

DANIELA MELO DE ALMEIDA

Avaliação interdisciplinar da diadococinesia: coordenação motora,
função executiva e escolaridade

Dissertação apresentada à Faculdade de
Medicina da Universidade de São Paulo
para obtenção do título de Mestre em
Ciências

Programa: Neurologia
Orientadora: Profa. Dra. Mariana Callil Voos

São Paulo

2021

DANIELA MELO DE ALMEIDA

Avaliação interdisciplinar da diadococinesia: coordenação motora,
função executiva e escolaridade

Dissertação apresentada à Faculdade de
Medicina da Universidade de São Paulo
para obtenção do título de Mestre em
Ciências

Programa: Neurologia
Orientadora: Profa. Dra. Mariana Callil Voos

(Versão corrigida. Resolução CoPGr 6018/11, de 13 de outubro de 2011. A versão original está disponível na Biblioteca da FMUSP)

São Paulo

2021

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Preparada pela Biblioteca da
Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo

©reprodução autorizada pelo autor

Almeida, Daniela Melo de
Avaliação interdisciplinar da diadococinesia :
coordenação motora, função executiva e escolaridade /
Daniela Melo de Almeida. -- São Paulo, 2021.
Dissertação (mestrado)--Faculdade de Medicina da
Universidade de São Paulo.
Programa de Neurologia.
Orientadora: Mariana Callil Voos.

Descritores: 1.Diadococinesia 2.Prática
interdisciplinar 3.Desempenho psicomotor 4.Função
executiva 5. Escolaridade

USP/FM/DBD-365/21

Responsável: Erinalva da Conceição Batista, CRB-8 6755

Dedico este trabalho aos meus pais, Laura e Edson, por proporcionarem todas as condições para que eu sempre estudasse.

AGRADECIMENTOS

À Profa. Dra. Mariana Callil Voos que, desde meu estágio de graduação em Fisioterapia, se tornou para mim um exemplo a seguir. Orientadora com inteligência e eficiência impressionantes. Mestre, capaz de agregar e dividir seus conhecimentos com todos. Mulher, mãe, profissional, amiga. Minha inspiração! A você, toda minha gratidão.

Às colegas de Mestrado Patrícia, Mariana e Ana Carolina, pelas trocas de conhecimento, pelo apoio, pelas confidências, lágrimas e risadas ao longo desta jornada.

Às queridas profissionais Fernanda Cleto, Jéssica Albuquerque, Tamara Passos, e Maria Luiza, que fizeram parte deste belíssimo projeto.

Ao amigo Lucildo, que me inspirou a crescer desde que o conheci.

Ao Centro de Referência do Idoso de São Bernardo do Campo representado por sua diretora, a senhora Fátima Actis, que me recebeu de portas abertas.

Agradeço imensamente a todas as pessoas que participaram como voluntários deste estudo, doando seu tempo, sua confiança e atenção, e que foram essenciais para a concretização deste trabalho.

E, acima de tudo, agradeço a Deus, que permitiu a presença de todas essas pessoas em minha vida e a oportunidade de alcançar este objetivo.

*“Marcelo vivia fazendo perguntas para todo mundo:
- Papai, por que é que a chuva cai?
- Mamãe, por que é que o mar não derrama?
- Vovó, por que é que o cachorro tem quatro pernas?
As pessoas grandes às vezes respondiam.
Às vezes, não sabiam como responder.
- Ah, Marcelo, sei lá...”*

(Ruth Rocha)

Esta dissertação está de acordo com as seguintes normas, em vigor no momento desta publicação:

Referências: adaptado de *International Committee of Medical Journals Editors (Vancouver)*.

Universidade de São Paulo. Faculdade de Medicina. Divisão de Biblioteca e Documentação. Guia de apresentação de dissertações, teses e monografias. Elaborado por Anneliese Carneiro da Cunha, Maria Júlia de A. L. Freddi, Maria F. Crestana, Marinalva de Souza Aragão, Suely Campos Cardoso, Valéria Vilhena. 3a ed. São Paulo: Divisão de Biblioteca e Documentação; 2011.

Abreviaturas dos títulos dos periódicos de acordo com *List of Journals Indexed in Index Medicus*.

Sumário

1. INTRODUÇÃO.....	1
2. OBJETIVO.....	6
2.1 Objetivo Geral	6
2.2 Objetivos Secundários	6
3. REVISÃO DA LITERATURA.....	8
3.1 A diadococinesia	8
3.1.1 Diadococinesia dos membros superiores	10
3.1.2 Diadococinesia e coordenação bimanual	14
3.1.3 Diadococinesia oral	17
3.2 Escolaridade e desempenho motor.....	23
4. MÉTODOS.....	28
4.1 Participantes	28
4.2 Procedimentos	29
4.2.1 Avaliação da diadococinesia dos membros superiores	30
4.2.2 Avaliação da diadococinesia oral.....	32
4.2.3 Avaliação da função executiva	34
4.3 Análise Estatística	40
5. RESULTADOS	41
5.1 Diadococinesia dos membros superiores.....	43
5.2 Diadococinesia oral.....	47
5.3 Correlação entre diadococinesia dos membros superiores e oral.....	52
5.4 Função Executiva.....	54
5.4.1 Correlações entre diadococinesia e função executiva	59
6. DISCUSSÃO.....	64
6.1 Diadococinesia dos membros superiores.....	64
6.2 Diadococinesia oral	67
6.3 Diadococinesia e escolaridade.....	70
6.4 Diadococinesia e função executiva	74

7. CONCLUSÃO.....	78
8. REFERÊNCIAS	80
ANEXO A – PARECER CONSUBSTANCIADO DO COMITÊ DE ÉTICA E PESQUISA.....	93
ANEXO B - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO.....	96
ANEXO C – PROTOCOLO DE AVALIAÇÃO	99
ANEXO D – INVENTÁRIO DE DOMINÂNCIA MANUAL DE EDIMBURGO...	100
ANEXO E – MINI EXAME DO ESTADO MENTAL – MEEM	101
ANEXO G – STROOP COLLOR TEST – PARTES D, W E C	106
ANEXO H – TESTE DE FLUÊNCIA VERBAL.....	108
ANEXO I – TESTE DOS DÍGITOS.....	109

LISTA DE SIGLAS

- ADM – Amplitude de movimento
- ANTIFASE – Membros superiores em antifase
- AVE – Acidente vascular encefálico
- DDC – Diadococinesia
- DDCo – Diadococinesia oral
- DDCm – Diadococinesia dos membros superiores
- DH – Doença de Huntington
- DP – Doença de Parkinson
- ELA – Esclerose Lateral Amiotrófica
- EM – Esclerose Múltipla
- FASE – Membros superiores em fase
- FE – Função Executiva
- MANOVA – Análise multivariada da variância
- MSD – Membro superior direito
- MSE – Membro superior esquerdo
- MMSS – Membros superiores
- SNC – Sistema Nervoso Central
- SCT – *Stroop Collor Test*
- TD – Teste dos Dígitos
- TFV – Teste de Fluência Verbal
- TMT – *Trail Making Test*
- UPDRS – *Unified Parkinson's Disease Rating Scale*

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Posição inicial das mãos nas quatro condições do teste de diadococinesia dos membros superiores

Figura 2. Imagem fornecida pelo software referente a uma sequência de emissão do fonema /pa/

Figura 3. Fluxograma com as etapas e procedimentos de avaliação realizados neste estudo

Figura 4. Comparação entre adultos e idosos com baixa, média e alta escolaridade nos testes de diadococinesia dos membros superiores (direito, esquerdo, ambos em fase, e ambos em antifase)

Figura 5. Comparação entre adultos e idosos com baixa, média e alta escolaridade nos testes de diadococinesia oral (/pa/, /ta/, /ka/, /pataka/ e /patakakatapa/)

Figura 6a. Pontuação média por faixa etária no Teste dos Dígitos (ordem direta, indireta e total) e no Teste de Fluência Verbal

Figura 6b. Pontuação média por faixa etária no *Trail Making Test* (partes A, B e delta)

Figura 6c. Pontuação média por faixa etária no *Stroop Collor Test* (partes D, W e C)

Figura 7a. Pontuação média por faixa de escolaridade no Teste dos Dígitos (Ordem direta, indireta e total) e no Teste de Fluência Verbal (TFV)

Figura 7b. Pontuação média por faixa de escolaridade no *Trail Making Test* (partes A, B e delta)

Figura 7c. Pontuação média por faixa de escolaridade no *Stroop Collor Test* (partes D, W e C)

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Caracterização da amostra por idade, sexo e escolaridade

Tabela 2. Caracterização do subgrupo por idade, sexo e escolaridade

Tabela 3. Valores médios nos testes de diadococinesia de membros superiores (em número de ciclos por segundo) e diadococinesia oral (número de fonemas por segundo), por grupos etários (adultos e idosos)

Tabela 4. Valores normativos para testes de diadococinesia de membros superiores (número de ciclos por segundo) e diadococinesia oral (número de fonemas por segundo), por faixas de escolaridade (baixa, média e alta)

Tabela 5a. Comparação entre os grupos etários e as faixas de escolaridade na tarefa de diadococinesia do membro superior direito

Tabela 5b. Comparação entre os grupos etários e as faixas de escolaridade na tarefa de diadococinesia do membro superior esquerdo

Tabela 5c. Comparação entre os grupos etários e as faixas de escolaridade na tarefa de diadococinesia dos membros superiores em fase

Tabela 5d. Comparação entre os grupos etários e as faixas de escolaridade na tarefa de diadococinesia dos membros superiores em antifase

Tabela 6a. Comparação entre os grupos etários e as faixas de escolaridade na tarefa de diadococinesia oral /pa/

Tabela 6b. Comparação entre os grupos etários e as faixas de escolaridade na tarefa de diadococinesia oral /ta/

Tabela 6c. Comparação entre os grupos etários e as faixas de escolaridade na tarefa de diadococinesia oral /ka/

Tabela 6d. Comparação entre os grupos etários e as faixas de escolaridade na tarefa de diadococinesia oral /pataka/

Tabela 6e. Comparação entre os grupos etários e as faixas de escolaridade na tarefa de diadococinesia oral /patakakatapa/

Tabela 7. Correlações parciais entre os testes de diadococinesia oral e dos membros superiores, controlados por idade e estudo formal

Tabela 8. Pontuação média e desvio-padrão por teste de função executiva, para a amostra geral, e dividida por grupos etários e faixa de escolaridade

Tabela 9. Correlações parciais entre as condições dos testes de diadococinesia oral e dos membros superiores e os testes que avaliam a Função Executiva

Tabela 10. Correlações entre a tarefa de diadococinesia dos membros superiores em antifase e os testes que avaliam a função executiva, por grupos etários e faixas de escolaridade

Tabela 11. Tabela comparativa com os valores obtidos no estudo de Padovani e os valores obtidos em nosso estudo

Tabela 12. Tabela comparativa com os valores obtidos no estudo de Pierce e os valores obtidos em nosso estudo

RESUMO

Almeida DM. Avaliação interdisciplinar da diadococinesia: coordenação motora, função executiva e escolaridade [dissertação]. São Paulo: Faculdade de Medicina, Universidade de São Paulo; 2021.

Diadococinesia é a habilidade de realizar movimentos rápidos, repetidos e alternados. Os testes de diadococinesia avaliam o desempenho da fala e dos membros superiores, e são utilizados na prática clínica e em pesquisa para avaliar pacientes com distúrbios neurológicos. **OBJETIVO:** Desenvolver um protocolo de avaliação interdisciplinar da diadococinesia, com testes para os membros superiores (direito, esquerdo, fase e antifase) e orais (/pa/, /ta/, /ka/, /pataka/ e /patakakatapa/); investigar possíveis relações entre a diadococinesia oral e de membros superiores; investigar possíveis efeitos da idade e da escolaridade no desempenho motor; e investigar possíveis relações entre diadococinesia e função executiva. **MÉTODO:** Foram avaliados 180 voluntários da comunidade com o mínimo de 2 anos de educação formal e visão normal ou corrigida por lentes. Os participantes foram divididos em duas faixas etárias: adultos (30-64 anos de idade) e idosos (65-89 anos) e em três grupos de escolaridade: baixa (2-5 anos de estudo formal); média (6-11 anos); alta (12 anos ou mais). **RESULTADOS:** O número de movimentos em antifase foi significativamente menor do que nas demais condições ($p < 0,001$). O número de repetições de /patakakatapa/ foi significativamente menor que nas demais condições ($p < 0,001$). Foram encontradas correlações fracas entre os testes de diadococinesia oral e dos membros superiores. Indivíduos com alto nível de escolaridade apresentaram maior número de repetições de diadococinesia de membros superiores e oral. Foram encontradas correlações moderadas entre os testes de diadococinesia oral e dos membros superiores e os testes que avaliam a função executiva. **CONCLUSÃO:** Desenvolvemos um protocolo interdisciplinar de avaliação da diadococinesia. A escolaridade apresentou maior influência que a idade no desempenho dos participantes. Sugerimos que as tarefas de diadococinesia oral e dos membros superiores avaliam habilidades diferentes, e que as tarefas de diadococinesia de pronação e supinação dos membros superiores contêm um componente cognitivo.

Descritores: Diadococinesia; Prática interdisciplinar; Desempenho psicomotor; Função executiva; Escolaridade.

ABSTRACT

Almeida DM. Interdisciplinary diadochokinesia assessment: motor coordination, executive function and educational status [dissertation]. São Paulo: "Faculdade de Medicina, Universidade de São Paulo"; 2021.

Diadochokinesia is the ability to perform rapid, repeated and alternated movements. Diadochokinesia tests assess speech and upper limbs performance, and they are applied in clinical practice and research to assess patients with neurological disorders. **OBJECTIVE:** To develop an interdisciplinary diadochokinesia assessment protocol, with upper limbs (right, left, phase and antiphase) and oral (/pa/, /ta/, /ka/, /pataka/ and /patakakatapa/) tests; to investigate possible relationships between oral and upper limbs diadochokinesia; to investigate possible effects of age and education on motor performance; and to investigate possible relationships between diadochokinesia and executive function. **METHOD:** 180 community volunteers with at least 2 years of formal education and normal or lens-corrected vision were evaluated. Volunteers were divided into two age groups: adults (30-64 years old) and elderly people (65-89 years old), and into three educational groups: low (2-5 years of formal education); average (6-11 years); high (12 years or more). **RESULTS:** The number of movements in antiphase was significantly lower than in other conditions ($p < 0.001$). The number of repetitions of /patakakatapa/ was significantly lower than in the other conditions ($p < 0.001$). Weak correlations were found between oral and upper limb diadochokinesia tests. Individuals with higher level of education had higher number of repetitions of upper limbs and oral diadochokinesia. Moderate correlations were found between oral and upper limbs diadochokinesia and tests that assess executive function. **CONCLUSION:** We developed an interdisciplinary diadochokinesia assessment protocol. Education had a greater influence than age on the participants' performance. We suggest that oral and upper limb diadochokinesia tasks assess different abilities, and that upper limb pronation and supination diadochokinesia tasks contain a cognitive component.

Descriptors: Diadochokinesia; Interdisciplinary placement; Psychomotor performance; Executive function; Educational status.

Apresentação

Nos parece que existe uma distância muito grande que separa os universos da Saúde e da Educação. No programa de Pós-Graduação em Neurologia da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo, espera-se um estudo que apresente método científico com técnica e qualidade, com muito rigor e replicabilidade, e que apresente recursos mensuráveis.

Durante a execução deste trabalho de Mestrado, fui percebendo que existe uma conexão entre Saúde e Educação. Essa ligação, que se inicia na infância, onde o desenvolvimento saudável da criança propicia melhores condições de aprendizagem, nem sempre é perceptível. Suas consequências, no entanto, são fortemente visíveis, sobretudo num país como o Brasil, onde recursos e incentivos à Educação, cada vez mais escassos, repercutem diretamente na saúde de sua população.

