

FACULDADE DE MEDICINA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM PSIQUIATRIA E CIÊNCIAS DO  
COMPORTAMENTO  
UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL

TESE DE DOUTORADO

HABILIDADE MOTORA, FUNÇÕES EXECUTIVAS E  
PSICOPATOLOGIA NA INFÂNCIA E ADOLESCÊNCIA

Autora: Lorena Sena Teixeira Mendes

Orientador: Giovanni Abrahão Salum Junior

Porto Alegre, 2018

FACULDADE DE MEDICINA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM PSIQUIATRIA E CIÊNCIAS DO  
COMPORTAMENTO  
UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL

TESE DE DOUTORADO

HABILIDADE MOTORA, FUNÇÕES EXECUTIVAS E  
PSICOPATOLOGIA NA INFÂNCIA E ADOLESCÊNCIA

Autora: Lorena Sena Teixeira Mendes

Orientador: Giovanni Abrahão Salum Junior

Tese apresentada como requisito parcial para a obtenção do título de doutor em Psiquiatria pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Programa de Pós-graduação em ciências médicas: Psiquiatria.

Porto Alegre, 2018

CIP - Catalogação na Publicação

Mendes, Lorena  
HABILIDADE MOTORA, FUNÇÕES EXECUTIVAS E  
PSICOPATOLOGIA NA INFÂNCIA E ADOLESCÊNCIA / Lorena  
Mendes. -- 2018.  
149 f.  
Orientador: Giovanni Salum.

Coorientador: Gisele Manfro.

Tese (Doutorado) -- Universidade Federal do Rio  
Grande do Sul, Faculdade de Medicina, Programa de Pós-  
Graduação em Ciências Médicas: Psiquiatria, Porto  
Alegre, BR-RS, 2018.

1. habilidade motora. 2. funções executivas. 3.  
psicopatologia. I. Salum, Giovanni, orient. II.  
Manfro, Gisele, coorient. III. Título.

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus por possibilitar meu aprendizado nos momentos difíceis;

Ao meu orientador, professor Giovanni Abrahão Salum Jr pelos vários ensinamentos e dedicação ao projeto;

Aos professores Gisele Gus Manfro, Luis Augusto Rohde, Guilherme Polanczyk pelas orientações e contribuições prestadas;

Aos professores Ives Passos, Joana Bücken e Rochele Fonseca pelas orientações dadas no exame de qualificação deste doutorado;

Aos pesquisadores do Instituto Nacional de Psiquiatria do Desenvolvimento para Crianças e adolescentes (INPD) por terem viabilizado a execução deste trabalho;

Aos pacientes e familiares envolvidos nesta pesquisa pela solicitude e cooperação em contribuir para os estudos do INPD;

Aos meus amigos e colegas por terem me apoiado nos momentos difíceis;

Aos meus pais que amo muito por terem se dedicado à minha educação desde pequena. Obrigada pelo apoio dado e por serem um exemplo de respeito e cuidado ao próximo;

A minhas irmãs por partilharem comigo não só amor fraterno mais também suas experiências de vida. Obrigada por serem uma grande fonte de inspiração na vida e na carreira médica; e

Ao meu namorado pelo amor, pelo suporte emocional e pelas orientações estatísticas. Obrigada por ter sido meu parceiro durante toda esta trajetória.

Dedico este trabalho aos meus pais, por terem me ensinado a importância do conhecimento, da Fé e do Amor.

## SUMÁRIO

LISTA DE ABREVIATURAS.....	6
RESUMO .....	7
ABSTRACT .....	10
APRESENTAÇÃO.....	13
1) INTRODUÇÃO .....	15
1.1. IMPORTÂNCIA DOS CONSTRUCTOS ESTUDADOS .....	15
1.2. DEFINIÇÃO DOS INDICADORES DE DESENVOLVIMENTO UTILIZADOS NO ESTUDO.....	16
1.2.1. Habilidade motora.....	16
1.2.2. Funções executivas.....	18
1.3. COMORBIDADE E PSICOPATOLOGIA .....	22
1.4. DIMENSÕES DE PSICOPATOLOGIA BASEADAS NO DESENVOLVIMENTO .....	24
1.5. RELAÇÃO ENTRE DESENVOLVIMENTO MOTOR E COGNITIVO E PSICOPATOLOGIA .....	27
1.5.1. Habilidade motora.....	27
1.5.2. Funções Executivas .....	31
2) JUSTIFICATIVA.....	37
3) OBJETIVOS: .....	38
3.1. OBJETIVO GERAL:.....	38
3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS: .....	38
4) ASPECTOS LEGAIS E ÉTICOS .....	39
5) ARTIGOS.....	40
5.1. ARTIGO 1 .....	40
5.1.1. Carta de publicação do artigo.....	40

5.1.2. Versão do manuscrito aceita para publicação .....	42
5.1.3. Tabelas e figuras do artigo 1 .....	58
5.1.4. Material Suplementar do artigo 1 .....	63
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	68
7. REFERÊNCIAS DA TESE .....	71
ANEXOS .....	99
Anexo 1 – Formulário das tarefas de habilidade motora .....	99
Anexo 2 – Figuras utilizadas para mostrar as tarefas que avaliaram a habilidade motora de forma ampliada .....	100
2a- Oposição Polegar Dedos .....	100
2b- Oseretski .....	101
2c- Palmas estendidas.....	102
Anexo 3 – Tarefas Funções Executivas (formulários e explicações) .....	103
3a - Formulário tarefa Dígitos ordem inversa .....	103
3b – Tarefa Blocos de Corsi (ordem inversa) .....	104
3c- Tarefa Controle de conflito .....	105
3d- Tarefa Go/ No Go .....	106
3e- Tarefas de antecipação do tempo – 400ms e 2000ms.....	107

**LISTA DE ABREVIATURAS**

HM: Habilidade Motora

FE: Funções Executivas

BOTMP-2: Bruininks-Oseretsky Test of Motor Proficiency 2

MABC-2: Movement Assessment Battery for Children 2

TGMD: Test of Gross Motor development

TDCoo: Transtorno do Desenvolvimento da Coordenação

TDC: Typical Developing Comparisons

ODD/ CD: Oppositional Defiant Disorder

ADHD: Attention-Deficit/Hyperactivity Disorder

AFC: Análise Fatorial Confirmatória

TDAH: Transtorno de Déficit de Atenção e Hiperatividade.

TOD: Transtorno da Oposição e Desafio

TOC: Transtorno Obsessivo-Compulsivo



## RESUMO

A Habilidade Motora (HM) e as Funções Executivas (FE) são indicadores importantes do desenvolvimento neuropsicomotor e cognitivo. Estes dois domínios do desenvolvimento humano interagem de forma extensa com um terceiro domínio, o desenvolvimento psicossocial, que pode ser acometido pelos transtornos mentais. Estudar a relação que indicadores do desenvolvimento motor e cognitivo apresentam com a psicopatologia na infância e adolescência é importante, porque este estudo pode suscitar pistas sobre a patofisiologia dos transtornos mentais, assim como sugerir novos alvos e intervenções terapêuticas. O objetivo geral desta tese é investigar a associação entre habilidade motora e funções executivas com a psicopatologia na infância e adolescência.

O estudo sobre a associação entre indicadores do desenvolvimento motor e cognitivo com aspectos específicos da psicopatologia pode ser dificultado pela presença da alta taxa de comorbidade entre transtornos psiquiátricos e pela “impureza fenotípica” da psicopatologia. Os dois estudos desta tese utilizam dados da Coorte Brasileira de Alto Risco para Transtornos Mentais (Brazilian High Risk Cohort for Mental Disorders) e recorrem a duas abordagens distintas para lidar com a limitação citada. No primeiro estudo, foi utilizada a comparação entre grupos clínicos formados por crianças sem comorbidade psiquiátrica (sem dois diagnósticos psiquiátricos simultâneos), enquanto que, no segundo estudo, foi utilizado um modelo bifatorial capaz de separar aspectos gerais de aspectos específicos de psicopatologia.

O primeiro estudo “*Fine motor ability and psychiatric disorders in youth*” comparou as medidas de habilidade motora fina de 2035 crianças e adolescentes divididos por meio da avaliação psiquiátrica em cinco grupos diagnósticos: um grupo de comparação de desenvolvimento típico (n=1667), um grupo de “transtornos fóbicos” (n=101), um grupo de “transtornos ligados à angústia” (n=82), um grupo “transtorno de déficit de atenção e hiperatividade” (TDAH, n=133) e um grupo “transtorno de oposição e desafio/ transtorno de conduta” (TOD/TC, n=52). O estudo mostrou que o grupo de participantes com TDAH apresentou um desempenho significativamente inferior ao grupo de desenvolvimento típico em todas as dimensões de habilidade motora fina (habilidade motora fina, tempo para completar a tarefa, acurácia, fluência, simetria, precisão e coordenação). Todas as dimensões

de TDAH (hiperatividade, desatenção e impulsividade) demonstraram correlações negativas e significativas com as dimensões de habilidade motora fina. As exceções foram as correlações entre a dimensão tempo para conclusão da tarefa com todas as dimensões de TDAH, cujas correlações foram estatisticamente significativas e positivas. Além disso, o grupo TDAH desempenhou as tarefas de forma mais lenta do que o grupo TOD/TC. Não foram encontradas diferenças de média entre a habilidade motora fina e os demais grupos. Nossos resultados indicam que crianças com TDAH apresentam prejuízo em todos os aspectos da habilidade motora fina quando comparados com crianças de desenvolvimento típico, resultado não encontrado nas comparações do grupo de desenvolvimento típico com outros diagnósticos.

O segundo artigo “*Executive function performance is differentially associated with both general and specific aspects of developmental psychopathology in youth*” investigou a associação entre o desempenho em funções executivas de 2511 crianças e seus escores de psicopatologia geral (também conhecido como “fator p”) e de dimensões específicas da psicopatologia do desenvolvimento: medo (*fear*), “pensamentos angustiantes” (*distressful thoughts*), “queixas somáticas” (*somatic complaints*), “baixo humor” (*low mood*), “baixa motivação/energia” (*low motivation/energy*), “desatenção/hiperatividade” (*inattention/hyperactivity*), “irritabilidade” (*temper loss*), agressão (*aggression*), “desobediência” (*noncompliance*) e “pouca preocupação com os outros” (*low concern for others*). As Funções Executivas (FE) apresentaram uma associação significativa e negativa com o fator geral de psicopatologia, confirmando que os déficits nas FE são um traço transdiagnóstico nos transtornos mentais. Entretanto, com o modelo bifatorial e após retirar a contribuição do fator geral, as funções executivas ainda apresentaram associações significativas com as dimensões específicas de psicopatologia. Pior desempenho nas funções executivas esteve associada à dimensão medo e à dimensão desatenção/hiperatividade, enquanto que, melhor desempenho nas funções executivas foi associada às dimensões pensamentos angustiantes e baixo humor. Por meio de um modelo bifatorial de FE, observou-se que a associação entre FE e as dimensões gerais e específicas de psicopatologia ocorre devido ao *fator geral das funções executivas* e não aos fatores específicos. Este estudo evidenciou a importância de modelos de psicopatologia com categorizações mais refinadas que evidenciam associações específicas previamente confundidas com o fator geral de psicopatologia.

Portanto, esta tese traz evidências sobre a associação entre déficits na habilidade motora e TDAH assim como evidências sobre a associação entre desempenho nas funções executivas e aspectos gerais e específicos da psicopatologia. Foram utilizados dois métodos de análise (uso de grupos clínicos não-comórbidos e modelo bifatorial) que se mostraram como estratégias interessantes para abordar a impureza fenotípica da psicopatologia na busca por correlatos externos específicos. Por fim, são abordadas as implicações clínicas e fisiopatológicas desses achados. Estes resultados indicam a importância de se investigar a habilidade motora em crianças e adolescentes e sugerem a pertinência de se investigar intervenções que visam desenvolver as funções executivas, uma vez que prejuízos nessas funções estão associados a aspectos gerais e específicos da psicopatologia.

Palavras chave: Habilidade motora. Funções executivas. Análise Fatorial Confirmatória. Estrutura da psicopatologia. Modelo bifatorial. Fator geral. Fatores específicos.

## ABSTRACT

Motor Ability (MA) and Executive Functions (EF) are important indicators of the neuropsychomotor and cognitive development. These two domains from human development interact extensively with a third domain, psychosocial development, which may be affected by mental disorders. Studying the association that MA and EF present with psychopathology in childhood and adolescence is important because it may engender clues about the pathophysiology of mental disorders, just as it can suggest new treatment targets and interventions. The general objective of this thesis is to investigate the relation MA and EF may have with psychopathology in childhood and adolescence.

The investigation of the association between these two indicators of motor and cognitive development with specific aspects of psychopathology may be hindered by the presence of a high comorbidity rate among psychiatric disorders and by the “phenotypic impurity” of psychopathology. The two studies described on this thesis use data from the Brazilian High Risk Cohort for Mental Disorders and employ two different approaches to handle the presented limitation. On the first study, a comparison among clinical groups formed by children without psychiatric comorbidity (without two simultaneous psychiatric disorders) was used, while on the second study a bifactor model able to separate general from specific aspects of psychopathology was used.

The first study “*Fine motor ability and psychiatric disorders in youth*” compared the measures of fine motor ability of 2035 children and adolescents separated by a psychiatric assessment into five clinical groups: a Typical Development Comparison (TDC) group (n=1667), a phobic disorders group (n=101), a distress disorders group (n=82), an Attention Deficit Hyperactivity disorder group (n=133), and an Oppositional Defiant Disorder/Conduct Disorder group (n=52). The study showed that the ADHD group presented a worse performance when compared to the TDC group in all motor ability dimensions (fine motor ability, time to complete the task, accuracy, fluency, symmetry, precision, and coordination). All ADHD dimensions (hyperactivity, inattention, and impulsivity) exhibited significant and negative correlations with all dimensions of motor ability. The exceptions were the correlations of time to complete the task dimension with all ADHD dimensions, which were

statistically significant and positive. Moreover, the ADHD group performed the motor tasks more slowly than the Oppositional Defiant Disorder/ Conduct Disorder group. Our results indicate that children with ADHD present impairments in all aspects of fine motor ability when compared to typical developing subjects, a result not found in the comparisons of TDC with other clinical groups.

The second article “*Executive function performance is differentially associated with both general and specific aspects of developmental psychopathology in youth*” investigated the association between the executive function performance of 2511 children and their scores on general psychopathology (also known as the “p factor”) and on specific dimensions of developmental psychopathology: *fear, distressful thoughts, somatic complaints, low mood, low motivation/energy, inattention/ hyperactivity, temper loss, aggression, noncompliance, and low concern for others*. The Executive Functions (EF) presented a significant and negative association with the general psychopathology factor, confirming that EF deficits are transdiagnostic traits across mental disorders. However, with the bifactor model and after accounting for the contribution of the general psychopathology factor, the executive functions still presented significant associations with specific psychopathology dimensions. Worse performance in the executive functions was associated with fear and inattention-hyperactivity, while better performance in the executive functions was associated with distressful thoughts and low mood. By using an executive function bifactor model, we found that the associations between EF and psychopathology dimensions are due to the *general executive function factor* and not to the specific EF factors. This study highlighted the importance of psychopathology models with fine-grained divisions that show specific associations previously mistaken for the general psychopathology factor.

Therefore, this thesis brings evidence about the association between impairment in motor ability and ADHD and evidence about the association between EF performance and general and specific aspects of psychopathology. We employed two methods of analysis (non-overlapping clinical groups and bifactor models) that have been demonstrated to be interesting strategies to approach the phenotypic impurity of psychopathology on the search for specific psychopathology correlates. Finally, the clinical and physiopathological implications of these findings are explored. These results indicate the importance of

investigating motor ability in children and adolescents and suggest the pertinence of investigating interventions aimed to improve executive function, since impairments in EF are associated with general and specific aspects of psychopathology.

Key-words: Motor ability. Executive Functions. Confirmatory Factor Analysis. Psychopathology Structure, Bifactor model. General factor. Specific factors.

## APRESENTAÇÃO

Esta tese propõe-se a estudar a relação entre medidas de psicopatologia e habilidade motora fina e funções executivas em crianças e adolescentes. A Habilidade Motora (HM) e as Funções Executivas (FE) são indicadores importantes do desenvolvimento neuropsicomotor e cognitivo. Investigar a relação que estes indicadores guardam com a psicopatologia na infância e adolescência é de suma importância, uma vez que esta investigação pode suscitar pistas sobre a patofisiologia dos transtornos mentais, assim como sugerir novos alvos e intervenções terapêuticas.

Apesar da importância do tema, existem lacunas e falhas metodológicas nos estudos prévios sobre a relação entre HM, FE e transtornos mentais. Além disso, as investigações sobre a associação entre indicadores do desenvolvimento motor e cognitivo com *aspectos específicos* da psicopatologia podem ser dificultadas pela presença da alta taxa de comorbidade entre transtornos psiquiátricos e pela “impureza fenotípica” da psicopatologia.

Considerando o que foi exposto acima, a introdução da tese foi organizada da seguinte forma: primeiro, foram expostas: a importância e as definições da HM e FE; em segundo, foi delineado o problema da comorbidade e impureza fenotípica dos transtornos psiquiátricos e de que forma ele prejudica o encontro de marcadores mais específicos dos transtornos mentais. Ainda naquela seção, foram propostas duas formas de lidar com este problema: uso de grupos diagnósticos sem comorbidade psiquiátrica e uso de um modelo bifatorial capaz de separar aspectos gerais de específicos. Na última parte da introdução, foi revisada a literatura prévia sobre a relação entre HM, FE e transtornos mentais, assim como as lacunas desta literatura.

O resultado desta tese foi a produção de dois artigos que utilizam dados da Coorte Brasileira de Alto Risco para Transtornos Mentais (Brazilian High Risk Cohort for Mental Disorders). O primeiro estudo “*Fine motor ability and psychiatric disorders in youth*” foi publicado na revista *European Child and Adolescent Psychiatry* e o segundo artigo “*Executive function performance is differentially associated with both general and specific aspects of developmental psychopathology in youth*” foi submetido à revista *Journal of Abnormal Child Psychology*.



## 1) INTRODUÇÃO

### 1.1.IMPORTÂNCIA DOS CONSTRUCTOS ESTUDADOS

A Habilidade Motora (HM) e as Funções Executivas (FE) são dois indicadores importantes do desenvolvimento neuropsicomotor e cognitivo. Estes dois domínios do desenvolvimento interagem de forma contínua e importante com um terceiro domínio, o desenvolvimento psicossocial, que pode ser acometido por transtornos psiquiátricos. Estudar a relação entre estes indicadores e a psicopatologia na infância e adolescência pode fornecer pistas sobre a patofisiologia dos transtornos mentais assim como pode ajudar a identificar novos alvos terapêuticos.

A importância do estudo da habilidade motora pode ser vista nas várias associações com desfechos negativos que o prejuízo nessa habilidade apresenta. Por exemplo, em um estudo longitudinal (Wang, Lekhal, Aarø, & Schjølberg, 2014) com 62944 crianças na Noruega, a HM de crianças de um ano e meio foi capaz de prever a habilidade de comunicação destes sujeitos aos três anos de idade. Além de prejuízos na função motora precocemente na infância serem um precursor de dificuldades na aquisição da linguagem, também é sabido que metade das crianças na pré-escola com atraso na fala desenvolvem dificuldades motoras mais tarde (Viholainen et al., 2006). A presença de prejuízos na HM também aumenta o risco de sintomas de ansiedade e depressão na infância tardia (Lingam et al., 2012; Piek, Barrett, Smith, Rigoli, & Gasson, 2010) e na adolescência (Harrowell, Hollén, Lingam, & Emond, 2017).

O outro indicador utilizado nesta tese, as funções executivas, é essencial para a organização de diversos aspectos da vida humana, e por isso, prejuízos na FE também estão associados a desfechos negativos em vários desses aspectos. Por exemplo, prejuízo na FE está associado a obesidade, hiperfagia e má adesão aos tratamentos indicados (Crescioni et al., 2011; Miller, Barnes, & Beaver, 2011). A FE também é capaz de prever o desempenho em matemática e em leitura na escola (Borella, Carretti, & Pelegrina, 2010; Duncan et al., 2007; Gathercole, Pickering, Knight, & Stegmann, 2004), assim como prevê a produtividade e capacidade de um indivíduo manter um trabalho na vida adulta (Bailey, 2007). Há ainda

repercussão em aspectos sociais, uma vez que pior FE está associada a maior envolvimento criminal, comportamento de risco e violência (Broidy et al., 2003; Denson, Pedersen, Friese, Hahm, & Roberts, 2011). Além disso, déficits neste constructo se relacionam de forma ampla com diversos transtornos mentais (Snyder, Miyake, & Hankin, 2015). Dessa forma, nesta tese, serão abordadas a habilidade motora e as funções executivas e suas relações com a psicopatologia na infância e adolescência.

## 1.2. DEFINIÇÃO DOS INDICADORES DE DESENVOLVIMENTO UTILIZADOS NO ESTUDO

### 1.2.1. Habilidade motora

A Habilidade Motora refere-se a um traço geral ou à aptidão de um indivíduo que afeta seu desempenho em uma variedade de movimentos (Magill, 2011). A habilidade no sentido de proficiência (do inglês “*skill*”) difere da habilidade no sentido de aptidão (do inglês “*ability*”), porque a primeira é aprendida, já a segunda depende tanto de fatores biológicos quanto de fatores relacionados ao aprendizado (Fleishman, 1964). A proficiência motora é o nível de destreza em uma tarefa motora específica, já a aptidão motora é um traço individual que influencia a capacidade de um indivíduo de se tornar proficiente quando aprende uma nova tarefa motora. Nesta tese, os dois conceitos serão utilizados de forma intercambiável. A habilidade motora pode ser dividida em fina e grossa. A primeira refere-se à coordenação e ao controle de músculos menores como ocorre no ato de escrever, enquanto a segunda, refere-se ao controle de músculos maiores do corpo como ocorre no ato de correr (Magill, 2011)

Há vários instrumentos que visam a avaliar o desempenho motor. Os mais utilizados foram sumarizados abaixo na tabela 1:

**Tabela 1-** Instrumentos comumente usados para avaliar habilidade motora

Instrumento	Constructo avaliado	Desenho do teste
Bruininks-Oseretsky Test of Motor Performance-2 (Bruininks & Bruininks, 2005).	Habilidade motora fina e grosseira.	53 itens dispostos em 4 áreas: controle manual fino, coordenação manual, coordenação corporal, força e agilidade.
Movement-Assessment Battery for children-2 (Henderson, Sugden, & Barnett, 2007) .	Habilidade motora.	8 itens dispostos nas áreas de destreza manual (3), mirar e pegar (2) e equilíbrio (3).
Test of Gross Motor development (TGMD) (Ullrich & Sanford, 1985).	Desenvolvimento grosseiro.	12 itens que avaliam aspectos locomotores (6) e relacionados ao controle de objetos (6).
Grooved Pegboard Test (Trites, 1977).	Destreza manual.	Tarefa de posicionar 25 pinos em seus respectivos sulcos em uma prancha. São avaliados: tempo de conclusão, nº de pinos que caíram na execução da tarefa e nº de pinos corretamente posicionados.
Purdue Pegboard (Tiffin, 1968).	Destreza manual.	Tarefa de posicionar maior quantidade possível de pinos em 25 encaixes de uma prancha em 30 segundos. São quatro tentativas.
Escala de Desenvolvimento Motor (Rosa Neto, 2002).	Habilidade motora.	Itens sobre motricidade fina, global, equilíbrio, esquema corporal, organização espacial, organização temporal e lateralidade.

Nesta tese, optou-se por avaliar a habilidade motora fina, uma vez que já foi relatada uma relação clara e dimensional entre psicopatologia na infância e menores escores de destreza manual (Hill et al., 2016). Além disso, é importante estudar este componente motor, por causa de sua importante relação com outras funções neurocognitivas, por exemplo, é sabido que a relação entre desempenho motor e funções cognitivas superiores se dá devido a habilidade motora fina (van der Fels et al., 2015) o que explica a capacidade desta habilidade

motora de prever o posterior nível de desempenho acadêmico (Pitchford, Papini, Outhwaite, & Gulliford, 2016). Com o objetivo de investigar habilidade motora fina, foram utilizadas três tarefas no primeiro estudo desta tese; oposição polegar-dedos, oseretski e palmas estendidas. Elas foram escolhidas devido ao fato de requererem pouco tempo para aplicação e poderem ser facilmente aplicadas na prática clínica. A explicação de cada tarefa encontra-se exposta no primeiro artigo e o formulário de avaliação das tarefas localiza-se no anexo 1 ao final da tese.

### **1.2.2. Funções executivas**

As Funções Executivas podem ser entendidas como a habilidade de manter uma configuração mental apropriada de resolução de problemas para atingir um determinado objetivo (Luria, 1966). Este constructo funciona como um termo guarda-chuva usado para denominar vários processos cognitivos de alto nível que incluem, por exemplo, planejamento, memória de trabalho, troca de configuração ou flexibilidade cognitiva, detecção de erro e correção e controle inibitório de respostas prepotentes (Zelazo, 1997).

Existem diversas formas de abordar os processos cognitivos abarcados pelas FE. Uma delas é tratar as funções executivas como um processo unitário, enfatizando à unidade, ou de outro modo, tratar as FE como várias habilidades específicas separadas, enfatizando à diversidade (Snyder et al., 2015). Uma terceira abordagem é unificar as abordagens anteriores por meio de um modelo de FE que leve em conta os aspectos comuns entre as diversas dimensões de FE e os aspectos específicos destas dimensões (e.g. memória de trabalho, controle inibitório e flexibilidade cognitiva). Este último modelo é partilhado por diversos autores (e.g. Diamond, 2013; Miyake et al., 2000). As dimensões de FE serão explicadas nos próximos parágrafos.

