciências da Saúde. Brasil.

- García, T., González-Castro, P., Rodríguez, C., Cueli, M., Álvarez, D., & Álvarez, L. (2014). Alteraciones del funcionamiento ejecutivo en el trastorno por déficit de atención con hiperactividad y sus subtipos. *Psicología Educativa*, *20*, 23-32.
- García, A., Honda, H., & Fleury, F. (2016). *Plataforma Stroop test*. Laboratório de Neurociência e Comportamento. Universidade de Brasília.
- García, A., Honda, H., & Fleury, F. (2017). *Atualização plataforma Stroop test*. Laboratório de Neurociência e Comportamento. Universidade de Brasília.
- Garner, P. W., & Waajid, B. (2012). Emotion knowledge and self-regulation as predictors of preschoolers' cognitive ability, classroom behavior, and social competence. *Journal of Psychoeducational Assessment*, *30*(4), 330–343. doi:10.1177/0734282912449441.
- Gau, S. S., & Shang, C. Y. (2010). Executive functions as endophenotypes in ADHD: Evidence from the Cambridge Neuropsychological Test Battery (CANTAB). *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, *51*, 838-849.
- Giraldo, Y., & Chaves, L. (2014). Trastorno por déficit de atención/hiperactividad (TDAH) y dificultades en lenguaje pragmático. *Revista de Psicología Universidad de Antioquia*, *6*(1), 41-56.
- Goldberg, M. C., Mostofsky, S. H., Cutting, L. E., Mahone, E. M., Astor, B. C., Denckla, M. B., & Landa, R. J. (2005). Subtle executive impairment in children with autism and children with ADHD. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, *35*, 279-293.

- Gonçalves, H. A., Pureza, J. R., & Prando, M. L. (2011). Transtorno de déficit de atenção e hiperatividade: Breve revisão teórica no contexto da neuropsicologia infantil. *Revista Neuropsicologia Latinoamericana*, 3(3), 20-24.
- González-Castro, P., Rodríguez, C., López, A., Cueli, M., & Álvarez, L. (2013). Attention deficit hyperactivity disorder, differential diagnosis with blood oxygenation, beta/theta ratio, and attention measures. *International Journal of Clinical and Health Psychology*, 13, 101–109.
- Goth-Owens, T. L., Martinez-Torteya, C., Martel, M. M., & Nigg, J. T. (2010). Processing speed weakness in children and adolescents with non-hyperactive but inattentive ADHD (ADD). *Child Neuropsychology*, 16, 577-591.
- Gray, J. R., Braver, T. S., & Raichle, M. E. (2002). Integration of emotion and cognition in the lateral prefrontal cortex. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 99(6), 4115-4120.
- Haxby, J. V., Hoffman, E. A., & Gobbini, M. I. (2002). Human neural systems for face recognition and social communication. *Biological Psychiatry*, 51(1), 59-67.
- Hennenlotter, A., & Schroeder, U. (2006). Partly dissociable neural substrates for recognizing basic emotions: a critical review. *Progress in Brain Research*, 156, 443-456.
- Hofmann, W., Schmeichel, B. J., & Baddeley, A. D. (2012). Executive functions and self-regulation. *Trends in Cognitive Sciences*, 16(3), 174-180.

- Hong, S, Harrison, B. J., Fornito, A., Sohn, C., Song, I., & Kim, J. (2015). Functional dysconnectivity of corticostriatal circuitry and differential response to methylphenidate in youth with attention-deficit/hyperactivity disorder. *J Psychiatry Neurosci*, 40(1), 46-57. doi: 10.1503/jpn.130290.
- Hora, A. F., Silva, S., Ramos, M., Pontes, F., & Nobre, J. P. (2015). A prevalência do transtorno do déficit de atenção e hiperatividade (TDAH): Uma revisão de literatura. *Revista Psicologia*, 29(2), 47-62. doi: <http://dx.doi.org/10.17575/rpsicol.v29i2.1031>.
- Ichikawa, H., Nakato, E., Kanazawa, S., Shimamura, K., Sakuta, Y., Sakuta, R., ... & Kakigi, R. (2014). Hemodynamic response of children with attention-deficit and hyperactive disorder (ADHD) to emotional facial expressions. *Neuropsychologia*, 63, 51-58. doi: 10.1016/j.neuropsychologia.2014.08.010.
- Idiazábal-Alecha, M. A., Palencia-Taboada, A. B., Sangorrín, J., Espadaler-Gamissans, J. M. (2002). Potenciales evocados cognitivos en el trastorno por déficit de atención con hiperactividad. *Revista de Neurología*, 34, 301-305.
- Jehna, M., Neuper, C., Ischebeck, A., Loitfelder, M., Ropele, S., Langkammer, C., ... Enzinger, C. (2011). The functional correlates of face perception and recognition of emotional facial expressions as evidenced by fMRI. *Brain Research*, 1393, 73-83. doi:10.1016/j.brainres.2011.04.007.
- Johnstone, S. J., Barry, R. J., & Clarke, A. R. (2013). Ten years on: A follow-up review of ERP research in attention-deficit/hyperactivity disorder. *Clin. Neurophysiol.* 124, 644–657.

- Jurado, M. B., & Rosselli, M. (2007). The elusive nature of executive functions: A review of our current understanding. *Neuropsychology Review*, *17*(3), 213-233. doi: 10.1007/s11065-007-9040-z.
- Jusyte, A., Gulewitsch, M. D., & Schönenberg, M. (2017). Recognition of peer emotions in children with ADHD: Evidence from an animated facial expressions task. *Psychiatry Research*, *258*, 351-357. doi: 10.1016/j.psychres.2017.08.066.
- Karamacoska, D., Barry, R. J., & Steiner, G. Z. (2017). Resting state intrinsic EEG impacts on go stimulus-response processes. *Psychophysiology*, *54*(6), 894-903.
- Kasper, L. J., Alderson, R. M., & Hudec, K. L. (2012). Moderators of working memory deficits in children with attention-deficit/hyperactivity disorder (ADHD): A meta-analytic review. *Clinical Psychology Review*, *32*, 605–617.
- Kats-Gold, I., Besser, A., & Priel, B. (2007). The role of simple emotion recognition skills among school aged boys at risk of ADHD. *Journal of Abnormal Child Psychology*, *35*, 363–378. <http://dx.doi.org/10.1007/s10802-006-9096-x>.
- Knyazev, G. G. (2007). Motivation, emotion, and their inhibitory control mirrored in brain oscillations. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*, *31*, 377-395.
- Kehagia, A. A., Murray, G.K., & Robbins, T. W. (2010). Learning and cognitive flexibility: Frontostriatal function and monoaminergic modulation. *Current Opinion in Neurobiology* *20*, 199–204.