Como exemplos disso temos fatos observados recentemente em virtude da Pandemia de Covid-19. Nosso país não foi capaz de produzir integralmente as vacinas contra o vírus, um dos reflexos da falta de investimento em pesquisa científica. Esse fato pode ter contribuído para o retardo no início da vacinação em massa da população brasileira. Outro fato é que estudos mostraram correlação entre baixa escolaridade e maiores taxas de contaminação e óbitos¹. Neste trabalho, investigamos a relação entre escolaridade e desempenho motor em nossa amostra.

Portanto, o resultado final desta dissertação de Mestrado vai além de seu propósito inicial, que trazia como foco a avaliação da coordenação motora, e apresenta uma discussão ampliada que envolve a relação entre coordenação motora humana, cognição e escolaridade.

1. INTRODUÇÃO

A educação formal, o ato de frequentar a escola, proporciona processos tão amplos, que fica difícil delimitar todas as suas consequências na vida de uma pessoa. No Brasil, são observados abismos entre educação pública e privada. Então, o tempo de estudo formal ainda é diretamente associado a características socioeconômicas. Uma pessoa com melhores condições socioeconômicas tem mais acesso à informação, que não vem apenas do estudo formal, mas de todo o seu entorno: saúde, cultura, lazer.

Estamos vivendo uma revolução tecnológica e é pertinente a questão sobre o impacto do acesso (ou da falta dele) à tecnologia e à leitura e escrita, aos materiais audiovisuais, de forma geral, no desenvolvimento e no ciclo de vida. Interagir com um computador, digitando, seguindo informações na tela de um tablet ou celular, ou mesmo escrevendo com lápis e papel, requer coordenação motora proximal e distal. A coordenação motora proximal permite a estabilidade da cintura escapular e o apoio adequado do cotovelo e do punho. A coordenação motora distal permite o movimento propriamente dito e, conseqüentemente, a interação com o recurso utilizado para ler, ver, ouvir, escrever, digitar, falar informações. Operar tais recursos requer a habilidade de repetir movimentos rápidos e coordenados. Essa habilidade é denominada “*diadococinesia*”.

A palavra diadococinesia é composta pelo prefixo *diadoco*, do grego, que significa sucessivo, e pelo sufixo *cinesia*, que significa movimento. Portanto, de uma forma simples podemos inferir que vamos estudar movimentos sucessivos. Entretanto, veremos que tal habilidade não é algo tão simples como parece. Sua execução depende da integridade e do funcionamento de uma série de

estruturas e conexões presentes no Sistema Nervoso Central, no Sistema Nervoso Periférico, além de músculos e articulações. Por isso, a diadococinesia é frequentemente avaliada durante o exame neurológico e da coordenação.

Quando se estuda a produção da fala, encontra-se um exame motor que também é denominado diadococinesia. Neste exame são repetidos sons para avaliar a habilidade fonoarticulatória do indivíduo. Testes de diadococinesia têm sido utilizados em pesquisas e na prática clínica como forma de avaliar o controle motor dos membros superiores²⁻⁶ e da fala⁷⁻¹³.

Sabendo que a fala e a coordenação manual compartilham áreas do comando motor^{14,15}, surgiu a questão da pesquisa: se o teste de diadococinesia dos membros superiores e o teste de diadococinesia oral estariam avaliando o mesmo mecanismo e, portanto, se os testes estariam correlacionados.

A prática clínica demanda testes sensíveis, rápidos e de baixo custo, que possam ser aplicados por profissionais em equipes interdisciplinares, tanto para a avaliação diagnóstica quanto para o acompanhamento terapêutico. Quando se trata de doenças neurodegenerativas, de longo curso, é importante identificá-las precocemente para que possam ser realizadas terapias que desacelerem o curso da doença e proporcionem melhor qualidade de vida aos pacientes.

Desenvolvemos, então, um protocolo de avaliação interdisciplinar da diadococinesia, com avaliações das funções motora e executiva. A avaliação motora é composta pelo teste de diadococinesia de prono-supinação dos membros superiores em quatro condições: membro superior direito isolado, membro superior esquerdo isolado, ambos os membros superiores em fase, e ambos os membros superiores em antifase. Na literatura, são escassos trabalhos que avaliaram os dois membros superiores simultaneamente, e os

únicos estudos disponíveis avaliaram somente a condição dos membros em fase. Na diadococinesia oral, avaliamos as cinco condições: fonemas /pa/, /ta/, /ka/ e sequências /pataka/ e /patakakatapa/.

Inicialmente, hipotetizávamos que haveria uma correlação entre os testes de diadococinesia oral e dos membros superiores, pois o controle motor da fala e dos membros superiores compartilham regiões comuns¹⁴⁻¹⁶. Hipotetizávamos, também, que a idade e a escolaridade influenciariam no desempenho dos participantes. Portanto, para análise dos dados, dividimos a amostra de duas formas distintas: em dois grupos etários (adultos e idosos); e em três faixas de escolaridade (baixa, média e alta).

Dados normativos são importantes para a avaliação de dados clínicos, para o acompanhamento de doenças neurológicas e dos processos de reabilitação, assim como para pesquisas¹⁷. Não existem dados normativos para os testes de diadococinesia de membros superiores para a população brasileira, e os poucos estudos existentes, determinaram valores apenas para os membros superiores de forma isolada.

A literatura descreve a influência da educação no desempenho em testes motores. Foss et al.¹⁸ apontam que

“A educação [...] é uma variável de fácil aferição que gera diferenças nas estratégias cognitivas empregadas, que pode ser vista como um instrumento básico, utilizado na interação com as pessoas e necessário para a obtenção de conhecimentos sobre o mundo ao seu redor, e que, de certa forma, centraliza e interage com outras variáveis demográficas, como raça, condição socioeconômica, cultura, coeficiente de inteligência, comportamento e fatores ambientais.”

De acordo com Nitrini et al.¹⁹, indivíduos não alfabetizados e com baixa escolaridade que apresentavam piores resultados em funções motoras não

demonstraram melhora significativa após aprender a ler, o que reforça a importância da alfabetização durante a infância.

A educação, representada pelo total de anos de escolaridade formal, parece estar correlacionada a pré-requisitos cognitivos necessários para a compreensão e execução bem-sucedida das tarefas propostas. Entre essas habilidades, podemos citar o planejamento, a atenção, flexibilidade cognitiva, inibição, memória de trabalho e organização visuoespacial, componentes da Função Executiva.

Função Executiva (FE) é um termo genérico para designar vários processos cognitivos que são centrais para o comportamento, pensamentos e emoções direcionados a um objetivo. Esses processos são especialmente importantes em situações novas ou que requerem um ajuste rápido e flexível de comportamento às mudanças de demandas do ambiente. O desenvolvimento da FE inicia-se no primeiro ano de vida. Por volta dos 7 a 10 meses de idade, a conectividade córtico-cortical do bebê é estabelecida e o córtex pré-frontal inicia suas primeiras atividades executivas. Seu desenvolvimento se intensifica por volta dos 6 anos de idade, e sua maturação se completa entre o final da adolescência e o início da idade adulta. Em seguida, ocorre um declínio gradual ao longo da vida^{20,21}.

Como as habilidades executivas passam por uma transformação particularmente rápida durante a primeira infância, o período compreendido entre 2 e 6 anos de idade, o chamado período pré-escolar pode ser uma janela de oportunidade para o desenvolvimento dessas habilidades. Entretanto, a plasticidade cortical pré-frontal não se limita ao esse período. Os circuitos pré-frontais também sofrem uma importante reorganização durante a transição para

a adolescência, quando o volume de massa cinzenta do córtex pré-frontal atinge seu pico^{20,22}. Dessa forma, verificamos que o desenvolvimento e a maturação da FE correspondem ao período da Educação Básica no Brasil²³, o que reforça o papel da escola na oferta de estímulos para a FE.

Tendo em vista que existe uma estreita relação entre escolaridade e FE, num segundo momento, investigamos a relação entre o desempenho motor dos participantes nos testes de DDC oral e dos membros superiores, e a função executiva, avaliada através de quatro testes neuropsicológicos padronizados, e que são de fácil aplicação e livre acesso: *Stroop Color Test*, Teste de Fluência Verbal, Teste dos Dígitos e *Trail Making Test*. Hipotetizávamos que o desempenho dos participantes nos testes de DDC dos membros superiores em antifase, e DDC oral /pataka/ e /patakakatapa/, estariam correlacionados com os resultados dos testes da função executiva.

Este é um trabalho relevante, pois apresenta dados para uma amostra de da população brasileira. Desenvolvemos um protocolo de avaliação interdisciplinar da diadococinesia, com testes simples, rápidos, não invasivos e sem nenhum custo. Propomos uma nova tarefa para avaliação da diadococinesia oral. Com os resultados obtidos em nosso estudo, esperamos contribuir para a prática clínica de diversos profissionais para a detecção precoce de déficits neurológicos, bem como no monitoramento da evolução da doença e da eficácia terapêutica. Por fim, ao buscar compreender quais os mecanismos neurais envolvidos na diadococinesia, acreditamos que nossos resultados possam contribuir para o campo da pesquisa em neurociência.

2. OBJETIVO

2.1 Objetivo Geral

O objetivo geral deste estudo é desenvolver um protocolo de avaliação interdisciplinar da diadococinesia, com novos testes para avaliação dos membros superiores e da fala.

2.2 Objetivos Secundários

- 1) Comparar o desempenho nas diferentes condições do teste de DDCm (apenas com o membro superior direito, apenas com o membro superior esquerdo, com ambos os membros superiores em fase, e com ambos os membros superiores em antifase). Hipotetizamos que no teste de DDCm seria possível realizar um número maior de repetições com cada um dos membros superiores isoladamente, do que com ambos em fase; e que a condição com menor número de repetições seria dos membros superiores em antifase.
- 2) Comparar o desempenho nas diferentes condições do teste de DDCo (/pa/, /ta/, /ka/, /pataka/ e /patakakatapa/). Hipotetizamos que o número de sílabas nas condições /pa/, /ta/ e /ka/ seria maior do que o número de sílabas na sequência /pataka/. Como no estudo de Albuquerque et al.²⁴ os participantes foram mais rápidos na condição /pataka/, para este estudo foi modelada a sequência /patakakatapa/, a qual hipotetizávamos ser a condição com menor número de repetições.
- 3) Investigar possíveis correlações entre os testes de diadococinesia oral e dos membros superiores. Hipotetizamos que a sequência /patakakatapa/ e a condição antifase se correlacionariam.

- 4) Investigar possíveis efeitos da escolaridade no desempenho dos participantes nos testes de DDC oral e dos membros superiores. Hipotetizamos que indivíduos com maior tempo de escolaridade realizariam maior número de repetições da tarefa de DDCm em antifase; e da DDCo, /patakakatapa/.
- 5) Por fim, investigar possíveis correlações entre os testes de diadococinesia e os testes que avaliam a função executiva (*Stroop Color Test*, Teste de Fluência Verbal, Teste dos Dígitos e *Trail Making Test*). Hipotetizamos que as condições dos membros superiores em antifase, e oral /pataka/ e /patakakatapa/, se correlacionariam com os testes executivos.

3. REVISÃO DA LITERATURA

3.1 A diadococinesia

O termo diadococinesia (DDC) é descrito como a habilidade de realizar movimentos de forma rápida, repetida e alternada^{2,6,10,25-27}. O controle motor dessa habilidade envolve mecanismos medulares e centrais. Do ponto de vista neurofisiológico, a DDC reflete o funcionamento adequado do mecanismo de inervação recíproca que ocorre em nível medular: a contração dos músculos agonistas e o relaxamento dos antagonistas, seguidos da interrupção da contração dos músculos agonistas para a contração dos antagonistas^{3,5,26}.

Ao nível do sistema nervoso central (SNC), essa habilidade envolve o funcionamento e a integração de diversas estruturas. Os núcleos da base, o tálamo e o cerebelo contribuem para a seleção dos músculos que executam os movimentos por meio de conexões diretas e indiretas com o córtex cerebral, controlando a sequência e o *timing*⁴. O neocerebelo contribui com a integração das aferências sensoriais, para monitoramento dos resultados do movimento, por meio da retroalimentação sensorial, controlando o tempo e sequência dos movimentos. Estruturas corticais também estão envolvidas no planejamento motor da DDC: o lobo frontal relaciona-se com o estabelecimento de metas, o parietal com representação espacial e planejamento, e as áreas pré-motora e motora suplementar com a seleção de movimentos^{4,9,28}.

Segundo Campbell²⁶, a incapacidade em alternar movimentos rapidamente é denominada disdiadococinesia ou adiadococinesia, termo cunhado por Babinski (1902)* apud Finger²⁹. Okada e Okada² definem a

* Babinski J. Sur le rôle du cervelet dans les actes volitionnels nécessitant une succession rapide de mouvements (diadococinésie). *Rev Neurol.* 1902; 10:1013-15.

disdiadococinesia como uma alteração na inervação recíproca de agonistas e antagonistas, que resulta na perda da capacidade de interromper um ato e segui-lo imediatamente pelo seu oposto diamétrico. Klotz e Kraus³ afirmam que a disdiadococinesia é o fenótipo apresentado por diferentes manifestações deste tipo de movimento, e que por ser multifatorial, sua causa pode estar relacionada a diferentes distúrbios do SNC, ou aos músculos e às articulações.

Movimentos coordenados representam comportamento motor bem desenvolvido. Portanto, sua avaliação pode auxiliar na identificação de disfunções neurológicas³⁰. Testes de DDC podem ser aplicados em pacientes com distúrbios do movimento, como doença de Parkinson (DP), doença de Huntington (DH), após lesões cerebrais decorrentes de Acidente Vascular Encefálico (AVE), para mensuração dos déficits neurológicos e sua evolução, além de doenças cerebelares e esquizofrenia^{4,6,28,31-35}.

Na ataxia cerebelar, distúrbio que acomete primariamente a coordenação motora, um dos itens da *International Cooperative Ataxia Rating Scale* (ICARS), desenvolvida por Schoch et al.³⁶, e cuja versão para o português foi traduzida e validada por Maggi et al.³⁷, um dos itens avaliados é a diadococinesia, através da pronação e supinação de antebraços. Na seção motora da Escala Unificada para Avaliação da Doença de Parkinson (UPDRS)³⁸, são aplicados três testes para avaliar a habilidade diadococinética dos membros superiores, e dois para os membros inferiores. Além de auxiliar no estadiamento da doença e na avaliação dos resultados terapêuticos, esses testes podem contribuir para o diagnóstico precoce. Haaxma et al.⁶ afirmam que a disdiadococinesia reflete duas características cardinais da DP: a bradicinesia e a acinesia. Na ataxia

cerebelar, DP e DH, ocorre a diminuição da velocidade e da acurácia dos movimentos, tanto orais quanto dos membros superiores^{4,9,26}.

Pode-se avaliar a diadococinesia utilizando-se pares de movimentos que exijam inervação recíproca e ação alternada de agonistas e antagonistas, como: abrir e fechar as mãos; flexionar e estender os dedos isoladamente; encostar a ponta do indicador na ponta do polegar; bater rapidamente com a mão ou as pontas dos dedos no tampo de uma mesa. Os movimentos devem ser repetidos com a maior rapidez possível⁵. Para avaliar a habilidade dos membros inferiores, o indivíduo pode bater o pé em ritmo constante contra o chão, se estiver em pé ou sentado, ou contra a palma da mão do examinador, se estiver deitado. Na face, a DDC também pode ser avaliada, solicitando-se que o paciente movimente a língua para fora e para dentro da boca ou de um lado para o outro o mais rapidamente possível²⁶.