#### **A) Memória de trabalho**

Corresponde ao processo cognitivo que envolve manter uma informação não mais disponível à percepção de forma temporária para manipular esta informação mentalmente (Diamond, 2013). A memória de trabalho pode ser dividida em verbal e não verbal ou visuo-

espacial. Existem vários modelos que propõem a forma como a memória de trabalho se organiza, o mais conhecido deles é o modelo multicomponente de (Baddeley & Hitch, 1974) composto pelos elementos: Executivo Central e dois sistemas de apoio (a alça fonológica e o “bloco de desenho” visuo-espacial ou componente visuo-espacial). Segundo este modelo, o executivo central funciona como um centro de controle que direciona a atenção para informações relevantes, suprimindo informações irrelevantes ou ações inapropriadas e coordenando os processos cognitivos quando mais de uma tarefa está sendo desenvolvida. A alça fonológica armazena informações fonológicas, enquanto o componente visuo-espacial armazena informação visual e de localização espacial. Posteriormente, a este modelo foi acrescentado o buffer episódico que integra e armazena informações fonológicas, espaciais, semânticas e advindas da percepção em uma representação episódica unitária (Baddeley, 2000).

Existem várias tarefas que medem a memória de trabalho como por exemplo: a tarefa n-back (Cohen et al., 1994), tarefa keep-track (Yntema, 1963), blocos de Corsi (Vandierendonck, Kemps, Fastame, & Szmalec, 2004) e span de dígitos frente e trás (Wechsler, 2002).

### *B) Controle Inibitório*

Corresponde ao processo cognitivo envolvido no controle da atenção, comportamento, pensamento e/ou emoção para inibir uma predisposição interna forte e fazer o que é mais apropriado ou necessário (Diamond, 2013). O foco da atenção pode ser atraído por um estímulo saliente independente do desejo de um indivíduo, esta condução da atenção é chamada de exógena, *bottom-up*, automática, estímulo-conduzida ou atenção involuntária e depende da propriedade do estímulo (Posner & DiGirolamo, 1998; Theeuwes, 1991). Em contrapartida, quando um indivíduo, baseado em um objetivo escolhido, decide deliberadamente inibir a atenção para um determinado estímulo e focar em algo diferente, ele está exercendo o controle atencional, a atenção endógena, *top-down*, objetivo-conduzida, voluntária ou atenção executiva que é um aspecto do controle inibitório (Posner & DiGirolamo, 1998; Theeuwes, 1991). Outro aspecto do controle inibitório, a inibição

cognitiva consiste na supressão de representações mentais prepotentes e auxilia a memória de trabalho (Diamond, 2013). Com relação aos aspectos comportamentais ou de resposta, o controle inibitório possui mais um aspecto – a inibição de resposta – que pode ser avaliada por exemplo com as tarefas go/no-go (Hogan, Vargha-Khadem, Kirkham, & Baldeweg, 2005) e tarefas stop-signal (Verbruggen & Logan, 2008) que tendem a criar uma tendência prepotente em um indivíduo e depois solicita a ele que iniba esta tendência.

Este processo cognitivo pode ser medido por diferentes tarefas, por exemplo: tarefa *go/no go*, tarefa de controle de conflito (Bitsakou, Psychogiou, Thompson, & Sonuga-Barke, 2008a), tarefa de *Stroop* (MacLeod, 1991), tarefa de Simon (Simon, 1969), tarefa *Flanker* (Eriksen & Eriksen, 1974), tarefa antisacádica (Roberts, Hager, & Heron, 1994).

### C) Processamento Temporal

Nesta tese, o termo processamento temporal será utilizado como sinônimo de “percepção de tempo” que se refere à capacidade subjetiva de estimar intervalos de tempo entre dois eventos sucessivos. Um dos indicadores deste constructo é a “resposta antecipatória” — habilidade de ajustar uma resposta motora para coincidir precisamente com o início estimado de um estímulo previamente apresentado (Smith, Taylor, Rogers, Newman, & Rubia, 2002). Esta habilidade requer a manutenção de uma representação mental interna da duração de um intervalo para antecipar a ocorrência de um estímulo iminente e executar uma resposta precisamente no ponto da ocorrência do estímulo (Toplak & Tannock, 2005).

Os testes que medem o processamento temporal são variados e podem ser divididos, por exemplo, entre os seguintes tipos (Grondin, 2010): estimativa verbal (indicar de forma verbal duração de um intervalo de tempo), reprodução (reproduzir por meio de alguma operação um determinado intervalo de tempo), produção (produzir um intervalo de tempo com base em uma indicação verbal dada por um examinador em unidades de tempo) e método de comparação (indicar se um intervalo de tempo é maior ou menor do que um intervalo apresentado anteriormente). Embora classicamente o processamento temporal tenha sido estudado de forma separada das funções executivas, entende-se que este é um processo comum a diversas funções executivas e fundamental para seu bom funcionamento.

#### *D) Outras funções executivas*

Além das três categorias estudadas acima que serão o foco desta tese, cabe ressaltar que o construto das funções executivas envolve também outras funções que serão listadas abaixo:

Flexibilidade cognitiva consiste em trocar de uma tarefa ou configuração mental para outra tarefa ou configuração mental (Miyake et al., 2000). Para isto, é necessário inibir a configuração mental anterior e carregar ou ativar (memória de trabalho) uma configuração mental diferente (Diamond, 2013). Este componente das funções executivas pode ser medido, por exemplo, por meio das tarefas tais como: mais-menos (Jersild, 1927), local-global (Navon, 1977) e número-letra (Rogers & Monsell, 1995).

Planejamento (Malloy-Diniz, dePaula, Sedó, Fuentes, & Leite, 2014) consiste na habilidade de estabelecer a melhor maneira de alcançar um determinado objetivo, levando-se em consideração a hierarquização de passos e utilização de instrumentos necessários para chegar ao objetivo estabelecido.

Tomada de decisão (Bechara & Van Der Linden, 2005) consiste na habilidade de escolher uma opção levando-se em conta risco/benefício entre várias alternativas em situações que incluam algum grau de incerteza.

Categorização (Malloy-Diniz et al., 2014) consiste em agrupar elementos que compartilham determinada característica em comum.

Fluência (Malloy-Diniz et al., 2014) consiste na habilidade de emitir comportamentos (verbais e ou não verbais em sequência, obedecendo a regras pré-estabelecidas, sejam estas explícitas ou implícitas).

### *E) Escolha das tarefas que avaliam as funções executivas*

O segundo artigo desta tese utilizou seis tarefas para avaliar as funções executivas. A tarefa span de dígitos e a tarefa blocos de corsi foram utilizadas para avaliar memória de trabalho. A tarefa controle de conflito e tarefa Go/no Go foram utilizadas para avaliar controle inibitório, enquanto que as tarefas de antecipação do tempo foram utilizadas para avaliar o processamento temporal. Este grupo de tarefas foi utilizado porque dele fazem parte tarefas que conseguem capturar déficits neuropsicológicos em crianças com transtorno psiquiátrico e porque este grupo de tarefas já foi utilizado previamente para compor um modelo de função executiva derivado por meio de análise fatorial confirmatória e validado nesta mesma amostra. As explicações de cada tarefa encontram-se no anexo

### 1.3. COMORBIDADE E PSICOPATOLOGIA

A maneira como a psicopatologia é medida ou classificada (e.g. dimensional x categórica) pode influenciar sua relação com testes cognitivos (e.g. habilidade motora e funções executivas). Por isso, nesta seção será delineada de forma mais clara como a comorbidade e a forma de separar/classificar transtornos mentais pode dificultar ou facilitar a procura por relações mais específicas entre neurocognição e transtornos mentais e como este problema pode ser abordado.

A comorbidade refere-se à coexistência de duas ou mais condições ou transtornos em um indivíduo (Kessler, Chiu, Demler, Merikangas, & Walters, 2005). Este fenômeno tende a se apresentar muitas vezes como “a regra dos 50%”: metade dos indivíduos que preenchem o critério diagnóstico para um transtorno, também preenchem o critério diagnóstico para um segundo, metade dos indivíduos com dois transtornos preenchem critério para um terceiro, e assim por diante (Newman, Moffitt, Caspi, & Silva, 1998). Essa tênue delimitação fenotípica entre muitos transtornos indica a presença de aspectos comuns entre os diferentes transtornos psiquiátricos o que recentemente tem sido intitulado como “fator p” de psicopatologia (Caspi, Houts, Belsky, Goldman-Mellor, Harrington, Israel, Meier, Ramrakha, Shalev, Poulton, & others, 2014).



De fato, o “fator p” derivado por meio de análise fatorial confirmatória, abarca a variância partilhada pelos diferentes transtornos psiquiátricos e se associa melhor do que fatores específicos de psicopatologia com medidas neurocognitivas, prejuízo e presença de história familiar de transtorno mental. A comorbidade e/ou a presença de aspectos gerais de psicopatologia entre os diagnósticos psiquiátricos categóricos e dimensionais pode ser um dos responsáveis pela dificuldade apresentada por pesquisadores em encontrar fatores de risco específicos de um transtorno, uma vez que, para Caspi e colaboradores, 2014 a associação entre os fatores específicos de psicopatologia e virtualmente todos os fatores de risco ou alterações neurocognitivas se dá por causa do fator p.

Nesta tese, para lidar com este problema serão propostas duas abordagens que são: o uso de grupos diagnósticos sem comorbidade e o uso do modelo bifatorial estruturando dimensões da psicopatologia do desenvolvimento. A primeira abordagem foi utilizada na investigação da relação entre HM e psicopatologia, enquanto a segunda abordagem foi utilizada na investigação da relação entre FE e psicopatologia. Essas abordagens serão melhor explicadas a seguir:

a) uso de grupos diagnósticos sem comorbidade: consiste em utilizar grupos categóricos diagnósticos com indivíduos que não apresentam comorbidade e cujo grupamento seja orientado pelo estudo de como a psicopatologia tende a se estruturar. Assim, uma divisão possível e baseada em estudos independentes genéticos (Kendler, Prescott, Myers, & Neale, 2003; Lahey, Van Hulle, Singh, Waldman, & Rathouz, 2011) e estudos de estrutura da psicopatologia (Krueger, 1999; Martel et al., 2017; Vollebergh et al., 2001; Watson, 2005) consiste em agrupar grupos diagnósticos com indivíduos sem comorbidade em:

- Grupo “angústia” (do inglês *distress*) composto por: transtorno de ansiedade generalizada, depressão maior, transtorno obsessivo compulsivo, tic, transtorno de estresse pós-traumático e transtorno alimentar;
- Grupo “fobias” ou “medo” (do inglês *fear*) composto por: ansiedade de separação, fobia específica, ansiedade social e agorafobia;
- Grupo Transtorno de Déficit de Atenção e Hiperatividade (TDAH): subtipo combinado, desatenção, hiperativo/impulsivo, não especificado de outra forma;

- Grupo de Transtornos de Oposição e Desafio e Transtorno de Conduta (TOD/TC): transtorno de oposição e desafio, transtorno de conduta e outros transtornos disruptivos.

b) uso do modelo bifatorial estruturando dimensões da psicopatologia do desenvolvimento. O modelo bifatorial (figura 1) é derivado por meio de análise fatorial confirmatória. Este modelo especifica a existência de um fator geral responsável pela variância comum entre todos os itens da escala e a existência de fatores específicos que são responsáveis pela variância comum adicional entre grupos de itens da escala, sendo que estes grupos de itens, são subconjuntos do conjunto total de itens da escala (e.g. Reise, 2012). O subconjunto de itens de um fator específico geralmente tem um conteúdo similar entre si. Essa estrutura permite separar aspectos gerais de aspectos específicos da psicopatologia (Reise, 2012).

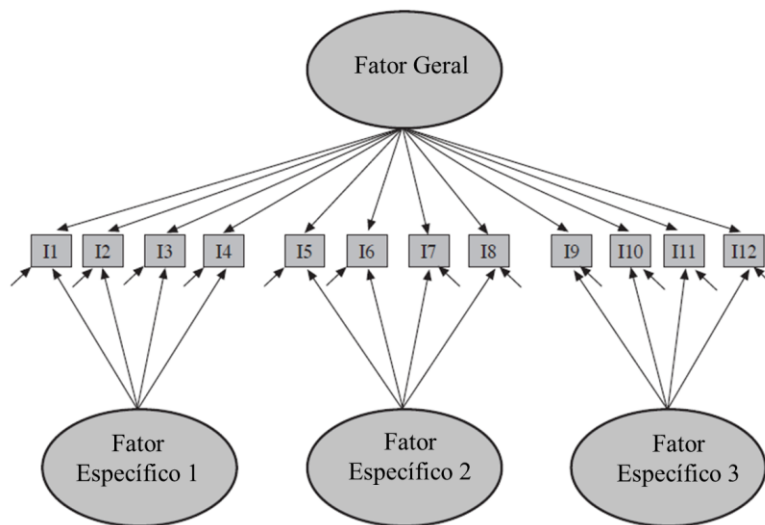


Figura 1- Estrutura do modelo bifatorial. Os quadrados com letra “I” seguida de número correspondem aos itens de uma escala. Baseado na figura de (Rios & Wells, 2014)

#### 1.4. DIMENSÕES DE PSICOPATOLOGIA BASEADAS NO DESENVOLVIMENTO

É possível utilizar o modelo bifatorial com um fator geral de psicopatologia e dois fatores específicos: a dimensão internalizante e a dimensão externalizante. A divisão estrutural da psicopatologia em duas grandes dimensões é um achado amplamente replicado.

(Kendler et al., 2003; Slade & Watson, 2006; Vollebergh et al., 2001). Entretanto, é importante separar de forma fina as dimensões internalizante e externalizante, já que existem diferenças significativas entre estas subdimensões. O modelo de desenvolvimento utilizado neste estudo será delineado na seção a seguir.

Essas diferenças significativas entre tais subdimensões dentro de cada espectro são encontradas de forma especial na psicopatologia do desenvolvimento. No espectro externalizante, já foram relatadas diferenças genéticas e longitudinais entre as dimensões de Transtorno de Oposição de Desafio (*irritable, headstrong e hurtful*), assim como diferenças longitudinais e de resposta ao tratamento para as dimensões de Transtorno de Conduta (presença ou ausência de calosidade emocional). De modo similar, no espectro internalizante já foram demonstradas diferenças entre as dimensões medo e sofrimento com relação aos vieses de atenção relacionado a ameaça (G. A. Salum et al., 2013) assim como diferenças de resposta ao tratamento entre as dimensões de depressão em jovens (McMakin et al., 2012).

Os achados citados sugerem que existem diferenças significativas entre estas dimensões e por isso, para lidar com a comorbidade e separar o geral do específico a segunda abordagem proposta é o uso de um modelo bifatorial com um fator geral e 10 fatores específicos baseados em dimensões da psicopatologia do desenvolvimento. Quatro dimensões deste modelo (irritabilidade, agressão, desobediência, pouca preocupação com os outros) foram baseadas no trabalho de Wakschlag et al., 2005, 2012, 2014, 2010) sobre a importância de uma abordagem baseada no desenvolvimento. O modelo final encontra-se a seguir:

- Fator geral de psicopatologia: representando uma susceptibilidade geral ao desenvolvimento de transtornos mentais.
- Medo (*fear*): tendência a reagir com medo e evitação a estímulos não familiares e a uma ameaça percebida e/ou real (Beesdo, Knappe, & Pine, 2009; Kagan et al., 2007);
- Pensamentos angustiantes (*distressful thoughts*): tendência a reagir com ruminação e preocupação, acompanhada por um senso de falta de controle a situações estressantes incluindo intensidade, frequência e modulação (Barlow, 2004; Clark & Watson, 2006);

- Queixas somáticas (*somatic complaints*): tendência a reagir a situações estressantes por meio de sintomas físicos e aumento do foco nas sensações viscerais/corporais (Beck, 2008);
- Baixo humor (*low mood*): tristeza persistente, culpa e baixa autoestima, envolvendo dificuldades em lidar com emoções negativas (Cole, Luby, & Sullivan, 2008; Forbes, Fox, Cohn, Galles, & Kovacs, 2006; Luby, J & Belden, A, 2006);
- Baixa energia/ motivação (*low energy-motivation*): tendência a apresentar baixa motivação, energia e desejo de se envolver em atividades adequadas à idade que são normalmente reforçadoras (Luby, 2010; Maughan, Collishaw, & Stringaris, 2013; Stringaris et al., 2015; Treadway & Zald, 2011);
- Desatenção/Hiperatividade (*inattention-hyperactivity*): reflete uma tendência a apresentar inatenção, distratibilidade, falta de persistência, desorganização, atividade motora excessiva e impulsividade. (DSM-5, 2013; Ross & Ross, 1976);
- Irritabilidade (*temper loss*): reflete problemas em regular a raiva, envolvendo crises de birra e humor irritado (Vidal-Ribas, Brotman, Valdivieso, Leibenluft, & Stringaris, 2016; Wakschlag et al., 2012, 2010);
- Agressão (*Aggression*): reflete uma tendência a responder agressivamente o que envolve múltiplos gatilhos e alvos. (Wakschlag et al., 2012, 2010);
- Desobediência (*Noncompliance*): reflete uma resistência a seguir regras e normas sociais (Wakschlag et al., 2010);
- Pouca preocupação com os outros (*low concern for others*): reflete falta de empatia que possui paralelos à dimensão de calosidade emocional observada por (Frick & White, 2008) (Wakschlag et al., 2010).

## 1.5. RELAÇÃO ENTRE DESENVOLVIMENTO MOTOR E COGNITIVO E PSICOPATOLOGIA

### 1.5.1. Habilidade motora

A presença de problemas motores ocorre em cerca de 30 a 50% das crianças com TDAH, sendo que esta proporção varia de acordo com o instrumento de avaliação da função motora, a complexidade das tarefas e os pontos de corte utilizados (Goulardins, Marques, & De Oliveira, 2017).

Uma das alterações motoras que podem ocorrer no TDAH é o Transtorno de Desenvolvimento da Coordenação (TDCoo). Segundo o DSM5, este transtorno corresponde a dificuldades na aquisição e execução de tarefas motoras consideravelmente abaixo do esperado para a idade cronológica do sujeito e para os recursos recebidos para o aprendizado motor. Estas dificuldades são significativas e persistentes e causam prejuízo nas atividades da vida diária, na escola e nas atividades de lazer. A comorbidade entre TDAH e TDCoo é alta, sendo que um estudo já descreveu a presença de TDCoo em mais de 50% das crianças com TDAH (Kadesjö & Gillberg, 1999). Apesar desta alta comorbidade, indivíduos com TDAH que não possuem TDCoo também apresentam mais prejuízo na habilidade motora quando comparados com crianças de desenvolvimento típico (Pitcher, Piek, & Barrett, 2002; Schoemaker, Ketelaars, van Zonneveld, Minderaa, & Mulder, 2005). Por isso, nesta tese o TDAH será abordado de forma separada do TDCoo.

Os estudos sobre a relação entre TDAH e habilidade motora exploraram diferentes aspectos deste domínio, tais como, habilidade motora fina, grossa, equilíbrio estático e dinâmico. Uma revisão sobre o tema (Kaiser, Schoemaker, Albaret, & Geuze, 2014) concluiu que a maioria das crianças com TDAH tem um desempenho pior em habilidade motora quando comparados com seus pares de desenvolvimento típico, tanto para habilidade motora fina quanto para a grosseira. Além disso, concluíram que crianças com os subtipos desatento e combinado de TDAH apresentam mais frequentemente prejuízo na habilidade motora do que crianças com subtipo hiperativo.

Em muitos estudos uma bateria padronizada tal como a Movement-Assessment Battery for children-2 (MABC-2) (Henderson, S.E. et al., 2007), a Bruininks-Oseretsky Test of Motor Performance-2 (BOTMP-2) (Bruininks & Bruininks, 2005) e a Test of Gross Motor development (TGMD) (Ullrich, D.A. & Sanford, C.B., 1985) foi utilizada. Em outros estudos um componente motor específico foi avaliado. A maior parte dos estudos encontrou prejuízo nos escores de habilidade motora de crianças com TDAH quando comparados com crianças de desenvolvimento típico.

Enquanto há uma convergência de resultados quanto à presença de prejuízo em aspectos qualitativos do movimento nas crianças com TDAH, com relação ao tempo do movimento os resultados são menos convergentes. Alguns estudos não encontraram diferença entre grupos com ou sem TDAH em tarefas computadorizadas *reaching* (Klimkeit, Mattingley, Sheppard, Lee, & Bradshaw, 2005), *tracking* (Slaats-Willemse, de Sonnevile, Swaab-Barneveld, & Buitelaar, 2005) ou em uma tarefa de pressionar um botão (Meyer & Sagvolden, 2006) enquanto outros estudos encontraram uma velocidade menor no desempenho de indivíduos com TDAH quando comparados com indivíduos de comparação de desenvolvimento típico em uma tarefa de *aiming* (Yan & Thomas, 2002) e em uma tarefa de oposição polegar-dedo (Klotz, Johnson, Wu, Isaacs, & Gilbert, 2012; Steger et al., 2001)

Apesar do estudo de Klimkeit e colaboradores, 2005 não ter encontrado diferença entre TDAH e GC no tempo de execução do movimento, eles reportaram um tempo de reação significativamente menor para o grupo TDAH, sugerindo que a dificuldade para estes sujeitos reside na preparação do movimento e não na sua execução. No estudo de (Meyer & Sagvolden, 2006), não foi encontrada diferença no tempo de execução na tarefa de pressionar um botão, mas foi encontrada diferença entre os escores de habilidade motora dados pelo teste Grooved Pegboard. Estes resultados sugerem que são necessários testes que avaliem movimentos complexos para detectar diferenças no desempenho de indivíduos com TDAH.

A maior parte dos estudos revisados conta com uma amostra pequena, totalmente ou predominantemente masculina o que influencia a validade externa destes achados. Além disso, é pequeno o número de estudos que comparou crianças com TDAH com aquelas de outro diagnóstico psiquiátrico. Dessa forma, é necessário um estudo que compare estes diferentes grupos com uma amostra representativa e com uma tarefa de habilidade motora que seja sensível para detectar diferenças entre os grupos.

Transtorno da Oposição e Desafio recebeu menos atenção do que o TDAH pelos pesquisadores que, no geral, estudaram o TOD como uma comorbidade associada ao TDAH. Crianças com transtornos comportamentais (TDAH e TOD) apresentaram mais prejuízos no desempenho motor grosseiro do que crianças com transtornos emocionais quando testados pela tarefa de desenvolvimento motor grosseiro (Emck, Bosscher, Van Wieringen, Doreleijers, & Beek, 2011). Um resultado similar foi relatado em um estudo (Van Damme, Sabbe, van West, & Simons, 2015) que comparou crianças com transtornos disruptivos com e sem TDAH a um grupo de TDC usando o BOTMP. O grupo de comportamento disruptivo obteve escores significativamente menores do que os controles, mas as associações com TDAH não produziram maiores diferenças no perfil motor das crianças. Além disso, (Van Damme, Fransen, Simons, van West, & Sabbe, 2015) compararam a habilidade motora por meio do teste BOTMP entre um grupo clínico composto por sujeitos com seis diferentes diagnósticos psiquiátricos e um grupo controle. Eles evidenciaram que transtornos disruptivos e o TDAH estavam associados com escores significativamente menores na pontuação motora total, controle manual fino e coordenação corporal. Como o estudo permitia comorbidade entre diagnósticos e como a amostra do estudo era composta somente por sujeitos masculinos, tanto a validade interna quanto a externa são questionáveis.

Existe uma importante relação entre problemas motores e transtornos internalizantes em especial a ansiedade (Cairney, Veldhuizen, & Szatmari, 2010). A relação causal para a associação entre estes dois transtornos não está bem estabelecida. Uma das hipóteses propostas para explicar esta relação – Estresse ambiental – propõe que os problemas de coordenação agem como um estressor primário levando a consequências psicossociais negativas que geram percepções negativas a respeito do self e da própria competência, que por sua vez, aumentam os sintomas de depressão e ansiedade (Piek, Baynam, & Barrett, 2006). As consequências psicossociais que crianças com problemas motores costumam relatar são mais sentimentos de isolamento (Poulsen, Ziviani, Cuskelly, & Smith, 2007) e mais vitimização por *bullying* (Piek, Barrett, Allen, Jones, & Louise, 2005).

O valor preditivo de problemas motores pode ser visto no estudo longitudinal de Sigurdsson, Van Os, & Fombonne, 2002, segundo o qual garotos de 7 e 11 anos de idade avaliados como “desajeitado”, “mal coordenado” ou “com problemas de coordenação

manual” por seu professores de educação física tinham mais de três vezes a chance de serem avaliados como “ansioso” aos 11-16 anos por suas mães. O estudo transversal de Hill et al., 2016 também evidenciou que escore no teste *Clinical-Kinematic Assessment Tool* que avalia habilidade motora fina era responsável por 15% da variância do escore total do questionário *Strength and Difficulties Questionnaire (SDQ)* e também estava associado tanto a comportamentos internalizantes quanto externalizantes.

Outro enfoque dado a este tema avalia a presença de problemas motores em crianças com diagnósticos psiquiátricos do espectro internalizante. O estudo de Emck, Bosscher, Beek, & Doreleijers, 2009 avaliou habilidade motora grosseira por meio do *Test of Gross Motor Development* em três grupos clínicos: transtornos comportamentais, globais do desenvolvimento e emocionais. Os dois primeiros grupos tiveram uma média significativamente menor no teste utilizado quando comparados com o último grupo. Entretanto, o grupo de transtornos emocionais teve uma média no escore de habilidade motora grosseira menor do que os escores normativos da população.