- Klem, G. H., Luders, H. O., Jasper, H. H., & Elger, C. (1999). The ten-twenty electrode system of the International Federation. *The International Federation of Clinical Neurophysiology, Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*, 52, 3-6.
- Koehler, S., Lauer, P., Schreppe, T., Jacob, C., Heine, M., Boreatti-Hümmer, A., ... Herrmann, M. J. (2009). Increased EEG power density in alpha and theta bands in adult ADHD patients. *Journal of Neural Transmission*, 116(1), 97-104. doi: 10.1007/s00702-008-0157-x.
- Kuntsi, J., Eley, T.C., Taylor, A., Hughes, C., Asherson, P., Caspi, A., & Moffitt, T.E. (2004). Co-occurrence of ADHD and low IQ has genetic origins. *American Journal of Medical Genetics Part B: Neuropsychiatric Genetics*, 124B, 41–47.
- Lang, P. J., Bradley, M. M., & Cuthbert, B. N. (1999). *International affective picture system (IAPS): Technical manual and affective ratings*. University of Florida, Center for Research in Psychophysiology; Gainesville.
- Larsson, H., Dilshad, R., Lichtenstein, P., & Barker, E.D. (2011). Developmental trajectories of DSM-IV symptoms of attention-deficit/hyperactivity disorder: Genetic effects, family risk and associated psychopathology. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 52, 954–963.
- Lazzaro, I., Gordon, E., Whitmont, S., Meares, R., & Clarke, S. (2001). The modulation of late component event related potentials by pre-stimulus EEG theta activity in ADHD. *International Journal of Neuroscience*, 107(3-4), 247-264.

- Ledoux, J. E., & Phelps, E. A. (2008). Emotional networks in the brain. In M., Lewis, J. M., Haviland-Jones, et al. (Eds.), *Handbook of emotions*. (3^a ed., pp 159-179). New York: The Guildford Press.
- Lent, R. (2010). *Cem bilhões de neurônios*. (2^a ed.). São Paulo: Atheneu.
- Lezak, M. (1995). *Neuropsychological assessment*. (3rd ed.). New York: Oxford University Press.
- Malloy-Diniz, L. F., de Paula, J. J., Sedó, M., Fuentes, D., & Leite, W. B. (2014). Neuropsicologia das funções executivas e da atenção. In D. Fuentes, L. F., Malloy-Diniz, C. H. P., Camargo, & R. M. Consenza (Orgs), *Neuropsicologia: Teoria e prática* (2^a ed., pp. 115-138). Porto Alegre: Artmed.
- Malloy, P. F., & Richardson, E. D. (2001). Assessment of frontal lobe functions. In S. P., Salloway, P. F., Malloy, & Duffy, J. D. (Eds.), *The frontal lobes and neuropsychiatric illness* (pp. 125–137). Washington: American Psychiatric Publishing, Inc.
- Martel, M. M., & Nigg, J. T. (2006). Child ADHD and personality/temperament traits of reactive and effortful control, resiliency, and emotionality. *J. Child Psychol. Psychiatry* 47, 1175–1183. doi:10.1111/j.1469-7610.2006.01629.x.
- Martínez, L., Prada, E., Satler, C., Tavares M. C. H., & Tomaz C (2016) Executive dysfunctions: The role in attention deficit hyperactivity and post-traumatic stress neuropsychiatric disorders. *Frontiers in Psychology*. 7, 1-15. doi: 10.3389/fpsyg.2016.0123.

- Martinussen, R., Hayden, J., Hogg-Johnson, S., & Tannock, R. (2005). A meta-analysis of working memory impairments in children with attention-deficit/hyperactivity disorder. *Journal of the American Academy of Child & Adolescent Psychiatry, 44*, 377-384.
- Marvel, C. L., & Desmond, J. E. (2010). Functional topography of the cerebellum in verbal working memory. *Neuropsychol. Rev. 20*, 271–279. doi: 10.1007/s11065-010-9137-7.
- Masseti, G. M., Lahey, B. B., Pelham, W. E., Loney, J., Ehrhardt, A., Lee, S. S., & Kipp, H. (2008). Academic achievement over 8 years among children who met modified criteria for attention-deficit/hyperactivity disorder at 4–6 years of age. *Journal of Abnormal Child Psychology, 36*, 399–410.
- Mastronardi, C. A., Pillai, E., Pineda, D. A., Martinez, A. F., Lopera, F., Velez, J. I., ... Arcos-Burgos, M. (2016). Linkage and association analysis of ADHD endophenotypes in extended and multigenerational pedigrees from a genetic isolate. *Molecular Psychiatry 21*, 1434–1440. doi:10.1038/mp.2015.172.
- Mattos, P., Serra-Pinheiro, M. A., Rohde, L. A., & Pinto, D. (2006). Apresentação de uma versão em português para uso no Brasil do instrumento MTA-SNAP-IV de avaliação de sintomas de transtorno do déficit de atenção/hiperatividade e sintomas de transtorno desafiador e de oposição. *Revista Psiquiatria (RS), 28*(3), 290-297.
- Mayes, S. D., & Calhoun, S. L. (2006). WISC-IV and WISC-III profiles in children with ADHD. *Journal of Attention Disorders, 9*, 486-493.
- McLoughlin, G., Palmer, J. A., Rijdsdijk, F., & Makeig, S. (2014). Genetic overlap between evoked frontocentral theta-band phase variability, reaction time variability, and

- attention-deficit/hyperactivity disorder symptoms in a twin study. *Biol Psychiatry*, 75(3), 238-247.
- Ministério da Saúde. (2012). Resolução 466/12 do Conselho Nacional de Saúde/MS sobre diretrizes e normas envolvendo pesquisas com seres humanos. *Diário Oficial da União*. Brasil.
- Monastra, V. J. (2008). Quantitative electroencephalography and attention-deficit/hyperactivity disorder: Implications for clinical practice. *Current Psychiatry Reports*, 10(5), 432-438.
- Morris, J. S., Friston, K. J., Büchel, C., Frith, C. D., Young, A. W., Calder, A. J., & Dolan, R. J. (1998). A neuromodulatory role for the human amygdala in processing emotional facial expressions. *Brain*, 121(1), 47-57.
- Mulas, F., Capilla, A., Fernández, S., Etchepareborda, M. C., Campo, P., Maestu, F., ... Ortiz, T. (2006). Shifting-related brain magnetic activity in attention-deficit/hyperactivity disorder. *Biol Psychiatry*, 59, 373-379.
- Muñoz, J. A., Palau, M., Salvadó, B., & Valls, A. (2006). Neurobiología del TDAH. *Acta Neurol Colomb*, 22(2), 184-189.
- Nazari, M. A., Wallois, F., Aarabi, A., & Berquin, P. (2011). Dynamic changes in quantitative electroencephalogram during continuous performance test in children with attention-deficit/hyperactivity disorder. *Int J Psychophysiol*, 81, 230-236.
- Ortiz-Pérez, A., & Moreno-García, I. (2015). Perfil electroencefalográfico de niños con TDAH. *Revista de Psicología Clínica con Niños y Adolescentes*, 2(2), 129-134.