3.1.1 Diadococinesia dos membros superiores

Uma das formas mais comuns de avaliar a DDC dos membros superiores (DDCm) é por meio da alternância entre os movimentos de pronação e supinação dos antebraços, como ocorre quando se bate alternadamente com a palma e o dorso da mão sobre a coxa. Em 1999, Hermsdörfer et al.⁵ observaram que a frequência máxima de pronação e supinação foi menor que nas duas tarefas de *tapping** aplicadas. A prono-supinação apresenta uma biomecânica mais complexa que o *tapping*, pois o indivíduo deve parar e inverter o movimento ativamente em cada direção, e a ação não é executada apenas por pares musculares agonista-antagonista. Portanto, o *tapping* seria mais rápido e de fácil

* Os movimentos de batida do dedo indicador no polegar, e de batida da mão ou dos dedos no tampo de uma mesa são conhecidos como *tapping*.

execução, uma vez que o movimento de extensão é interrompido de forma passiva pela superfície da mesa³². No entanto, a prono-supinação é a forma mais utilizada na prática clínica e na literatura para avaliar a diadococinesia dos membros superiores^{2-6,28,34}.

Em distúrbios neurológicos é necessário seguir o curso da doença por um longo período, e para capturar as mudanças dos sintomas com precisão, é necessário um método objetivo e quantitativo de avaliação. Na prática clínica, o teste de DDC é examinado visualmente por um profissional. Portanto, a mensuração do que está dentro dos padrões da normalidade ou não, depende da experiência de quem aplica o teste^{2,5}. Diferenciar comportamentos motores que se apresentam de formas extremas – o perfeitamente funcional e coordenado daquele que apresenta sinais claros de alterações – pode não representar um problema para estudantes da saúde ou profissionais inexperientes. Entretanto, é justamente no intervalo entre esses comportamentos bem delimitados que se faz ainda mais necessário um método objetivo de avaliação, para que se possa identificar o movimento de forma precisa e quantitativa, seja o examinador experiente ou não.

Já foram propostos diversos métodos de quantificação da DDC para aumentar a objetividade, a sensibilidade e a confiabilidade dos testes²⁻⁶. Entretanto, nesses estudos os métodos e as análises diferem substancialmente entre as tarefas. A frequência (dada pelo número de ciclos completos em um dado período) tem sido a medida mais sensível para capturar efeitos de gênero, idade e mão dominante⁴.

Okada e Okada², em 1983, desenvolveram um método para quantificar a prono-supinação alternada dos antebraços. Eles utilizaram um aparelho

denominado 'diadocômetro', desenvolvido por Kanda e Maruyama* em 1976. Os autores descreveram parâmetros objetivos para avaliação da diadococinesia, como duração, amplitude e simetria, além da velocidade. Entretanto, o método utilizado apresenta alguns pontos discutíveis. Primeiramente, a avaliação estava atrelada ao uso de um aparelho criado pelos pesquisadores, o que dificulta sua reprodução. Além disso, os participantes realizaram os movimentos com os cotovelos estendidos. Com esse posicionamento não é possível isolar apenas os movimentos de pronação e supinação dos antebraços, ocorrendo movimento em outras articulações, como rotação dos ombros, por exemplo. Por fim, os autores não descrevem em seus métodos se os movimentos dos membros foram realizados de forma isolada ou simultânea.

Mais de uma década depois, Klotz e Kraus³ realizaram um estudo da DDC em que compararam a frequência e a amplitude de indivíduos portadores de DP, ataxia cerebelar e controles saudáveis. Eles avaliaram os membros superiores individualmente (direito e depois esquerdo), e simultaneamente. Controles apresentaram maiores frequências que pacientes com DP, e estes foram mais rápidos que pacientes com ataxia. Em relação à amplitude, controles apresentaram os melhores desempenhos em relação aos pacientes com ataxia, que por sua vez realizaram maiores amplitudes de movimento em relação aos pacientes com DP. Não foram observadas diferenças significativas dos parâmetros avaliados em relação aos movimentos isolados ou simultâneos.

Em 1999, Hermsdörfer et al.³⁹ avaliaram três tarefas de DDC em indivíduos saudáveis: prono-supinação do antebraço, batidas da mão e batidas

* Kanda T, Maruyama M. A new method for the quantitative recording of diadochokinesia with conventional electrocardiograph. *Neurological Medicine*. 1976; 5: 467.

do dedo na mesa. Eles observaram vantagem da mão direita (dominante) sobre a esquerda em todas as tarefas. Homens foram mais rápidos nas tarefas de DDC do antebraço, e indivíduos mais velhos apresentaram frequências menores nas tarefas de batidas da mão e dos dedos. Não foi observado efeito da idade na DDC de antebraço.

Dados normativos da DDC de pronação e supinação são escassos na literatura e os poucos estudos disponíveis só testaram movimentos unilaterais^{3,6,28} ou bilaterais em fase⁴. Klotz e Kraus³, em 1995, avaliaram pacientes com doença de Parkinson, ataxia cerebelar e controles saudáveis. Controles obtiveram uma média de 2,97 ciclos por segundo no membro superior direito, e 2,82 ciclos por segundo no membro superior esquerdo. Pacientes com Parkinson realizaram em média de 2,35 ciclos por segundo no membro superior direito, e 2,15 ciclos por segundo no membro superior esquerdo. E pacientes com ataxia, 1,59 ciclos por segundo no membro superior direito, e 1,60 ciclos por segundo no membro superior esquerdo.

Em 2010, Haaxma et al.⁶ aplicaram uma bateria de testes motores em pacientes com DP (média de 53,7 anos) e controles saudáveis (média de 51,2 anos). Eles avaliaram a DDC unilateral, nos membros superiores direito e esquerdo, isoladamente. Pacientes com DP realizaram em média 2,07 ciclos por segundo no membro superior direito, e no esquerdo, 1,98 ciclos por segundo. Controles realizaram 2,22 ciclos por segundo no membro superior direito, e no membro superior esquerdo, 2,14 ciclos por segundo.

3.1.2 Diadococinesia e coordenação bimanual

Na clínica neurológica, a avaliação unilateral dos membros superiores direito e esquerdo é complementada pela avaliação bilateral dos membros, em fase e antifase. Tal protocolo permite a comparação entre essas quatro condições, que têm níveis distintos de complexidade. Portanto, além dos movimentos unilaterais, frequentemente os testes de DDCm são aplicados simultaneamente nos dois membros superiores: simétricos ou em fase; e assimétricos ou em antifase.

A coordenação simétrica é caracterizada por movimentos iguais de cada membro, de modo que um membro produz o movimento espelhado do outro. Ela também é conhecida como coordenação em fase e está associada à ativação simultânea de grupos musculares homólogos em ambos os membros. Já na coordenação assimétrica, um membro se move com um intervalo de tempo em relação ao outro, chamada coordenação antifásica (ou deslocamento de fase 180°), exigindo a ativação alternada do músculo homólogo⁴⁰.

A execução de movimentos em fase é facilitada, uma vez que são ativados músculos homólogos em ambos os hemisférios e, portanto, ocorre a representação cerebral de apenas um movimento. Os movimentos em antifase não desencadeiam estratégias facilitatórias do SNC mas, inversamente, geram uma demanda ainda maior ao sistema, pois embora os hemisférios estejam realizando ações alternadas, o cérebro interpreta esse comportamento como dois movimentos distintos.

A coordenação entre membros pode ser definida pelas relações espaço-temporais entre variáveis cinemáticas, cinéticas e fisiológicas de dois ou mais membros que estão executando uma tarefa motora com um objetivo comum. Ela

pode ser entre membros não homólogos, como entre braço e perna ao dançar; entre três ou mais membros, como os braços e uma perna de um baterista; ou entre dois membros homólogos, como no caso da coordenação bimanual durante a diadococinesia bilateral³⁰.

A habilidade de coordenar as duas mãos para manipulação eficiente do ambiente distingue o comportamento humano do comportamento dos animais⁴¹. O estudo da coordenação bimanual é fundamental, pois mover as duas mãos de forma coordenada no tempo e no espaço nos permite realizar todas as tarefas de vida diária, como por exemplo escovar os dentes, escrever, utilizar os talhares, dirigir ou enviar um e-mail. No entanto, segundo Shah et al.⁴², as habilidades de coordenação bimanual têm sido menos estudadas que as habilidades unimanuais. O interesse pelo estudo do controle bimanual por várias disciplinas científicas como a biomecânica, a neurologia clínica e a neurociência cresceu somente partir de 1984, com os estudos de Kelso et al. e Swinnen^{43,44}. Nesses trabalhos, foram observados comportamentos específicos: existe uma preferência pela ativação de grupos musculares homólogos em ambos os membros simultaneamente ou na mesma direção^{40,44,45}.

Por estar relacionada às atividades de vida diária, a coordenação bimanual pode ser utilizada como um marcador para a independência funcional do indivíduo, ao longo da vida, e para pacientes portadores de doenças neurológicas. Portanto, essa é uma ferramenta útil no diagnóstico, avaliação e na reabilitação de pacientes⁴⁰. Testes clínicos, como o *Purdue Pegboard Test* são usados para avaliar a coordenação manual⁴⁶. Testes de coordenação bimanual também fazem parte de escalas de avaliação, como a Escala Unificada de Avaliação da Doença de Parkinson³⁸.

O controle neural das atividades bimanuais envolve estruturas corticais e subcorticais. A rede cortical é composta por áreas motoras primárias e acessórias. A rede subcortical compreende o tálamo e os núcleos da base⁴. Testes bilaterais de diadococinesia permitem que se compare simultaneamente o desempenho dos dois membros, e podem acentuar distúrbios no lado afetado, sensibilizando a avaliação. Blais et al.⁴⁷ compararam os padrões de ativação cerebral durante tarefas bimanuais de *tapping* com os dedos em fase, antifase e fase intermediária. Foram observadas hiperativações relacionadas à idade em áreas envolvidas no processamento atencional e sensório-motoras. Durante o desempenho da tarefa em antifase (a mais complexa) esses achados foram amplificados, o que sugere que modos de coordenação menos estáveis são fundamentais para revelar maiores declínios.

Outro ponto relevante para a avaliação da DDC bilateral dos membros superiores é a ecologia da tarefa. As atividades de vida diária requerem uma coordenação bimanual harmoniosa em relação a tempo e espaço. Movimentos bimanuais envolvem tarefas que requerem contribuições simétricas e assimétricas dos braços, das mãos e dos dedos. Na vida cotidiana, realizamos uma rica variedade de movimentos bimanuais, variando de tarefas que exigem contribuições simétricas a assimétricas de cada braço, mão ou dedo. A coordenação simétrica é frequentemente usada para levantar e transportar objetos pesados, e para propulsão na água durante o nado peito. Já o nado estilo crawl é um exemplo de coordenação assimétrica ou em antifase⁴⁰. Realizar movimentos bimanuais requer uma rede de controle complexa, que é dependente da complexidade e do grau de familiaridade com a tarefa⁴⁴.

Apesar da importância de se compreender o assunto, foram encontrados apenas dois estudos que avaliaram a diadococinesia bilateral dos membros superiores. Em 2015, Daneault et al.⁴ avaliaram as características espaço-temporais de movimentos diadococinéticos bilaterais em pacientes com doença de Parkinson e doença de Huntington, e compararam com controles saudáveis. Pacientes com DP e DH demonstraram harmonia temporal entre os membros superiores durante a tarefa de DDCm bilateral, mas não apresentaram harmonia espacial entre os membros. Pacientes com DH apresentaram menores níveis de harmonia estrutural entre os membros quando comparados aos pacientes com DP. Albuquerque et al.²⁴, em 2017, compararam o desempenho de 15 indivíduos saudáveis com idades entre 40 e 70 anos em quatro tarefas de DDCm: pronosupinação com o membro superior direito; com o membro superior esquerdo; com os dois membros superiores em fase, e em antifase. A velocidade de repetição em antifase foi menor que nas demais condições.

3.1.3 Diadococinesia oral

A diadococinesia oral (DDCo) ou fonoarticulatória é definida como a habilidade de realizar repetições rápidas de segmentos da fala^{8,10}. A DDCo é utilizada para avaliar o sistema fonoarticulatório e as funções motoras orais^{48,49}. O resultado do teste de DDCo é dado em número de fonemas por segundo, e a velocidade de repetição dos fonemas reflete a integridade e a maturidade neurais.

A fala é uma das habilidades humanas mais complexas, que exige a coordenação espaço-temporal de 70 a 100 músculos diferentes^{50,51}. Esse comportamento motor voluntário tem um controle sofisticado, com representação

em vários níveis do sistema nervoso, e especificamente gerado para a produção da emissão desejada.

Além da fala, existem os movimentos orais de não-fala. Esses movimentos podem ser voluntários ou involuntários. A função motora involuntária de não-fala compreende a respiração, a deglutição, o bocejo e o soluço. São processos que podem ter origem metabólica ou vegetativa, e uma vez iniciados, seguem um caminho constante e típico. Esses movimentos são controlados por uma rede neural autônoma, localizada no tronco cerebral. A função motora voluntária de não fala é representada pelas expressões emocionais: risada, sorriso, choro. Esses movimentos são controlados por uma rede neural voluntária localizada no sistema límbico. A fala envolve os mesmos efetores finais que os movimentos de não-fala: os músculos. No entanto, os comandos para execução são específicos (força, precisão, fluxo, maleabilidade), e desencadeados a partir da volição.

A produção de fala envolve uma complexa rede de controle motor e processamento fonológico. O controle neural envolve ativação cortical bilateral, e inclui os sistemas motores piramidal e extrapiramidal. No sistema piramidal ocorre a ativação dos córtices motores primário e cingulado, e da área motora suplementar, em ambos os hemisférios. São ativados também o córtex temporal superior bilateral, os giros temporais transversais bilaterais (giros de Heschl, córtex auditivo) e córtex insular bilateral. A ativação subcortical incluiu o tálamo, o putâmen e os hemisférios cerebelares⁵¹.

Clinicamente, a DDCo avalia os movimentos recíprocos dos lábios, através da repetição do fonema /pa/, e da língua, através dos fonemas /ta/ (porção anterior da língua) e /ka/ (porção posterior da língua). Uma variante da

tarefa é a DDC laríngea, na qual o indivíduo repete a vogal “a” para avaliar os movimentos cíclicos de abdução-adução das pregas vocais⁹. A DDCo também pode ser avaliada através da repetição de uma sequência composta por diferentes sílabas, que podem formar uma não-palavra (“pataka”) ou uma palavra real (“peteca”)¹³.

Diferentemente da DDCm, a DDCo já foi amplamente estudada^{8-10,13,48,49,52-57}. Testes de DDCo têm sido sugeridos como parte do protocolo de avaliação das alterações motoras. Na literatura são relatados: redução da velocidade, da acurácia e inconsistência da DDCo em uma grande variedade de doenças neurológicas e até mesmo em distúrbios funcionais^{8,58-60}.

A DDC oral tem sido utilizada para avaliar alterações da fala em distúrbios neurológicos como esclerose lateral amiotrófica, doenças cerebelares, doença de Friedreich, esclerose múltipla, doença de Parkinson, acidente vascular encefálico, traumatismo cranioencefálico, apraxia da fala, síndrome de mutismo cerebelar, paralisia cerebral e dispraxia do desenvolvimento^{9,49,50,53,57,61-69}.

Distúrbios da fala são muito prevalentes em indivíduos com DP (89%). São relatadas taxas de DDCo inconsistentes, redução da intensidade vocal, flutuação de tom, soprosidade, tremor, voz rouca e articulação imprecisa constituem a chamada disartria hipocinética⁷⁰.

Sousa et al.⁴⁹ avaliaram a diadococinesia labial em portadores da DP e compararam com controles saudáveis. Eles observaram que pacientes com DP apresentaram menor capacidade de manter taxas de emissão e de amplitude constantes do fonema /pa/ em relação aos controles. Em 2017, Barbosa et al.⁵⁷ avaliaram a repetição da sequência /pataka/ em pacientes com Parkinson e controles saudáveis, além da fluência verbal, e da função executiva. Pacientes

com DP foram mais lentos que os controles, e foram encontradas correlações fortes entre DDCo, fluência verbal e função executiva. Puyjarinet et al.⁶⁸ avaliaram pacientes com Parkinson e encontraram variabilidade rítmica no desempenho da marcha, da DDC oral, do *tapping*, e na percepção rítmica de pacientes com DP, o que sugere um distúrbio do processamento rítmico central.