Há ainda relato de prejuízo na média do escore de habilidade motora em crianças com transtorno de ansiedade na avaliação pelo *Movement Assessment Battery for Children (M-ABC)* quando comparadas com um grupo controle (Ekornås, Lundervold, Tjus, & Heimann, 2010; Kristensen & Torgersen, 2008; Skirbekk, Hansen, Oerbeck, Wentzel-Larsen, & Kristensen, 2012). Entretanto, estes estudos também apresentavam amostras pequenas reduzindo sua validade externa.

Além do estudo de (Emck et al., 2009) que avaliou crianças com transtornos emocionais, somente um estudo avaliou a habilidade motora em crianças com diagnóstico de depressão Van Damme, Fransen, et al., 2015. Neste estudo, um grupo clínico de indivíduos do sexo masculino de 12-18 anos de idade (n=156) composto por seis diferentes tipos de diagnósticos psiquiátricos incluindo depressão foi comparado a um grupo controle (n=89). Uma regressão de análise stepwise foi realizada para avaliar o quanto um determinado diagnóstico contribuía para a variação nos escores de habilidade motora, mas nesta regressão o diagnóstico de depressão não predisse variação nos escores motores. O fato da amostra do estudo ser totalmente masculina também influencia a validade externa deste estudo. Segundo a revisão de (Damme, Simons, Sabbe, & van West, 2015), a escassez de estudos sobre a



habilidade motora em crianças e jovens com depressão impede que se chegue a uma conclusão sobre este tema, tornando imperativa a realização de mais estudos.

Outros diagnósticos psiquiátricos que também receberam pouca atenção nesta área foram o Transtorno Obsessivo Compulsivo (TOC) e Transtornos Alimentares (TA). Além do número de estudos ser pequeno, a amostra avaliada também tende a ser pequena. Em uma amostra de 24 sujeitos com TOC com menos de 16 anos de idade seguidos por cerca de 7anos, a presença de prejuízo na tarefa motora Purdue pegboard e nos blocos WISC-III foi associada a persistência de sintomas de TOC na vida adulta (Bloch et al., 2011). Outros estudos também encontraram prejuízos na habilidade motora no TOC e em transtornos alimentares.

### **1.5.2. Funções Executivas**

Há evidência de que múltiplas formas de psicopatologia estão associadas a prejuízo em múltiplas medidas das funções executivas (Snyder et al., 2015). Como consequência, este prejuízo tem sido visto como um fator transdiagnóstico associado com aspectos gerais da psicopatologia, o que é sintetizado pela evidência de que o fator de psicopatologia geral ou comum que captura a susceptibilidade para todas as síndromes psiquiátricas estar associado a alterações nas funções executivas tanto em crianças quanto em adultos (Caspi et al., 2014; Martel, et al., 2017; Shanmugan et al., 2016).

#### *A) Estudos que não separam aspectos gerais de aspectos específicos de psicopatologia*

A maior parte dos estudos que avalia a associação entre prejuízo na FE e psicopatologia utilizou abordagens categóricas aos transtornos psiquiátricos e os avaliou com medidas específicas de FE.

No que concerne aos transtornos do espectro internalizante, uma meta-análise (Moran, 2016) investigando a associação entre ansiedade e memória de trabalho encontrou uma relação moderada entre as medidas dos dois constructos ( $g=-0.334$ ). Esta revisão incluiu 177 estudos, incluindo aqueles com amostras de pacientes com transtornos de ansiedade diagnosticados e também de população não-clínica avaliada por questionários versando sobre ansiedade. Da amostra total de 22061 pacientes, 2072 participantes tinham menos de 18 anos de idade. Os principais achados foram: a ansiedade pode influenciar o desempenho nas tarefas de memória de trabalho e esse efeito ocorre mais em medidas avaliando processos atencionais gerais em vez de algum subcomponente específico da memória de trabalho.

A evidência entre associação entre depressão na população pediátrica e alterações nas funções executivas foi sumarizada por uma revisão sistemática (Vilgis, Silk, & Vance, 2015). A partir da revisão de trinta e três artigos, os autores concluíram que apesar de alguns estudos terem encontrado algum déficit nas funções executivas no grupo clínico estudado, a maioria dos estudos não encontrou prejuízo no controle inibitório, flexibilidade cognitiva, atenção seletiva, memória de trabalho verbal e fluência verbal em crianças com depressão.

Em oposição à maioria dos achados nulos de déficits das FE na depressão (população pediátrica), boa parte dos estudos no Transtorno de Déficit de Atenção e Hiperatividade indicam prejuízos em tarefas de flexibilidade cognitiva, controle inibitório, memória de trabalho visuoespacial e de manipulação na memória de trabalho verbal com tamanho de efeito de pequeno a médio (Snyder et al., 2015). Apesar de teorias iniciais terem proposto uma deficiência no controle inibitório como um aspecto central do TDAH (Barkley, 1997), somente o aspecto motor do controle inibitório tem maior replicação na literatura (Nigg, 2001). Uma meta-análise (Martinussen, Hayden, Hogg-Johnson, & Tannock, 2005) que focou na memória de trabalho encontrou tamanho de efeito mais alto ( $dZ0.85-1.14$ ) quando o componente de manipulação da memória de trabalho foi discriminado do simples armazenamento, indicando que esta alteração da FE apresenta a evidência mais forte no TDAH.

Apesar de alguns autores considerarem o achado de déficits na FE em crianças com comportamento disruptivo inconsistentes (e.g. Johnson, 2015; van Goozen et al., 2004), a maior parte dos estudos indica a presença de prejuízos na memória de trabalho, controle

inibitório e flexibilidade cognitiva nestas crianças (e.g. Dolan & Lennox, 2013; Hobson, Scott, & Rubia, 2011; Muscatello et al., 2014; Närhi, Lehto-Salo, Ahonen, & Marttunen, 2010; Pajer et al., 2008; Turkstra, Fuller, Youngstrom, Green, & Kuegeler, 2004; Urazán-Torres, Puche-Cabrera, Caballero-Forero, & Rey-Anacona, 2013; Xu, Jiang, Du, Li, & Fan, 2017). Com relação a calosidade emocional, um estudo (Wall et al., 2016) que avaliou por meio de análise de classe latente cinco grupos de crianças com diferentes níveis de problemas de conduta e diferentes níveis de calosidade emocional reportou que crianças com mais calosidade emocional apresentavam menos hiperatividade/ impulsividade e menos déficits nas funções executivas.

A limitação da evidência acima é que a avaliação da psicopatologia não foi feita por meio de um modelo capaz de separar aspectos gerais de aspectos específicos da psicopatologia. Isto compromete em parte a conclusão que estes estudos desejam chegar uma vez que prejuízos nas funções executivas encontrados em diferentes diagnósticos podem ocorrer por causa do aspecto geral de psicopatologia no qual cada diagnóstico psiquiátrico está embebido. Dessa forma, é importantíssimo entender como o desempenho nas funções executivas se correlaciona com aspectos gerais e aspectos específicos de psicopatologia utilizando modelos estatísticos que permitam fazer esta separação.

*B) Estudos que separam aspectos gerais de aspectos específicos de psicopatologia*

O estudo de Caspi e colaboradores, 2014 utilizou os dados longitudinais da coorte de Dunedin (N=1000, avaliados aos 18, 21, 26, 32, 38 anos) para construir um modelo bifatorial com um fator geral de psicopatologia, denominado de “fator p” e três fatores específicos: externalizante (transtorno de uso de substâncias e transtorno de conduta), internalizante (depressão maior, transtorno de ansiedade generalizada, medo/fobias) e transtorno do pensamento (transtorno obsessivo compulsivo, mania e esquizofrenia). Eles utilizaram como medidas neurocognitivas na infância, o quociente de inteligência aos 5 anos (Stanford Binet IQ), aos 7-11 anos (Wechsler Intelligence Scale for Children-Revisited IQ) e um fator de baixo auto-controle. Na vida adulta, foram utilizados os testes de memória de trabalho, trail making test B, subteste de controle mental Wechsler Memory Scale-III (WMS-III) e o teste de processamento de informação visual do CANTAB. Foram realizadas correlações entre os

dados dos desempenhos nas tarefas cognitivas citadas e os escores fatoriais do fator p, fator internalizante, externalizante e transtorno do pensamento. Somente o fator p se correlacionou com o desempenho nas tarefas de funções executivas, ou seja, após retirar a contribuição do fator p, os fatores específicos não se correlacionaram com o desempenho neurocognitivo. A única exceção foi o componente de controle mental do WMS-III, que além de se correlacionar com o fator p, mostrou correlação também com a dimensão externalizante.

O estudo de Shanmugan e colaboradores, 2016 a partir de dados transversais da coorte de neurodesenvolvimento da Filadélfia, avaliou jovens (N=1129, idade média = 15.5 anos, desvio padrão= 3.4 anos, meninos= 520) que completaram uma tarefa que avalia a memória de trabalho (fractal n-back) durante o exame de Ressonância Magnética Funcional de crânio. Eles utilizaram um modelo bifatorial com um fator de psicopatologia total e quatro dimensões específicas: ansiedade-sofrimento (humor e ansiedade), sintomas comportamentais (transtorno de atenção e hiperatividade e transtorno de conduta), sintomas do espectro psicótico e medo (fobias). Por meio deste modelo, eles encontraram que escores maiores das dimensões psicopatologia total e sintomas comportamentais estavam associados com menor desempenho na memória de trabalho. Com relação a dimensão ansiedade-sofrimento, para maiores escores nesta dimensão, houve uma tendência de melhora no desempenho na memória de trabalho.

Outro estudo com dados transversais da coorte de neurodesenvolvimento da Filadélfia (White et al., 2017) avaliou participantes de 8-21 anos (N=9.498) e organizou os dados clínicos coletados por meio de uma entrevista de triagem em um modelo bifatorial com um fator geral de psicopatologia e quatro fatores específicos: ansiedade-sofrimento, medo, externalizante e psicose. A função executiva “geral” foi o resultado da média dos z-scores dos quatro fatores específicos: vigilância atencional, inibição de resposta, flexibilidade conceitual e memória de trabalho. Escores menores de função executiva geral foram associados com mais sintomas nos fatores: geral de psicopatologia, ansiedade-sofrimento e psicose. A função executiva geral não foi associada à dimensão externalizante. Ansiedade-sofrimento e psicose foram as únicas dimensões com associações significativas com todos os subcomponentes da FE. A maior parte das associações entre dimensões de psicopatologia e dimensões de FE foram negativas. Entretanto, escores maiores em vigilância atencional e

memória de trabalho se associaram a maior morbidade na dimensão medo. Além disso, escores maiores em flexibilidade conceitual se associaram a mais sintomas nas dimensões psicose e psicopatologia geral.

Dados transversais da Coorte de Alto Risco no Brasil (Salum et al., 2015) também foram empregados para avaliar a relação entre psicopatologia e FE. O estudo de Martel e colaboradores., 2017 usou um modelo bifatorial com um fator geral de psicopatologia, um fator externalizante (transtorno de conduta, transtorno de oposição e desafio, transtorno de déficit de atenção e hiperatividade, transtorno de uso de substâncias e álcool), um fator sofrimento (depressão, transtorno de ansiedade generalizada, transtorno obsessivo compulsivo, mania e sintomas psicóticos) e um fator medo (transtorno do pânico e agorafobia) construídos a partir de diagnósticos psiquiátricos dados pelo *Development and Well-Being Assessment* (DAWBA). A FE foi organizada em um modelo de segunda ordem da seguinte forma: um fator de segunda ordem (função executiva) e três fatores de primeira ordem (memória de trabalho, controle inibitório e processamento temporal). Somente o fator geral de psicopatologia se associou com o desempenho de função executiva global, ou seja, os fatores externalizante, sofrimento e medo não apresentaram associações significativas com a FE.

A compilação destes estudos indica que o fator geral de psicopatologia se associa com prejuízos na função executiva global. Entretanto, diferenças metodológicas podem ser responsáveis por inconsistências entre os estudos no que se refere às subdimensões de psicopatologia.

O estudo de Caspi e colaboradores, 2014 e o de Martel e colaboradores, 2017 reportam que após retirar a contribuição do fator geral de psicopatologia, os fatores específicos não se associam de forma significativa às funções executivas. Entretanto, o estudo de Caspi e colaboradores (Caspi, Houts, Belsky, Goldman-Mellor, Harrington, Israel, Meier, Ramrakha, Shalev, Poulton, & others, 2014) não permite conclusões a respeito do fator global de FE derivado por meio de análise fatorial confirmatória como sugerido por Snyder e colaboradores, 2015, porque este estudo fez uso de tarefas separadas de FE na vida adulta. Na infância, os autores relataram apenas os escores gerais em testes de quociente de inteligência. Além disso, o fator p deste estudo foi construído com dados clínicos a partir dos

18 anos de idade, logo, não foi relatada a associação entre psicopatologia na infância com as medidas de funções executivas nessa faixa etária. O estudo de Caspi e colaboradores, 2014 não separou a dimensão internalizante em subdimensões de medo e sofrimento. Com base nos resultados de Shanmugan e colaboradores, 2016 e de White e colaboradores, 2017, é possível dizer que esta divisão pode ser necessária já que os últimos dois estudos demonstraram que a dimensão sofrimento ou ansiedade-sofrimento e a dimensão medo apresentam associações diferentes com a FE. Entretanto Martel e colaboradores, 2017 não encontraram diferenças no desempenho na FE entre as dimensões de medo e sofrimento.

Existem inconsistências ainda entre os estudos de Shanmugan e colaboradores, 2016 e de White e colaboradores, 2017 uma vez que para o primeiro estudo, a dimensão ansiedade-sofrimento apresentou uma tendência de desempenho melhor na memória de trabalho, enquanto que para o segundo estudo, a dimensão ansiedade-sofrimento se associou com um prejuízo no desempenho na FE. Shanmugan e colaboradores, 2016 não avaliaram as funções executivas com um modelo capaz de separar aspectos gerais de específicos das funções executivas. O estudo de White e colaboradores, 2017 não separou de forma mais específica a dimensão externalizante. É possível que esta subdivisão da dimensão externalizante seja necessária, já que existem achados sugerindo que indivíduos com escore maior em traços psicopáticos podem apresentar um desempenho típico dos controles ou até superior em tarefas relacionadas às funções executivas (Bresin, Finy, Sprague, & Verona, 2014; Mitchell, Colledge, Leonard, & Blair, 2002). Além disso, é necessário investigar como dimensões de psicopatologia do desenvolvimento se associam com as funções executivas, uma vez que este constructo está intimamente relacionado ao desenvolvimento mental.

## 2) JUSTIFICATIVA

Cerca de 6% das crianças apresentam problemas importantes na habilidade motora que, em muitos casos, permanecem até a vida adulta (Poole et al., 2016). Estas alterações na função motora estão associadas a maior vitimização e rejeição dos pares, dificuldades de socialização e aumento da prevalência de doenças mentais. Apesar do alto impacto deste tema, existem algumas lacunas no conhecimento da relação entre habilidade motora e doenças mentais. Poucos estudos compararam a habilidade motora entre diferentes grupos diagnósticos; a amostra de muitos destes estudos era pequena ou composta em sua maioria por meninos e muitos estudos permitiam a comorbidade entre TDAH e TOD, o que impede uma avaliação da relação específica entre o último transtorno e habilidade motora.

De forma semelhante à habilidade motora, as Funções Executivas (FE) também são um tema de grande importância, uma vez que diferenças individuais nas FE estão associadas a diferentes desfechos na saúde física e mental. Apesar da FE estar associada a diferentes formas de psicopatologia, ainda há dúvidas se o prejuízo na FE é comum às diferentes formas de psicopatologia ou se guarda relação com aspectos específicos. Para elucidar esta dúvida, é necessário utilizar um modelo bifatorial que consiga separar aspectos gerais de aspectos específicos da psicopatologia o que foi feito somente por alguns estudos. Em adição, nenhum estudo prévio separou tanto o espectro externalizante e o internalizante em subdimensões mais específicas para avaliar diferenças na FE dentro de cada espectro.

Identificar o perfil de habilidade motora fina e de funções executivas dos diferentes transtornos psiquiátricos pode ajudar a elucidar sua patofisiologia e a identificar novos alvos para intervenções terapêuticas.

### 3) OBJETIVOS:

#### 3.1. OBJETIVO GERAL:

- ✓ Estudar a relação entre medidas de psicopatologia e função motora fina e funções executivas em crianças e adolescentes.

#### 3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- ✓ Determinar se a habilidade motora fina é diferente entre 5 grupos de crianças e adolescentes de 6-14 anos, a saber: grupo de comparação de desenvolvimento típico, grupo fobias, grupo distress, grupo ODD/CD e grupo ADHD.
- ✓ Construir um modelo por meio de Análise Fatorial Confirmatória (AFC) de habilidade motora fina com medidas qualitativas e uma medida quantitativa
- ✓ Determinar as associações entre o desempenho nas funções executivas e aspectos comuns e específicos dos transtornos psiquiátricos.
- ✓ Determinar se as associações entre dimensões da psicopatologia e as funções executivas são estatisticamente significativas somente para a dimensão geral das funções executivas ou se são estatisticamente significativas também para as dimensões específicas das funções executivas.



#### **4) ASPECTOS LEGAIS E ÉTICOS**

Os estudos desta tese foram desenvolvidos respeitando os padrões éticos da declaração de Helsinki de 1964, de suas emendas subsequentes e da resolução 196/96 do Conselho Nacional de Saúde, que exige anuência por escrito dos participantes, mediante explicação completa e detalhada dos objetivos, possíveis riscos e benefícios que podem ocorrer em decorrência da pesquisa. Termo de consentimento foi assinado pelos pais/responsáveis de todos os participantes menores de idade. Os procedimentos envolvendo seres humanos realizados nesta tese foram aprovados pelo Comitê de ética da Universidade de São Paulo.

## 5) ARTIGOS


### 5.1. ARTIGO 1

#### 5.1.1. Carta de publicação do artigo

## Congratulations

Dear Lorena Sena Teixeira Mendes,

We are pleased to inform you that your article has just been published:

<b>Title</b> Fine motor ability and psychiatric disorders in youth	
<b>Journal</b> European Child & Adolescent Psychiatry, (), 1-9	
<b>DOI</b> 10.1007/s00787-017-1091-y	

Your article is available as 'Online First':

<http://link.springer.com/article/10.1007/s00787-017-1091-y>

It is fully accessible to all users at libraries and institutions that have purchased a SpringerLink license. If your article is published under one of our Open Access programs, it will be freely accessible to any user.

#### Citation Information

Your article can be cited by its DOI 10.1007/s00787-017-1091-y in the following form:

*Author, Journal Title, Year, DOI*

We will notify you once your article is assigned to a specific journal issue, completed production and a new, paginated e-Offprint with the final cover of the respective issue will be available to you as a free PDF-download.

After that any additional (printed) offprints or posters you might have ordered will be shipped to you.

Thank you again for publishing with Springer. We look forward to your future contributions!

Best regards,

Heinz Weinheimer

Managing Director Springer Research Group

### 5.1.2. Versão do manuscrito aceita para publicação

Title: Fine motor ability and psychiatric disorders in youth

Authors: Lorena Sena Teixeira Mendes<sup>1</sup>, Gisele Gus Manfro<sup>1,2</sup>, Ary Gadelha<sup>2,3,4</sup>, Pedro Mario Pan<sup>2,3,4</sup>, Rodrigo Affonseca Bressan<sup>2,3,4</sup>, Luis Augusto Rohde<sup>1,2</sup>, Giovanni Abrahão Salum<sup>1,2</sup>.

Affiliations:

<sup>1</sup> Department of psychiatry - Universidade Federal do Rio Grande do Sul – Brazil.

<sup>2</sup> National Institute of Developmental Psychiatry for Children and Adolescents – Brazil.

<sup>3</sup> Department of Psychiatry - Universidade Federal de São Paulo – Brazil.

<sup>4</sup> Laboratório de Neurociências Clínicas, Universidade Federal de São Paulo – Brazil.

Journal: European Child and Adolescent Psychiatry

ABSTRACT:

Background: Impaired fine motor ability has been linked to several domains of psychopathology. However, studies validating the specificity of this association among several categorical psychiatric disorders are still needed. The aim of this study was to assess differences in fine motor ability performance among four non-overlapping groups of psychiatric disorders and a group of Typical Developing Comparisons (TDC).

Methods: Our sample consisted of 2,035 subjects aged 6-14 years-old. Diagnoses of psychiatric disorders were performed with the Development and Well-Being Assessment (DAWBA). Five non-overlapping groups without comorbidity were formed: phobic disorders (n=101), distress disorders (n=82), Attention Deficit Hyperactivity Disorder ADHD (n=133), Oppositional Defiant Disorder/ Conduct Disorder ODD/CD (n=52) and one group of Typical Developing Comparisons (TDC) (n=1,667). Fine motor ability was evaluated by three tasks: sequential finger-thumb opposition, oseretsky, and

pronation/supination tests. Each task was assessed by total time to perform the movement and levels of accuracy, fluency, symmetry, precision, and coordination.

Results: We found that, when compared to TDC, the ADHD group performed more poorly in total fine motor ability (mean difference =  $-0.28$ ;  $p = 0.014$ ), time to complete the task (mean difference =  $0.36$ ;  $p < 0.001$ ), accuracy (mean difference =  $-0.30$ ;  $p = 0.005$ ), fluency (mean difference =  $-0.26$ ;  $p = 0.03$ ), symmetry (mean difference =  $-0.25$ ;  $p = 0.04$ ), precision (mean difference =  $-0.26$ ;  $p = 0.026$ ), and coordination (mean difference =  $-0.25$ ;  $p = 0.042$ ).

The ADHD group also took more time to complete the task than the ODD/CD group (mean difference =  $0.45$ ;  $p = 0.037$ ). No other significant between-group differences were found. Additional analyses showed those differences were statistically significant for all ADHD dimensions.

Conclusion: Our results suggest that children with ADHD present impairments in all aspects of fine motor abilities compared to TDC, a difference not found in other psychiatric disorders.

## INTRODUCTION

Motor Abilities are general traits or aptitudes of an individual that underlie the performance of a variety of movement skills, (Magill, 2011) whereas fine motor abilities encompass the coordination and control of the distal musculature, such as hands and fingers (Bruininks & Bruininks, 2005). These abilities are likely to interact continuously with other functional domains such as psychological, cognitive, linguistic and social aspects to construct a child's development (M. O. Wagner, Bös, Jascenoka, Jekauc, & Petermann, 2012). For this reason, impairment on motor abilities is associated with difficulties in higher-order cognition (Oberer, Gashaj, & Roebbers, 2017), communication skills (Wang et al., 2014), social skills and peer interactions (Cairney et al., 2010; Campbell, Missiuna, & Vaillancourt, 2012). Therefore, investigating which group of psychiatric disorders has impairments of fine motor abilities might reveal clues about the pathophysiology and developmental disruptions associated with mental health problems.

Previous research on Motor ability in Attention Deficit Hyperactivity Disorder (ADHD) subjects has shown divergent results. Regarding total movement time, some studies show no difference between groups with or without ADHD on a reaching task (Klimkeit et al., 2005), on a tracking task (Slaats-Willemse et al., 2005), or on a simple oppositional thumb-digit task (Meyer & Sagvolden, 2006) while other studies report slower speed for the ADHD group when compared to Typical Developing Comparisons (TDC) on an aiming task (Yan & Thomas, 2002) and on a sequential thumb-finger opposition task (Klotz et al., 2012; Steger et al., 2001). Regarding the qualitative aspects of the movement, the ADHD group showed less precise and stable movements on a tracking task (Slaats-Willemse et al., 2005) and on a pursuit task (Rommelse et al., 2007). Moreover, some studies reported lower fine motor ability scores for ADHD children when compared to TDC on the Bruininks-Oseretsky Test of Motor Proficiency (BOTMP) and on a fine motor ability test (Lavasani & Stagnitti, 2011). Nonetheless, other studies did not find differences in the performance between children with ADHD and TDC (Kooistra, Crawford, Dewey, Cantell, & Kaplan, 2005; Licari & Larkin, 2008; Papadopoulos, Rinehart, Bradshaw, & McGinley, 2013).

Oppositional Defiant Disorder (ODD) received less attention than ADHD by researchers who generally studied ODD as an associated comorbidity in the context of

ADHD. Children with behavioral disorders (ADHD and ODD) displayed more impairment of gross motor performance than children with emotional disorders when tested by the Test of Gross Motor Development task (Emck et al., 2011). A similar result was reported by one study (Van Damme, Sabbe, et al., 2015) that compared children with disruptive behavior disorders with and without ADHD to a group of typically developing controls using the BOTMP. The disruptive behavior group obtained significantly lower scores than controls, but the association with ADHD did not produce major differences in the motor profile. Moreover, Van Damme et al (Van Damme, Fransen, et al., 2015) compared the motor ability by BOTMP task between a clinical group comprised of six different psychiatric diagnoses and a control group. They found that disruptive behavior disorders and ADHD significantly predicted lower scores in the Total Motor Composite, Fine Manual Control, and Body Coordination. Since comorbidity was allowed in the groups and the sample was comprised only of male subjects, both internal and external validity are questionable.

There is a paucity of research about motor impairment in distress and phobic disorders. Some degree of motor ability deficit has been shown for emotional disorders, including anxiety disorders and depression (Emck et al., 2011; Skirbekk et al., 2012). Impairment was also found in obsessive compulsive disorder (Bloch et al., 2011; Mergl, Mavrogiorgou, Juckel, Zaudig, & Hegerl, 2005; Purcell, Maruff, Kyrios, & Pantelis, 1998b, 1998a) and eating disorders (Gillberg, Råstam, & Gillberg, 1994). Nonetheless, in one study (Van Damme, Sabbe, et al., 2015) the diagnosis of depression was not a predictor of motor difficulty.