- Owens, J.A. (2005). The ADHD and sleep conundrum: A review. *Developmental and Behavioral Pediatrics, 26*, 312.
- Pasquali, L., Wechsler, S. M., & Bensusan, E. (2002). Matrices progressivas do Raven infantil: Um estudo de validação para o Brasil. *Avaliação Psicológica, 2*, 95-110.
- Peets, A., & Tannock, R. (2011). Los errores y autocorrecciones en la narración distinguen el TDAH del TDAH con trastornos del lenguaje. *Revista de Logopedia, Foniatría y Audiología, 31*(4), 228-236.
- Pelc, K., Kornreich, C., Foisy, M. L., & Dan, B. (2006). Recognition of emotional facial expressions in attention-deficit hyperactivity disorder. *Pediatric Neurology, 35*(2), 93-97.
- Periáñez, J. A., Ríos, M., & Álvarez-Linera, J. (2012). Neuroanatomía y neuroimagen de la corteza prefrontal y las funciones ejecutivas. En J., Tirapu, A., García, M., Ríos, & A., Ardila. *Neuropsicología de la corteza prefrontal y las funciones ejecutivas* (pp. 55-83). Barcelona: Viguera Editores.
- Pitzianti, M., Grelloni, C., Casarelli, L., D'Agati, E., Spiridigliozzi, S., Curatolo, P., & Pasini, A. (2017). Neurological soft signs, but not theory of mind and emotion recognition deficit distinguished children with ADHD from healthy control. *Psychiatry Research, 256*, 96-101. doi: 10.1016/j.psychres.2017.06.029.
- Poeta, L., & Neto, F. (2004). Epidemiological study on symptoms of attention deficit/hyperactivity disorder and behavior disorders in public schools of Florianopolis/SC using the EDAH. *Rev Bras Psiquiatr, 26*(3), 150-155.

- Putman, P., van Peer, J., Maimari, I., & van der Werff, S. (2010). EEG theta/beta ratio in relation to fear-modulated response-inhibition, attentional control, and affective traits. *Biological Psychology*, *83*(2), 73–78.
- Ranby, K. W., Boynton, M. H., Kollins, S. H., McClernon, F. J., Yang, C., & Fuemmeler, B. F. (2012). Understanding the phenotypic structure of adult retrospective ADHD symptoms during childhood in the United States. *Journal of Clinical Child and Adolescent Psychology*, *41*(3), 261–74. doi: 10.1080/15374416.2012.654465.
- Raven, J. C. (2008). *Teste das matrizes progressivas escala geral – manual*. Rio de Janeiro: Centro Editor de Psicologia Aplicada.
- Ribeiro, F., Albuquerque, P., & dos Santos, F. (2018). Relações entre emoção e memória operacional: Evidências de estudos comportamentais e psicofisiológicos. *Psicol. Estud.*, *23*, 1-17, e35734. doi: 10.4025/psicolestud.v23.e35734.
- Rodillo, B. E. (2015). Trastorno por déficit de atención e hiperactividad (TDAH) en adolescentes. *Revista Médica Clínica Las Condes*, *26*(1), 52-59.
- Romero-Ayuso, D., Maestú, F., González-Marqués, J., Romo-Barrientos, C., & Andrade, J. (2006). Disfunción ejecutiva en el trastorno por déficit de atención con hiperactividad en la infancia. *Revista de Neurología*, *42*(5), 265-271.
- Rubia, K. (2011). “Cool” inferior frontostriatal dysfunction in attention-deficit/hyperactivity disorder versus “hot” ventromedial orbitofrontal-Limbic dysfunction in conduct disorder: A review. *Biol Psychiatry*, *69*, e69-e87.

- Rubia, K., Alegria, A., & Brinson, H. (2014). Imaging the ADHD brain: Disorder-specificity, medication effects and clinical translation. *Expert Rev Neurother*, *14*, 519-538.
- Sá, S. L. (2015). Análise comportamental e eletrofisiológica do controle inibitório verbal e motor em jovens universitários. Dissertação (mestrado). Universidade de Brasília. Instituto de Ciências Biológicas. Departamento de Ciências Fisiológicas. Programa de Pós-Graduação em Biologia Animal. Brasil.
- Santos, L., & De Vasconcelos, L. (2010). Transtorno do déficit de atenção e hiperatividade em crianças: Uma revisão interdisciplinar. *Psicologia: Teoria e Pesquisa*, *26*(4), 717-724.
- Sarmiento, E. L. P., Garrido, L. M. M., Conde, C., & Tomaz, C. (2007). Emoção e memória: Inter-relações psicobiológicas. *Brasília Médica*, *44*(1), 24-39.
- Satler, C., Belham, F. S., Garcia, A., Tomaz, C., & Tavares, M. C. H. (2015). Computerized spatial delayed recognition span task: a specific tool to assess visuospatial working memory. *Frontiers in Aging Neuroscience*, *7*, 53, 1-9.
- Satler, C., Tomaz, C. (2011). Emotional working memory in Alzheimer's disease patients. *Dement Geriatr Cogn Dis Extra.*, *1*(1), 124-138.
- Sbordone, R. J. (2000). The executive functions of the brain. In G., Groth-Marnat (Ed.), *Neuropsychological assessment in clinical practice: A guide to test interpretation and integration* (pp. 437–456). New York: John Wiley & Sons, Inc.
- Sedó, M., de Paula, J., & Malloy-Diniz, L. (2015). *O teste dos cinco dígitos. Versão brasileira*. São Paulo: Hogrefe.