A disartria é uma manifestação comum e precoce na Esclerose Múltipla (EM). A análise da fala pode auxiliar na caracterização desse distúrbio e fornecer biomarcadores da progressão da doença. Em 2018, Rusz et al.⁶⁵ avaliaram a fala de 141 pacientes com EM. Eles observaram que a irregularidade na taxa de DDCo e as variações de volume foram capazes de distinguir subgrupos de pacientes com EM dos tipos: piramidal puro e piramidal-cerebelar misto. Em 2019, Rusz et al.⁷¹ correlacionaram dados volumétricos obtidos através de Ressonância Magnética com a DDCo de 123 pacientes com EM, e verificaram que a redução da velocidade de DDCo estava relacionada a um maior envolvimento cerebelar.

A Esclerose Lateral Amiotrófica (ELA) é uma doença que leva à perda progressiva da fala e da deglutição devido ao envolvimento bulbar, tendo como consequências isolamento social, desnutrição, e pneumonia por broncoaspiração. Esses últimos, quando não levam a óbito, reduzem significativamente a qualidade de vida e a sobrevida dos pacientes. Portanto, muito se investe na detecção precoce dos sinais da doença⁵⁰. Nishio e Niimi⁶¹, em 2000, avaliaram a DDCo e a taxa máxima de repetição em dois indivíduos com ELA em dois momentos distintos: quando a fala era altamente inteligível, e quando a comunicação oral se tornou praticamente impossível. Eles observaram um grande declínio na velocidade de DDCo e na taxa máxima de repetição. E

mesmo quando a inteligibilidade da fala ainda era alta, tanto a velocidade de DDCo quanto a taxa máxima eram inferiores aos valores obtidos em controles saudáveis, o que indica que esses parâmetros seriam mais sensíveis que a inteligibilidade da fala para detectar mudanças funcionais nos estágios iniciais da doença. Através da avaliação da DDCo, em 2019, Rong et al.⁵⁰ observaram que o tremor dos lábios é uma medida de variabilidade temporal capaz de diferenciar precocemente, com 80% de sensibilidade e 95% de especificidade, pacientes com ELA do tipo bulbar de progressão lenta da rápida.

Na literatura encontramos valores normativos para os testes de DDCo. Em 2009, Padovani et al.⁸ avaliaram a repetição dos fonemas /pa/, /ta/, /ka/, da sequência /pataka/ e da vogal “a” em dois grupos: 30 a 46 anos e 47 a 94 anos, falantes de Português do Brasil. Adultos jovens obtiveram valores médios de 6,69; 6,71; 6,03; 3,92; e 6,58 fonemas por segundo nas tarefas /pa/, /ta/, /ka/, /pataka/ e “a”. Adultos mais velhos e idosos repetiram 6,05; 5,87; 5,52; 4,00; e 6,13 fonemas por segundo nas mesmas tarefas. O desempenho do grupo mais jovem foi significativamente superior nas tarefas /pa/, /ta/ e /ka/.

Em 2013, Pierce et al.¹⁰ avaliaram o desempenho de homens e mulheres, divididos em dois grupos etários: idosos (65 a 74 anos) e idosos mais velhos (75 a 86 anos). Homens apresentaram desempenho estatisticamente superior ao das mulheres nas tarefas /pa/, /ta/ e /ka/. Não foram observadas diferenças significativas entre os grupos etários.

Em uma revisão da literatura, Icht e Ben-David⁴⁸ encontraram diferenças significativas entre as taxas de repetição da não-palavra /pataka/ em cinco idiomas diferentes: Português, Inglês, Grego, Persa e Hebraico. Brasileiros falantes do português, com idades entre 19 e 54 anos, apresentaram uma taxa

de 6,54 fonemas por segundo. Em falantes do Grego com idades entre 20 e 65 anos, essa taxa foi de 6,97 fonemas por segundo. Iranianos falantes da Língua Persa, com idades entre 15 e 18 anos, repetiram 7,12 fonemas por segundo. Americanos falantes do Inglês (15 a 43 anos) apresentaram uma taxa de repetição de 6,23 fonemas por segundo. Israelenses falantes de Hebraico, com idades entre 20 e 45 anos, repetiram em média 6,37 fonemas por segundo. Esses valores representam uma habilidade sensível às variações produzidas pela linguagem e, potencialmente, também pela cultura, pois fonemas que são frequentes em determinado idioma podem não existir em outros, assim como combinações entre vogais e consoantes. Como consequência, diferenças na linguagem podem acarretar na produção específica da sequência /pataka/. Esse fato aponta para a necessidade de termos cautela ao analisarmos os dados de DDCo de falantes de diferentes idiomas, e para a importância de se produzir dados normativos específicos para a população a ser avaliada.

Por serem tarefas muito utilizadas no diagnóstico e no monitoramento de habilidades e distúrbios, sobretudo os progressivos, as tarefas de DDCo despertaram a atenção de pesquisadores no sentido de se desenvolverem métodos mais precisos e objetivos de avaliação. Em 2009, Wang et al.⁹ compararam a análise manual de tarefas de DDCo e com o uso de um *software*. Eles concluíram que o programa apresentou limitações consideráveis em sua aplicação clínica, apesar de ser potencialmente útil. Em 2018, Montaña et al.⁶⁴ obtiveram resultados consistentes ao propor um sistema inteligente que diferenciasse pacientes em estágio inicial da Doença de Parkinson e pessoas saudáveis, através da análise da repetição do fonema /ka/. Em 2019, apoiados

nos resultados promissores obtidos pelo *machine learning** e pela inteligência artificial, Wang et al.⁵² desenvolveram o *Deep DDK*, um sistema para localização e detecção automática de sílabas em tarefas de DDC oral, e verificaram que ele foi capaz de detectar e localizar sílabas em diferentes tarefas de DDC com robustez.

O único estudo interdisciplinar da diadococinesia foi realizado por Albuquerque et al.²⁴, em 2017. Eles compararam o desempenho de 15 indivíduos saudáveis em tarefas de diadococinesia oral (/pa/, /ta/, /ka/ e /pataka/) e de prono-supinação (descritas anteriormente), e encontraram correlações entre o desempenho dos membros superiores em antifase e a repetição dos fonemas /pa/, /ta/ e /ka/.

3.2 Escolaridade e desempenho motor

As relações entre as funções cerebrais superiores e a escolaridade são bem descritas na literatura. O status educacional influencia no desempenho de tarefas cognitivas, perceptuais e motoras^{18,19,72-89}. Segundo Castro-Caldas et al.⁸⁴, a aquisição da linguagem escrita nos primeiros anos de educação formal influencia a organização funcional do cérebro humano. Um estudo longitudinal conduzido por Snowdon et al.⁷⁵ e publicado em 1989, demonstrou que a escolaridade de freiras italianas se correlacionou com a taxa de sobrevivência e com a independência funcional. Freiras que tinham diploma universitário ou superior eram mais propensas a viver até a velhice, mantendo a capacidade de realizar atividades de autocuidado.

* *Machine Learning* pode ser descrita como uma prática de Inteligência Artificial em que, através da coleta de dados, são criados algoritmos capazes de fazer previsões sobre determinados resultados.

Bertolucci et al.⁸², em 1994, avaliaram o desempenho de 530 indivíduos brasileiros classificados conforme idade e escolaridade, no Mini Exame do Estado Mental (MEEM)⁹⁰. Eles observaram que o fator mais importante na determinação do desempenho no MEEM foi o nível educacional. Em concordância com Ostrosky-Solis et al.⁸⁵, eles apontam a importância de se considerar a variável educacional para evitar erros diagnósticos.

Ostrosky-Solis et al.⁸⁵ compararam o desempenho de 64 indivíduos não alfabetizados com dois grupos controle pouco escolarizados (1-2 e 3-4 anos de escolaridade), com idades entre 16 a 85 anos, em uma bateria de testes neuropsicológicos. Eles também compararam o primeiro grupo com indivíduos com 1-4, 5-9 e 10-19 anos de educação formal. Observou-se que apenas um ou dois anos de educação formal pode resultar em uma diferença significativa no desempenho nos testes, principalmente em relação à linguagem, fluência verbal fonológica e habilidades conceituais (capacidade de encontrar semelhanças). Os resultados reforçam a relação entre a escolaridade e o desempenho em testes neuropsicológicos.

Dansilio e Charamelo⁷⁶ compararam as habilidades construcionais e de copiar figuras de indivíduos não alfabetizados e com 6-7 anos de escolaridade. Indivíduos que não eram alfabetizados apresentaram incapacidade de reproduzir em perspectiva, de realizar cópia não estruturada, e de desdobramento. Os autores sugerem que a impossibilidade de reproduzir figuras 3D e relações de coordenadas, vinculada à escolaridade, pode refletir habilidades subdesenvolvidas na interação entre a codificação das relações espaciais coordenadas e categóricas e a produção gráfica. Tais habilidades se desenvolveriam durante a prática da escrita.

Em 2005, Nitrini et al.¹⁹ investigaram o desempenho de 745 idosos saudáveis com diferentes níveis de escolaridade no teste *Fist-Edge-Palm* de Luria. Eles observaram que a proporção de indivíduos que não conseguiram reproduzir a sequência estava inversamente relacionada com os anos de escolaridade. E o número de demonstrações necessárias para aqueles que foram capazes de reproduzir a sequência também se relacionou inversamente com a escolaridade. Por ser um teste não verbal, os autores reforçam que a influência da educação formal deve ser considerada também em tarefas cognitivas não-verbais, pois ela não se limita ao desempenho em testes relacionados a habilidades tipicamente aprendidas na escola.

Voos et al.⁷⁸, em 2015, compararam o desempenho de adultos jovens (média de 24 anos) com baixa (6 a 9 anos) e alta escolaridade (10 a 13 anos) em uma tarefa perceptual, e em uma dupla-tarefa, composta pela tarefa perceptual e por uma tarefa motora. A tarefa perceptual consistia em classificar verbalmente duas figuras (igual ou diferente). A tarefa motora consistia em pisar alternadamente em um banquinho. Eles observaram correlação entre a escolaridade e as tarefas perceptual e motora. O grupo com baixa escolaridade cometeu mais erros que o grupo com alta escolaridade, tanto no desempenho na tarefa perceptual quanto na execução da dupla-tarefa.

Souza et al.⁷⁹ observaram que pacientes com DP com baixa escolaridade apresentaram um pior desempenho em tarefas de equilíbrio quando comparados a pacientes com escolaridade alta. Entre controles saudáveis, no entanto, essa diferença não foi observada. Controles e pacientes com DP menos escolarizados demoraram mais tempo na execução da parte B do *Trail Making Test* quando

comparados àqueles com maior escolaridade, o que também demonstra a influência da escolaridade na Função Executiva.

Mantovani-Nagaoka e Ortiz⁸⁰ aplicaram uma bateria de testes para avaliar a apraxia do membro superior em 44 indivíduos saudáveis. Os resultados não mostraram correlação entre idade e as tarefas realizadas. A idade influenciou o desempenho dos participantes somente na tarefa de reconhecimento visual de gestos transitivos. A escolaridade, no entanto, influenciou o desempenho da amostra em todos os subtestes relacionados a ações motoras, com correlações moderadas na maioria deles.

Barbosa et al.⁵⁷ avaliaram o desempenho de pacientes com doença de Parkinson no *Trail Making Test*, no Teste de Fluência Verbal, e na DDCo, através da tarefa /pataka/. Comparados a controles saudáveis, pacientes com DP foram mais lentos nas partes A e B do TMT, na diadococinesia oral, e repetiram menos palavras no TFV. Os autores também observaram que a DDCo se correlacionou com a função executiva e com a fluência verbal.

Blume et al.⁸¹ encontraram uma correlação inversa entre o tempo de escolaridade formal e o desempenho de pacientes com DP na seção motora (III) da UPDRS. Eles sugerem que a educação poderia elevar a capacidade de compensar distúrbios nos circuitos dos núcleos da base, o que afetaria não apenas os aspectos cognitivos, mas também motores da DP. Com isso, os autores apontam para a existência de uma 'reserva motora', na qual o nível educacional exerceria importante influência.

O teste de diadococinesia de prono-supinação unilateral consiste em um movimento relativamente simples de alternância rápida da palma da mão para cima e para baixo. Portanto, hipotetizamos que nas tarefas de DDCm unilateral

dos membros superiores direito e esquerdo, a escolaridade não influenciaria o desempenho dos participantes. Como Albuquerque et al.²⁴ demonstraram que a DDCm dos membros superiores em fase se mostrou a tarefa com maior número de repetições e, portanto, a mais fácil, hipotetizamos que nessa tarefa a escolaridade também não influenciaria o desempenho dos participantes.

A tarefa de DDCm dos membros superiores em antifase, por outro lado, é a mais complexa, pois envolve a coordenação bimanual assimétrica. Portanto, hipotetizamos que a escolaridade influenciaria o desempenho dos participantes, com indivíduos com maior tempo de escolaridade realizando maior número de repetições.

Na DDCo, hipotetizamos que a escolaridade influenciaria o desempenho dos participantes na condição /patakakatapa/, e indivíduos com menor tempo de educação formal repetiriam menor número de fonemas.

4. MÉTODOS

4.1 Participantes

Este estudo observacional transversal foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa do Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina da USP, sob o parecer nº 2.877.930 (ANEXO A). Foram convidados participantes da comunidade com idades entre 30 e 90 anos, de ambos os sexos, residentes nos municípios de Cotia, São Paulo e São Bernardo do Campo. Todos os voluntários leram e assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (ANEXO B).

Foram adotados os seguintes critérios de inclusão: indivíduos alfabetizados, com mínimo de 2 anos de estudo formal e visão normal e/ou corrigida por lentes. Todos os participantes eram destros, conforme verificado pela escala de Avaliação de Dominância Manual de Edinburgh (ANEXO C)⁹¹.

O primeiro critério de exclusão para participação no estudo refere-se à pontuação no Mini Exame do Estado Mental (MEEM)⁹⁰, teste utilizado para triagem de declínio cognitivo. As notas de corte 23 e 24 indicam risco de alteração cognitiva⁹². O escore foi padronizado conforme a escolaridade, de acordo com a versão em português do teste: 25 pontos para participantes com 1 a 4 anos de escolaridade; 26 pontos para participantes com 5 a 8 anos; 28 pontos para participantes com 9 a 11 anos; e 29 para participantes com 12 anos de escolaridade ou mais⁹³ (ANEXO D).

Voluntários com doenças neurológicas e/ou psiquiátricas, com distúrbios de fala ou de nervos cranianos, ou ainda com qualquer alteração odontológica também foram excluídos. Participantes com doença cardiovascular, respiratória, ortopédica, reumatológica ou metabólica foram excluídos somente quando o quadro apresentado interferiu no desempenho nos testes.

Foram convidados 197 indivíduos saudáveis, de ambos os sexos, com idades entre 30 e 89 anos. Dezesete indivíduos foram excluídos, pois não atendiam aos critérios estabelecidos. Portanto, participaram do estudo 180 voluntários.

A amostra foi subdividida em 2 faixas etárias: adultos (30-64 anos) e idosos (65-89 anos) e em 3 grupos de escolaridade: baixa (2 a 5 anos de estudo formal), média (6 a 11 anos completos de estudo formal) e alta escolaridade (mínimo 12 anos de estudo). A classificação segundo o nível de instrução foi obtida em função das informações da série ou grau que a pessoa estava frequentando ou havia frequentado, e da sua conclusão. A tabela 1 apresenta a caracterização demográfica da amostra.