Previous evidence on the association between psychiatric disorders in children and motor ability has some limitations. *First*, previous work generally compared the motor ability of individuals with a psychiatric disorder to typically developing comparisons and a few studies compared motor ability across different psychiatric diagnoses. *Second*, some studies had small sample sizes or samples including only males. *Third*, no study compared groups of disorders with no comorbidity between diagnoses allowed preventing a clearer conclusion about the impact of specific diagnoses on motor ability. *Fourth*, previous studies overlooked the qualitative aspects of movement performance such as fluency, precision, symmetry, and coordination. *Lastly*, the age range of previous studies generally excluded adolescents.

In order to approach the above limitations, we compared fine motor ability among four psychiatric diagnostic groups in youth (phobias, distress, ADHD and ODD/CD) and one group of typically developing comparisons. We chose to evaluate fine motor ability specifically for the following reasons. *First*, most studies about motor ability in emotional disorders have not investigated fine motor ability. *Second*, some authors have suggested that fine motor ability is more impaired than gross motor ability in psychiatric disorders such as ADHD (Whitmont & Clark, 1996). *Lastly*, early fine motor ability significantly predicts school adaptation and social behavior during the transition from preschool to primary school (Bart, Hajami, & Bar-Haim, 2007), and both behaviors are intimately associated with mental health outcomes (Carter et al., 2010). We hypothesized that the ADHD group would present significantly lower scores of fine motor ability when compared to the typically developing comparisons. We also hypothesized that these differences would not be shown in other diagnostic groups.

## METHODS

### Sample

The study sample came from a large school based community study (Salum et al., 2015) that included on its screening phase 6 to 14-year-old children (n=2512) that were recruited in two subgroups - one randomly selected and one high-risk sample. Selection of the high-risk sample involved a risk-prioritization procedure. Detailed information about the selection procedure can be found in Salum et al., (Salum et al., 2015). Data for the current study was drawn from 2035 participants (with data on three motor ability tasks: finger-thumb opposition, oseretsky, and pronation-supination). The ethics committee of the University of São Paulo approved the study, and written consent was obtained from parents of all participants.

### Measures

*Intelligence Quotient* was assessed with the Wechsler Intelligence Scale for Children, 3<sup>rd</sup> edition – WISCIII (Wechsler, 2002) by using the Vocabulary and Block Design subtests with



the Tellegen and Briggs method (Tellegen & Briggs, 1967) and Brazilian norms (Figueiredo, 2001).

*Socioeconomic Status* was evaluated by the ABEP scale- The Brazilian Economic Classification Criterion (Associação Brasileira de Empresas (ABEP), 2010).

*Total Psychopathology* was evaluated by the Children Behavior Checklist CBCL, which is a rating scale reported by parent and/or other caregivers evaluating 4–19-year-old children. It is composed by 120 items covering behavioral or emotional problems that are scored on a three-point scale: 0 = not true, 1 = somewhat or sometimes true, and 2= very true or often. This assessment tool have shown to be valid in several cultures(Ivanova et al., 2010).

*Psychiatric diagnoses* were made using the Development and Well-Being Assessment (DAWBA) (R. Goodman, Ford, Richards, Gatward, & Meltzer, 2000), a structured interview that follows DSM-IV (American Psychiatric Association, 2000) criteria evaluating child mental health symptoms and their impact. A team of nine psychiatrists supervised by a senior child psychiatrist rated data from DAWBA interviews. We selected a group of *Typical Developing Comparisons* (TDC, n=1667) that did not present at the time of assessment any psychiatric diagnosis based on the DSM-IV. From the 1667 participants in the TDC group, 982 subjects came from the high-risk subgroup and 685 came from the randomly selected group. (1) *Phobic disorders* (n=101): separation anxiety (n=38), specific phobia (n=54), social phobia (n=15), agoraphobia (=2); (2) *Distress disorders* (n=82): generalized anxiety (n=26), major depression (n=29), obsessive compulsive (n=4), tic disorders (n=11), post-traumatic stress disorder (n=9) eating disorders (n=3); and (3) *ADHD* (n=133) – combined (n=35), inattentive (n=54), hyperactive/impulsive (n=23), not-otherwise specified (n=21); and (4) *ODD/CD* (n=52) – ODD (n=39), CD (n=12) and other disruptive disorders (n=1). These groups were selected based on a previous study in this sample studying the hierarchical structure of mental disorders, which provides support for separating internalizing disorders into phobic and distress groups (Martel et al., 2017). The externalizing group was separated in ADHD and ODD/CD to investigate the divergent results in the literature of fine motor abilities.

*Fine motor ability* was assessed by trained psychologists with three tasks that evaluate motor ability by asking participants to imitate three hand motions performed by the examiner. The instructions for the motor tasks were equal to children and adolescents. *First*, the examiner shows the participant how to perform the movement with four demonstration cycles. *Second*, the examiner asks the participant to perform as quickly as possible a cycle of the movement. Finally, the participant is asked to perform four task cycles of the movement. The examiner tells the participant the task will start and then he/she measures the time taken by the participant to complete the task. The three hand motions are:

- 1) Finger-Thumb opposition: the participant is instructed to touch the tip of his\her fingers with the tip of his\her thumb, from the index finger to the little finger, returning to the index finger for a total of 4 repetitions with both hands simultaneously.
- 2) Oseretsky: the participant is instructed to place one hand palm up and the other hand in the shape of a fist. Then the participant has to alternate the position of his\her hands in a smooth and steady motion for a total of 4 repetitions with both hands simultaneously.
- 3) Pronation/ supination: the participant is instructed to first place one hand palm up and the other hand palm down. Then the participant has to alternate the position of his\her hands in a smooth and steady motion for a total of 4 repetitions with both hands simultaneously.

Participants were evaluated for each of the three tasks with one quantitative measure - total *time* to complete the movement (in seconds) - and with five qualitative measures: *accuracy* (evaluated on a Likert scale from 0 to 2, where: 0= participant commits errors while performing the movement; 1= participant requires the examiner reinforcement to complete the task, and 2= participant commits no errors while performing the movement), *fluency*, *precision*, *symmetry* and *coordination* (evaluated on a dichotomous scale, where: 0= abnormal and 1= normal). The psychologists were blind to the psychiatric diagnoses received by the participants.

### *Statistical Analysis*

## Fine Motor Ability Factor Scores

We combined the scores participants achieved on time, accuracy, fluency, precision, and symmetry in each of the three tasks to model the latent variables by using Confirmatory Factor Analysis (CFA). The latent structures formed were: (1) A second-order model that encompassed a second-order factor of fine motor ability (MOT-HO) responsible for the variance of the six first-order factors (time, accuracy, fluency, precision, symmetry, and coordination) (supplemental table S1); and (2) A 6-factor correlated model for each task with the factors described above (supplemental table S2). Residuals from indicators pertaining to the same task were allowed to correlate to account for task effects in each domain. Linear and quadratic age trends were regressed out from motor ability scores using linear mixed effects models by saving normalized residuals (supplemental table S3 and supplemental figure S1).

## Group analysis

*First*, we investigated between group differences with seven models of Analysis of Variance (ANOVA) by using the non-overlapping diagnostic group as the independent variable and the seven outcomes (second-order fine motor ability factor, time, accuracy, fluency, precision, symmetry, and coordination) as the dependent variables. Since seven tests were performed, p-values were corrected for seven comparisons using False Discovery Rate (Benjamin Hochberg method) (pFDR). *Second*, if significant results were detected for the second-order factor and for each lower order domain, posthoc tests in each ANOVA were adjusted using Tuckey Honest Significant Difference test (pHSD). All analyses were performed in R software program, version 3.2.3 (R core Team, 2014) using packages lavaan (Rosseel, 2011) and nlme (Pinheiro, Bates, DebRoy, & Sarkar, 2017).

## RESULTS

Group differences in demographics and other variables are depicted in Table 1. Groups did not differ significantly in age ( $F(4, 2030)=2.35, p=0.052$ ), IQ ( $F(4,2029)=1.714, p=0.144$ ) or socioeconomic status ( $F(4, 2030)= 1.986, p= 0.094$ ).

## Group analysis

First, the seven models of ANOVA indicated the existence of between group differences in terms of their scores on all motor ability dimensions as showed in Table 2. The performance of the different groups in the second-order motor ability dimension is illustrated in figure 1. Posthoc tests revealed the ADHD group had worse performance when compared to the TDC group on all dimensions: second-order motor ability factor, time, accuracy, fluency, precision, symmetry, and coordination. The ADHD group also performed worse on the time dimension when compared to the ODD/CD group. All the other between group differences were not statistically significant.

Models selecting subjects from the TDC group who have come from the random sample also revealed that the ADHD group presented worse performance if compared to the TDC group (TDC-ADHD) on the second-order motor ability (*mean difference*= 0.30,  $p_{HSD}=0.02$ ); time (*mean difference*= -0.36,  $p_{HSD}=0.006$ ); accuracy (*mean difference*= 0.32,  $p_{HSD} = 0.01$ ); fluency (*mean difference*= 0.28,  $p_{HSD} = 0.04$ ); precision (*mean difference*= 0.28,  $p_{HSD} = 0.03$ ); symmetry (*mean difference*= 0.28,  $p_{HSD} = 0.03$ ); and coordination (*mean difference*= 0.26,  $p_{HSD} =0.07$ ). All other between group differences were not statistically significant. Models adjusting for IQ and sex revealed similar results (data not shown; available upon request). Models adjusting for total number of symptoms as measured by the CBCL revealed that the ADHD group still presented worse performance if compared to TDC on time (*mean difference*= 0.24,  $p= 0.006$ ) and accuracy (*mean difference*= -0.16,  $p=0.038$ ) with trend level results for the other domains.

## Additional Analysis

Since the ADHD group demonstrated worse performance when compared to the TDC, we decided to perform an additional analysis with subjects with ADHD (n=133) to test which ADHD dimension (inattention, hyperactivity, and impulsivity) would show a stronger correlation with motor ability. We performed Pearson correlations between validated scores on inattention, hyperactivity, and impulsivity (F. Wagner et al., 2016) of the ADHD subjects and their latent scores of motor ability. As shown in table 3, better performance on motor

ability scores was associated with negative and statistically significant correlations with all ADHD dimensions.

## DISCUSSION

Our data demonstrated that fine motor ability is able to differentiate participants with ADHD from TDC. The non-overlapping ADHD group had worse performance when compared to the TDC on all dimensions and worse performance on time dimension when compared to ODD/CD. Also, our additional analysis showed that more symptoms in any ADHD dimension were associated with worse performance in fine motor ability.

The ADHD group completed the task significantly slower than the TDC group, which is consistent with the findings of other authors (Klotz et al., 2012; Steger et al., 2001; Yan & Thomas, 2002). As previously mentioned, some studies did not report any difference in movement time between ADHD group and TDC group; however, those studies generally used tasks that may not be sufficiently complex; similar to a tracking, reaching or pursuit task (Klimkeit et al., 2005; Slaats-Willems et al., 2005). According to this idea, Yan and Thomas (Yan & Thomas, 2002) evidenced that the ADHD group was slower than the TDC when the movement required more complex motor coordination. Therefore, it is possible that the task we used displayed the adequate level of complexity to detect time differences between ADHD group and TDC group. Our results of impaired fine motor ability on ADHD are convergent with the findings of some authors (Lavasani & Stagnitti, 2011; Tseng, Henderson, Chow, & Yao, 2004; Whitmont & Clark, 1996), but divergent with the findings of others (Kooistra et al., 2005; Licari & Larkin, 2008; Papadopoulos et al., 2013). These studies evaluated the gross motor function and presented small sample sizes what may explain the difference found in our work. In addition, our work advances previous literature by examining the qualitative aspects of movement performance.

Another advance of the present work is the comparison of motor ability among different clinical groups. There is a paucity of studies on the association between ODD/CD and motor ability. We did not find a statistical difference between ODD/CD and ADHD in domains other than time. It is possible that the time domain is more sensitive to detect between group differences than the qualitative evaluations. It is also possible that speed is

the main characteristic of motor ability that differentiates ADHD and ODD/CD, as found in other studies (Salum et al., 2014). This result also indicates the importance of separating the two groups in different categories when examining fine motor ability. We did not find a difference between the ODD/CD group and the TDC, as opposed to other studies (Damme et al., 2015; Van Damme, Sabbe, et al., 2015). This divergence may be explained by the use of tasks evaluating gross motor function in these studies and also because they allowed comorbidity between ADHD and disruptive behavior disorders. Moreover, our findings highlight the importance of using tasks evaluating specifically fine motor ability and the importance of studying groups without comorbidity when looking for between-group differences in fine motor ability.

Apart from the differences between ADHD and ODD/CD group, our results did not show differences between ADHD and other clinical groups including phobic disorders and distress disorders. The subthreshold ADHD symptoms in those groups may prevent showing more subtle differences when the sample size is limited. Also, no difference between TDC, phobia, and distress groups was found. In agreement with these results, Van Damme et al (Van Damme, Fransen, et al., 2015) did not find that a depression diagnosis predicted more motor impairment.

Our work has some limitations. *First*, since distress and phobic categories encompass a very heterogeneous group of disorders, our classification of diagnostic groups may have decreased the power to detect some differences. Nevertheless, these groups were created based on extensive research on hierarchical structure of psychopathology and were previously validated (Martel et al., 2017). *Second*, we restricted our assessment to fine motor ability. However, tasks used in this study can be easily employed in a routine clinical evaluation. *Third*, between-group differences in the total number of symptoms (as assessed by the Child Behavior Checklist) could also explain some of the study results. However, we performed analysis adjusting for the total number of symptoms, and results on time and accuracy remained statistically significant (p-values <0.05) and showed trend-level results for qualitative domains (p-values 0.08 – 0.14).

Our work has also important strengths. We used a large community sample, including boys and girls, non-overlapping clinical groups with a wider age range compared to other studies.

The finding that ADHD group had worse performance on quantitative and qualitative aspects of fine motor ability has important implications since motor impairment is associated with negative psychosocial (Cairney et al., 2010; Campbell et al., 2012) and psychiatric outcomes (Poole et al., 2016). It is worth noting that the use of stimulants can improve some quantitative aspects of motor symptoms in ADHD children (Kaiser et al., 2014); and therefore, our work highlights the importance of assessing another aspect of ADHD phenomenology that can be potentially treated. Nevertheless, benefits for such practice need to be assessed in specific clinical trials.

**Acknowledgments:** This study was supported with grants from the National Institute of Developmental Psychiatry for Children and Adolescent (INPD) (Grants: CNPq 465550/2014-2 and FAPESP 2014/50917-0) and Foundation for Research Support of the State of Rio Grande do Sul (FAPERGS).

**Conflict of interest:**

L.S.T Mendes received a scholarship from Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior CAPES- Brazil.

P. Pan received a scholarship from CNPq (National Council for Technological and Scientific Development, Brazil).

A. Gadelha received continuous medical education support from Astra Zeneca, Eli-Lilly and Janssen-Cilag.

R. Bressan has received research grants from FAPESP (São Paulo Research Foundation), CNPq (National Council for Technological and Scientific Development, Brazil), AstraZeneca, Eli Lilly, Janssen, Lundbeck, and Roche and has served on advisory boards or as a speaker for Ache, AstraZeneca, Eli Lilly, Janssen, Lundbeck, and Roche.

L. A. Rohde was on the speakers' bureau/ advisory board and/or acted as consultant for Eli-Lilly, JanssenCilag, Novartis and Shire in the past 3 years. The ADHD and Juvenile Bipolar Disorder Outpatient Programs chaired by L.A. Rohde received unrestricted educational and

research support from the following pharmaceutical companies in the past 3 years: Eli-Lilly, Janssen-Cilag, Novartis and Shire. He receives authorship royalties from Oxford Press and ArtMed. He has also received travel awards for taking part in the 2014 APA meeting from Shire.

The other authors declare no conflict of interest.

**Ethical standards:** The authors declare all ethical standards procedures were observed and the study was approved by the ethics committee of the University of São Paulo.

## REFERENCES

1. Magill RA (2011) *Motor learning and control: concepts and applications*. New York: McGraw-Hill.
2. Bruininks RH, Bruininks BD (2005). *Bruininks-Oseretsky Test of Motor Proficiency*. 2<sup>a</sup>. Minneapolis, MN: NCS: Pearson.
3. Wagner MO, Bös K, Jascenoka J, Jekauc D, Petermann F (2012). Peer problems mediate the relationship between developmental coordination disorder and behavioral problems in school-aged children. *Res Dev Disabil*;33(6):2072–2079. doi:10.1016/j.ridd.2012.05.012
4. Oberer N, Gashaj V, Roebbers CM (2017). Motor skills in kindergarten: Internal structure, cognitive correlates and relationships to background variables. *Hum Mov Sci*. Apr;52:170–80. doi:10.1016/j.humov.2017.02.002.
5. Wang MV, Lekhal R, Aarø LE, Schjølberg S (2014). Co-occurring development of early childhood communication and motor skills: results from a population-based longitudinal study. *Child Care Health Dev*;40(1):77–84. doi:10.1111/cch.12003.
6. Cairney J, Veldhuizen S, Szatmari P (2010). Motor coordination and emotional-behavioral problems in children. *Curr Opin Psychiatry*;23(4):324–9. doi:10.1097/YCO.0b013e32833aa0aa.
7. Campbell WN, Missiuna C, Vaillancourt T (2012). Peer victimization and depression in children with and without motor coordination difficulties. *Psychol Sch*;49(4):328–41. doi:10.1002/pits.21600.
8. Klimkeit EI, Mattingley JB, Sheppard DM, Lee P, Bradshaw JL (2005). Motor preparation, motor execution, attention, and executive functions in attention deficit/hyperactivity disorder (ADHD). *Child Neuropsychol J Norm Abnorm Dev Child Adolesc*;11(2):153–73. doi:10.1080/092970490911298.
9. Slaats-Willems D, de Sonneville L, Swaab-Barneveld H, Buitelaar J (2005). Motor flexibility problems as a marker for genetic susceptibility to attention-deficit/hyperactivity disorder. *Biol Psychiatry*;58(3):233–8. doi:10.1016/j.biopsych.2005.03.046.



10. Meyer A, Sagvolden T (2006). Fine motor skills in South African children with symptoms of ADHD: influence of subtype, gender, age, and hand dominance. *Behav Brain Funct*;2(1):33. doi:10.1186/1744-9081-2-33.
11. Yan JH, Thomas JR (2002). Arm movement control: differences between children with and without attention deficit hyperactivity disorder. *Res Q Exerc Sport*;73(1):10–8. doi:10.1080/02701367.2002.10608987.
12. Klotz JM, Johnson MD, Wu SW, Isaacs KM, Gilbert DL (2012). Relationship between reaction time variability and motor skill development in ADHD (2012). *Child Neuropsychol*;18(6):576–85. doi:10.1080/09297049.2011.625356.
13. Steger J, Imhof K, Coutts E, Gundelfinger R, Steinhausen HC, Brandeis D (2001). Attentional and neuromotor deficits in ADHD. *Dev Med Child Neurol*;43(3):172–9. PMID: 11263687
14. Rommelse NNJ, Altink ME, Oosterlaan J, Buschgens CJM, Buitelaar J, De Sonneville LMJ, et al (2007). Motor control in children with ADHD and non-affected siblings: deficits most pronounced using the left hand. *J Child Psychol Psychiatry*;48(11):1071–9. doi:10.1111/j.1469-7610.2007.01781.x.
15. Lavasani NM, Stagnitti K (2011). A study on fine motor skills of Iranian children with attention deficit/hyper activity disorder aged from 6 to 11 years. *Occup Ther Int*;18(2):106–14. doi:10.1002/oti.306.
16. Kooistra L, Crawford S, Dewey D, Cantell M, Kaplan BJ (2005). Motor correlates of ADHD: contribution of reading disability and oppositional defiant disorder. *J Learn Disabil*;38(3):195–206. doi:10.1177/00222194050380030201.
17. Licari M, Larkin D (2008). Increased associated movements: influence of attention deficits and movement difficulties. *Hum Mov Sci*;27(2):310–24. doi:10.1016/j.humov.2008.02.013.
18. Papadopoulos N, Rinehart N, Bradshaw JL, McGinley JL (2013). Brief report: children with ADHD without co-morbid autism do not have impaired motor proficiency on the movement assessment battery for children. *J Autism Dev Disord*;43(6):1477–82. doi:10.1007/s10803-012-1687-5.
19. Emck C, Bosscher RJ, Van Wieringen PCW, Doreleijers T, Beek PJ (2011). Gross motor performance and physical fitness in children with psychiatric disorders. *Dev Med Child Neurol*;53(2):150–5. doi:10.1111/j.1469-8749.2010.03806.x.
20. Van Damme T, Sabbe B, van West D, Simons J (2015). Motor abilities of adolescents with a disruptive behavior disorder: The role of comorbidity with ADHD. *Res Dev Disabil*;40:1–10. doi:10.1016/j.ridd.2015.01.004.
21. Van Damme T, Franssen E, Simons J, van West D, Sabbe B (2015). Motor impairment among different psychiatric disorders: Can patterns be identified? *Hum Mov Sci*;44:317–26. doi:10.1016/j.humov.2015.10.006.
22. Skirbekk B, Hansen BH, Oerbeck B, Wentzel-Larsen T, Kristensen H (2012). Motor impairment in children with anxiety disorders. *Psychiatry Res*;30;198(1):135–9. doi:10.1016/j.psychres.2011.12.008.
23. Bloch MH, Sukhodolsky DG, Dombrowski PA, Panza KE, Craiglow BG, Landeros-Weisenberger A, et al (2011). Poor fine-motor and visuospatial skills predict persistence of pediatric-onset obsessive-compulsive disorder into adulthood. *J Child Psychol Psychiatry*;52(9):974–83. doi:10.1111/j.1469-7610.2010.02366.x.

24. Mergl R, Mavrogiorgou P, Juckel G, Zaudig M, Hegerl U (2005). Can a subgroup of OCD patients with motor abnormalities and poor therapeutic response be identified? *Psychopharmacology (Berl)*;179(4):826–37. doi:10.1007/s00213-004-2115-0.
25. Purcell R, Maruff P, Kyrios M, Pantelis C (1998). Neuropsychological deficits in obsessive-compulsive disorder: a comparison with unipolar depression, panic disorder, and normal controls. *Arch Gen Psychiatry*;55(5):415–23. PMID: 9596044.
26. Purcell R, Maruff P, Kyrios M, Pantelis C (1998). Cognitive deficits in obsessive-compulsive disorder on tests of frontal-striatal function. *Biol Psychiatry*;43(5):348–57. PMID: 9513750.
27. Gillberg C, Råstam M, Gillberg IC (1994). Anorexia nervosa: physical health and neurodevelopment at 16 and 21 years. *Dev Med Child Neurol*;36(7):567–75. PMID: 8034118.
28. Whitmont S, Clark C (1996). Kinaesthetic acuity and fine motor skills in children with attention deficit hyperactivity disorder: a preliminary report. *Dev Med Child Neurol*;38(12):1091–8. PMID: 8973294.
29. Bart O, Hajami D, Bar-Haim Y (2007). Predicting school adjustment from motor abilities in kindergarten. *Infant Child Dev*;16(6):597–615. doi:10.1002/icd.514.
30. Carter AS, Wagmiller RJ, Gray SAO, McCarthy KJ, Horwitz SM, Briggs-Gowan MJ (2010). Prevalence of DSM-IV disorder in a representative, healthy birth cohort at school entry: sociodemographic risks and social adaptation. *J Am Acad Child Adolesc Psychiatry*;49(7):686–98. doi:10.1016/j.jaac.2010.03.018.
31. Salum GA, Gadelha A, Pan PM, Moriyama TS, Graeff-Martins AS, Tamanaha AC, et al (2015). High risk cohort study for psychiatric disorders in childhood: rationale, design, methods and preliminary results. *Int J Methods Psychiatr Res*;24(1):58–73. doi:10.1002/mpr.1459.
32. Wechsler D (2002). WISC-III: escala de inteligência de Wechsler para crianças III.
33. Tellegen A, Briggs PF (1967). Old wine in new skins: grouping Wechsler subtests into new scales. *J Consult Psychol*;31(5):499–506. PMID: 6075979.
34. Figueiredo VLM (2001). Uma adaptação brasileira do teste de inteligência WISC-III. Brasília, DF: Universidade de Brasília.
35. Associação Brasileira de Empresas (ABEP) (2010). Critério de Classificação Econômica Brasil. [Internet]. Available from: [www.abep.org](http://www.abep.org)
36. Ivanova MY, Achenbach TM, Rescorla LA, Harder VS, Ang RP, Bilenberg N, et al (2010). Preschool psychopathology reported by parents in 23 societies: testing the seven-syndrome model of the child behavior checklist for ages 1.5-5. *J Am Acad Child Adolesc Psychiatry*;49(12):1215–24. doi:10.1016/j.jaac.2010.08.019.
37. Goodman R, Ford T, Richards H, Gatward R, Meltzer H (2000). The Development and Well-Being Assessment: description and initial validation of an integrated assessment of child and adolescent psychopathology. *J Child Psychol Psychiatry*;41(5):645–55. PMID: 10946756.
38. American Psychiatric Association (2000). Diagnostic criteria from dsm-iv-tr. American Psychiatric Pub.
39. Martel MM, Pan PM, Hoffmann MS, Gadelha A, do Rosário MC, Mari JJ, et al (2017). A general psychopathology factor (P factor) in children: Structural model analysis and external validation through familial risk and child global executive function. *J Abnorm Psychol*;126(1):137–48. doi:10.1037/abn0000205.