- Shanahan, M. A., Pennington, B. F., Yerys, B. E., Scott, A., Boada, R., Willcutt, E. G., & DeFries, J. C. (2006). Processing speed deficits in attention deficit/hyperactivity disorder and reading disability. *Journal of Abnormal Child Psychology*, *34*, 585-602.
- Silva, C. (2017). *Programa computadorizado Scalemate*. Laboratório de Neurociência e Comportamento. Universidade de Brasília.
- Silva, C. (2017a). *Versão computadorizada teste Raven*. Laboratório de Neurociência e Comportamento. Universidade de Brasília.
- Silva, C. R. (2017b). *Modo de reconhecimento de voz no Protolize*. Laboratório de Neurociência e Comportamento. Universidade de Brasília.
- Sidlauskaite, J., Sonuga-Barke, E., Roeyers, H., & Wiersema, J. R. (2016). Default mode network abnormalities during state switching in attention deficit hyperactivity disorder. *Psychological Medicine*, *46*(3), 519-528. doi:10.1017/s0033291715002019.
- Singhal, A., Shafer, A. T., Russell, M., Gibson, B., Wang, L., Vohra, S., & Dolcos, F. (2012). Electrophysiological correlates of fearful and sad distraction on target processing in adolescents with attention deficit-hyperactivity symptoms and affective disorders. *Frontiers in Integrative Neuroscience*, *6*, 1-13.
- Snyder, S. M., & Hall, J. R. (2006). A meta-analysis of quantitative EEG power associated with attention-deficit hyperactivity disorder. *Journal of Clinical Neurophysiology*, *23*(5), 441-456.
- Sobanski, E., Banaschewski, T., Asherson, P., Buitelaar, J., Chen, W., Franke, B., ... Faraone, S. V. (2010). Emotional lability in children and adolescents with attention

deficit/hyperactivity disorder (ADHD): Clinical correlates and familial prevalence. *J. Child Psychol. Psychiatry*, 51, 915–923. doi: 10.1111/j.1469-7610.2010.02217.x.

Sonuga-Barke, E. J. S., & Castellanos, F. X. (2007). Spontaneous attentional fluctuations in impaired states and pathological conditions: A neurobiological hypothesis. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*, 31(7), 977-986. doi:10.1016/j.neubiorev.2007.02.005.

Spencer, T. J., Biederman, J., & Mick, E. (2007). Attention-deficit/hyperactivity disorder: Diagnosis, lifespan, comorbidities, and neurobiology. *Ambulatory Pediatrics*, 7, 73.

Squire, L. R., Berg, D., Bloom, F., du Lac, S., Ghosh, A., Spitzer, N. & (2008) The prefrontal cortex and executive brain functions. In (Ed.). *Fundamental neuroscience*. 3^a Ed. London: Academic Press.

Stuss, D. T. (2011). Functions of the frontal lobes: Relation to executive functions. *Journal of the International Neuropsychological Society*, 17, 759–765.

Stuss, D. T., Levine, B., Alexander, M. P., Hong, J., Palumbo, C., Hamer, L., ... Izukawa, D. (2000). Wisconsin Card Sorting Test performance in patients with focal frontal and posterior brain damage: Effects of lesion location and test structure on separable cognitive processes. *Neuropsychologia*, 38, 388–402.

Swartwood, J. N., Swartwood, M. O., Lubar, J. F., & Timmerman, D. L. (2003). EEG differences in ADHD-combined type during baseline and cognitive tasks. *Pediatric Neurology*, 28, 199-204.

- Teplan, M. (2002). Fundamentals of EEG measurement. *Measurement Science Review*, 2(2), 1-11.
- Thagard, P. (2006). Mental mechanisms. In P. Thard (Ed.), *Hot thought: Mechanisms and applications of emotional cognition* (pp. 3-10). London: The MIT Press.
- Thomas, L. A., Bellis, M. D., Graham, R., & LaBar, K. S. (2007) Development of emotional facial recognition in late childhood and adolescence. *Dev Sci*, 10, 547–558.
- Thomas, R., Sanders, S., Doust, J., Beller, E., & Glasziou, P. (2015). Prevalence of attention-deficit/hyperactivity disorder: A systematic review and meta-analysis. *Pediatrics*, 135, e994-e1001. doi:10.1542/peds.2014-3482.
- Tirapu-Ustarroz, J., & Muñoz-Céspedes, J. M. (2005). Memoria y funciones ejecutivas. *Revista de Neurología*, 41(8), 475-484.
- Uehara, E., Charchat-Fichman, H., & Landeira-Fernandez, J. (2013). Funções executivas: Um retrato integrativo dos principais modelos e teorias desse conceito. *Neuropsicologia Latinoamericana*, 5(3), 25-37.
- Valdizán, J. R., Navascués, M. A., & Sebastián, M. V. (2001). Cartografía cerebral y trastorno por déficit de atención con hiperactividad. *Revista de Neurología*, 32(2), 127-132.
- van Ewijk, H., Heslenfeld, D. J, Luman, M., Rommelse, N. N., Hartman, C. A., Hoekstra, P., Franke, B., Buitelaar, J. K., & Oosterlaan, J. (2014). Visuospatial working memory in ADHD patients, unaffected siblings, and healthy controls. *Journal of Attention Disorders*, 18(4) 369–378.

- Vieira, P. Memória espacial em macacos-prego (*Cebus apella*) e humanos. (2006).
Dissertação (mestrado). Universidade de Brasília. Instituto de Ciências Biológicas.
Departamento de Ciências Fisiológicas. Programa de Pós-Graduação em Biologia
Animal. Brasil.
- Vieira de Melo, B. B., Trigueiro, M. J., & Rodrigues, P. P. (2017). Systematic overview of
neuroanatomical differences in ADHD: Definitive evidence. *Developmental
Neuropsychology*, 1-16. doi: 10.1080/87565641.2017.1414821.
- Villemonteix, T., Marx, I., Septier, M., Berger, C., Hacker, T., Bahadori, S., ... Massat, I.
(2017). Attentional control of emotional interference in children with ADHD and
typically developing children: An emotional N-back study. *Psychiatry Research*, 254,
1-7. doi: 10.1016/j.psychres.2017.04.027.
- Wasserstein, J., & Stefanatos, G. A. (2016). Re-Examining ADHD as corticostriatal disorder:
Implications for understanding common comorbidities. *The ADHD Report*, 24(4), 1-
10.
- Willcutt, E. G., Doyle, A. E., Nigg, J. T., Faraone, S. V., & Pennington, B. F. (2005). Validity
of the executive function theory of attention-deficit/hyperactivity disorder: A meta-
analytic review. *Biol Psychiatry*, 57, 1336-1346.
- Williams, L. M., Hermens, D. F., Palmer, D., Kohn, M., Clarke, S., Keage, H., Clark, C. R.,
& Gordon, E. (2008). Misinterpreting emotional expressions in attention-
deficit/hyperactivity disorder: Evidence for a neural marker and stimulant effects.
Biological Psychiatry, 63, 917–926. <http://dx.doi.org/10.1016/j.biopsych.2007.11.022>.