Tabela 1. Caracterização da amostra por idade, sexo e escolaridade

	IDADE (ANOS)			ESCOLARIDADE (ANOS)	
	N	Média (dp)	Mín-Máx	Média (dp)	Mín-Máx
30-64 anos	136	48,90 (8,95)	30-64	12,14 (5,44)	3-28
Homens	39	49,36 (9,66)	30-64	11,59 (4,91)	3-20
Mulheres	97	48,71 (8,69)	30-64	12,36 (5,65)	3-28
65-89 anos	44	73,43 (6,57)	65-89	9,43 (5,09)	2-24
Homens	18	74,44 (7,07)	65-89	9,89 (5,16)	2-22
Mulheres	26	73,73 (6,25)	65-88	9,12 (5,12)	2-24
TOTAL	180	54,89 (13,51)	30-89	11,48 (5,47)	2-28

Legenda: dp: desvio-padrão; Mín: valor mínimo; Máx: valor máximo.

4.2 Procedimentos

O protocolo de avaliação era iniciado por uma breve anamnese, na qual eram registrados nome, idade, escolaridade, dominância manual e antecedentes clínicos dos participantes (ANEXO C). Em seguida, era aplicado o MEEM, para

a triagem de declínio cognitivo. O teste é composto por questões agrupadas em sete categorias. Cada categoria visa avaliar funções cognitivas específicas, como a orientação temporal, orientação espacial, repetição de três palavras, atenção e cálculo, recordação das três palavras, linguagem e capacidade construtiva visual. O escore do MEEM pode variar de zero a trinta, sendo trinta a melhor pontuação possível.

Após a triagem inicial, os participantes que satisfaziam os critérios de inclusão iniciavam a avaliação motora, composta pelos testes de diadococinesia dos membros superiores e oral. A aplicação dos testes durava em média de 20 minutos.

4.2.1 Avaliação da diadococinesia dos membros superiores

Para realizar os testes de DDCM, os participantes eram posicionados sentados em uma cadeira sem apoio para os braços, com os antebraços apoiados sobre as coxas. A altura da cadeira era ajustada para que o indivíduo mantivesse os pés apoiados no chão.

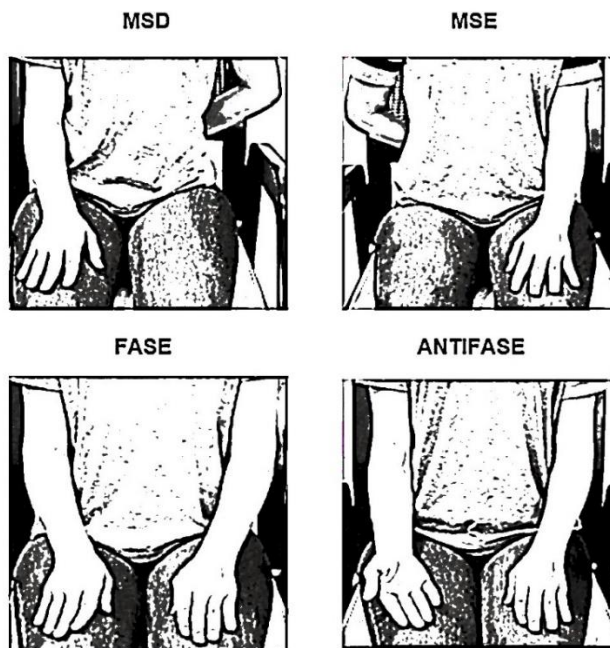
O participante era instruído a realizar movimentos de supinação-pronação do antebraço, o mais rápido possível, durante 12 segundos, e cada teste era demonstrado previamente pelo examinador, que ficava posicionado em frente ao voluntário. Ao participante era solicitado realizar algumas repetições da tarefa (3 a 5 vezes) para se familiarizar com ela. O comando verbal dado pelo examinador era: “Repita este movimento o mais rápido que você puder e procure não errar”.

Foram avaliadas as seguintes condições:

- a) Membro superior direito (MSD);
- b) Membro superior esquerdo (MSE);

- c) Membros superiores em fase (FASE) - os dois membros realizando o mesmo movimento;
- d) Membros superiores em antifase (ANTIFASE) - os dois membros realizando movimentos opostos.

Figura 1. Posição inicial das mãos nas quatro condições do teste de diadococinesia dos membros superiores



Legenda: MSD: membro superior direito; MSE: membro superior esquerdo; FASE: membros superiores em fase; ANTIFASE: membros superiores posicionados em antifase.

Entre cada tarefa era realizada uma pausa (cerca de 30 segundos). Novas instruções eram dadas, caso necessário, para assegurar que o participante havia compreendido a tarefa.

Todos os testes foram filmados com um *smartphone* Android. Cada condição do teste foi gravada durante 12 segundos. Para a análise das imagens, foi utilizado um microcomputador Dell com processador Intel i7 e o *software* Kinovea®, versão experimental 0.8.26-win32, licenciada por GPLv2, cujo acesso é livre e gratuito⁹⁴. As imagens foram reproduzidas em velocidade reduzida

(taxas de 25 a 40% da velocidade real) para assegurar a contagem correta dos movimentos.

Foi analisado o número de ciclos de movimentos realizados em cada condição, sendo que cada ciclo corresponde a um movimento de supinação e um movimento de pronação do antebraço. Excluímos os dois primeiros ciclos, para assegurar que a análise fosse feita depois que o sistema atingisse o equilíbrio⁵. Então, realizamos a contagem do terceiro ciclo em diante, perfazendo o total de 10 segundos de execução.

4.2.2 Avaliação da diadococinesia oral

Nos testes de DDCo, os participantes permaneciam sentados na cadeira, com os antebraços apoiados sobre as coxas. Eles eram instruídos a realizar uma inspiração profunda e então deveriam repetir cada fonema, o mais rápido possível, durante 12 segundos, nas seguintes condições:

- a) Fonema /pa/;
- b) Fonema /ta/;
- c) Fonema /ka/;
- d) Sequência /pataka/;
- e) Sequência /patakakatapa/.

Todos os testes foram demonstrados previamente pelo examinador e então cada participante realizava algumas repetições da tarefa (3 a 5 fonemas) antes do teste propriamente dito¹³. Após cada sequência, era realizada uma pausa para descanso (variando entre 30 segundos e 1 minuto), tempo em que o examinador orientava a sequência seguinte. Novas instruções eram dadas, caso necessário, para assegurar que a tarefa fosse realizada a uma velocidade

máxima e para evitar que a precisão articulatória fosse prejudicada pela velocidade^{10,13}.

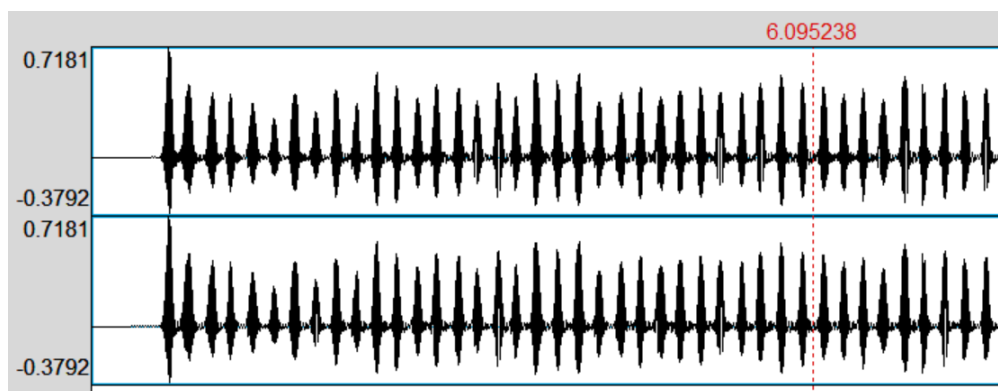
Os testes de DDCo foram gravados com o mesmo *smartphone Android*, posicionado a cerca de 15 cm de distância da boca do participante para captar os sons. Para análise dos fonemas utilizamos o *software Praat®*, versão 6.0.33, licenciada por Paul Boersma e David Weenink, cujo acesso é livre e gratuito⁹⁵.

Na análise quantitativa, foi contado o número de fonemas (/pa/, /ta/ e /ka/) e sequências repetidos em 12 segundos. Para evitar a variabilidade associada ao início da emissão oral, foram excluídos os dois primeiros fonemas. Foram contadas as sequências completas (/pataka/ e /patakakatapa/) repetidas corretamente, e foi contado o número de fonemas em cada condição. Para análise de /pataka/ foram omitidas as primeiras duas sequências; para /patakakatapa/, eliminamos a primeira sequência. Dessa forma, foi feita a contagem a partir do fonema (ou sequência) seguinte.

Inicialmente, nossa proposta era analisar o número de fonemas repetidos durante 10 segundos, de forma similar ao que foi realizado no teste de DDC para os membros superiores. No entanto, conforme a literatura nos mostra, um trecho curto já é suficiente, uma vez que a velocidade máxima de repetição é atingida logo no início¹⁰. Além disso, tempos superiores poderiam levar à fadiga, o que comprometeria o desempenho dos participantes. Portanto, em todas as tarefas de DDCo avaliadas optamos por analisar apenas 4 segundos do trecho inicial, excluindo as primeiras emissões, conforme descrito anteriormente. O *software Praat®* fornece as imagens dos formantes correspondentes a cada fonema repetido, o que nos permitiu a contagem do número de fonemas através da

análise visual e evitou erros de contagem devido à velocidade de repetição (Figura 2).

Figura 2. Imagem fornecida pelo software referente a uma sequência de emissão do fonema /pa/. Cada pico representa a emissão de um fonema.



4.2.3 Avaliação da função executiva

Dos 180 voluntários que realizaram a avaliação motora, 75 foram selecionados aleatoriamente e convidados a responder uma bateria composta por quatro testes neuropsicológicos, para avaliação da função executiva. Nesse subgrupo, o tempo total de aplicação do protocolo de avaliação durou em média 45 minutos. Na tabela 2 são exibidas a características desta amostra.

Tabela 2. Caracterização do subgrupo por idade, sexo e escolaridade

	Idade (anos)			Escolaridade (anos)	
	N	Média (dp)	Mín-Máx	Média (dp)	Mín-Máx
30-64 anos	47	46,15 (10,65)	30-63	14,98 (4,78)	3-30
Mulheres	33	46,30 (23,33)	30-63	15,70 (2,83)	8-30
Homens	14	44,57 (21,92)	30-61	13,29 (6,36)	3-20
65-89 anos	28	74,96 (16,97)	65-89	9,86 (0,00)	2-24
Mulheres	16	74,63 (16,26)	65-88	9,86 (0,00)	4-24
Homens	12	75,42 (15,56)	67-89	9,83 (4,24)	2-22
TOTAL	75	56,68 (16,95)	30-89	13,07 (5,54)	2-30

Legenda: dp: desvio-padrão; Mín: valor mínimo; Máx: valor máximo

Para realizar os testes que avaliam a FE, os participantes eram posicionados sentados em uma cadeira em frente a uma mesa, e foram utilizados lápis e papel. O smartphone foi utilizado para gravação do Teste de Fluência Verbal e posterior contagem do número de palavras.

Trail Making Test

O *Trail Making Test* (TMT) é um dos testes neuropsicológicos mais utilizados para avaliar função executiva. Ele fornece informações sobre a busca visual, exploração, velocidade de processamento, flexibilidade mental e funções executivas⁹⁶. Previamente à avaliação era oferecido um treino ao voluntário, com uma versão simplificada de cada parte do teste. No treino do TMT A, estavam dispostos no papel oito círculos numerados de 1-8, que deveriam ser ligados o mais rapidamente possível, sem que o indivíduo retirasse o lápis do papel. Na parte A, o voluntário deveria seguir a mesma instrução, porém havia 25 círculos numerados e o tempo era cronometrado.

No treino da parte B, também estavam disponíveis oito círculos, quatro deles numerados de 1 a 4, e quatro deles com letras de A a D. Os círculos deveriam ser conectados de maneira intercalada, em ordem crescente (1-A-2-B-3-C-4-D). A mesma instrução era dada para a realização da parte B, porém a sequência seguiria até 12-L. O teste era interrompido se não concluído em até 300 segundos, sendo essa a pontuação máxima possível para cada parte do teste.

A pontuação do TMT é dada pelo tempo de realização do mesmo, sendo que o TMT A avalia principalmente o componente motor da tarefa, e o TMT B avalia os componentes cognitivo e motor simultaneamente. Extraímos também outra medida, o TMT delta, obtido pela subtração do tempo de execução da parte

A do tempo de execução da parte B. O TMT delta representa uma medida apenas do componente cognitivo da tarefa, uma vez que elimina o tempo gasto com a execução motora em ambas as partes⁹⁷.

Stroop Collor Test - Partes W, D e C

O *Stroop Collor Test* (SCT) é um teste neuropsicológico que avalia a capacidade de atenção seletiva, a flexibilidade cognitiva, suscetibilidade a interferência, e o controle inibitório, componentes da função executiva^{98,99}. Para aplicação dos testes, confeccionamos 3 cartões de 21,5 X 14 cm, cada um com 6 fileiras de 4 itens, sendo cada cartão uma etapa: D (*Dots*), W (*Words*) e C (*Collors*). Os cartões foram impressos em papel branco e plastificados.

Na etapa D, o avaliador orientava o voluntário a nomear o mais rápido possível a cor de 24 pontos impressos nas cores azul, verde, vermelho e amarelo. Cada cor aparece seis vezes, e as quatro cores são arranjadas pseudo-aleatoriamente dentro da matriz, cada cor aparecendo uma vez em cada fileira. A segunda etapa – W, é similar à primeira, porém no lugar dos pontos estão impressas as palavras “QUANDO”, “DIFÍCIL” e “ACIMA”, nas mesmas cores do primeiro cartão. O avaliador orientava o voluntário a nomear o mais rápido possível as cores nas quais as palavras estavam escritas, e desconsiderar seu conteúdo verbal. Na última parte – C, estavam impressas no cartão os nomes das quatro cores “azul”, “verde”, “vermelho” e “amarelo” – as mesmas impressas, porém a cor impressa nunca correspondia ao que estava escrito. O indivíduo era orientado a falar em voz alta o nome da cor impressa o mais rápido possível, e o tempo era cronometrado até que ele completasse as cartelas sempre da fileira esquerda para a direita. O número de erros também foi registrado.

Teste de Fluência Verbal

O Teste de Fluência Verbal (TFV) é um meio bastante utilizado para avaliar a função executiva, a linguagem e a memória semântica. Ele tem se mostrado alterado principalmente em idosos de baixa escolaridade⁸⁹. O TFV pode ser aplicado de acordo com dois critérios: fonológico, no qual o indivíduo deve evocar palavras iniciadas com uma determinada letra; e critério semântico, no qual o indivíduo deverá evocar nomes de uma mesma categoria, como animais, por exemplo. A literatura aponta que o critério fonológico é mais complexo, e o desempenho no teste depende da escolaridade do indivíduo. Portanto, neste estudo, como avaliamos indivíduos com níveis de escolaridade muito distintos (entre 2 e 30 anos), selecionamos o critério semântico.

O avaliador solicitava que o voluntário falasse o maior número de animais que se lembrasse durante 60 segundos. Entre as orientações, era dito que palavras repetidas só seriam pontuadas uma vez e que não seriam aceitos derivados da mesma palavra (exemplo: vaca e boi). No teste é possível pontuar, além do número total de palavras, as palavras faladas a cada quartil, nos 60 segundos; o número de categorias utilizadas (animais domésticos e da fazenda, selvagens, insetos, peixes, pássaros e répteis); a troca de categorias (sendo pelo menos três animais da mesma categoria); e o agrupamento (pelo menos três animais da mesma categoria)⁸⁹. Optamos por analisar somente o número total de palavras.