40. R core Team. R (2014): A language and environment for statistical computing. 3-36 p. (1; vol. 73).
41. Rosseel Y (2011). lavaan: an R package for structural equation modeling and more Version 0.4-9 (BETA) [Internet]. Ghent University. Available from: [http://byrneslab.net/classes/lavaan\\_materials/lavaanIntroduction4-9.pdf](http://byrneslab.net/classes/lavaan_materials/lavaanIntroduction4-9.pdf)
42. Pinheiro J, Bates D, DebRoy S, Sarkar D (2017). nlme: linear and nonlinear mixed effects models. [Internet]. R package version 3.1-117. Available from: <https://CRAN.R-project.org/package=nlme>
43. Wagner F, Martel MM, Cogo-Moreira H, Maia CRM, Pan PM, Rohde LA, et al (2016). Attention-deficit/hyperactivity disorder dimensionality: the reliable “g” and the elusive “s” dimensions. *Eur Child Adolesc Psychiatry*;25(1):83–90. doi:10.1007/s00787-015-0709-1.
44. Tseng MH, Henderson A, Chow SMK, Yao G (2004). Relationship between motor proficiency, attention, impulse, and activity in children with ADHD. *Dev Med Child Neurol*;46(6):381–8. PMID: 15174529
45. Salum GA, Sergeant J, Sonuga-Barke E, Vandekerckhove J, Gadelha A, Pan PM, et al (2014). Specificity of basic information processing and inhibitory control in attention deficit hyperactivity disorder. *Psychol Med*;44(3):617–31. doi:10.1017/S0033291713000639.
46. Damme TV, Simons J, Sabbe B, van West D (2015). Motor abilities of children and adolescents with a psychiatric condition: A systematic literature review. *World J Psychiatry*;22;5(3):315–29. doi:10.5498/wjp.v5.i3.315.
47. Poole KL, Schmidt LA, Missiuna C, Saigal S, Boyle MH, Van Lieshout RJ (2016). Childhood motor coordination and adult psychopathology in extremely low birth weight survivors. *J Affect Disord*;15;190:294–9. doi:10.1016/j.jad.2015.10.031.
48. Kaiser M-L, Schoemaker MM, Albaret J-M, Geuze RH (2014). What is the evidence of impaired motor skills and motor control among children with attention deficit hyperactivity disorder (ADHD)? Systematic review of the literature. *Res Dev Disabil*;36:338–57. doi:10.1016/j.ridd.2014.09.023.
49. Hu L, Bentler PM (1999). Cutoff criteria for fit indexes in covariance structure analysis: Conventional criteria versus new alternatives. *Struct Equ Model Multidiscip J*;6(1):1–55. doi:10.1080/10705519909540118
50. Kline RB (2004). Principles and Practice of Structural Equation Modeling, (Methodology In The Social Sciences). [cited 2016 Jul 4]; Available from: <http://www.citeulike.org/group/3304/article/1579326>

### **5.1.3. Tabelas e figuras do artigo 1**

**Table 1** – Psychiatric and demographic characteristics of Typically Developing Comparisons and clinical groups.

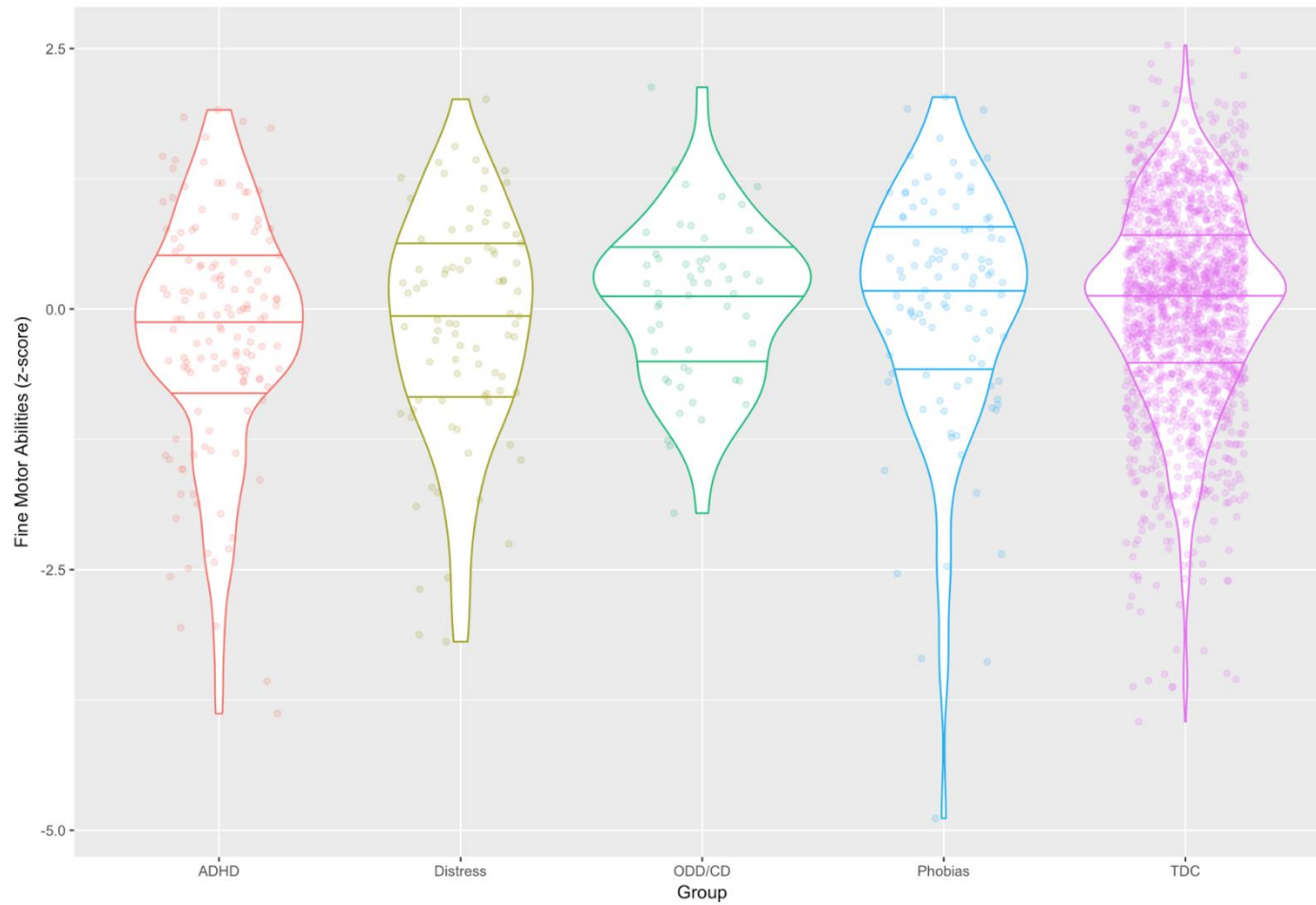
	<b>TDC</b> (n=1667)		<b>Phobia</b> (n=101)		<b>Distress</b> (n=82)		<b>ADHD</b> (n=133)		<b>ODD/CD</b> (n=52)	
	<b>N</b>	<b>%</b>	<b>n</b>	<b>%</b>	<b>n</b>	<b>%</b>	<b>n</b>	<b>%</b>	<b>n</b>	<b>%</b>
Sex (male)	868	52.1	49	48.5	32	39	81	60.9	35	67.3
Psychiatric diagnosis	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Separation Anxiety	-	-	38	37.6	-	-	-	-	-	-
Specific Phobia	-	-	54	53.5	-	-	-	-	-	-
Social Phobia	-	-	15	14.9	-	-	-	-	-	-
Agoraphobia	-	-	2	2	-	-	-	-	-	-
Depression	-	-	-	-	29	35.4	-	-	-	-
Generalized Anxiety	-	-	-	-	26	31.7	-	-	-	-
Obsessive Compulsive	-	-	-	-	4	4.9	-	-	-	-
Tic	-	-	-	-	11	13.4	-	-	-	-
Post-traumatic stress	-	-	-	-	9	10.9	-	-	-	-
Eating	-	-	-	-	3	3.7	-	-	-	-
ADHD-I	-	-	-	-	-	-	54	40.6	-	-
ADHD-H	-	-	-	-	-	-	23	17.3	-	-
ADHD-C	-	-	-	-	-	-	35	26.3	-	-
ADHD NOS	-	-	-	-	-	-	21	15.8	-	-
ODD	-	-	-	-	-	-	-	-	39	75
CD	-	-	-	-	-	-	-	-	12	23.1
Other disruptive	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1.9
	<b>M</b>	<b>SD</b>	<b>M</b>	<b>SD</b>	<b>M</b>	<b>SD</b>	<b>M</b>	<b>SD</b>	<b>M</b>	<b>SD</b>
Age (years)	9.71	1.94	9.48	1.94	10.2	1.94	9.47	1.75	9.94	1.97
IQ	102.29	16.49	100.71	17	100.24	16.91	98.94	17	100.62	13.79
SES (Score)	20.22	4.82	19.97	4.21	19.48	4.75	20.89	5.11	19.04	4.7

Abbreviations: TDC= Typically Developing Comparisons; ADHD= Attention Deficit Hyperactivity Disorder, ODD/CD= Oppositional Defiant Disorder and Conduct Disorder, I=Inattention, H=Hyperactivity, C=Combined type, M=Mean, SD=Standard Deviation, IQ= Intelligence Quotient, SES= Socioeconomic Status.

Table 2 - Posthoc ANOVAs showing between group differences in motor ability scores.

Dimension	TDC		Phobia		Distress		ODD/CD		ADHD		ANOVAs			Significant contrasts
	Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD	F <sub>4, 2030</sub>	p <sub>FDR</sub>	$\eta^2$	
SO Motor Ability (factor scores)	0.054	0.953	0.028	1.162	-0.172	1.098	0.061	0.776	-0.225	1.137	3.372	0.02	0.007	ADHD<TDC (p <sub>HSD</sub> =0.014)
Motor ability domains (factor scores)														
Time	-0.035	0.933	0.049	1.252	0.008	0.481	-0.129	0.560	0.325	1.508	4.468	0.02	0.009	ADHD>TDC (p <sub>HSD</sub> <0.001) ADHD>ODD/CD (p <sub>HSD</sub> =0.037)
Accuracy	0.049	0.955	0.047	1.109	-0.093	1.106	0.039	0.789	-0.255	1.159	3.271	0.02	0.006	ADHD<TDC (p <sub>HSD</sub> = 0.005)
Fluency	0.055	0.954	-0.011	1.166	-0.161	1.112	0.122	0.762	-0.205	1.133	3.114	0.02	0.006	ADHD<TDC (p <sub>HSD</sub> =0.03)
Precision	0.055	0.959	0.003	1.156	-0.202	1.092	0.030	0.749	-0.207	1.131	3.331	0.02	0.007	ADHD<TDC (p <sub>HSD</sub> =0.026)
Symmetry	0.051	0.958	0.020	1.139	-0.189	1.081	0.041	0.799	-0.198	1.112	3.002	0.02	0.006	ADHD<TDC (p <sub>HSD</sub> =0.04)
Coordination	0.050	0.957	0.059	1.138	-0.181	1.111	0.055	0.836	-0.196	1.094	2.921	0.02	0.006	ADHD<TDC (p <sub>HSD</sub> =0.042)

Note: TDC= Typically Developing Comparisons; ADHD= Attention Deficit Hyperactivity Disorder; ODD/CD= Oppositional Defiant Disorder or Conduct Disorder; SD= Standard Deviation; FDR= False Discovery Rate; HSD= Tukey Honest Significant Difference; and SO= second-order.



**Fig.1-** Second-order fine motor ability (z-score) among five clinical groups.

Note: ADHD= Attention Deficit Hyperactivity Disorder group, Distress= Distress disorders group, ODD/CD= Oppositional Defiant/Conduct Disorders group, Phobias= Phobias disorders group, and TDC= Typically Developing Comparisons' group.

**Table 3** - Pearson Correlations between ADHD dimensions crude scores and motor ability domains scores (n=133).

ADHD Dimensions	SO Motor Ability	Motor Ability Dimension					
		Time	Accuracy	Fluency	Precision	Symmetry	Coordination
Hyperactivity	-0.129**	0.082**	-0.127**	-0.133**	-0.120**	-0.119**	-0.126**
Impulsivity	-0.089**	0.063**	-0.098**	-0.090**	-0.079**	-0.079**	-0.086**
Inattention	-0.087**	0.063**	-0.093**	-0.083**	-0.082**	-0.084**	-0.080**

Abbreviation: SO= Second Order. \*= Statistically significant correlation at level 0.05.



#### **5.1.4. Material Suplementar do artigo 1**

**Table S1** displays factor loadings, standard errors, p-values and fit indices from the second-order model of motor ability, constructed with a second-order fine motor ability dimension responsible for the variation of the first order dimensions: time, accuracy, fluency, precision, symmetry and coordination.

Table **S2** displays factor loadings, standard errors, p-values and fit indices from the 6 factor correlated model with the following factors that were allowed to correlate: time, accuracy, fluency, precision, symmetry and coordination.

All models were constructed with the package lavaan (Rosseel, 2011).

#### **Reference values for fit indexes**

Models were compared using the following indexes: Chi-square fit statistics, the Comparative Fit Index (CFI), the Tucker Lewis Index (TLI), and the Root Mean Square Error of Approximation (RMSEA) as recommended (Hu & Bentler, 1999; Kline, 2004) CFI and TLI above 0.95 and RMSEA below 0.06 indicate good model fit (Hu & Bentler, 1999; Kline, 2004).

**Table S1-** Parameter Estimates from the Confirmatory Factor Analysis of the Second-Order Model

	Estimate	SE	z-value	P(> z )
<b>Continuous variables</b>				
<b>Time</b>				
Finger-Thumb	6.607	0.095	69.364	<0.001
Oseretsky	7.101	0.109	65.236	<0.001
Pronation-supination	7.599	0.133	56.941	<0.001
<b>Categorical variables</b>				
<b>Accuracy</b>				
Finger-Thumb	0.39	0.018	21.944	<0.001
Oseretsky	0.498	0.022	22.203	<0.001
Pronation-supination	0.408	0.018	22.593	<0.001
<b>Fluency</b>				
Finger-Thumb	0.386	0.024	16.042	<0.001
Oseretsky	0.49	0.029	17.203	<0.001
Pronation-supination	0.43	0.025	17.416	<0.001
<b>Precision</b>				
Finger-Thumb	0.317	0.027	11.793	<0.001
Oseretsky	0.382	0.03	12.67	<0.001
Pronation-supination	0.329	0.026	12.539	<0.001
<b>Symmetry</b>				
Finger-Thumb	0.333	0.024	13.972	<0.001
Oseretsky	0.419	0.028	15.163	<0.001
Pronation-supination	0.373	0.026	14.574	<0.001
<b>Coordination</b>				
Finger-Thumb	0.265	0.026	10.276	<0.001
Oseretsky	0.347	0.033	10.554	<0.001
Pronation-supination	0.304	0.03	10.201	<0.001
<b>Second-order Motor Ability</b>				
Time	-0.414	0.025	-16.824	<0.001
Accuracy	1.45	0.085	17.069	<0.001
Fluency	1.441	0.104	13.813	<0.001
Precision	1.851	0.171	10.803	<0.001
Symmetry	1.797	0.14	12.877	<0.001
Coordination	2.179	0.232	9.386	<0.001

**Fit indexes:**  $\chi^2 = 70033.605$ ,  $df = 153$ ,  $p < 0.001$  RMSEA = 0.036, CI90% RMSEA = 0.032-0.040, CFI = 0.997, TLI = 0.994.

Table S2 – Parameter Estimates from the Confirmatory Factor Analysis of the Correlated 6-factor model

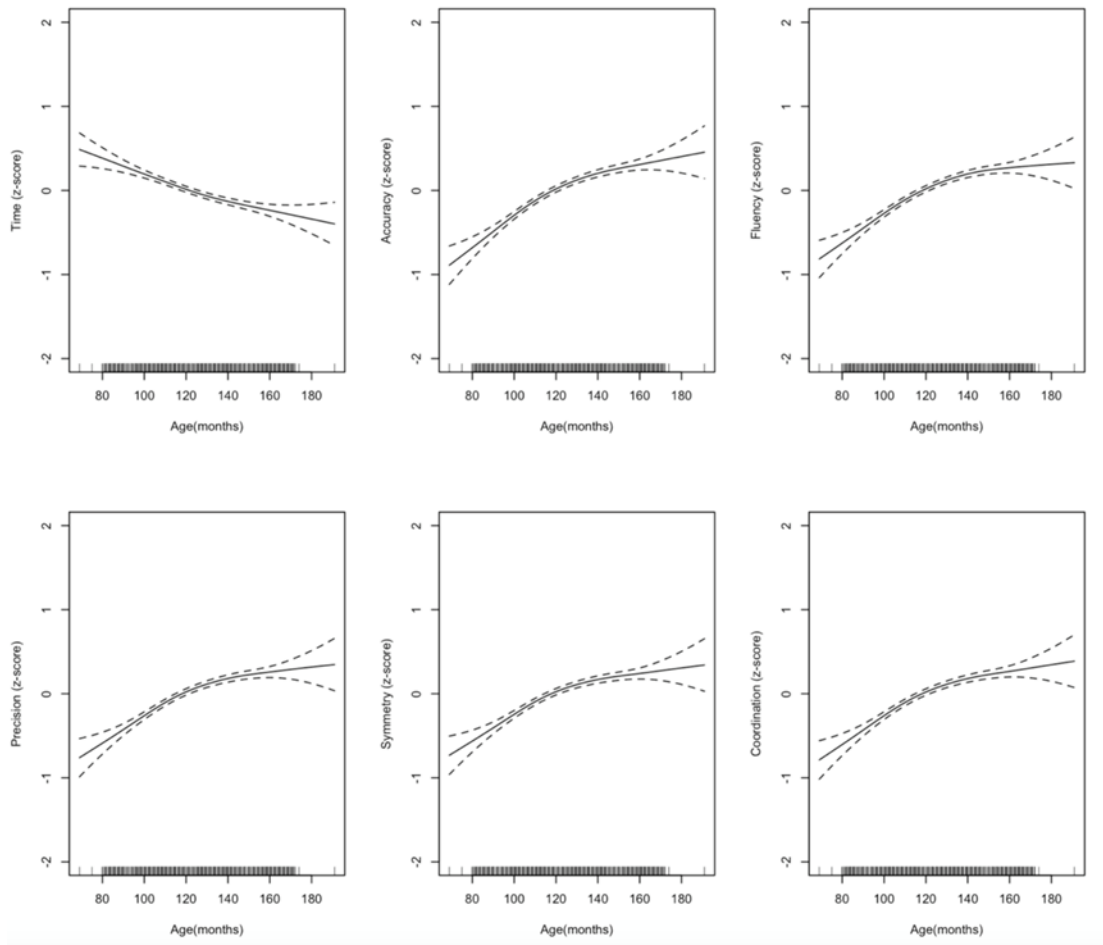
	Estimate	SE	z-value	P(> z )
<b>Continuous variables</b>				
Time				
Finger-thumb	7.172	0.103	69.949	<0.001
Oseretsky	7.689	0.105	73.517	<0.001
Pronation-supination	8.196	0.114	72.041	<0.001
<b>Categorical variables</b>				
Accuracy				
Finger-thumb	0.689	0.022	31.099	<0.001
Oseretsky	0.87	0.021	41.778	<0.001
Pronation-supination	0.724	0.023	31.824	<0.001
Fluency				
Finger-thumb	0.677	0.029	23.671	<0.001
Oseretsky	0.861	0.027	32.462	<0.001
Pronation-supination	0.752	0.027	27.636	<0.001
Precision				
Finger-thumb	0.667	0.029	23	<0.001
Oseretsky	0.803	0.027	30.135	<0.001
Pronation-supination	0.694	0.027	25.753	<0.001
Symmetry				
Finger-thumb	0.684	0.029	23.73	<0.001
Oseretsky	0.862	0.025	34.461	<0.001
Pronation-supination	0.768	0.025	30.331	<0.001
Coordination				
Finger-thumb	0.636	0.027	23.767	<0.001
Oseretsky	0.83	0.025	32.644	<0.001
Pronation-supination	0.729	0.027	27.055	<0.001

**Fit indexes:**  $\chi^2 = 70033.605$ ,  $df = 153$ ,  $p < 0.001$  RMSEA = 0.031, CI90% RMSEA = 0.026-0.035, CFI = 0.998, TLI = 0.995.

**Note:** Variables from each task (e.g., accuracy, fluency, precision, symmetry and coordination from “Finger-thumb” task) were allowed to covary between each other.

**Table S3** - Testing linear, quadratic and cubic age trends on motor ability using mixed effects models

	Model	df	AIC	BIC	logLik	Likelihood Ratio Test		
<b>Second-order motor ability</b>								
Linear	1	5	4774.35	4802.829	-2382.175			
<b>Quadratic</b>	<b>2</b>	<b>6</b>	<b>4756.774</b>	<b>4790.948</b>	<b>-2372.387</b>	<b>1 vs. 2</b>	<b>19.576692</b>	<b>&lt;.0001</b>
Cubic	3	7	4758.754	4798.624	-2372.377	2 vs. 3	0.019581	0.8887
<b>Time</b>								
Linear	1	5	5279.297	5307.776	-2634.648			
<b>Quadratic</b>	<b>2</b>	<b>6</b>	<b>5274.203</b>	<b>5308.378</b>	<b>-2631.102</b>	<b>1 vs. 2</b>	<b>7.093684</b>	<b>0.0077</b>
Cubic	3	7	5275.778	5315.648	-2630.889	2 vs. 3	0.425532	0.5142
<b>Accuracy</b>								
Linear	1	5	4723.698	4752.177	-2356.849			
<b>Quadratic</b>	<b>2</b>	<b>6</b>	<b>4705.991</b>	<b>4740.165</b>	<b>-2346.995</b>	<b>1 vs. 2</b>	<b>19.70731</b>	<b>&lt;.0001</b>
Cubic	3	7	4707.885	4747.755	-2346.942	2 vs. 3	0.10584	0.7449
<b>Fluency</b>								
Linear	1	5	4517.17	4545.648	-2253.585			
<b>Quadratic</b>	<b>2</b>	<b>6</b>	<b>4495.128</b>	<b>4529.302</b>	<b>-2241.564</b>	<b>1 vs. 2</b>	<b>24.041747</b>	<b>&lt;.0001</b>
Cubic	3	7	4496.812	4536.682	-2241.406	2 vs. 3	0.316324	0.5738
<b>Precision</b>								
Linear	1	5	4450.683	4479.162	-2220.342			
<b>Quadratic</b>	<b>2</b>	<b>6</b>	<b>4435.168</b>	<b>4469.342</b>	<b>-2211.584</b>	<b>1 vs. 2</b>	<b>17.515656</b>	<b>&lt;.0001</b>
Cubic	3	7	4436.902	4476.773	-2211.451	2 vs. 3	0.265385	0.6064
<b>Symmetry</b>								
Linear	1	5	4462.357	4490.836	-2226.178			
<b>Quadratic</b>	<b>2</b>	<b>6</b>	<b>4448.36</b>	<b>4482.534</b>	<b>-2218.18</b>	<b>1 vs. 2</b>	<b>15.997006</b>	<b>0.0001</b>
Cubic	3	7	4450.347	4490.218	-2218.174	2 vs. 3	0.012415	0.9113
<b>Coordination</b>								
Linear	1	5	4652.118	4680.597	-2321.059			
<b>Quadratic</b>	<b>2</b>	<b>6</b>	<b>4637.531</b>	<b>4671.706</b>	<b>-2312.766</b>	<b>1 vs. 2</b>	<b>16.58661</b>	<b>&lt;.0001</b>
Cubic	3	7	4639.524	4679.394	-2312.762	2 vs. 3	0.00728	0.932



**Figure S1 – Quadratic trends in motor estimated using generalized additive models**

## 6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os achados desta tese indicam que tanto a habilidade motora fina quanto as funções executivas apresentam relações importantes com a psicopatologia na infância e adolescência. As principais conclusões desta tese podem ser sumarizadas a seguir:

Para o primeiro artigo:

- 1) A média do escore de habilidade motora fina de crianças e adolescentes com TDAH é diferente da média desse escore para crianças do grupo de comparação sem transtorno psiquiátrico;
- 2) A diferença de média no desempenho entre crianças e adolescentes com TDAH (desempenho pior) e crianças do grupo de comparação foi encontrada para todas as dimensões de habilidade motora fina, a saber: tempo, acurácia, fluência, simetria, precisão e coordenação;
- 3) Crianças com TDAH levam mais tempo para executar o movimento avaliado do que crianças do grupo transtorno de oposição e desafio/ transtorno de conduta;

Para o segundo artigo:

- 4) Há uma associação negativa e significativa entre os escores das funções executivas e de psicopatologia geral em crianças e adolescentes;
- 5) Há uma associação significativa entre os escores das funções executivas e de dimensões específicas de psicopatologia em crianças e adolescentes acima da contribuição do fator geral de psicopatologia, a saber
  - a. Melhor desempenho nas funções executivas foi associada a escores maiores nas dimensões: “pensamentos angustiantes” (*distressful thoughts*) e “baixo humor” (*low mood*);
  - b. Pior desempenho nas funções executivas foi associada a escores maiores na dimensão desatenção/ hiperatividade (*inattention-hyperactivity*);
- 6) As diferenças encontradas dentro de cada espectro sugerem a importância de abordagens mais refinadas na separação de dimensões de psicopatologia;

- 7) O fator geral de FE é o responsável pela relação encontrada entre as funções executivas e as dimensões de psicopatologia e não os fatores específicos (controle inibitório e processamento temporal);

Para os dois artigos:

- 8) O uso de grupos diagnósticos sem comorbidade e o uso de um modelo bifatorial de psicopatologia permitem o achado de diferenças significativas entre grupos clínicos e dimensões de psicopatologia nos testes neuropsicométricos investigados.
- 9) As abordagens citadas no item anterior são um exemplo de como lidar com a comorbidade e com a “impureza” da fenomenologia psiquiátrica.