- Yáñez-Téllez, G., Romero-Romero, H., Rivera-García, L., Prieto-Corona, B., Bernal-Hernández, J., Marosi-Holczberger, E., ... Silva-Pereyra, J. F. (2012). Cognitive and executive functions in ADHD. *Actas Españolas de Psiquiatría*, *40*, 293-298.
- Yildiz, O., Sismanlar, S. G., Memik, N. C., Karakaya, I., & Agaoglu B. (2011). Atomoxetine and methylphenidate treatment in children with ADHD: The efficacy, tolerability and effects on executive functions. *Child Psychiatry Hum Dev*, *42*, 257–269. doi: 10.1007/s10578-010-0212-3.
- Yordanova, J., Kolev, V., Heinrich, H., Woerner, W., Banaschewski, T., & Rothenberger, A. (2002). Developmental event-related gamma oscillations: effects of auditory attention. *European Journal of Neuroscience*, *16*(11), 2214-2224.
- Zelazo, P. D., & Carlson, S. M. (2012). Hot and cool executive function in childhood and adolescence: Development and Plasticity. *Child Development Perspectives*, *0*(0), 1-7. doi:10.1111/j.1750-8606. 2012. 00246.x.
- Zelazo, P. D., & Müller, U. (2002). Executive functions in typical and atypical development. In U. Goswami (Ed.), *Handbook of childhood cognitive development* (pp. 445–469). Oxford: Blackwell.
- Zelazo, P. D., Qu, L., & Müller, U. (2005). Hot and cool aspects of executive function: Relations in early development. In W., Schneider, R., Schumann-Hengsteler, & B., Sodian (Ed.), *Young children's cognitive development: Interrelationships among executive functioning, working memory, verbal ability and theory of mind* (pp.71– 95). Mahwah: Lawrence Erlbaum Associates Inc.

Zhang, D. W., Roodenrys, S., Li, H., Barry, R. J., Clarke, A. R., Wu, Z., ... Wang, Y. (2017).

Atypical interference control in children with AD/HD with elevated theta/beta ratio. *Biological Psychology*, *128*, 82-88. doi: 10.1016/j.biopsycho.2017.07.009.

Zhang, D., Johnstone, S. J., Roodenrys, S., Roodenrys, S., Lou, X., Li, H., ... Sun, L. (2018).

The role of resting-state EEG localized activation and central nervous system arousal in executive function performance in children with attention-deficit/hyperactivity disorder. *Clinical Neurophysiology*, *129*(6), 1192-1200. doi: 10.1016/j.clinph.2018.03.009.

ANEXOS

Anexo 1. Parecer Consubstanciado do CEP

FACULDADE DE MEDICINA DA
UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA -
UNB



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: Mapeamento de Atividades Corticais Relacionadas à Modulação da Memória Emocional e Funções Executivas em Crianças com Transtorno de Déficit de Atenção/Hiperatividade

Pesquisador: Líia Margarita Martínez Garrido

Área Temática:

Versão: 3

CAAE: 38264414.7.0000.5558

Instituição Proponente: Laboratório de Neurociências e Comportamento

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio
MINISTERIO DA EDUCACAO

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 1.363.083

FACULDADE DE MEDICINA DA
UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA -
UNB



Continuação do Parecer: 1.363.083

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

Endereço: Universidade de Brasília, Campus Universitário Darcy Ribeiro - Faculdade de Medicina
Bairro: Asa Norte **CEP:** 70.910-900
UF: DF **Município:** BRASÍLIA
Telefone: (61)3107-1918 **E-mail:** fmd@unb.br

Anexo 2. Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE)

**Universidade de Brasília
Instituto de Ciências Biológicas
Departamento de Ciências Fisiológicas
Programa de Pós-Graduação em Biologia Animal
Laboratório de Neurociências e Comportamento**

Termo de Consentimento Livre e Esclarecido – TCLE

(para responsável legal pelo menor de 18 anos – Resolução 466/12)

Convidamos o(a) seu(sua) filho(a) a participar do projeto de pesquisa “Mapeamento de Atividades Corticais Relacionadas à Modulação da Memória Emocional e Funções Executivas em Crianças com Transtorno de Déficit de Atenção/Hiperatividade”, sob a responsabilidade da pesquisadora Lía Margarita Martínez Garrido.

O objetivo deste projeto é descrever o funcionamento cerebral durante a realização de tarefas de memória emocional e de habilidades psicológicas superiores em crianças com e sem transtorno de déficit de atenção/hiperatividade (TDAH).

O(a) senhor(a) receberá todos os esclarecimentos necessários antes e no decorrer da pesquisa e lhe asseguramos que o nome de seu(sua) filho(a) e seus dados pessoais não serão divulgados, sendo mantido o mais rigoroso sigilo pela omissão total de quaisquer informações que permitam identificá-lo(a). A participação do(a) seu(sua) filho(a) é voluntária, isto é, não há pagamento por sua colaboração e a qualquer momento vocês podem desistir de participar da pesquisa sem sofrer nenhum prejuízo.

A participação do seu(sua) filho(a) ocorrerá em uma sessão com duração de aproximadamente 2 horas no Laboratório de Neurociências e Comportamento da Universidade de Brasília (UnB). A sessão terá início com a realização de perguntas para identificar o estado de saúde da criança e investigar sintomas relacionados com TDAH e outros transtornos relacionados. Em seguida, será registrado o que está acontecendo na atividade elétrica cerebral da criança durante a realização de tarefas psicológicas. Não existe nenhum procedimento invasivo ou necessidade de administração de qualquer substância que possa gerar um risco para o(a) seu(sua) filho(a). Se você aceitar participar, estará contribuindo para o aprimoramento do conhecimento científico a respeito do TDAH, além de seu(sua) filho(a) poder participar de uma avaliação composta por três testes neuropsicológicos.

Os dados coletados no estudo não serão analisados individualmente, mas considerando os dados de todas as crianças. Os dados coletados na pesquisa ficarão sob a guarda da pesquisadora por no mínimo cinco anos, após isso serão destruídos ou mantidos na instituição. Os resultados da pesquisa poderão ser publicados e divulgados posteriormente sem a identificação dos participantes. Caso seja do seu interesse, os resultados obtidos com a participação do seu(sua) filho(a) poderão ser disponibilizados mediante solicitação direta ao pesquisador ao final da pesquisa.

Se você tiver qualquer dúvida em relação à pesquisa, estão à sua disposição os contatos do Laboratório de Neurociência e Comportamento, IB-UnB, telefone: (61) 3201-2175 e dos pesquisadores responsáveis, Profa. Dra. Maria Clotilde Henriques Tavares, 3107-3111 e 98105-8979, e Doutoranda Lía Margarita Martínez Garrido, 98664-9076.