Teste dos Dígitos

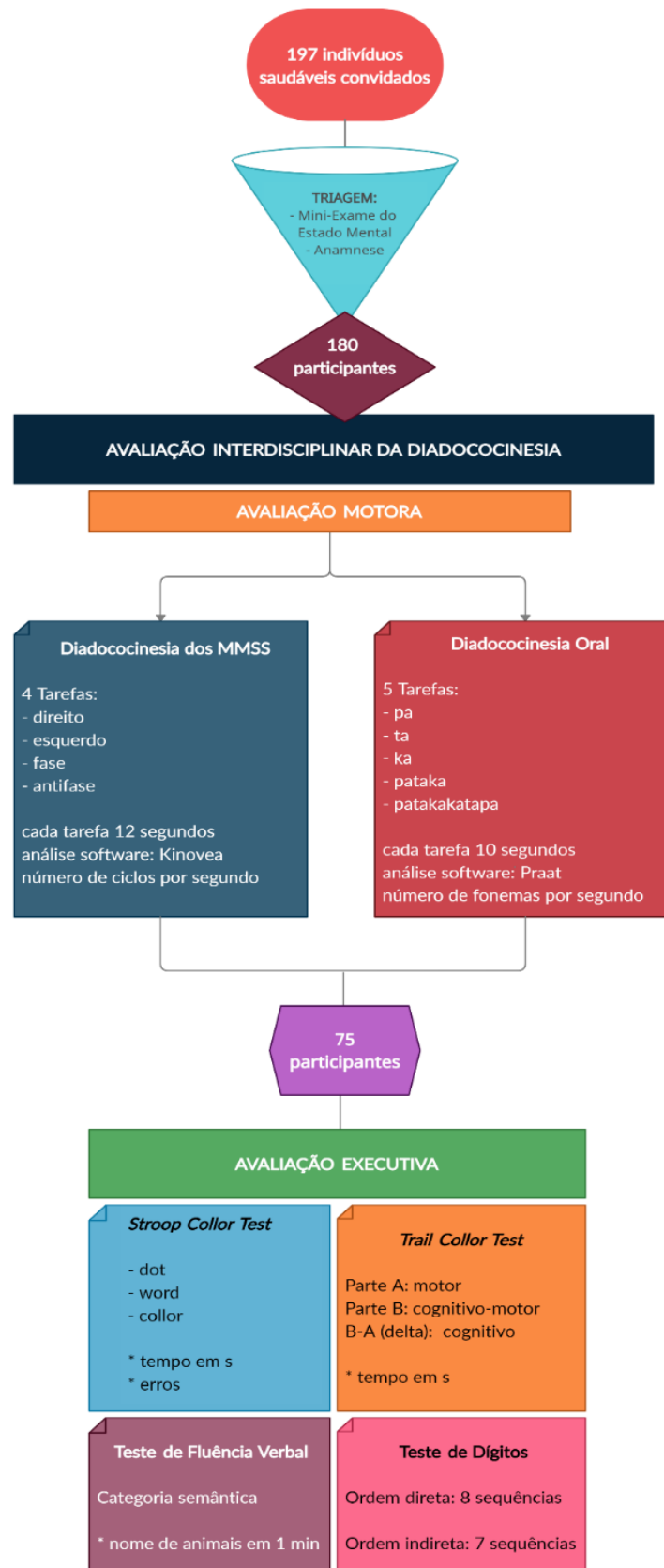
O Teste dos Dígitos é um subteste componente do *Wechsler Intelligence Scale for Children (WISC-III)*¹⁰⁰ e do *Wechsler Adult Intelligence Scale (WAIS-III)*¹⁰¹. Este teste fornece uma medida sobre atenção e memória de trabalho. Ele

é composto de duas partes, sendo que o desempenho em cada uma delas implica em funções cognitivas diferentes. Na primeira parte o voluntário deve repetir uma sequência de dígitos falados pelo examinador, em ordem direta (OD), sendo que a cada sequência é acrescentado um dígito, até um total de 8 dígitos. Esta tarefa estaria mais relacionada com o circuito fonológico. Na segunda parte, também são fornecidas sequências de dígitos, porém desta vez o participante deve repeti-los na ordem inversa (OI), sendo acrescentado um dígito a cada tentativa. A ordem indireta apresenta um maior grau de complexidade, e relaciona-se com o controle executivo central¹⁰².

No TD, o participante era orientado a repetir uma sequência de dígitos falados pelo examinador, em ordem direta (OD), sendo que a cada sequência era acrescentado um dígito, até um total de oito dígitos. Na segunda parte, também eram fornecidas sequências de dígitos, porém dessa vez o indivíduo deveria repeti-los na ordem inversa (OI), sendo acrescentado um dígito a cada sequência, da mesma forma como na OD, porém até o total de sete dígitos. Eram realizadas duas tentativas na OD e duas na OI, e a pontuação é dada pelo número de sequências corretas.

A seguir apresentamos um fluxograma que representa as etapas e os procedimentos realizados em cada etapa da avaliação deste protocolo.

Figura 3. Fluxograma com as etapas e procedimentos de avaliação realizados neste estudo.



4.3 Análise Estatística

Utilizamos o *software* *Statistica Academic* (versão 13) para realizar a análise estatística dos dados. Foi adotado nível de significância alfa $<0,05$.

Foi realizada análise de variância multivariada (MANOVA) para comparar grupos de idade (adultos x idosos) e grupos de escolaridade (baixa x média x alta) nas quatro condições do teste de DDCm e nas cinco condições do teste de DDCo.

O teste de correlação de Pearson foi aplicado para investigar as correlações encontradas entre as condições dos testes motores. Além disso, aplicamos o teste para observar se existiam correlações entre os testes de diadococinesia dos membros superiores e oral e os testes de avaliação da função executiva (SCT, TD, TFV e TMT).

5. RESULTADOS

Os valores médios obtidos nos testes de DDC de membros superiores e DDC oral são apresentados na tabela 3 conforme os dois grupos etários avaliados: adultos (30-64 anos) e idosos (65-89 anos).

Tabela 3. Valores médios nos testes de diadococinesia de membros superiores (em número de ciclos por segundo) e diadococinesia oral (número de fonemas por segundo), por grupos etários (adultos e idosos)

	Adultos 30-64 anos			Idosos 65-89 anos		
	Média	dp	Mín-Máx	Média	dp	Mín-Máx
DDC MMSS						
Direito	1,39	0,41	0,53 – 2,40	1,30	0,31	0,67 – 1,80
Esquerdo	1,34	0,39	0,53 – 2,30	1,26	0,31	0,57 – 1,80
Fase	1,38	0,42	0,50 – 2,50	1,26	0,33	0,53 – 1,90
Antifase	0,94	0,49	0,13 – 2,50	0,91	0,51	0,17 – 2,80
DDC Oral						
/pa/	5,17	1,31	1,07 - 7,50	5,34	1,08	1,75 – 7,00
/ta/	5,19	1,31	1,20 – 7,50	5,27	1,17	1,50 – 7,75
/ka/	4,93	1,21	0,8 – 7,75	5,03	1,00	2,0 – 7,0
/pataka/	5,51	1,34	0 – 9,0	5,28	1,16	2,6 – 7,5
/patakakatapa/	3,25	1,34	0 – 7,5	2,97	1,35	1,5 – 6,0
Amostra						
Idade	48,90	8,95	30 – 64	73,43	6,57	65 – 89
Escolaridade	12,14	5,44	3 – 28	9,43	5,09	2 – 24

Legenda: dp: desvio-padrão; Mín: valor mínimo; Máx: valor máximo. Idade e escolaridade são representadas em número de anos.

Optamos também por realizar a normatização dos dados por faixas de escolaridade: baixa (2 a 5 anos), média (6 a 11 anos) e alta (12 anos de

escolaridade ou mais). Na tabela seguinte são apresentados os valores por condição de teste e por grupos de escolaridade.

Tabela 4. Valores normativos para testes de diadococinesia de membros superiores (número de ciclos por segundo) e diadococinesia oral (número de fonemas por segundo), por faixas de escolaridade (baixa, média e alta)

	Escolaridade Baixa		Escolaridade Média		Escolaridade Alta	
	Média	dp	Média	dp	Média	dp
DDC MMSS						
Direito	1,14	0,31	1,30	0,34	1,63	0,40
Esquerdo	1,12	0,32	1,25	0,32	1,48	0,38
Fase	1,08	0,34	1,26	0,32	1,56	0,40
Antifase	0,62	0,38	0,85	0,46	1,16	0,47
DDC Oral						
/pa/	4,39	1,56	4,95	1,17	5,77	1,01
/ta/	4,45	1,30	4,91	1,19	5,76	1,09
/ka/	4,31	1,38	4,76	1,15	5,36	1,02
/pataka/	4,74	1,35	5,47	1,14	5,69	1,43
/patakakatapa/	2,23	0,84	3,04	1,24	3,75	1,40
Amostra						
Idade	61,97	10,89	56,35	12,50	50,08	13,85
Escolaridade	4,03	0,64	9,56	1,70	16,89	2,94

Legenda: dp: desvio-padrão. Idade e escolaridade são representadas em número de anos.

A tabela nos mostra que o grupo com alta escolaridade realizou o maior número de repetições em todas as condições avaliadas sendo, portanto, o grupo mais rápido, resultado já observado através das MANOVAS. O grupo de alta escolaridade (média de 16,89 anos de estudo formal) é também o grupo mais jovem (50,0 anos). Já o grupo de baixa escolaridade (média de 4,03 anos de

estudo formal) é o grupo com maior média de idade (61,9 anos). Ou seja, neste estudo, os participantes com melhor desempenho foram os que tiveram mais anos de estudo formal e também os mais jovens da amostra.

5.1 Diadococinesia dos membros superiores

No teste de DDC dos membros superiores realizamos a análise multivariada da variância (MANOVA) para comparar os grupos etários (adultos x idosos) e grupos de escolaridade (baixa x média x alta) nas quatro condições avaliadas. Obteve-se $F_{8,342} = 1.297$; partial eta-squared; $p=0.243$. Wilks lambda=0.941 (Figura 4).

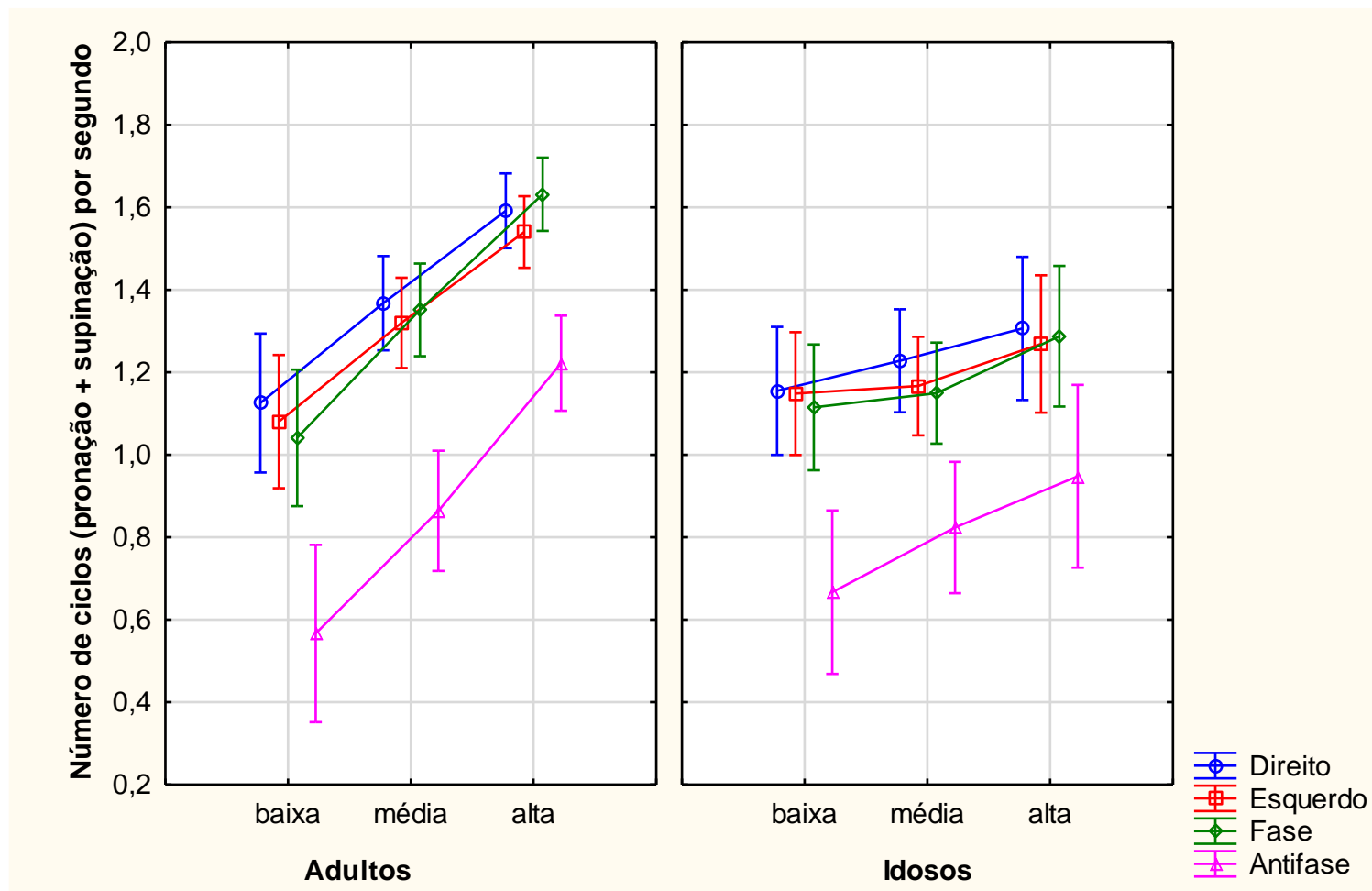


Figura 4. Comparação entre adultos e idosos com baixa, média e alta escolaridade nos testes de diadococinesia dos membros superiores (direito, esquerdo, ambos em fase, e ambos em antifase). Barras verticais representam 95% do intervalo de confiança.

Adultos e idosos realizaram o menor número de repetições de DDCm com em antifase ($p < 0,001$). Em ambos os grupos não houve diferença significativa entre o número de repetições nas condições MSD, MSE e FASE.

Os resultados do Teste *post hoc* de Tukey que comparou as médias entre os grupos etários e as faixas de escolaridade nas tarefas de DDCm são apresentados nas Tabelas 5a, 5b, 5c e 5d.

Tabela 5a. Comparação entre os grupos etários e as faixas de escolaridade na tarefa de diadocinesia do membro superior direito

	Adulto baixa 1,12	Adulto média 1,37	Adulto alta 1,59	Idoso baixa 1,15	Idoso média 1,23	Idoso alta 1,31
Adulto baixa		0,175	<0,001*	0,999	0,929	0,680
Adulto média			0,029*	0,248	0,578	0,992
Adulto alta				<0,001*	<0,001*	0,046*
Idoso baixa					0,979	0,795
Idoso média						0,979
Idoso alta						

Legenda: *Post hoc* de Tukey. Os valores destacados com asterisco são significativos para $p < 0,05$.

Conforme podemos observar na tabela, adultos com alta escolaridade realizaram maior número de repetições com o membro superior direito que adultos com média ($p = 0,029$) e baixa ($p < 0,001$) escolaridade, e idosos com alta ($p = 0,046$), média ($p < 0,001$) e baixa escolaridade ($p < 0,001$).

Tabela 5b. Comparação entre os grupos etários e as faixas de escolaridade na tarefa de diadocinesia do membro superior esquerdo

	Adulto baixa 1,08	Adulto média 1,32	Adulto alta 1,54	Idoso baixa 1,15	Idoso média 1,17	Idoso alta 1,27
Adulto baixa		0,148	<0,001*	0,990	0,958	0,596
Adulto média			0,022*	0,445	0,424	0,995
Adulto alta				<0,001*	<0,001*	0,049*
Idoso baixa					0,999	0,895
Idoso média						0,923
Idoso alta						

Legenda: *Post hoc* de Tukey. Os valores destacados com asterisco são significativos para $p < 0,05$.