A confirmação da presença de desempenho pior na habilidade motora fina em crianças com TDAH tem importantes implicações clínicas, uma delas é sugerir que os profissionais de saúde e em especial aqueles da saúde mental investiguem alterações na habilidade motora das crianças. Esta sugestão é importante uma vez que um estudo sugeriu baixo conhecimento de psiquiatras sobre a possibilidade de déficits na habilidade motora ocorrerem simultaneamente a transtornos mentais, resultando na não investigação desses déficits pelos psiquiatras (Kirby, Salmon, & Edwards, 2007).

Além disso, profissionais de saúde e da educação devem avaliar também o desempenho das crianças em atividades que demandem mais das funções executivas, uma vez que prejuízo nestas funções está associado a maiores escores na psicopatologia geral. Por isso, Snyder e colaboradores, 2015 sugeriram que estratégias de prevenção sejam testadas, por exemplo, é necessário avaliar se intervenções visando melhorar as FE são capazes de reduzir o risco de desenvolvimento de psicopatologia em crianças com prejuízo nas funções executivas e com vulnerabilidade a transtornos mentais (e.g. crianças com história familiar de transtorno mental).

Os achados dessa tese também contribuem para o campo teórico dos mecanismos fisiopatológicos de alguns transtornos mentais. Por exemplo, uma falha no controle inibitório (componente das funções executivas) já foi sugerida como possível explicação para a dificuldade no controle motor encontrada no TDAH (Klimkeit et al., 2005). Como no

primeiro artigo este déficit motor foi encontrado no TDAH e, no segundo artigo, um pior desempenho nas funções executivas foi associado à dimensão de desatenção-hiperatividade, nossos achados não refutam esta hipótese. Entretanto, estudos sobre o papel das funções executivas no controle motor em crianças com TDAH são necessários para corroborar esta associação. Ademais, é fundamental que novos estudos avaliem a habilidade motora e as funções executivas de forma conjunta em sujeitos com diagnóstico psiquiátrico. Nesse sentido, novos estudos poderiam avaliar, por exemplo, se as funções executivas apresentam uma relação de mediação entre escores maiores em psicopatologia e pior desempenho motor.

Além disso, a associação entre aspectos gerais e específicos de psicopatologia com as FE estão em convergência com evidências anteriores de que fatores gerais de cognição e sintomas de psicopatologia em crianças e adolescentes apresentam uma arquitetura genética com sobreposição parcial (Alnæs et al., 2018). Assim, nossos achados da associação entre psicopatologia e as funções executivas vão ao encontro da hipótese de que psicopatologia e alterações cognitivas são caminhos fenotípicos diferentes de uma mesma vulnerabilidade biológica. Certamente, são necessários mais estudos para corroborar esta hipótese. É necessário ainda, que novos estudos investiguem se a habilidade motora apresenta sobreposição genética com aspectos cognitivos e sintomas de psicopatologia.

No presente trabalho, confirmou-se a existência da relação entre prejuízos na habilidade motora e TDAH e a existência da relação entre desempenho nas funções executivas e aspectos gerais e específicos da psicopatologia. Conjuntamente, evidenciou-se que os dois métodos de análise propostos (uso de grupos clínicos não-comórbidos e modelo bifatorial) são efetivos para abordar a impureza fenotípica da psicopatologia na busca por correlatos externos específicos. Por fim, expôs-se as implicações destes achados, que assim se espera possam contribuir para trabalhos futuros neste campo.



## 7. REFERÊNCIAS DA TESE

- Airaksinen, E., Larsson, M., & Forsell, Y. (2005). Neuropsychological functions in anxiety disorders in population-based samples: evidence of episodic memory dysfunction. *Journal of Psychiatric Research, 39*(2), 207–214.  
<https://doi.org/10.1016/j.jpsychires.2004.06.001>
- Alnæs, D., Kaufmann, T., Doan, N. T., Córdova-Palomera, A., Wang, Y., Bettella, F., ... Westlye, L. T. (2018). Association of Heritable Cognitive Ability and Psychopathology With White Matter Properties in Children and Adolescents. *JAMA Psychiatry, 75*(3), 287–295. <https://doi.org/10.1001/jamapsychiatry.2017.4277>
- American Psychiatric Association. (1994). *Diagnostic and statistical manual of mental disorders (DSM-IV)* (4th ed.). Washington, DC.
- American Psychiatric Association. (2000). *Diagnostic criteria from dsm-iv-tr*. American Psychiatric Pub.
- American Psychiatric Association. (2013). *Diagnostic and statistical manual of mental disorders*. (5th ed.). Arlington, VA.
- Associação Brasileira de Empresas (ABEP). (2010). Critério de Classificação Econômica Brasil. Retrieved from [www.abep.org](http://www.abep.org)
- Baddeley, A. (2000). The episodic buffer: a new component of working memory? *Trends in Cognitive Sciences, 4*(11), 417–423. [https://doi.org/10.1016/S1364-6613\(00\)01538-2](https://doi.org/10.1016/S1364-6613(00)01538-2)
- Baddeley, A. D., & Hitch, G. (1974). Working memory. *Psychology of Learning and Motivation, 8*, 47–89. [https://doi.org/10.1016/S0079-7421\(08\)60452-1](https://doi.org/10.1016/S0079-7421(08)60452-1)

- Bailey, C. E. (2007). Cognitive accuracy and intelligent executive function in the brain and in business. *Annals of the New York Academy of Sciences*, *1118*, 122–141.  
<https://doi.org/10.1196/annals.1412.011>
- Banich, M. T. (2009). Executive Function: The Search for an Integrated Account. *Current Directions in Psychological Science*, *18*(2), 89–94. <https://doi.org/10.1111/j.1467-8721.2009.01615.x>
- Barkley, R. A. (1997). Behavioral inhibition, sustained attention, and executive functions: constructing a unifying theory of ADHD. *Psychological Bulletin*, *121*(1), 65–94.
- Barlow, D. H. (2004). *Anxiety and its disorders: The nature and treatment of anxiety and panic* (2nd.). New York, NY: Guilford press.
- Bart, O., Hajami, D., & Bar-Haim, Y. (2007). Predicting school adjustment from motor abilities in kindergarten. *Infant and Child Development*, *16*(6), 597–615.  
<https://doi.org/10.1002/icd.514>
- Bechara, A., & Van Der Linden, M. (2005). Decision-making and impulse control after frontal lobe injuries. *Current Opinion in Neurology*, *18*(6), 734–739.
- Beck, J. E. (2008). A developmental perspective on functional somatic symptoms. *Journal of Pediatric Psychology*, *33*(5), 547–562. <https://doi.org/10.1093/jpepsy/jsm113>
- Beesdo, K., Knappe, S., & Pine, D. S. (2009). Anxiety and anxiety disorders in children and adolescents: developmental issues and implications for DSM-V. *The Psychiatric Clinics of North America*, *32*(3), 483–524.  
<https://doi.org/10.1016/j.psc.2009.06.002>
- Bitsakou, P., Psychogiou, L., Thompson, M., & Sonuga-Barke, E. J. S. (2008). Inhibitory deficits in attention-deficit/hyperactivity disorder are independent of basic processing efficiency and IQ. *Journal of Neural Transmission*, *115*(2), 261–268.

- Bloch, M. H., Sukhodolsky, D. G., Dombrowski, P. A., Panza, K. E., Craiglow, B. G., Landeros-Weisenberger, A., ... Schultz, R. T. (2011). Poor fine-motor and visuospatial skills predict persistence of pediatric-onset obsessive-compulsive disorder into adulthood. *Journal of Child Psychology and Psychiatry, and Allied Disciplines*, 52(9), 974–983. <https://doi.org/10.1111/j.1469-7610.2010.02366.x>
- Bloemen, A. J. P., Oldehinkel, A. J., Laceulle, O. M., Ormel, J., Rommelse, N. N. J., & Hartman, C. A. (2018). The association between executive functioning and psychopathology: general or specific? *Psychological Medicine*, 1–8. <https://doi.org/10.1017/S0033291717003269>
- Borella, E., Carretti, B., & Pelegrina, S. (2010). The specific role of inhibition in reading comprehension in good and poor comprehenders. *Journal of Learning Disabilities*, 43(6), 541–552. <https://doi.org/10.1177/0022219410371676>
- Bresin, K., Finy, M. S., Sprague, J., & Verona, E. (2014). Response Monitoring and Adjustment: Differential Relations with Psychopathic Traits. *Journal of Abnormal Psychology*, 123(3), 634–649. <https://doi.org/10.1037/a0037229>
- Broidy, L. M., Nagin, D. S., Tremblay, R. E., Bates, J. E., Brame, B., Dodge, K. A., ... Vitaro, F. (2003). Developmental trajectories of childhood disruptive behaviors and adolescent delinquency: a six-site, cross-national study. *Developmental Psychology*, 39(2), 222–245.
- Bruininks, R. H., & Bruininks, B. D. (2005). *Bruininks-Oseretsky Test of Motor Proficiency*. (2<sup>a</sup>). Minneapolis, MN.: NCS: Pearson.
- Cairney, J., Veldhuizen, S., & Szatmari, P. (2010). Motor coordination and emotional-behavioral problems in children. *Current Opinion in Psychiatry*, 23(4), 324–329. <https://doi.org/10.1097/YCO.0b013e32833aa0aa>

- Campbell, W. N., Missiuna, C., & Vaillancourt, T. (2012). Peer victimization and depression in children with and without motor coordination difficulties. *Psychology in the Schools, 49*(4), 328–341. <https://doi.org/10.1002/pits.21600>
- Carter, A. S., Wagmiller, R. J., Gray, S. A. O., McCarthy, K. J., Horwitz, S. M., & Briggs-Gowan, M. J. (2010). Prevalence of DSM-IV disorder in a representative, healthy birth cohort at school entry: sociodemographic risks and social adaptation. *Journal of the American Academy of Child and Adolescent Psychiatry, 49*(7), 686–698. <https://doi.org/10.1016/j.jaac.2010.03.018>
- Caspi, A., Houts, R. M., Belsky, D. W., Goldman-Mellor, S. J., Harrington, H., Israel, S., ... Moffitt, T. E. (2014). The p Factor: One General Psychopathology Factor in the Structure of Psychiatric Disorders? *Clinical Psychological Science: A Journal of the Association for Psychological Science, 2*(2), 119–137. <https://doi.org/10.1177/2167702613497473>
- Castellanos, F. X., Sonuga-Barke, E. J. S., Milham, M. P., & Tannock, R. (2006). Characterizing cognition in ADHD: beyond executive dysfunction. *Trends in Cognitive Sciences, 10*(3), 117–123. <https://doi.org/10.1016/j.tics.2006.01.011>
- Clark, L. A., & Watson, D. (2006). Distress and fear disorders: an alternative empirically based taxonomy of the “mood” and “anxiety” disorders. *The British Journal of Psychiatry: The Journal of Mental Science, 189*, 481–483. <https://doi.org/10.1192/bjp.bp.106.03825>
- Cohen, J. D., Forman, S. D., Braver, T. S., Casey, B. J., Servan-Schreiber, D., & Noll, D. C. (1994). Activation of the prefrontal cortex in a nonspatial working memory task with functional MRI. *Human Brain Mapping, 1*(4), 293–304. <https://doi.org/10.1002/hbm.460010407>

- Cole, P. M., Luby, J., & Sullivan, M. W. (2008). Emotions and the Development of Childhood Depression: Bridging the Gap. *Child Development Perspectives*, 2(3), 141–148. <https://doi.org/10.1111/j.1750-8606.2008.00056.x>
- Crescioni, W. A., Ehrlinger, J., Alquist, J. L., Conlon, K. E., Baumeister, R. F., Schatschneider, C., & Dutton, G. R. (2011). High trait self-control predicts positive health behaviors and success in weight loss. *Journal of Health Psychology*, 16(5), 750–759. <https://doi.org/10.1177/1359105310390247>
- Damme, T. V., Simons, J., Sabbe, B., & van West, D. (2015). Motor abilities of children and adolescents with a psychiatric condition: A systematic literature review. *World Journal of Psychiatry*, 5(3), 315–329. <https://doi.org/10.5498/wjpw.v5.i3.315>
- Denson, T. F., Pedersen, W. C., Friese, M., Hahm, A., & Roberts, L. (2011). Understanding impulsive aggression: Angry rumination and reduced self-control capacity are mechanisms underlying the provocation-aggression relationship. *Personality & Social Psychology Bulletin*, 37(6), 850–862. <https://doi.org/10.1177/0146167211401420>
- Diamond, A. (2013). Executive functions. *Annual Review of Psychology*, 64, 135–168. <https://doi.org/10.1146/annurev-psych-113011-143750>
- Dolan, M., & Lennox, C. (2013). Cool and hot executive function in conduct-disordered adolescents with and without co-morbid attention deficit hyperactivity disorder: relationships with externalizing behaviors. *Psychological Medicine*, 43(11), 2427–2436. <https://doi.org/10.1017/S0033291712003078>
- Duncan, G. J., Dowsett, C. J., Claessens, A., Magnuson, K., Huston, A. C., Klebanov, P., ... Japel, C. (2007). School readiness and later achievement. *Developmental Psychology*, 43(6), 1428–1446. <https://doi.org/10.1037/0012-1649.43.6.1428>

- Ekornås, B., Lundervold, A. J., Tjus, T., & Heimann, M. (2010). Anxiety disorders in 8-11-year-old children: motor skill performance and self-perception of competence. *Scandinavian Journal of Psychology, 51*(3), 271–277.  
<https://doi.org/10.1111/j.1467-9450.2009.00763.x>
- Emck, C., Bosscher, R., Beek, P., & Doreleijers, T. (2009). Gross motor performance and self-perceived motor competence in children with emotional, behavioural, and pervasive developmental disorders: a review. *Developmental Medicine and Child Neurology, 51*(7), 501–517. <https://doi.org/10.1111/j.1469-8749.2009.03337.x>
- Emck, C., Bosscher, R. J., Van Wieringen, P. C. W., Doreleijers, T., & Beek, P. J. (2011). Gross motor performance and physical fitness in children with psychiatric disorders. *Developmental Medicine and Child Neurology, 53*(2), 150–155.  
<https://doi.org/10.1111/j.1469-8749.2010.03806.x>
- Eriksen, B. A., & Eriksen, C. W. (1974). Effects of noise letters upon the identification of a target letter in a nonsearch task. *Perception & Psychophysics, 16*(1), 143–149.  
<https://doi.org/10.3758/BF03203267>
- Feilhauer, J., & Cima, M. (2013). Youth psychopathy: Differential correlates of callous-unemotional traits, narcissism, and impulsivity. *Forensic Science International, 224*(1), 1–7.
- Figueiredo, V. L. M. (2001). *Uma adaptação brasileira do teste de inteligência WISC-III*. Brasília, DF.: Universidade de Brasília.
- Fleishman, E. (1964). *The Structure and Measurement of Physical Fitness*.
- Forbes, E. E., Fox, N. A., Cohn, J. F., Galles, S. F., & Kovacs, M. (2006). Children's affect regulation during a disappointment: psychophysiological responses and relation to

parent history of depression. *Biological Psychology*, 71(3), 264–277.

<https://doi.org/10.1016/j.biopsycho.2005.05.004>

Frick, P. J., & White, S. F. (2008). Research review: The importance of callous-unemotional traits for developmental models of aggressive and antisocial behavior.

*Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 49(4), 359–375.

Gathercole, S. E., Pickering, S. J., Knight, C., & Stegmann, Z. (2004). Working memory skills and educational attainment: evidence from National Curriculum assessments at 7 and 14 years of age. *Appl. Cogn. Psychol.*, 18, 1–16.

Gillberg, C., Råstam, M., & Gillberg, I. C. (1994). Anorexia nervosa: physical health and neurodevelopment at 16 and 21 years. *Developmental Medicine and Child Neurology*, 36(7), 567–575.

Goodman, R., Ford, T., Richards, H., Gatward, R., & Meltzer, H. (2000). The Development and Well-Being Assessment: description and initial validation of an integrated assessment of child and adolescent psychopathology. *Journal of Child Psychology and Psychiatry, and Allied Disciplines*, 41(5), 645–655.

Goodman, Robert. (2001). Psychometric properties of the strengths and difficulties questionnaire. *Journal of the American Academy of Child & Adolescent Psychiatry*, 40(11), 1337–1345.

Goulardins, J. B., Marques, J. C. B., & De Oliveira, J. A. (2017). Attention Deficit Hyperactivity Disorder and Motor Impairment. *Perceptual and Motor Skills*, 124(2), 425–440. <https://doi.org/10.1177/0031512517690607>

Grondin, S. (2010). Timing and time perception: a review of recent behavioral and neuroscience findings and theoretical directions. *Attention, Perception & Psychophysics*, 72(3), 561–582. <https://doi.org/10.3758/APP.72.3.561>

- Harrowell, I., Hollén, L., Lingam, R., & Emond, A. (2017). Mental health outcomes of developmental coordination disorder in late adolescence. *Developmental Medicine and Child Neurology*, 59(9), 973–979. <https://doi.org/10.1111/dmcn.13469>
- Henderson, S.E., Sugden, D.A., & Barnett, A.L. (2007). *Movement Assessment Battery for Children - 2, Examiner's Manual*. London.
- Hill, L. J. B., Mushtaq, F., O'Neill, L., Flatters, I., Williams, J. H. G., & Mon-Williams, M. (2016). The relationship between manual coordination and mental health. *European Child & Adolescent Psychiatry*, 25(3), 283–295. <https://doi.org/10.1007/s00787-015-0732-2>
- Hobson, C. W., Scott, S., & Rubia, K. (2011). Investigation of cool and hot executive function in ODD/CD independently of ADHD. *Journal of Child Psychology and Psychiatry, and Allied Disciplines*, 52(10), 1035–1043. <https://doi.org/10.1111/j.1469-7610.2011.02454.x>
- Hogan, A. M., Vargha-Khadem, F., Kirkham, F. J., & Baldeweg, T. (2005). Maturation of action monitoring from adolescence to adulthood: an ERP study. *Developmental Science*, 8(6), 525–534.
- Hu, L., & Bentler, P. M. (1999). Cutoff criteria for fit indexes in covariance structure analysis: Conventional criteria versus new alternatives. *Structural Equation Modeling: A Multidisciplinary Journal*, 6(1), 1–55.
- Ivanova, M. Y., Achenbach, T. M., Rescorla, L. A., Harder, V. S., Ang, R. P., Bilenberg, N., ... Verhulst, F. C. (2010). Preschool psychopathology reported by parents in 23 societies: testing the seven-syndrome model of the child behavior checklist for ages 1.5-5. *Journal of the American Academy of Child and Adolescent Psychiatry*, 49(12), 1215–1224. <https://doi.org/10.1016/j.jaac.2010.08.019>



- Jersild, A. T. (1927). Mental set and shift. *Archives of Psychology*.
- Johnson, A. C. (2015). Developmental pathways to attention-deficit/hyperactivity disorder and disruptive behavior disorders: Investigating the impact of the stress response on executive functioning. *Clinical Psychology Review, 36*, 1–12.  
<https://doi.org/10.1016/j.cpr.2014.12.001>
- Kadesjö, B., & Gillberg, C. (1999). Developmental coordination disorder in Swedish 7-year-old children. *Journal of the American Academy of Child and Adolescent Psychiatry, 38*(7), 820–828. <https://doi.org/10.1097/00004583-199907000-00011>
- Kagan, J., Snidman, N., Kahn, V., & Towsley, S. (2007). The preservation of two infant temperaments into adolescence. *Monographs of the Society for Research in Child Development, 72*(2), 1–75, vii; discussion 76-91. <https://doi.org/10.1111/j.1540-5834.2007.00436.x>
- Kaiser, M.-L., Schoemaker, M. M., Albaret, J.-M., & Geuze, R. H. (2014). What is the evidence of impaired motor skills and motor control among children with attention deficit hyperactivity disorder (ADHD)? Systematic review of the literature. *Research in Developmental Disabilities, 36C*, 338–357.  
<https://doi.org/10.1016/j.ridd.2014.09.023>
- Kendler, K. S., Prescott, C. A., Myers, J., & Neale, M. C. (2003). The structure of genetic and environmental risk factors for common psychiatric and substance use disorders in men and women. *Archives of General Psychiatry, 60*(9), 929–937.  
<https://doi.org/10.1001/archpsyc.60.9.929>
- Kessler, R. C., Chiu, W. T., Demler, O., Merikangas, K. R., & Walters, E. E. (2005). Prevalence, severity, and comorbidity of 12-month DSM-IV disorders in the

- National Comorbidity Survey Replication. *Archives of General Psychiatry*, 62(6), 617–627. <https://doi.org/10.1001/archpsyc.62.6.617>
- Kessler, R. C., Merikangas, K. R., Berglund, P., Eaton, W. W., Koretz, D. S., & Walters, E. E. (2003). Mild disorders should not be eliminated from the DSM-V. *Archives of General Psychiatry*, 60(11), 1117.
- Kirby, A., Salmon, G., & Edwards, L. (2007). Attention-deficit hyperactivity and developmental coordination disorders: knowledge and practice among child and adolescent psychiatrists and paediatricians. *Psychiatric Bulletin*, 31(9), 336–338. <https://doi.org/10.1192/pb.bp.107.015305>
- Klimkeit, E. I., Mattingley, J. B., Sheppard, D. M., Lee, P., & Bradshaw, J. L. (2005). Motor preparation, motor execution, attention, and executive functions in attention deficit/hyperactivity disorder (ADHD). *Child Neuropsychology: A Journal on Normal and Abnormal Development in Childhood and Adolescence*, 11(2), 153–173. <https://doi.org/10.1080/092970490911298>
- Kline, R. B. (2004). *Principles and Practice of Structural Equation Modeling*, (Methodology In The Social Sciences). Retrieved from <http://www.citeulike.org/group/3304/article/1579326>
- Klotz, J. M., Johnson, M. D., Wu, S. W., Isaacs, K. M., & Gilbert, D. L. (2012). Relationship between reaction time variability and motor skill development in ADHD. *Child Neuropsychology: A Journal on Normal and Abnormal Development in Childhood and Adolescence*, 18(6), 576–585. <https://doi.org/10.1080/09297049.2011.625356>
- Kooistra, L., Crawford, S., Dewey, D., Cantell, M., & Kaplan, B. J. (2005). Motor correlates of ADHD: contribution of reading disability and oppositional defiant

disorder. *Journal of Learning Disabilities*, 38(3), 195–206.

<https://doi.org/10.1177/00222194050380030201>

Kristensen, H., & Torgersen, S. (2008). Is social anxiety disorder in childhood associated with developmental deficit/delay? *European Child & Adolescent Psychiatry*, 17(2), 99–107. <https://doi.org/10.1007/s00787-007-0642-z>

Krueger, R. F. (1999). The structure of common mental disorders. *Archives of General Psychiatry*, 56(10), 921–926.