Este projeto foi Aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Faculdade de Medicina da Universidade de Brasília. As dúvidas com relação à assinatura do TCLE ou aos direitos do sujeito da pesquisa podem ser obtidos através do telefone: (61) 3107-1918 ou do e-mail cepfm@unb.br.

Este documento foi elaborado em duas vias, uma ficará com o pesquisador responsável e a outra com você, pai ou responsável pelo sujeito da pesquisa.

Assim sendo, eu _____, portador do RG nº _____, pai ou responsável de _____ declaro estar de acordo com os procedimentos acima descritos e esclarecidos pessoalmente pelo pesquisador e ciente dos benefícios e riscos aos quais meu(minha) filho(a) pode ser submetido durante o experimento.

Brasília, _____ de _____ de _____.

Pai ou responsável legal do participante

Lía Margarita Martínez Garrido

Pesquisadora responsável

**Anexo 3. Termo de Autorização para Utilização de Imagem e Som de Voz para
Fins de Pesquisa (TAUISV)**

**Universidade de Brasília
Instituto de Ciências Biológicas
Departamento de Ciências Fisiológicas
Programa de Pós-Graduação em Biologia Animal
Laboratório de Neurociências e Comportamento**

**TERMO DE AUTORIZAÇÃO PARA UTILIZAÇÃO DE IMAGEM E SOM DE VOZ PARA
FINS DE PESQUISA - TAUISV**

Eu, _____, pai ou responsável de _____, autorizo a utilização da imagem e som de voz do meu filho(a), na qualidade de participante, no projeto de pesquisa intitulado “Mapeamento de Atividades Corticais Relacionadas à Modulação da Memória Emocional e Funções Executivas em Crianças com Transtorno de Déficit de Atenção/Hiperatividade”, sob responsabilidade da pesquisadora Lía Margarita Martínez Garrido, vinculada ao Programa de Pós-Graduação em Biologia Animal da Universidade de Brasília.

A imagem e som de voz do meu filho(a) podem ser utilizados apenas para análise por parte da equipe de pesquisa.

Tenho ciência de que não haverá divulgação da imagem nem som de voz do meu filho(a) por qualquer meio de comunicação, sejam elas televisão, rádio ou internet, exceto nas atividades vinculadas à pesquisa explicitada acima. Tenho ciência também de que a guarda e demais procedimentos de segurança com relação às imagens e sons de voz são de responsabilidade da pesquisadora responsável.

Deste modo, declaro que autorizo, livre e espontaneamente, o uso para fins de pesquisa, nos termos acima descritos, da imagem e som de voz do meu filho(a).

Este documento foi elaborado em duas vias, uma ficará com a pesquisadora responsável pela pesquisa e a outra com o pai o responsável pelo participante.

Brasília, de de .

Assinatura pai o responsável legal do(a)
participante

Assinatura da pesquisadora

Anexo 4. Termo de Assentimento Livre e Esclarecido (TALE)

**Universidade de Brasília
Instituto de Ciências Biológicas
Departamento de Ciências Fisiológicas
Programa de Pós-Graduação em Biologia Animal
Laboratório de Neurociências e Comportamento**

Termo de Assentimento Livre e Esclarecido – TALE

(para menor de 18 anos – Resolução 466/12)

Você está sendo convidado(a) a participar de uma pesquisa.

Título do Projeto: “Mapeamento de Atividades Corticais Relacionadas à Modulação da Memória Emocional e Funções Executivas em Crianças com Transtorno de Déficit de Atenção/Hiperatividade”

Pesquisadora: Lía Margarita Martínez Garrido

Local da Pesquisa: Laboratório de Neurociência e Comportamento, Prédio do Instituto de Ciências Biológicas, Bloco G, Universidade de Brasília, *Campus* Universitário Darcy Ribeiro, Asa Norte, Brasília - CEP 70910-900.

O que significa assentimento? Assentimento significa que você concorda em fazer parte de uma pesquisa com crianças da sua idade. Seus direitos serão respeitados. Se você tiver alguma dúvida, por favor, pergunte ao responsável pela pesquisa.

Qual a importância da sua participação? Queremos estudar o que acontece na sua cabeça e no seu cérebro quando você tenta lembrar de informações, prestar atenção e fazer tarefas.

O que você vai fazer? Primeiro, você vai se sentar em uma cadeira. Depois, o(a) pesquisador(a) vai colocar uma touca na sua cabeça quando você faz tarefas. Isso não vai doer. É parecido com quando você coloca um chapéu. Se você quiser participar, irá fazer as tarefas só uma vez por mais ou menos 2 horas.

E se você não quiser participar? A sua participação é voluntária. Isso significa que você só participa se quiser. Não vai acontecer nada com você se você não quiser mais participar.

O que vamos fazer com os resultados das suas tarefas? Vamos estudar os seus resultados junto com os das outras crianças que participarem da pesquisa. Os resultados de todas as crianças podem ser apresentados quando o estudo acabar, mas ninguém vai saber seu nome nem quais são os seus resultados individuais.

A pesquisadora vai guardar seus resultados por pelo menos cinco anos. Depois disso, eles vão ser guardados ou não. Se você quiser saber como foi nas tarefas, pode pedir seus resultados para a pesquisadora quando o estudo acabar.

Com quem você pode falar se tiver dúvidas?

Laboratório de Neurociência e Comportamento da Universidade de Brasília
(61) 3201-2175

Professora Doutora Maria Clotilde Henriques Tavares
(61) 3107-3111, (61) 98105-8979 ou mchtavares@gmail.com

Doutoranda Lía Margarita Martínez Garrido
(61) 98664-9076 ou liammartinezg20@gmail.com

Comitê de Ética em Pesquisa da Faculdade de Medicina da Universidade de Brasília
(61) 3107-1918 ou cepfm@unb.br

DECLARAÇÃO DE ASSENTIMENTO:

A pesquisadora leu esse documento e explicou a pesquisa para mim. Eu entendi a informação apresentada neste TERMO DE ASSENTIMENTO. Eu pude fazer perguntas e todas elas foram respondidas. Entendo que posso aceitar ou não participar, e deixar de participar quando eu quiser sem dar uma razão. Eu concordo que os meus resultados sejam usados nesse estudo.

Eu vou receber uma cópia desse documento.

Brasília, _____ de _____ de _____.