Adultos com alta escolaridade realizaram maior número de repetições com o membro superior esquerdo que adultos com média ($p=0,022$) e baixa ($p<0,001$) escolaridade, e idosos com média ($p<0,001$) e baixa escolaridade ($p<0,001$).

Tabela 5c. Comparação entre os grupos etários e as faixas de escolaridade na tarefa de diadococinesia dos membros superiores em fase

	Adulto baixa 1,04	Adulto média 1,35	Adulto alta 1,63	Idoso baixa 1,11	Idoso média 1,15	Idoso alta 1,29
Adulto baixa		0,026*	<0,001*	0,987	0,905	0,316
Adulto média			<0,001*	0,135	0,156	0,989
Adulto alta				<0,001*	<0,001*	0,005*
Idoso baixa					0,999	0,672
Idoso média						0,786
Idoso alta						

Legenda: *Post hoc* de Tukey. Os valores destacados com asterisco são significativos para $p<0,05$.

Na tarefa de diadococinesia com os membros superiores em fase, adultos com alta escolaridade realizaram maior número de repetições que adultos com média ($p=0,001$) e baixa ($p<0,001$) escolaridade, e idosos com alta ($p=0,005$), média ($p<0,001$) e baixa escolaridade ($p<0,001$). Adultos com escolaridade média também realizaram mais repetições de adultos com baixa escolaridade ($p=0,026$).

Tabela 5d. Comparação entre os grupos etários e as faixas de escolaridade na tarefa de diadococinesia dos membros superiores em antifase

	Adulto baixa 0,57	Adulto média 0,86	Adulto alta 1,22	Idoso baixa 0,67	Idoso média 0,82	Idoso alta 0,95
Adulto baixa		0,211	<0,001*	0,984	0,404	0,143
Adulto média			0,002*	0,610	0,999	0,989
Adulto alta				<0,001*	<0,001*	0,254
Idoso baixa					0,828	0,422
Idoso média						0,946
Idoso alta						

Legenda: *Post hoc* de Tukey. Os valores destacados com asterisco são significativos para $p<0,05$.

Na diadococinesia com os membros superiores em antifase, adultos com alta escolaridade realizaram maior número de repetições que adultos com média ($p=0,002$) e baixa ($p<0,001$) escolaridade, e idosos com média ($p<0,001$) e baixa escolaridade ($p<0,001$).

Nas quatro condições avaliadas, adultos com alta escolaridade realizaram maior número de repetições que adultos com média e baixa escolaridade; e adultos com média escolaridade realizaram mais repetições que os de baixa escolaridade. Na condição dos membros superiores em antifase, adultos com escolaridade média realizaram maior número de movimentos que adultos com baixa escolaridade.

Nas tarefas com o membro superior direito e com os membros em antifase, adultos com alta escolaridade foram mais rápidos que idosos de alta, média e baixa escolaridade. Nas tarefas com o membro superior esquerdo e com os membros em antifase, adultos com alta escolaridade foram mais rápidos que idosos com média e baixa escolaridade.

Não foram observadas diferenças de desempenho entre idosos com alta, média e baixa escolaridade nas quatro tarefas avaliadas.

5.2 Diadococinesia oral

No teste de DDC oral, foi realizada MANOVA para comparar os grupos etários (adultos x idosos) e grupos de escolaridade (baixa x média x alta) nas cinco condições avaliadas, e obtivemos $F_{10,340} = 0,714$; partial eta-squared; $p=0,711$. Wilks lambda=0,959 (Figura 5).

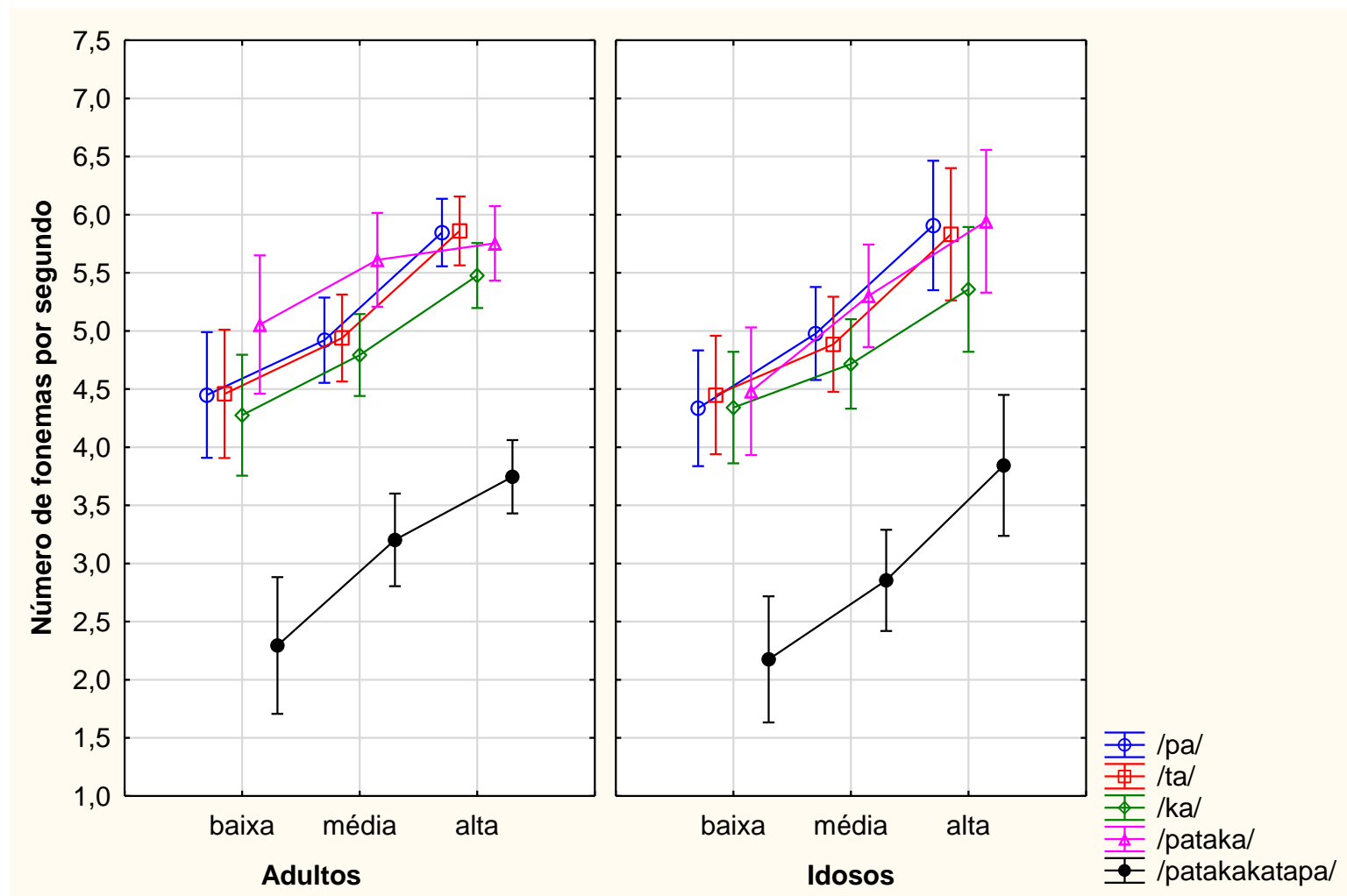


Figura 5. Comparação entre adultos e idosos com baixa, média e alta escolaridade nos testes de diadococinesia oral. Barras verticais representam 95% do intervalo de confiança.

Adultos realizaram menor número de repetições de movimentos de DDCo na condição /patakakatapa/ ($p < 0,001$). Em ambos os grupos não houve diferença significativa entre o número de repetições nas condições /pa/, /ta/, /ka/ e /pataka/.

Os resultados do Teste *post hoc* de *Tukey* que comparou as médias entre os grupos etários e as faixas de escolaridade nas tarefas de DDCo são apresentados nas Tabelas 6a, 6b, 6c, 6d e 6e.

Tabela 6a. Comparação entre os grupos etários e as faixas de escolaridade na tarefa de diadococinesia oral /pa/

	Adulto baixa 4,45	Adulto média 4,92	Adulto alta 5,85	Idoso baixa 4,33	Idoso média 4,98	Idoso alta 5,90
Adulto baixa		0,711	<0,001*	0,999	0,629	0,002*
Adulto média			0,001*	0,421	0,999	0,040*
Adulto alta				<0,001*	0,006*	0,999
Idoso baixa					0,350	<0,001*
Idoso média						0,080
Idoso alta						

Legenda: *Post hoc* de *Tukey*. Os valores destacados com asterisco são significativos para $p < 0,05$.

Conforme podemos observar na tabela, adultos com alta escolaridade repetiram maior número de fonemas /pa/ que adultos com média ($p = 0,001$) e baixa escolaridade ($p < 0,001$), e idosos com média ($p = 0,006$) e baixa escolaridade ($p < 0,001$). Idosos com alta escolaridade repetiram maior número de fonemas que adultos com média ($p = 0,040$) e baixa escolaridade ($p = 0,002$), e idosos com baixa escolaridade ($p < 0,001$).

Tabela 6b. Comparação entre os grupos etários e as faixas de escolaridade na tarefa de diadocinesia oral /ta/

	Adulto baixa 4,46	Adulto média 4,94	Adulto alta 5,86	Idoso baixa 4,45	Idoso média 4,88	Idoso alta 5,83
Adulto baixa		0,714	<0,001*	1,000	0,825	0,008*
Adulto média			0,001*	0,645	0,999	0,100
Adulto alta				<0,001*	0,001*	0,999
Idoso baixa					0,775	0,004*
Idoso média						0,082
Idoso alta						

Legenda: *Post hoc* de Tukey. Os valores destacados com asterisco são significativos para $p < 0,05$.

Na condição /ta/, adultos com alta escolaridade repetiram maior número de fonemas /pa/ que adultos com média ($p=0,001$) e baixa ($p < 0,001$) escolaridade, e idosos com média ($p=0,001$) e baixa escolaridade ($p < 0,001$). Idosos com alta escolaridade repetiram maior número de fonemas que adultos ($p=0,008$) e idosos com baixa escolaridade ($p=0,004$).

Tabela 6c. Comparação entre os grupos etários e as faixas de escolaridade na tarefa de diadocinesia oral /ka/

	Adulto baixa 4,27	Adulto média 4,79	Adulto alta 5,48	Idoso baixa 4,34	Idoso média 4,71	Idoso alta 5,35
Adulto baixa		0,581	<0,001*	0,999	0,760	0,048*
Adulto média			0,032*	0,665	0,999	0,507
Adulto alta				<0,001*	0,019*	0,998
Idoso baixa					0,835	0,059
Idoso média						0,391
Idoso alta						

Legenda: *Post hoc* de Tukey. Os valores destacados com asterisco são significativos para $p < 0,05$.

Na condição /ka/, adultos com alta escolaridade repetiram maior número de fonemas que adultos com média ($p=0,032$) e baixa ($p < 0,001$) escolaridade, e idosos com média ($p=0,019$) e baixa escolaridade ($p < 0,001$). Idosos com alta

escolaridade repetiram maior número de fonemas que adultos com baixa escolaridade ($p=0,048$).

Tabela 6d. Comparação entre os grupos etários e as faixas de escolaridade na tarefa de diadocinesia oral /pataka/

	Adulto baixa 5,05	Adulto média 5,61	Adulto alta 5,75	Idoso baixa 4,48	Idoso média 5,30	Idoso alta 5,94
Adulto baixa		0,646	0,319	0,727	0,986	0,313
Adulto média			0,994	0,013*	0,910	0,948
Adulto alta				0,001*	0,574	0,994
Idoso baixa					0,193	0,006*
Idoso média						0,548
Idoso alta						

Legenda: *Post hoc* de Tukey. Os valores destacados com asterisco são significativos para $p<0,05$.

Na sequência /pataka/, adultos com alta ($p=0,001$) e média escolaridade ($p=0,013$) repetiram maior número de fonemas que idosos com baixa escolaridade, e idosos com alta escolaridade repetiram maior número de fonemas que aqueles com baixa escolaridade ($p=0,006$).

Tabela 6e. Comparação entre os grupos etários e as faixas de escolaridade na tarefa de diadocinesia oral /patakakatapa/

	Adulto baixa 2,29	Adulto média 3,20	Adulto alta 3,74	Idoso baixa 2,17	Idoso média 2,85	Idoso alta 3,84
Adulto baixa		0,116	<0,001*	0,999	0,656	0,003*
Adulto média			0,282	0,030*	0,854	0,502
Adulto alta				<0,001*	0,013*	0,999
Idoso baixa					0,383	<0,001*
Idoso média						0,093
Idoso alta						

Legenda: *Post hoc* de Tukey. Os valores destacados com asterisco são significativos para $p<0,05$.

Na condição /patakakatapa/, adultos com alta escolaridade repetiram maior número de fonemas que adultos com baixa escolaridade ($p<0,001$), e idosos com média ($p=0,013$) e baixa escolaridade ($p=<0,001$). Idosos com alta

escolaridade repetiram maior número de fonemas que adultos ($p=0,003$) e idosos com baixa escolaridade ($p<0,001$).

Diferentemente da DDCm, na DDC oral foram observadas diferenças de desempenho entre idosos com alta, média e baixa escolaridade. Nas condições /pa/, /ta/, /pataka/ e /patakakatapa/, idosos com alta escolaridade repetiram mais fonemas que idosos com baixa escolaridade.

5.3 Correlação entre diadococinesia dos membros superiores e oral

Foi aplicado teste de Correlação de Pearson para verificar a força das correlações encontradas entre os testes de diadococinesia dos membros superiores e de diadococinesia oral. Utilizamos a seguinte referência para os valores obtidos¹⁰³:

- Correlação forte: $1,0 > r > 0,8$
- Correlação moderada: $0,79 > r > 0,4$
- Correlação fraca: $0,39 > r > 0,1$

Os resultados são apresentados na tabela 7.

Tabela 7. Correlações parciais entre os testes de diadococinesia oral e dos membros superiores, controladas por idade e estudo formal

CONDIÇÃO	Média	dp	Direito	Esquerdo	Fase	Antifase	/pa/	/ta/	/ka/	/pataka/	/patakakatapa/
Direito	1.36	0.39	1.000	0.930	0.877	0.531	0.350	0.355	0.339	0.284	0.145
Esquerdo	1.32	0.37		1.000	0.895	0.497	0.323	0.331	0.317	0.254	0.111
Fase	1.35	0.40			1.000	0.479	0.327	0.330	0.303	0.257	0.136
Antifase	0.93	0.49				1.000	0.340	0.321	0.308	0.275	0.129
/pa/	5.21	1.26					1.000	0.915	0.841	0.541	0.363
/ta/	5.21	1.27						1.000	0.881	0.567	0.368
/ka/	4.95	1.16							1.000	0.577	0.297
/pataka/	5.46	1.29								1.000	0.476
/patakakatapa/	3.18	1.35									1.000

Legenda: Correlação de Pearson. Valores de r destacados são significantes com $p < 0,05$. Negrito vermelho = correlação forte; negrito azul = correlação moderada; negrito preto = correlação fraca.

Nas tarefas de diadococinesia dos membros superiores, foram encontradas correlações positivas e fortes entre as condições MSD e MSE, e MSD, MSE e FASE. As condições MSD, MSE e FASE se correlacionaram moderadamente com a condição ANTIFASE.

Nas tarefas de diadococinesia oral, encontramos correlações positivas e fortes entre as condições /pa/, /ta/ e /ka/. A condição /pataka/ se correlacionou moderadamente com as condições /pa/, /ta/, /ka/ e /patakakatapa/. Entre as condições /pa/, /ta/ e /ka/ e a condição /patakakatapa/ foram encontradas correlações fracas.

Foram encontradas correlações fracas entre os testes de DDCm e DDCo.