Lahey, B. B., Van Hulle, C. A., Singh, A. L., Waldman, I. D., & Rathouz, P. J. (2011). Higher-order genetic and environmental structure of prevalent forms of child and adolescent psychopathology. *Archives of General Psychiatry*, 68(2), 181–189. <https://doi.org/10.1001/archgenpsychiatry.2010.192>

Lavasani, N. M., & Stagnitti, K. (2011). A study on fine motor skills of Iranian children with attention deficit/hyper activity disorder aged from 6 to 11 years. *Occupational Therapy International*, 18(2), 106–114. <https://doi.org/10.1002/oti.306>

Licari, M., & Larkin, D. (2008). Increased associated movements: influence of attention deficits and movement difficulties. *Human Movement Science*, 27(2), 310–324. <https://doi.org/10.1016/j.humov.2008.02.013>

Lijffijt, M., Kenemans, J. L., Verbaten, M. N., & van Engeland, H. (2005). A meta-analytic review of stopping performance in attention-deficit/hyperactivity disorder: deficient inhibitory motor control? *Journal of Abnormal Psychology*, 114(2), 216–222. <https://doi.org/10.1037/0021-843X.114.2.216>

Lingam, R., Jongmans, M. J., Ellis, M., Hunt, L. P., Golding, J., & Emond, A. (2012). Mental health difficulties in children with developmental coordination disorder. *Pediatrics*, 129(4), e882-891. <https://doi.org/10.1542/peds.2011-1556>

- Luby, J. L. (2010). Preschool Depression: The Importance of Identification of Depression Early in Development. *Current Directions in Psychological Science, 19*(2), 91–95.  
<https://doi.org/10.1177/0963721410364493>
- Luby, J. L., & Belden, A. C. (2006). Mood disorders: Phenomenology and a Developmental Emotion Reactivity Model. In *Handbook of preschool mental health: Development, disorders, and treatment* (p. 209–230.). New York, NY.: Luby, J.L.
- Lucke, J. F. (2005). The  $\alpha$  and the  $\omega$  of congeneric test theory: An extension of reliability and internal consistency to heterogeneous tests. *Applied Psychological Measurement, 29*(1), 65–81.
- Luria, AR. (1966). *Higher cortical functions in man*. New York: Basic Books.
- MacLeod, C. M. (1991). Half a century of research on the Stroop effect: an integrative review. *Psychological Bulletin, 109*(2), 163–203.
- Magill, R. A. (2011). *Motor learning and control: concepts and applications*. New York: McGraw-Hill. Retrieved from  
<http://books.google.com/books?id=OvJOAQAIAAJ>
- Malloy-Diniz, L., F., dePaula, J., J., Sedó, M., Fuentes, D., & Leite, W., B. (2014). Neuropsicologia das funções executivas e da atenção. In *Neuropsicologia. Teoria e prática*. (2<sup>a</sup>ed., pp. 125–133). Porto Alegre: Fuentes, D., Malloy-Diniz, L.F., deCamargo, C.H.P., Consenza, R.M.
- Martel, M. M., Pan, P. M., Hoffmann, M. S., Gadelha, A., do Rosário, M. C., Mari, J. J., ... Salum, G. A. (2017). A general psychopathology factor (P factor) in children: Structural model analysis and external validation through familial risk and child

- global executive function. *Journal of Abnormal Psychology*, 126(1), 137–148.  
<https://doi.org/10.1037/abn0000205>
- 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 and Adolescent Psychiatry*, 44(4), 377–384. <https://doi.org/10.1097/01.chi.0000153228.72591.73>
- Maughan, B., Collishaw, S., & Stringaris, A. (2013). Depression in childhood and adolescence. *Journal of the Canadian Academy of Child and Adolescent Psychiatry = Journal De l'Academie Canadienne De Psychiatrie De L'enfant Et De L'adolescent*, 22(1), 35–40.
- McDonald, R. P. (1999). *Test theory: A unified approach*. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum.
- McGrath, L. M., Braaten, E. B., Doty, N. D., Willoughby, B. L., Wilson, H. K., O'Donnell, E. H., ... Doyle, A. E. (2016). Extending the “cross-disorder” relevance of executive functions to dimensional neuropsychiatric traits in youth. *Journal of Child Psychology and Psychiatry, and Allied Disciplines*, 57(4), 462–471.  
<https://doi.org/10.1111/jcpp.12463>
- McMakin, D. L., Olino, T. M., Porta, G., Dietz, L. J., Emslie, G., Clarke, G., ... Brent, D. A. (2012). Anhedonia predicts poorer recovery among youth with selective serotonin reuptake inhibitor treatment-resistant depression. *Journal of the American Academy of Child and Adolescent Psychiatry*, 51(4), 404–411.  
<https://doi.org/10.1016/j.jaac.2012.01.011>
- Mergl, R., Mavrogiorgou, P., Juckel, G., Zaudig, M., & Hegerl, U. (2005). Can a subgroup of OCD patients with motor abnormalities and poor therapeutic response be

identified? *Psychopharmacology*, *179*(4), 826–837. <https://doi.org/10.1007/s00213-004-2115-0>

- Meyer, A., & Sagvolden, T. (2006). Fine motor skills in South African children with symptoms of ADHD: influence of subtype, gender, age, and hand dominance. *Behavioral and Brain Functions: BBF*, *2*, 33. <https://doi.org/10.1186/1744-9081-2-33>
- Miller, H. V., Barnes, J. C., & Beaver, K. M. (2011). Self-control and health outcomes in a nationally representative sample. *American Journal of Health Behavior*, *35*(1), 15–27.
- Mitchell, D. G. V., Colledge, E., Leonard, A., & Blair, R. J. R. (2002). Risky decisions and response reversal: is there evidence of orbitofrontal cortex dysfunction in psychopathic individuals? *Neuropsychologia*, *40*(12), 2013–2022.
- Miyake, A., Friedman, N. P., Emerson, M. J., Witzki, A. H., Howerter, A., & Wager, T. D. (2000). The unity and diversity of executive functions and their contributions to complex “Frontal Lobe” tasks: a latent variable analysis. *Cognitive Psychology*, *41*(1), 49–100. <https://doi.org/10.1006/cogp.1999.0734>
- Moffitt, T. E., & Silva, P. A. (1988). Self-reported delinquency, neuropsychological deficit, and history of attention deficit disorder. *Journal of Abnormal Child Psychology*, *16*(5), 553–569.
- Mogg, K., Salum, G. A., Bradley, B. P., Gadelha, A., Pan, P., Alvarenga, P., ... Manfro, G. G. (2015). Attention network functioning in children with anxiety disorders, attention-deficit/hyperactivity disorder and non-clinical anxiety. *Psychological Medicine*, *45*(12), 2633–2646. <https://doi.org/10.1017/S0033291715000586>

- Moran, T. P. (2016). Anxiety and working memory capacity: A meta-analysis and narrative review. *Psychological Bulletin, 142*(8), 831–864.  
<https://doi.org/10.1037/bul0000051>
- Morgan, A. B., & Lilienfeld, S. O. (2000). A meta-analytic review of the relation between antisocial behavior and neuropsychological measures of executive function. *Clinical Psychology Review, 20*(1), 113–136.
- Muscatello, M. R. A., Scimeca, G., Pandolfo, G., Micò, U., Romeo, V. M., Mallamace, D., ... Bruno, A. (2014). Executive functions and basic symptoms in adolescent antisocial behavior: a cross-sectional study on an Italian sample of late-onset offenders. *Comprehensive Psychiatry, 55*(3), 631–638.  
<https://doi.org/10.1016/j.comppsy.2013.11.015>
- Närhi, V., Lehto-Salo, P., Ahonen, T., & Marttunen, M. (2010). Neuropsychological subgroups of adolescents with conduct disorder. *Scandinavian Journal of Psychology, 51*(3), 278–284. <https://doi.org/10.1111/j.1467-9450.2009.00767.x>
- Navon, D. (1977). Forest before trees: The precedence of global features in visual perception. *Cognitive Psychology, 9*(3), 353–383. [https://doi.org/10.1016/0010-0285\(77\)90012-3](https://doi.org/10.1016/0010-0285(77)90012-3)
- Newman, D. L., Moffitt, T. E., Caspi, A., & Silva, P. A. (1998). Comorbid mental disorders: implications for treatment and sample selection. *Journal of Abnormal Psychology, 107*(2), 305–311.
- Nigg, J. T. (2001). Is ADHD a disinhibitory disorder? *Psychological Bulletin, 127*(5), 571–598.
- Nigg, J. T., & Huang-Pollock, C. L. (2003). An early-onset model of the role of executive functions and intelligence in conduct disorder/delinquency. In *Causes of conduct*

- disorder and juvenile delinquency*. (p. 227–253.). New York, NY: Lahey, B.B., Moffit, T.E. & Caspi, A.
- Nolen-Hoeksema, S., & Watkins, E. R. (2011). A heuristic for developing transdiagnostic models of psychopathology explaining multifinality and divergent trajectories. *Perspectives on Psychological Science*, 6(6), 589–609.
- Nolen-Hoeksema, S., Wisco, B. E., & Lyubomirsky, S. (2008). Rethinking Rumination. *Perspectives on Psychological Science: A Journal of the Association for Psychological Science*, 3(5), 400–424. <https://doi.org/10.1111/j.1745-6924.2008.00088.x>
- Oberer, N., Gashaj, V., & Roebers, C. M. (2017). Motor skills in kindergarten: Internal structure, cognitive correlates and relationships to background variables. *Human Movement Science*, 52, 170–180. <https://doi.org/10.1016/j.humov.2017.02.002>
- Oosterlaan, J., Logan, G. D., & Sergeant, J. A. (1998). Response inhibition in AD/HD, CD, comorbid AD/HD + CD, anxious, and control children: a meta-analysis of studies with the stop task. *Journal of Child Psychology and Psychiatry, and Allied Disciplines*, 39(3), 411–425.
- Pajer, K., Chung, J., Leininger, L., Wang, W., Gardner, W., & Yeates, K. (2008). Neuropsychological function in adolescent girls with conduct disorder. *Journal of the American Academy of Child and Adolescent Psychiatry*, 47(4), 416–425. <https://doi.org/10.1097/CHI.0b013e3181640828>
- Papadopoulos, N., Rinehart, N., Bradshaw, J. L., & McGinley, J. L. (2013). Brief report: children with ADHD without co-morbid autism do not have impaired motor proficiency on the movement assessment battery for children. *Journal of Autism*



- and Developmental Disorders*, 43(6), 1477–1482. <https://doi.org/10.1007/s10803-012-1687-5>
- Piek, J. P., Barrett, N. C., Allen, L. S. R., Jones, A., & Louise, M. (2005). The relationship between bullying and self-worth in children with movement coordination problems. *The British Journal of Educational Psychology*, 75(Pt 3), 453–463. <https://doi.org/10.1348/000709904X24573>
- Piek, Jan P., Barrett, N. C., Smith, L. M., Rigoli, D., & Gasson, N. (2010). Do motor skills in infancy and early childhood predict anxious and depressive symptomatology at school age? *Human Movement Science*, 29(5), 777–786. <https://doi.org/10.1016/j.humov.2010.03.006>
- Piek, Jan P., Baynam, G. B., & Barrett, N. C. (2006). The relationship between fine and gross motor ability, self-perceptions and self-worth in children and adolescents. *Human Movement Science*, 25(1), 65–75. <https://doi.org/10.1016/j.humov.2005.10.011>
- Pinheiro, J., Bates, D., DebRoy, S., & Sarkar, D. (2017). *nlme: linear and nonlinear mixed effects models*. (R package version 3.1-117.). Retrieved from <https://CRAN.R-project.org/package=nlme>
- Pitcher, T. M., Piek, J. P., & Barrett, N. C. (2002). Timing and force control in boys with attention deficit hyperactivity disorder: subtype differences and the effect of comorbid developmental coordination disorder. *Human Movement Science*, 21(5–6), 919–945.
- Pitchford, N. J., Papini, C., Outhwaite, L. A., & Gulliford, A. (2016). Fine Motor Skills Predict Maths Ability Better than They Predict Reading Ability in the Early Primary

- School Years. *Frontiers in Psychology*, 7, 783.  
<https://doi.org/10.3389/fpsyg.2016.00783>
- Poole, K. L., Schmidt, L. A., Missiuna, C., Saigal, S., Boyle, M. H., & Van Lieshout, R. J. (2016). Childhood motor coordination and adult psychopathology in extremely low birth weight survivors. *Journal of Affective Disorders*, 190, 294–299.  
<https://doi.org/10.1016/j.jad.2015.10.031>
- Posner, M. I., & DiGirolamo, G. J. (1998). Executive attention: conflict, target detection, and cognitive control. In *The Attentive Brain*. (pp. 401–423). Cambridge, MA: Parasuraman, R.
- Poulsen, A. A., Ziviani, J. M., Cuskelly, M., & Smith, R. (2007). Boys with developmental coordination disorder: loneliness and team sports participation. *The American Journal of Occupational Therapy: Official Publication of the American Occupational Therapy Association*, 61(4), 451–462.
- Purcell, R., Maruff, P., Kyrios, M., & Pantelis, C. (1998a). Cognitive deficits in obsessive-compulsive disorder on tests of frontal-striatal function. *Biological Psychiatry*, 43(5), 348–357.
- Purcell, R., Maruff, P., Kyrios, M., & Pantelis, C. (1998b). Neuropsychological deficits in obsessive-compulsive disorder: a comparison with unipolar depression, panic disorder, and normal controls. *Archives of General Psychiatry*, 55(5), 415–423.
- R core Team. (2014). *R: A language and environment for statistical computing*. (Vol. 73).
- R Core Team. (2015). *R: A language and environment for statistical computing*. R Foundation for Statistical Computing. (Version Version 3.2.3.). Vienna, Austria.: R Foundation for Statistical Computing. Retrieved from <http://www.R-project.org/>

- Reise, S. P. (2012). Invited Paper: The Rediscovery of Bifactor Measurement Models. *Multivariate Behavioral Research*, 47(5), 667–696.  
<https://doi.org/10.1080/00273171.2012.715555>
- Reise, S. P., Moore, T. M., & Haviland, M. G. (2010). Bifactor models and rotations: Exploring the extent to which multidimensional data yield univocal scale scores. *Journal of Personality Assessment*, 92(6), 544–559.
- Reise, S. P., Scheines, R., Widaman, K. F., & Haviland, M. G. (2013). Multidimensionality and structural coefficient bias in structural equation modeling a bifactor perspective. *Educational and Psychological Measurement*, 73(1), 5–26.
- Rios, J., & Wells, C. (2014). Validity evidence based on internal structure. *Psicothema*, 26(1), 108–116. <https://doi.org/10.7334/psicothema2013.260>
- Roberts, R. J., Hager, L. D., & Heron, C. (1994). Prefrontal cognitive processes: Working memory and inhibition in the antisaccade task. *Journal of Experimental Psychology: General*, 123(4), 374.
- Rodriguez, A., Reise, S. P., & Haviland, M. G. (2016). Evaluating bifactor models: Calculating and interpreting statistical indices. *Psychological Methods*, 21(2), 137.
- Rogers, R. D., & Monsell, S. (1995). Costs of a predictable switch between simple cognitive tasks. *Journal of Experimental Psychology: General*, 124(2), 207.  
<https://doi.org/10.1037/0096-3445.124.2.207>
- Rommelse, N. N. J., Altink, M. E., Oosterlaan, J., Buschgens, C. J. M., Buitelaar, J., De Sonneville, L. M. J., & Sergeant, J. A. (2007). Motor control in children with ADHD and non-affected siblings: deficits most pronounced using the left hand. *Journal of Child Psychology and Psychiatry, and Allied Disciplines*, 48(11), 1071–1079. <https://doi.org/10.1111/j.1469-7610.2007.01781.x>

- Rosa Neto, F. (2002). *Manual de avaliação motora*. Porto Alegre.
- Ross, D. M., & Ross, S. A. (1976). *Hyperactivity: Research, theory, and action*. Oxford, England.
- Rosseel, Y. (2011). *lavaan: an R package for structural equation modeling and more Version 0.4-9 (BETA)*. Ghent University. Retrieved from [http://byrneslab.net/classes/lavaan\\_materials/lavaanIntroduction4-9.pdf](http://byrneslab.net/classes/lavaan_materials/lavaanIntroduction4-9.pdf)
- Rosseel, Y. (2012). lavaan: An R Package for Structural Equation Modeling. *Journal of Statistical Software*, 48(2), 1–36. <https://doi.org/10.18637/jss.v048.i02>
- Rubia, K., Taylor, A., Taylor, E., & Sergeant, J. A. (1999). Synchronization, anticipation, and consistency in motor timing of children with dimensionally defined attention deficit hyperactivity behaviour. *Perceptual and Motor Skills*, 89(3 suppl), 1237–1258.
- Salum, G. A., Mogg, K., Bradley, B. P., Gadelha, A., Pan, P., Tamanaha, A. C., ... Pine, D. S. (2013). Threat bias in attention orienting: evidence of specificity in a large community-based study. *Psychological Medicine*, 43(4), 733–745. <https://doi.org/10.1017/S0033291712001651>
- Salum, G. A., Sergeant, J., Sonuga-Barke, E., Vandekerckhove, J., Gadelha, A., Pan, P. M., ... Rohde, L. a. P. (2014). Specificity of basic information processing and inhibitory control in attention deficit hyperactivity disorder. *Psychological Medicine*, 44(3), 617–631. <https://doi.org/10.1017/S0033291713000639>
- Salum, G.A., Gadelha, A., Pan, P. M., Moriyama, T. S., Graeff-Martins, A. S., Tamanaha, A. C., ... Rohde, L. A. (2015). High risk cohort study for psychiatric disorders in childhood: rationale, design, methods and preliminary results. *International Journal of Methods in Psychiatric Research*, 24(1), 58–73. <https://doi.org/10.1002/mpr.1459>

- Salum, Giovanni Abrahão, Gadelha, A., Pan, P. M., Moriyama, T. S., Graeff-Martins, A. S., Tamanaha, A. C., ... others. (2015). High risk cohort study for psychiatric disorders in childhood: rationale, design, methods and preliminary results. *International Journal of Methods in Psychiatric Research*, 24(1), 58–73.
- Schoemaker, M. M., Ketelaars, C. E. J., van Zonneveld, M., Minderaa, R. B., & Mulder, T. (2005). Deficits in motor control processes involved in production of graphic movements of children with attention-deficit-hyperactivity disorder. *Developmental Medicine and Child Neurology*, 47(6), 390–395.
- Sellbom, M., & Verona, E. (2007). Neuropsychological correlates of psychopathic traits in a non-incarcerated sample. *Journal of Research in Personality*, 41(2), 276–294. <https://doi.org/10.1016/j.jrp.2006.04.001>
- Shanmugan, S., Wolf, D. H., Calkins, M. E., Moore, T. M., Ruparel, K., Hopson, R. D., ... others. (2016). Common and dissociable mechanisms of executive system dysfunction across psychiatric disorders in youth. *American Journal of Psychiatry*, 173(5), 517–526.
- Sigurdsson, E., Van Os, J., & Fombonne, E. (2002). Are impaired childhood motor skills a risk factor for adolescent anxiety? Results from the 1958 U.K. birth cohort and the National Child Development Study. *The American Journal of Psychiatry*, 159(6), 1044–1046. <https://doi.org/10.1176/appi.ajp.159.6.1044>
- Simon, J. R. (1969). Reactions toward the source of stimulation. *Journal of Experimental Psychology*, 81(1), 174. <https://doi.org/10.1037/h0027448>
- Skirbekk, B., Hansen, B. H., Oerbeck, B., Wentzel-Larsen, T., & Kristensen, H. (2012). Motor impairment in children with anxiety disorders. *Psychiatry Research*, 198(1), 135–139. <https://doi.org/10.1016/j.psychres.2011.12.008>

- Slaats-Willemse, D., de Sonneville, L., Swaab-Barneveld, H., & Buitelaar, J. (2005). Motor flexibility problems as a marker for genetic susceptibility to attention-deficit/hyperactivity disorder. *Biological Psychiatry*, *58*(3), 233–238.  
<https://doi.org/10.1016/j.biopsych.2005.03.046>
- Slade, T., & Watson, D. (2006). The structure of common DSM-IV and ICD-10 mental disorders in the Australian general population. *Psychological Medicine*, *36*(11), 1593–1600. <https://doi.org/10.1017/S0033291706008452>
- Smith, A., Taylor, E., Rogers, J. W., Newman, S., & Rubia, K. (2002). Evidence for a pure time perception deficit in children with ADHD. *Journal of Child Psychology and Psychiatry, and Allied Disciplines*, *43*(4), 529–542.
- Snyder, H. R., Miyake, A., & Hankin, B. L. (2015). Advancing understanding of executive function impairments and psychopathology: bridging the gap between clinical and cognitive approaches. *Frontiers in Psychology*, *6*.  
<https://doi.org/10.3389/fpsyg.2015.00328>
- Steger, J., Imhof, K., Coutts, E., Gundelfinger, R., Steinhausen, H. C., & Brandeis, D. (2001). Attentional and neuromotor deficits in ADHD. *Developmental Medicine and Child Neurology*, *43*(3), 172–179.
- Stringaris, A., Vidal-Ribas Belil, P., Artiges, E., Lemaitre, H., Gollier-Briant, F., Wolke, S., ... others. (2015). The brain's response to reward anticipation and depression in adolescence: Dimensionality, specificity, and longitudinal predictions in a community-based sample. *American Journal of Psychiatry*, *172*(12), 1215–1223.
- Tellegen, A., & Briggs, P. F. (1967). Old wine in new skins: grouping Wechsler subtests into new scales. *Journal of Consulting Psychology*, *31*(5), 499–506.

- Theeuwes, J. (1991). Exogenous and endogenous control of attention: the effect of visual onsets and offsets. *Perception & Psychophysics*, 49(1), 83–90.
- Tiffin, J. (1968). *Purdue Pegboard: Examiner manual*. Chicago: Science Research Associates. Chicago.
- Toplak, M. E., & Tannock, R. (2005). Tapping and anticipation performance in attention deficit hyperactivity disorder. *Perceptual and Motor Skills*, 100(3 Pt 1), 659–675. <https://doi.org/10.2466/pms.100.3.659-675>
- Treadway, M. T., & Zald, D. H. (2011). Reconsidering anhedonia in depression: lessons from translational neuroscience. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*, 35(3), 537–555. <https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2010.06.006>
- Trites, R. . (1977). *Neuropsychological Test Manual*. Ottawa, Ontario, Canada: Royal Ottawa Hospital,.
- Tseng, M. H., Henderson, A., Chow, S. M. K., & Yao, G. (2004). Relationship between motor proficiency, attention, impulse, and activity in children with ADHD. *Developmental Medicine and Child Neurology*, 46(6), 381–388.
- Turkstra, L. S., Fuller, T., Youngstrom, E., Green, K., & Kuegeler, E. (2004). Conversational fluency and executive function in adolescents with conduct disorder. *Acta Neuropsychologica: The Official Journal of the Polish Neuropsychological Society*, 2(1), 70–85.
- Ullrich, D.A., & Sanford, C.B. (1985). *Test of Gross Motor Development*. (2nd.). Austin, TX, USA.
- Urazán-Torres, G. R., Puche-Cabrera, M. J., Caballero-Forero, M., & Rey-Anacona, C. A. (2013). Cognitive and Executive Functions in Colombian School Children with

- Conduct Disorder: Sex Differences. *Revista Colombiana De Psiquiatria*, 42(4), 324–332. [https://doi.org/10.1016/S0034-7450\(13\)70029-5](https://doi.org/10.1016/S0034-7450(13)70029-5)
- Van Damme, T., Fransen, E., Simons, J., van West, D., & Sabbe, B. (2015). Motor impairment among different psychiatric disorders: Can patterns be identified? *Human Movement Science*, 44, 317–326. <https://doi.org/10.1016/j.humov.2015.10.006>
- Van Damme, T., Sabbe, B., van West, D., & Simons, J. (2015). Motor abilities of adolescents with a disruptive behavior disorder: The role of comorbidity with ADHD. *Research in Developmental Disabilities*, 40, 1–10. <https://doi.org/10.1016/j.ridd.2015.01.004>
- van der Fels, I. M. J., Te Wierike, S. C. M., Hartman, E., Elferink-Gemser, M. T., Smith, J., & Visscher, C. (2015). The relationship between motor skills and cognitive skills in 4-16 year old typically developing children: A systematic review. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 18(6), 697–703. <https://doi.org/10.1016/j.jsams.2014.09.007>
- van Goozen, S. H. M., Cohen-Kettenis, P. T., Snoek, H., Matthys, W., Swaab-Barneveld, H., & van Engeland, H. (2004). Executive functioning in children: a comparison of hospitalised ODD and ODD/ADHD children and normal controls. *Journal of Child Psychology and Psychiatry, and Allied Disciplines*, 45(2), 284–292.
- Vandierendonck, A., Kemps, E., Fastame, M. C., & Szmalec, A. (2004). Working memory components of the Corsi blocks task. *British Journal of Psychology*, 95(1), 57–79.
- Verbruggen, F., & Logan, G. D. (2008). Automatic and controlled response inhibition: associative learning in the go/no-go and stop-signal paradigms. *Journal of*



*Experimental Psychology. General*, 137(4), 649–672.

<https://doi.org/10.1037/a0013170>

Vidal-Ribas, P., Brotman, M. A., Valdivieso, I., Leibenluft, E., & Stringaris, A. (2016). The Status of Irritability in Psychiatry: A Conceptual and Quantitative Review. *Journal of the American Academy of Child and Adolescent Psychiatry*, 55(7), 556–570.

<https://doi.org/10.1016/j.jaac.2016.04.014>

Viholainen, H., Ahonen, T., Lyytinen, P., Cantell, M., Tolvanen, A., & Lyytinen, H.

(2006). Early motor development and later language and reading skills in children at risk of familial dyslexia. *Developmental Medicine and Child Neurology*, 48(5),

367–373. <https://doi.org/10.1017/S001216220600079X>

Vilgis, V., Silk, T. J., & Vance, A. (2015). Executive function and attention in children and adolescents with depressive disorders: a systematic review. *European Child & Adolescent Psychiatry*, 24(4), 365–384. <https://doi.org/10.1007/s00787-015-0675-7>

Vollebergh, W. A., Iedema, J., Bijl, R. V., de Graaf, R., Smit, F., & Ormel, J. (2001). The structure and stability of common mental disorders: the NEMESIS study. *Archives of General Psychiatry*, 58(6), 597–603.

Wagner, F., Martel, M. M., Cogo-Moreira, H., Maia, C. R. M., Pan, P. M., Rohde, L. A., & Salum, G. A. (2016). Attention-deficit/hyperactivity disorder dimensionality: the reliable “g” and the elusive “s” dimensions. *European Child & Adolescent Psychiatry*, 25(1), 83–90. <https://doi.org/10.1007/s00787-015-0709-1>

Wagner, M. O., Bös, K., Jascenoka, J., Jekauc, D., & Petermann, F. (2012). Peer problems mediate the relationship between developmental coordination disorder and behavioral problems in school-aged children. *Research in Developmental Disabilities*, 33(6), 2072–2079.