Participante da pesquisa

Lía Margarita Martínez Garrido

Pesquisadora responsável

Anexo 5. Ficha de Informações Demográficas e Clínicas

Universidade de Brasília
Instituto de Ciências Biológicas
Departamento de Ciências Fisiológicas
Programa de Pós-Graduação em Biologia Animal
Laboratório de Neurociências e Comportamento

Ficha de Informações Demográficas e Clínicas

Registro: _____ Data: ____/____/____

1. Iniciais do Nome da criança: _____
2. Iniciais do nome do responsável: _____ Parentesco: _____
3. Data de Nascimento da criança: ____/____/____
4. Idade da criança (anos completos): _____
5. Cidade em que reside a criança: _____
6. Sexo da criança: (1) Feminino (2) Masculino
7. Tempo de escolaridade da criança: _____
8. Serie que a criança está cursando: _____
9. Escola em que estuda a criança: (1) Pública – Nome: _____
(2) Particular – Nome: _____
Cidade: _____
10. Tempo de escolaridade do responsável: _____
11. Profissão do responsável: (1) Não tem
(2) Do Lar
(3) Estudante
(4) Outra - Qual: _____
12. Atividade do responsável: (1) Ativo - Tempo: _____

(2) Inativo - Tempo: _____

Motivo: _____

(3) Afastado - Tempo: _____

(4) Aposentado - Tempo: _____

13. Estado civil do responsável: (1) Solteiro

(2) Casado ou em união estável

(3) Separado

(4) Viúvo

14. Irmãos da criança: (1) Não tem

(2) Tem – Quantos: _____

15. Com quem reside a criança: (1) Família nuclear

(2) Só com o pai

(3) Família do pai

(4) Só com a mãe

(5) Família da mãe

(6) Outros familiares – Quais: _____

16. Classe social familiar: A__ B__ C__ D__ E__

17. Diagnóstico de alguma doença na criança: (1) Não

(1) Não _____

(2) Sim - Qual: _____

Tempo: _____

18. Diagnóstico de alguma doença familiar: (1) Não

(2) Sim – Qual: _____

Grau de parentesco: _____

19. Diagnóstico de TDAH na criança: (1) Não

(2) Sim - Tempo: _____

Subtipo: Inat.____ Hiper./Imp.____ Comb.____

Tipo de especialista: _____

20. Comorbidades com o TDAH: (1) Não

(2) Sim – Qual: _____

21. Uso de medicação na criança: (1) Não

(2) Sim - Qual: _____

Dosagem: _____

Tempo de uso: _____

Hora no dia atual: _____

22. A criança pratica atividade física: (1) Não

(2) Sim - Qual: _____

23. Problemas visuais na criança: (1) Não

(2) Sim - Qual: _____

Usa óculos: sim __ não __

24. Problemas auditivos na criança: (1) Não

(2) Sim - Qual: _____

Usa aparelho: sim __ não __

25. Problemas de motricidade na criança: (1) Não

(2) Sim - Qual: _____

Usa aparelho: sim __ não __

26. Mão dominante da criança: (1) Direita

(2) Esquerda

(3) As duas

27. Histórico Familiar:

(Dados relevantes como, por exemplo, problemas familiares com os pais, com os irmãos)

28. Histórico Escolar da criança:

Desempenho geral da criança na escola: (1) Baixo

(2) Médio

(3) Alto

(Dados relevantes como, por exemplo, problemas na escola com algum colega/professor, desenvolvimento acadêmico da criança, quais disciplinas melhor se desenvolve)

29. A criança consumiu café, refrigerante, chocolate ou alguma bebida energética nas últimas duas horas:

(1) Não

(2) Sim - Quantidade: _____

30. Observações ou comentários complementares (acontecimentos relevantes prévios ao estudo):



Executive Dysfunctions: The Role in Attention Deficit Hyperactivity and Post-traumatic Stress Neuropsychiatric Disorders

Lia Martínez¹, Edward Prada^{1,2}, Corina Sattler³, Marta C. H. Tavares¹ and Carlos Tomaz^{1,4*}

¹Laboratory of Neuroscience and Behavior, Department of Physiological Sciences, University of Brasília, Brasília, Brazil, ²Faculty of Psychology, Social Sciences Department, Universidad Pontificia Bolivariana Seccional Bucaramanga, Bucaramanga, Colombia, ³Faculty of Colombia, University of Brasília, Brasília, Brazil, ⁴Neuroscience Research Program, University COLMA, São Luis, Brazil

OPEN ACCESS

Edited by:

Luiz Fernando Malby-Diniz,
Universidade Federal de Minas
Gerais, Brazil

Reviewed by:

Mark Dux,
Clemson Graduate University, USA
Guilherme Emmanoel Girard,
Ulamérica, Brazil

*Correspondence:

Carlos Tomaz
ctomaz@unb.br
ctomaz@colma.br

Specialty section:

This article was submitted to
Psychopathology,
a section of the journal
Frontiers in Psychology

Received: 26 April 2016

Accepted: 02 August 2016

Published: 23 August 2016

Citation:

Martínez L, Prada E, Sattler C,
Tavares MCH and Tomaz C (2016)
Executive Dysfunctions: The Role
in Attention Deficit Hyperactivity
and Post-traumatic Stress
Neuropsychiatric Disorders.
Front. Psychol. 7:1230.
doi: 10.3389/fpsyg.2016.01230

Executive functions (EFs) is an umbrella term for various cognitive processes controlled by a complex neural activity, which allow the production of different types of behaviors seeking to achieve specific objectives, one of them being inhibitory control. There is a wide consensus that clinical and behavioral alterations associated with EF, such as inhibitory control, are present in various neuropsychiatric disorders. This paper reviews the research literature on the relationship between executive dysfunction, frontal-subcortical neural circuit changes, and the psychopathological processes associated with attention deficit hyperactivity disorder (ADHD) and post-traumatic stress disorder (PTSD). A revision on the role of frontal-subcortical neural circuits and their presumable abnormal functioning and the high frequency of neuropsychiatric symptoms could explain the difficulties with putting effector mechanisms into action, giving individuals the necessary tools to act efficiently in their environment. Although, neuronal substrate data about ADHD and PTSD has been reported in the literature, it is isolated. Therefore, this review highlights the overlapping of neural substrates in the symptomatology of ADHD and PTSD disorders concerning EFs, especially in the inhibitory component. Thus, the changes related to impaired EF that accompany disorders like ADHD and PTSD could be explained by disturbances that have a direct or indirect impact on the functioning of these loops. Initially, the theoretical model of EF according to current neuropsychology will be presented, focusing on the inhibitory component. In a second stage, this component will be analyzed for each of the disorders of interest, considering the clinical aspects, the etiology and the neurobiological basis. Additionally, commonalities between the two neuropsychiatric conditions will be taken into consideration from the perspectives of cognitive and emotional inhibition. Finally, the implications and future prospects for research and interventions in the area will be outlined, with the intention of contributing scientific reference information that encompasses the knowledge and understanding of executive dysfunction and its relationship with these treated disorders.

Keywords: ADHD, executive functions, inhibitory control, neuropsychiatric disorders, PTSD

**Anexo 7. Certificados Trabalhos/XV Congresso Brasileiro de Neuropsicologia da
SBNP**

XV Congresso Brasileiro da
SBNp 

Certificado

A Sociedade Brasileira de Neuropsicologia certifica que o trabalho Proposta de um Teste de Reconhecimento Emocional de Faces em Crianças com Transtorno por Déficit de Atenção/Hiperatividade de autoria de Martínez Lía Margarita, Rehem Tainá, Garcia Ana e Tavares Maria Clotilde, foi apresentado na forma de PÔSTER durante o XV Congresso Brasileiro da Sociedade Brasileira de Neuropsicologia, realizado nos dias 10, 11 e 12 de novembro de 2016, em Brasília, Distrito Federal.


Carlos Alberto Bezerra Tomaz
Presidente do XV Congresso Brasileiro da SBNp


Neander Abreu
Presidente da Sociedade Brasileira de Neuropsicologia

XV Congresso Brasileiro da
SBNp 

Certificado

A Sociedade Brasileira de Neuropsicologia certifica que o trabalho UMA PROPOSTA PARA AVALIAÇÃO DA MEMÓRIA EMOCIONAL COM UM TESTE DE RECONHECIMENTO ESPACIAL COM ATRASO EM CRIANÇAS COM TRANSTORNO DE DÉFICIT DE ATENÇÃO/HIPERATIVIDADE de autoria de Ana Garcia, Wesley Medeiros, Lía Martínez, Carlos Tomaz, Maria Clotilde Tavares foi apresentado na forma de PÔSTER durante o XV Congresso Brasileiro da Sociedade Brasileira de Neuropsicologia, realizado nos dias 10, 11 e 12 de novembro de 2016, em Brasília, Distrito Federal.


Carlos Alberto Bezerra Tomaz
Presidente do XV Congresso Brasileiro da SBNp


Neander Abreu
Presidente da Sociedade Brasileira de Neuropsicologia

Anexo 8. Submissão do Projeto/Edital Chamada Universal 01/2016

Universidade de Brasília

Mapeamento da Atividade Cortical Relacionadas à Modulação da Memória Emocional e Funções Executivas em Crianças com Transtorno de Déficit de Atenção/Hiperatividade(TDAH)

Equipe

Profa. Dra. Maria Clotilde Henriques Tavares (Coordenadora), Laboratório de Neurociência e Comportamento, Departamento de Ciências Fisiológicas, Universidade de Brasília, Brasília – DF (Lattes: <http://lattes.cnpq.br/7422288792695902>).

Lía Margarita Martínez Garrido (pesquisadora), Laboratório de Neurociência e Comportamento, Departamento de Ciências Fisiológicas, Universidade de Brasília, Brasília - DF

Profa. Dra. Corina Elizabeth Satler (colaboradora), Faculdade de Ceilândia, Universidade de Brasília, Brasília – DF

Prof. Dr. Carlos Alberto Bezerra Tomaz (pesquisador colaborador), Laboratório de Neurociência e Comportamento, Departamento de Ciências Fisiológicas, Universidade de Brasília, Brasília - DF

Prof. Dr. José Neander Silva Abreu (pesquisador colaborador), Instituto de Psicologia, Universidade Federal da Bahia (UFBA), Salvador - BA.

Dra. Ana Cláudia Oliveira Garcia dos Santos (pesquisador colaborador), Laboratório de Neurociência e Comportamento, Departamento de Ciências Fisiológicas, Universidade de Brasília, Brasília-DF

Soraya Lage de Sá (pesquisadora), Laboratório de Neurociência e Comportamento, Departamento de Ciências Fisiológicas, Universidade de Brasília, Brasília - DF.

Kelly Karine de Souza Castro (colaboradora), Conviver Psicologia



RECIBO DE ENVIO DE FORMULÁRIOS ELETRÔNICOS

Número do protocolo	9425809863572017
Solicitante	Maria Clotilde Henriques Tavares
CPF/CGC	49898485434
Formulário	Formulário de Propostas Web (1.0.0)
Edital / Chamada	Universal 01/2016 - Faixa B - até R\$ 60.000,00

O sistema de recepção de formulários eletrônicos do CNPq registra que em 25/02/2016, às 23:49:19 horas, o formulário identificado acima foi recebido e reconhecido no CNPq, recebendo o número de protocolo 9425809863572017

Acompanhe o andamento de sua solicitação no site do CNPq (<http://www.cnpq.br>) em 'PLATAFORMA CARLOS CHAGAS'.

Anexo 9. Capítulo de Libro a Ser Publicado

La Notable Articulación Psico biológica Entre la Memoria Operacional y las Emociones

Maria Clotilde H. Tavares,¹ Soraya Lage de Sá Canabarro,² Lia Margarita Martínez
Garrido,³ Edward Leonel Prada Samiiento,⁴ Carlos Tomaz¹.

¹Laboratório de Neurociência e Comportamento, Departamento de Ciências Fisiológicas, Universidade de Brasília, DF, Brasil.

²Faculdade de Ceilândia, Universidade de Brasília, DF, Brasil.

³Facultad de Psicología, Escuela de Ciencias Sociales, Universidad Pontificia Bolivariana - Seccional Bucaramanga, Bucaramanga, Colombia.

⁴Laboratório de Neurociências e Comportamento, Universidade CEUMA, São Luís, MA, Brasil.

Autora correspondente: Maria Clotilde Henriques Tavares, Laboratório de Neurociência e Comportamento, Instituto de Ciências Biológicas, Universidade de Brasília, UnB, Campus Universitário Darcy Ribeiro, Brasília - DF, Brasil, CEP: 70.910-900. E-mail: mchtavares@gmail.com

1. MEMORIA OPERACIONAL: DEFINICIÓN Y PERSPECTIVA HISTÓRICA

La memoria operacional (MO) consiste en un sistema de memoria y de cognición que permite la manipulación de informaciones relevantes para la realización de tareas complejas, manteniéndolas para acceso disponible mientras sean necesarias para el razonamiento, la planificación, la toma de decisiones y la resolución de problemas (Diamond, 2013). Esta información se puede originar de los sistemas sensoriales o de un almacenamiento previo en la memoria a largo plazo (Jonides, Lacey & Nee, 2005). El