- Wagner, S., Müller, C., Helmreich, I., Huss, M., & Tadić, A. (2015). A meta-analysis of cognitive functions in children and adolescents with major depressive disorder. *European Child & Adolescent Psychiatry, 24*(1), 5–19.  
<https://doi.org/10.1007/s00787-014-0559-2>
- Wakschlag, L. S., Briggs-Gowan, M. J., Choi, S. W., Nichols, S. R., Kestler, J., Burns, J. L., ... Henry, D. B. (2014). Advancing a multidimensional, developmental spectrum approach to preschool disruptive behavior. *Journal of the American Academy of Child and Adolescent Psychiatry, 53*(1). Retrieved from  
<https://uic.pure.elsevier.com/en/publications/advancing-a-multidimensional-developmental-spectrum-approach-to-p>
- Wakschlag, L. S., Henry, D. B., Tolan, P. H., Carter, A. S., Burns, J. L., & Briggs-Gowan, M. J. (2012). Putting theory to the test: modeling a multidimensional, developmentally-based approach to preschool disruptive behavior. *Journal of the American Academy of Child & Adolescent Psychiatry, 51*(6), 593–604.
- Wakschlag, L. S., Leventhal, B. L., Briggs-Gowan, M. J., Danis, B., Keenan, K., Hill, C., ... Carter, A. S. (2005). Defining the “disruptive” in preschool behavior: What diagnostic observation can teach us. *Clinical Child and Family Psychology Review, 8*(3), 183–201.
- Wakschlag, L. S., Tolan, P. H., & Leventhal, B. L. (2010). Research Review: “Ain’t misbehavin’”: Towards a developmentally-specified nosology for preschool disruptive behavior. *Journal of Child Psychology and Psychiatry, 51*(1), 3–22.
- Wall, T. D., Frick, P. J., Fanti, K. A., Kimonis, E. R., & Lordos, A. (2016). Factors differentiating callous-unemotional children with and without conduct problems.

- Journal of Child Psychology and Psychiatry, and Allied Disciplines*, 57(8), 976–983. <https://doi.org/10.1111/jcpp.12569>
- Wang, M. V., Lekhal, R., Aarø, L. E., & Schjølberg, S. (2014). Co-occurring development of early childhood communication and motor skills: results from a population-based longitudinal study. *Child: Care, Health and Development*, 40(1), 77–84. <https://doi.org/10.1111/cch.12003>
- Watson, D. (2005). Rethinking the mood and anxiety disorders: a quantitative hierarchical model for DSM-V. *Journal of Abnormal Psychology*, 114(4), 522–536. <https://doi.org/10.1037/0021-843X.114.4.522>
- Wechsler, D. (2002). *WISC-III: escala de inteligência de Wechsler para crianças III*.
- White, L. K., Moore, T. M., Calkins, M. E., Wolf, D. H., Satterthwaite, T. D., Leibenluft, E., ... Gur, R. E. (2017). An Evaluation of the Specificity of Executive Function Impairment in Developmental Psychopathology. *Journal of the American Academy of Child and Adolescent Psychiatry*, 56(11), 975–982.e3. <https://doi.org/10.1016/j.jaac.2017.08.016>
- Whitmont, S., & Clark, C. (1996). Kinaesthetic acuity and fine motor skills in children with attention deficit hyperactivity disorder: a preliminary report. *Developmental Medicine and Child Neurology*, 38(12), 1091–1098.
- Xu, M., Jiang, W., Du, Y., Li, Y., & Fan, J. (2017). Executive Function Features in Drug-naive Children with Oppositional Defiant Disorder. *Shanghai Archives of Psychiatry*, 29(4), 228–236. <https://doi.org/10.11919/j.issn.1002-0829.216104>
- Yan, J. H., & Thomas, J. R. (2002). Arm movement control: differences between children with and without attention deficit hyperactivity disorder. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 73(1), 10–18. <https://doi.org/10.1080/02701367.2002.10608987>

Yntema, D. B. (1963). Keeping track of several things at once. *Human Factors*, 5, 7–17.

<https://doi.org/10.1177/001872086300500102>

Zinbarg, R. E., Revelle, W., Yovel, I., & Li, W. (2005). Cronbach's  $\alpha$ , Revelle's  $\beta$ , and McDonald's  $\omega$ : Their relations with each other and two alternative conceptualizations of reliability. *Psychometrika*, 70(1), 123–133.

## ANEXOS

## Anexo 1 – Formulário das tarefas de habilidade motora

## Luria

[LEIA] Agora eu farei algumas coisas com as mãos, e logo depois quero que você repita igual a mim, ok?

[PSICO] FAZER O MODELO PARA O EXAMINANDO COM 4 CICLOS DO PROGRAMA MOTOR

[PSICO] FAZER TREINO COM A CRIANÇA DE 1 CICLO DESTES PROGRAMAS MOTOR

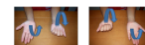
[PSICO] PEÇA A CRIANÇA PARA FAZER O MAIS RÁPIDO QUE PUDER. ENQUANTO O EXAMINANDO ESTIVER REALIZANDO A TAREFA NÃO SE CORRIGE, MAS PODE OFERECER INCENTIVO VERBAL (EX.: CONTINUE) E/OU DEMONSTRAÇÃO, SEM INTERROMPER OS MOVIMENTOS DO AVALIANDO (EX.: FAZER O FORMATO DE UMA MOEDA COM O SEU DEDO PARA APERFEIÇOAR OS MOVIMENTOS DO EXAMINANDO)

[PSICO] AVISE QUE A TAREFA IRÁ COMEÇAR E CRONOMETRE O TEMPO DE EXECUÇÃO.

→ INICIAR MODELO OPOR DEDOS AO POLEGAR (4 CICLOS) → TREINO (1 CICLO) → TAREFA (4 CICLOS) / 1 CICLO =



→ SEGUIDO DE MODELO DE OZERETSKI (4 CICLOS) → TREINO (1 CICLO) → TAREFA (4 CICLOS) / 1 CICLO =



→ SEGUIDO DE MODELO PALMAS ESTENDIDAS (4 CICLOS) → TREINO (1 CICLO) → TAREFA (4 CICLOS) / 1 CICLO =



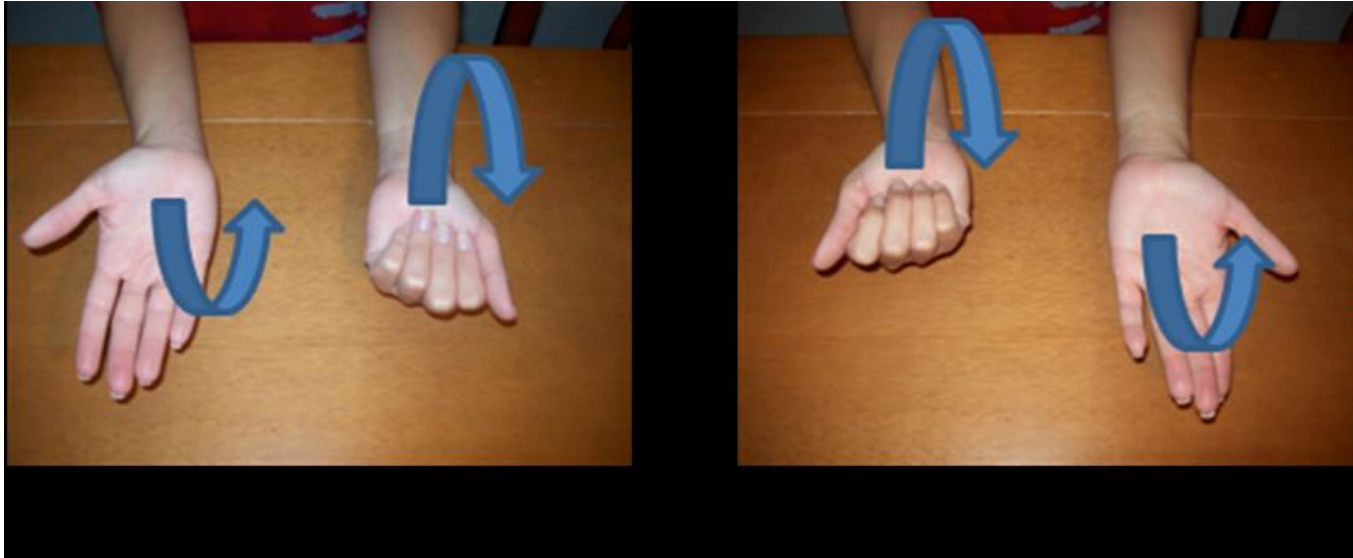
<p>LUOP. <b>Opor Dedos ao Polegar:</b> Realizar movimentos simultâneos e simétricos com ambas as mãos, tocando primeiro o dedo indicador no polegar, depois o médio, depois o anelar e depois o mínimo.</p> <p>[LEIA] "Ao realizar o movimento, você deve se preocupar em manter o formato de uma moeda enquanto toca os dedos no polegar."</p>	<p>LUO. <b>Ozeretski:</b> Realizar movimentos alternados com as mãos. Enquanto uma fecha a outra abre, e vice-versa.</p>	<p>LUPE. <b>Palmas Estendidas:</b> Realizar movimentos alternados com ambas as mãos estendidas. Enquanto uma está com a palma virada para baixo, a outra está virada com a palma para cima. E vice-versa.</p>
LUOP1 Tempo (4 ciclos): ____seg.	LUO1 Tempo (4 ciclos): ____seg.	LUPE1 Tempo (4 ciclos): ____seg.
<p>LUOP2. <b>Dedos ao Polegar</b></p> <p>( ) 2 Quatro ciclos sem erros após o examinador fazer o modelo inicial</p> <p>( ) 1 Quatro ciclos com estímulo verbal (ex.: "continue") e/ou modelo externo</p> <p>( ) 0 Erros apesar do estímulo verbal e/ou modelo</p>	<p>LUO2. <b>Ozeretski</b></p> <p>( ) 2 Quatro ciclos sem erros após o examinador fazer o modelo inicial</p> <p>( ) 1 Quatro ciclos com estímulo verbal (ex.: "continue") e/ou modelo externo</p> <p>( ) 0 Erros apesar do estímulo verbal e/ou modelo</p>	<p>LUPE2. <b>Palmas estendidas</b></p> <p>( ) 2 Quatro ciclos sem erros após o examinador fazer o modelo inicial</p> <p>( ) 1 Quatro ciclos com estímulo verbal (ex.: "continue") e/ou modelo externo</p> <p>( ) 0 Erros apesar do estímulo verbal e/ou modelo</p>
<b>Avaliação Qualitativa:</b>		
<b>Opor Dedos ao Polegar</b>	<b>Ozeretski</b>	<b>Palmas Estendidas</b>
<p>LUOP3 É fluente?</p> <p>RITMO E VELOCIDADE ADEQUADOS</p> <p>( ) 1 Sim; ( ) 0 Não</p>	<p>LUO3 É fluente?</p> <p>RITMO E VELOCIDADE ADEQUADOS</p> <p>( ) 1 Sim; ( ) 0 Não</p>	<p>LUPE3 É fluente?</p> <p>RITMO E VELOCIDADE ADEQUADOS</p> <p>( ) 1 Sim; ( ) 0 Não</p>
<p>LUOP4 Tem precisão?</p> <p>POSTURA CORRETA DA MÃO E DOS DEDOS</p> <p>( ) 1 Sim; ( ) 0 Não</p>	<p>LUO4 Tem precisão?</p> <p>POSTURA CORRETA DA MÃO E DOS DEDOS</p> <p>( ) 1 Sim; ( ) 0 Não</p>	<p>LUPE4 Tem precisão?</p> <p>POSTURA CORRETA DA MÃO E DOS DEDOS</p> <p>( ) 1 Sim; ( ) 0 Não</p>
<p>LUOP5 Tem simetria?</p> <p>O MOVIMENTO DAS MÃOS É SIMÉTRICO</p> <p>( ) 1 Sim; ( ) 0 Não</p>	<p>LUO5 Tem simetria?</p> <p>O MOVIMENTO DAS MÃOS É SIMÉTRICO</p> <p>( ) 1 Sim; ( ) 0 Não</p>	<p>LUPE5 Tem simetria?</p> <p>O MOVIMENTO DAS MÃOS É SIMÉTRICO</p> <p>( ) 1 Sim; ( ) 0 Não</p>
<p>LUOP6 Mantém a coordenação?</p> <p>NÃO PERDE A SEQUÊNCIA DOS MOVIMENTOS</p> <p>( ) 1 Sim; ( ) 0 Não</p>	<p>LUO6 Mantém a coordenação?</p> <p>NÃO PERDE A SEQUÊNCIA DOS MOVIMENTOS</p> <p>( ) 1 Sim; ( ) 0 Não</p>	<p>LUPE6 Mantém a coordenação?</p> <p>NÃO PERDE A SEQUÊNCIA DOS MOVIMENTOS</p> <p>( ) 1 Sim; ( ) 0 Não</p>
<p>LUOP7 Acompanha com os olhos?</p> <p>PRECISA OLHAR PARA AS MÃOS</p> <p>( ) 1 Sim; ( ) 0 Não</p>	<p>LUO7 Acompanha com os olhos?</p> <p>PRECISA OLHAR PARA AS MÃOS</p> <p>( ) 1 Sim; ( ) 0 Não</p>	<p>LUPE7 Acompanha com os olhos?</p> <p>PRECISA OLHAR PARA AS MÃOS</p> <p>( ) 1 Sim; ( ) 0 Não</p>

Anexo 2 – Figuras utilizadas para mostrar as tarefas que avaliaram a habilidade motora de forma ampliada

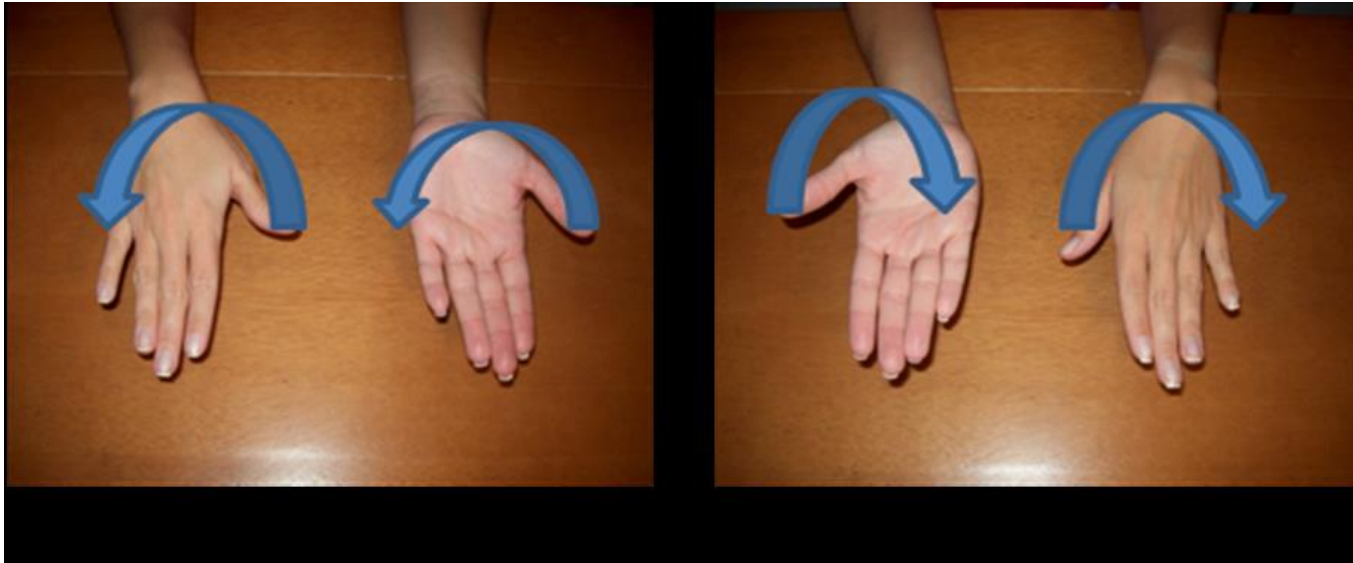
**2a- Oposição Polegar Dedos**



2b- Oseretski



**2c- Palmas estendidas**





## Anexo 3 – Tarefas Funções Executivas (formulários e explicações)

## 3a - Formulário tarefa Dígitos ordem inversa

### Dígitos Ordem Inversa

[LEIA] Agora vou dizer mais alguns números e quero que você repita de trás para frente. por exemplo, se eu disser 8-2, o que você diria?  
 → SE A CRIANÇA RESPONDER CORRETAMENTE, [LEIA] *"MUITO BEM"*. CONTINUAR COM A TENTATIVA 1 DO ITEM 1.  
 → SE A CRIANÇA RESPONDER ERRADO [LEIA]: "Não, você deveria dizer 2-8. Eu disse 8-2, então para dizer ao contrário você deveria dizer 2-8. Agora tente estes números. lembre que você deve dizê-los em ordem inversa: 5-6".  
 [PSICO] MESMO QUE A CRIANÇA NÃO RESPONDA CORRETAMENTE, NÃO AJUDE E INICIE A TENTATIVA 1 DO ITEM 1.

[psico] LEIA OS DÍGITOS NUM RITMO DE UM NÚMERO POR SEGUNDO, BAIXANDO A INFLEXÃO DE SUA VOZ LEVEMENTE NO ÚLTIMO DÍGITO DA SEQUÊNCIA.

INTERRUPÇÃO: PONTUAÇÃO ZERO NAS DUAS TENTATIVAS DE UM MESMO ITEM.

PONTUAÇÃO: 0 PONTOS SE A CRIANÇA ERRAR AS DUAS TENTATIVAS DO ITEM, 1 PONTO SE A CRIANÇA ACERTAR UMA DAS TENTATIVAS DO ITEM E 2 PONTOS SE A CRIANÇA ACERTAR AMBAS AS TENTATIVAS DO ITEM.

Dígitos Ordem Inversa					
Item	1ª Tentativa / Resposta	Ponto 1ª Tent (0 ou 1)	2ª Tentativa / Resposta	Ponto 2ª Tent (0 ou 1)	Pontos do Item: 0 ou 1 ou 2
<b>Exemplo: 8 – 2</b>			<b>Exemplo 2: 5 – 6</b>		
1.	2 – 5		6 – 3		DGI1 ( )0; ( )1; ( )2
2.	6 – 7 – 4		2 – 5 – 9		DGI2 ( )0; ( )1; ( )2
3.	7 – 2 – 9 – 6		8 – 4 – 9 – 3		DGI3 ( )0; ( )1; ( )2
4.	4 – 1 – 3 – 5 – 7		9 – 7 – 8 – 5 – 2		DGI4 ( )0; ( )1; ( )2
5.	1 – 6 – 5 – 2 – 9 – 8		3 – 6 – 7 – 1 – 9 – 4		DGI5 ( )0; ( )1; ( )2
6.	8 – 5 – 9 – 2 – 3 – 4 – 2		4 – 5 – 7 – 9 – 2 – 8 – 1		DGI6 ( )0; ( )1; ( )2
7.	6 – 9 – 1 – 6 – 3 – 2 – 5 – 8		3 – 1 – 7 – 9 – 5 – 4 – 8 – 2		DGI7 ( )0; ( )1; ( )2

### 3b – Tarefa Blocos de Corsi (ordem inversa)

#### Blocos de Corsi – Ordem Inversa

[LEIA] Vou apontar, tocando com o dedo, alguns cubos. olhe com bastante atenção, porque logo eu seguida você terá de repetir de trás pra frente (TOQUE OS CUBOS 3 E 1), o que você deve fazer?"

SE A CRIANÇA RESPONDER CORRETAMENTE [LEIA]: "MUITO BEM" → Continuar com a tentativa 1 do item 1.

SE A CRIANÇA RESPONDER ERRADO AO ITEM EXEMPLO, [LEIA]: "Não. Você deveria fazer assim ([PSICO]TOQUE OS CUBOS 1 E 3). então para apontar ao contrário você deveria tocar este (1) e depois este (3).

[PSICO] MESMO QUE A CRIANÇA NÃO RESPONDA CORRETAMENTE, NÃO AJUDE E INICIE A TENTATIVA 1 DO ITEM 1.

**Interrupção:** Pontuação zero nas duas tentativas de um mesmo item.

**Pontuação:** 0 pontos se a criança errar as duas tentativas do item, 1 ponto se a criança acertar uma das tentativas do item e 2 pontos se a criança acertar ambas as tentativas do item.

Blocos de Corsi Ordem Inversa					
Item	1ª Tentativa / Resposta	Ponto 1ª Tent (0 ou 1)	2ª Tentativa / Resposta	Ponto 2ª Tent (0 ou 1)	Pontos do Item: 0 ou 1 ou 2
1.	7 – 4		3 – 0		BLI1 ( )0; ( )1; ( )2
2.	8 – 2 – 7		1 – 9 – 3		BLI2 ( )0; ( )1; ( )2
3.	0 – 6 – 2 – 7		4 – 9 – 1 – 6		BLI3 ( )0; ( )1; ( )2
4.	5 – 7 – 9 – 8 – 2		6 – 5 – 1 – 4 – 8		BLI4 ( )0; ( )1; ( )2
5.	9 – 2 – 6 – 7 – 3 – 5		4 – 1 – 9 – 3 – 8 – 0		BLI5 ( )0; ( )1; ( )2
6.	2 – 6 – 3 – 8 – 2 – 0 – 1		0 – 1 – 6 – 4 – 8 – 5 – 7		BLI6 ( )0; ( )1; ( )2
7.	6 – 9 – 3 – 2 – 1 – 7 – 0 – 5		7 – 3 – 0 – 5 – 7 – 8 – 4 – 9		BLI7 ( )0; ( )1; ( )2
8.	5 – 8 – 4 – 0 – 7 – 3 – 1 – 9 – 6		6 – 9 – 1 – 3 – 7 – 0 – 4 – 8 – 5		BLI8 ( )0; ( )1; ( )2

### **3c- Tarefa Controle de conflito** (Hogan et al., 2005)

Esta tarefa avalia o controle inibitório por meio de um computador. Os estímulos que podem ser mostrados ao participante são um dos dois: uma seta verde ou uma seta vermelha apontadas para a direita ou para a esquerda do participante. Quando o participante ver uma seta verde na tela do computador ele deve pressionar a tecla no teclado correspondente ao sentido da seta. Quando o participante ver uma seta vermelha, ele deve pressionar a tecla referente ao sentido oposto ao da seta.

Nesta tarefa, há 75 testes congruentes com setas verdes, quando os participantes terão de pressionar o botão indicando o real sentido da seta e 25 testes incongruentes em que setas vermelhas serão apresentadas e os participantes terão de responder no sentido oposto.

Dessa forma, esta tarefa solicita ao sujeito que ocasionalmente suprima a tendência dominante (prepotente) de responder ao real sentido da seta e que inicie uma resposta indicando o sentido oposto. Esta solicitação é indicada por uma mudança na cor da seta (efeito do conflito) – teste incongruente. O intervalo entre cada exposição é de 1500msec e a duração da exposição ao estímulo é de 100msc. Solicita-se ao participante que enfatize de forma igual tanto a acurácia quanto a velocidade na execução da tarefa. O escore final é o percentual de respostas corretas nos testes incongruentes.

### **3d- Tarefa Go/ No Go** (Bitsakou et al., 2008)

Esta tarefa avalia o controle inibitório por meio de um computador. Os estímulos que podem ser mostrados ao participante são um dos dois: uma seta verde ou uma seta verde de dupla ponta para a direita ou para a esquerda do participante. Quando o participante ver uma seta verde na tela do computador ele deve pressionar a tecla no teclado correspondente ao sentido da seta. Quando o participante ver uma seta de dupla ponta, ele não deve pressionar nenhuma tecla.

Nesta tarefa, há 75 testes com setas verdes (estímulo Go), quando os participantes terão de pressionar o botão indicando o sentido da seta e 25 testes com setas com dupla ponta (estímulo No Go), quando os participantes devem abster-se de pressionar qualquer tecla no teclado.

Esta tarefa inclui um componente diferente de controle inibitório, porque pede aos participantes que pressionem a tecla no sentido correspondente ao estímulo diante de *setas de cor verde* (estímulo Go; n=75) que por serem a maioria criam uma tendência dominante (prepotente), mas pede que os participantes suprimam qualquer tendência dominante de pressionar a tecla quando uma *seta verde de dupla ponta* (estímulo No-go; n=25) aparecer na tela. O intervalo entre cada exposição (teste) é de 1500msec e a duração da exposição ao estímulo é de 100msc. Solicita-se ao participante que enfatize de forma igual tanto a acurácia quanto a velocidade na execução da tarefa. O escore final é o percentual de respostas corretas nos testes incongruentes. O escore final é o percentual de falhas na inibição motora nos testes No-Go (erros de comissão)

**3e- Tarefas de antecipação do tempo – 400ms e 2000ms** (Rubia et al., 1999; Toplak & Tannock, 2005)

Esta tarefa avalia o processamento de tempo por meio de um jogo que utiliza o computador em sua execução. Os participantes são expostos a dois tipos de intervalos de tempo (400ms e 2000ms) que se iniciam com o início de cada teste e terminam quando um estímulo visual aparece na tela do computador. Primeiro, para cada tarefa, os participantes são expostos a 10 testes em que um estímulo visual (nave espacial) aparece em determinado momento na tela do computador. Depois, os participantes são expostos a 16 testes em que o estímulo visual não aparece na tela do computador. Nestes últimos testes, os participantes devem antecipar (pressionar o botão no teclado) quando o estímulo visual poderia aparecer na tela do computador, baseando-se no intervalo de tempo em que o estímulo visual demorou para aparecer nos primeiros 10 testes. A janela de tempo para a qual a resposta do participante é considerada correta é de 750msec. Os participantes recebem feedback sobre seu desempenho ao final de cada teste. O intervalo de antecipação o qual os participantes devem reproduzir na primeira tarefa é de 400ms e o da segunda tarefa é de 2000ms. A tarefa de 2000ms é executada depois da de 400ms. O escore final é o percentual de acerto nas tarefas.

Com o objetivo de motivar os participantes para a tarefa, uma narrativa de jogo foi criada. Os participantes seriam exploradores espaciais que deveriam reabastecer uma nave espacial aliada que estava sem oxigênio. Para reabastecer a nave, os participantes deveriam apertar uma tecla no teclado no momento em que eles achassem que a nave espacial apareceria na tela do computador.