5.4 Função Executiva

A tabela 8 nos mostra os dados referentes aos valores obtidos em relação às pontuações médias e desvio-padrão para cada teste, para o grupo de adultos (30 a 64 anos) e de idosos (65-89 anos); e por faixas de escolaridade (baixa, média e alta).

Tabela 8. Pontuação média e desvio-padrão por teste de função executiva, para a amostra geral, e dividida por grupos etários e faixa de escolaridade

Teste	Idade			Escolaridade		
	<i>total</i> n=75	<i>adultos</i> n=48	<i>idosos</i> n=27	<i>baixa</i> n= 10	<i>média</i> n=23	<i>alta</i> n=42
Dígitos	11,70	12,56	10,79	10,80	11,43	12,50
Ordem direta	0,49	1,02	2,27	2,53	1,41	1,84
Dígitos	6,39	7,68	4,79	3,90	5,91	7,60
Ordem indireta	1,69	1,64	3,69	1,45	0,71	2,78
Dígitos	18,09	20,24	15,57	14,70	17,35	20,10
Total	2,18	2,66	5,96	3,23	0,71	3,89
TFV	17,36	21,34	15,14	13,30	15,87	22,12
	0,25	0,24	2,22	2,12	3,54	4,24
TMT A	37,53	26,78	48,44	55,57	39,37	27,47
	7,70	6,98	15,50	7,66	0,23	8,43
TMT B	118,82	69,41	158,62	185,32	128,42	68,97
	29,63	3,28	24,92	2,77	17,50	0,99
TMT delta	81,28	42,64	110,17	129,75	89,06	41,50
	21,92	3,70	40,42	10,43	17,27	7,44
Stroop D	16,77	15,21	18,30	19,24	18,84	15,42
	0,32	3,59	1,09	3,32	2,43	6,07
Stroop W	22,19	18,24	26,09	30,05	22,04	18,59
	6,82	5,35	0,05	4,94	7,23	6,68
Stroop C	31,12	25,38	36,63	38,35	32,94	24,54
	5,00	4,27	0,91	0,06	13,98	10,36
Número de	1,55	0,57	2,46	3,00	1,91	0,52
erros Stroop C	1,02	10,01	3,21	2,12	1,41	0,00

Legenda: Idade e escolaridade são representadas em número de anos. Valores médios para o Teste dos Dígitos e Teste de Fluência Verbal são dados em valores absolutos. No *Trail Making Test* (TMTA, B e delta) e *Stroop Color Test* (*Stroop D, W e C*), os valores são representados em segundos.

As pontuações médias para cada teste de função executiva conforme os 2 grupos etários estão representadas nos gráficos abaixo (Figuras 6a,6b e 6c).

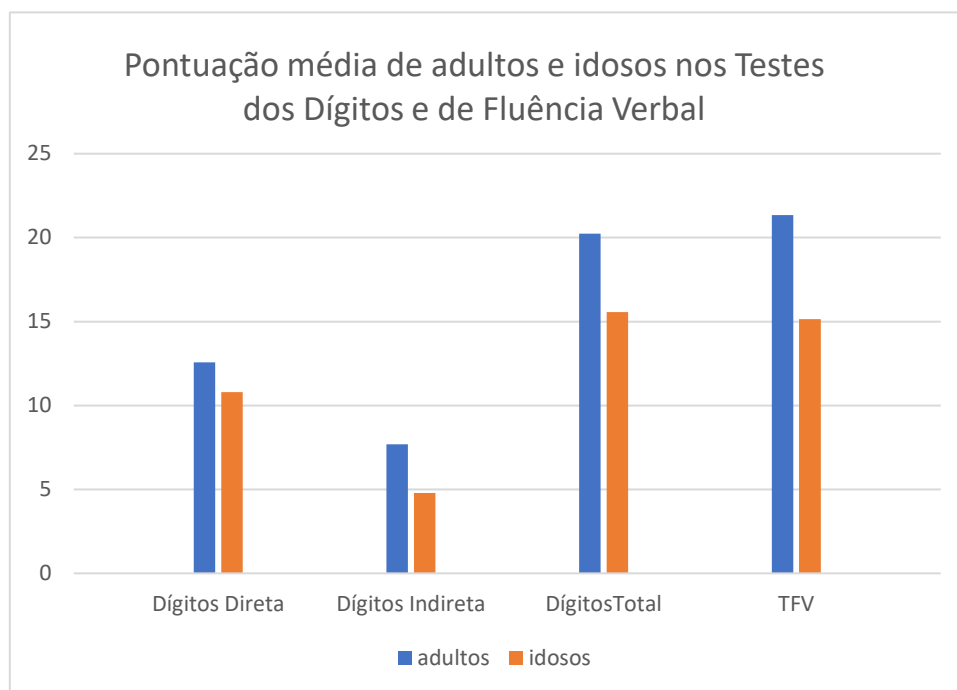


Figura 6a. Pontuação média por faixa etária no Teste dos Dígitos (Ordem direta, indireta e total) e no Teste de Fluência Verbal. Escala em valores absolutos.

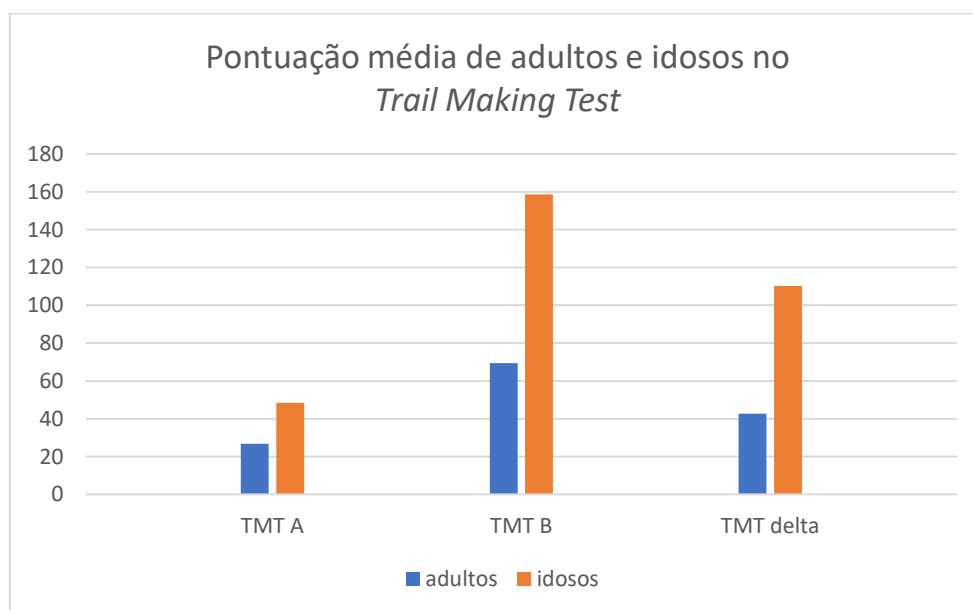


Figura 6b. Pontuação média por faixa etária no Trail Making Test (partes A, B e delta). Escala em segundos.

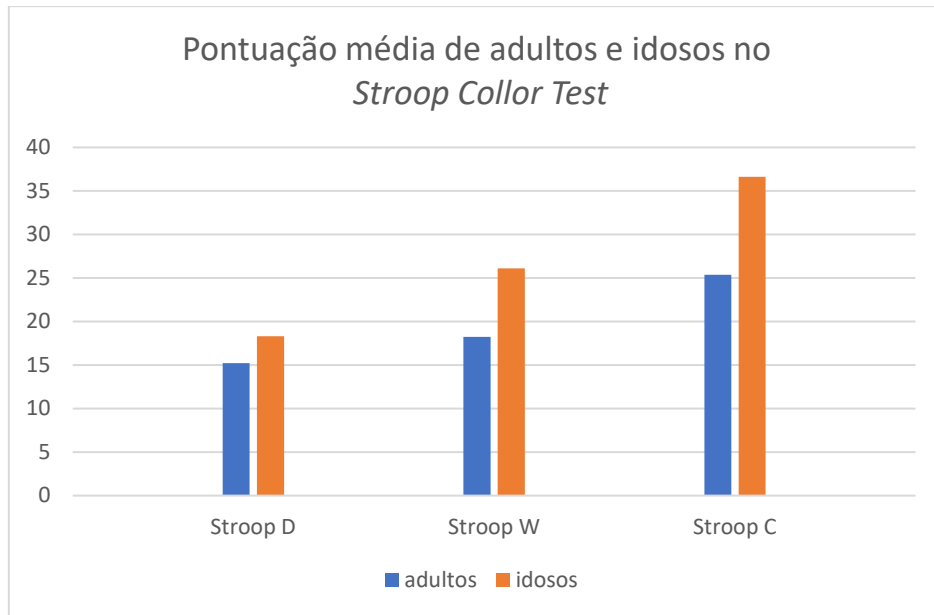


Figura 6c. Pontuação média por faixa etária no *Stroop Color Test* (partes D, W e C). Escala em segundos.

Conforme é possível observar nos gráficos apresentados, adultos e idosos apresentaram diferenças de desempenho em todos os testes de FE aplicados, sendo as mais notáveis nas partes B e delta do TMT, na parte C do SCT, e no TFV.

As pontuações médias para cada teste de FE conforme as 3 faixas de escolaridade estão representadas nas figuras 7a,7b e 7c.

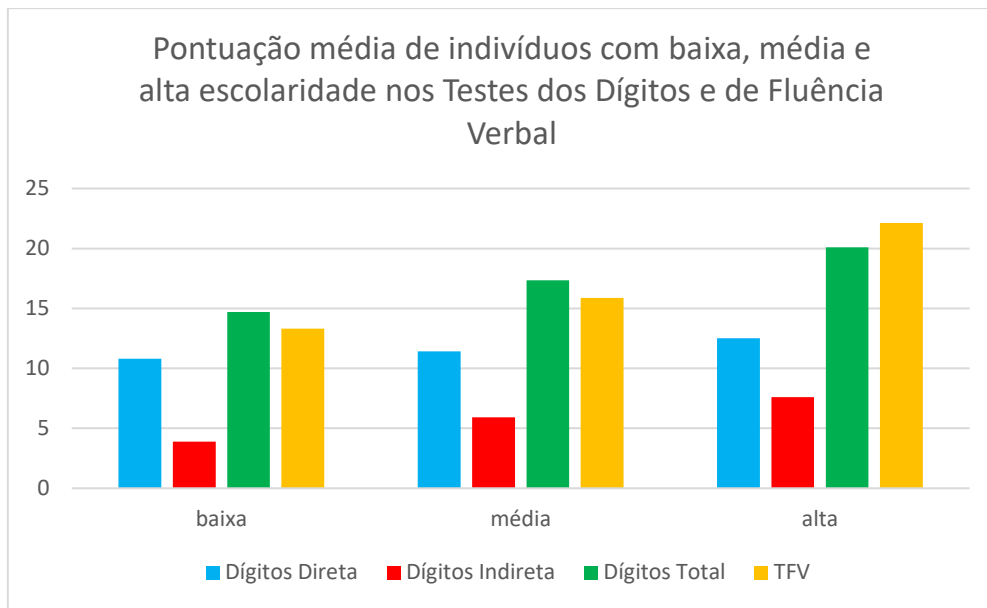


Figura 7a. Pontuação média por faixa de escolaridade no Teste dos Dígitos (Ordem direta, indireta e total) e no Teste de Fluência Verbal (TFV). Escala em valores absolutos.

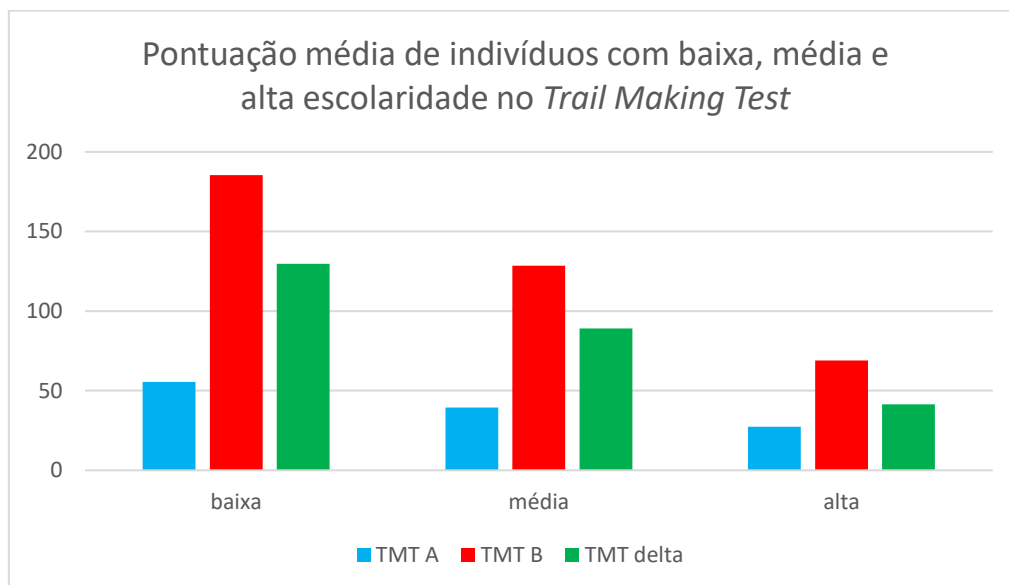


Figura 7b. Pontuação média por faixa de escolaridade no *Trail Making Test* (partes A, B e delta). Escala em segundos.

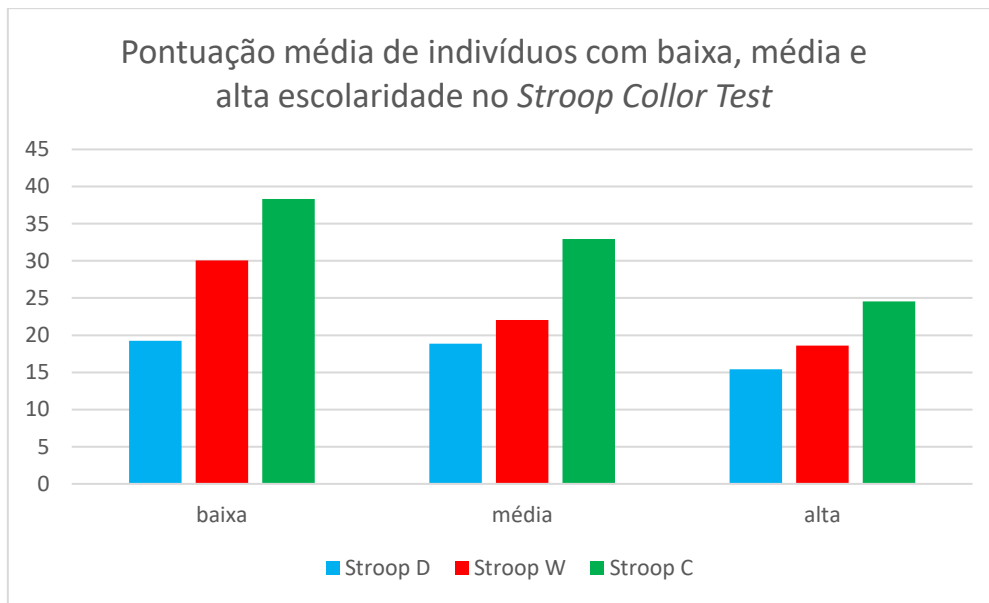


Figura 7c. Pontuação média por faixa de escolaridade no *Stroop Collor Test* (partes D, W e C). Escala em segundos.

As maiores diferenças de desempenho entre indivíduos com baixa, média e alta escolaridade foram observadas no TFV, no TMT (A, B e delta), e no SCT (W e C).

5.4.1 Correlações entre diadococinesia e função executiva

Aplicamos o teste de Correlação de Pearson para investigar correlações entre os testes de DDCm e DDCo e os testes de função executiva. Os resultados são apresentados na tabela 9.

Tabela 9. Correlações parciais entre as condições dos testes de diadococinesia oral e dos membros superiores e os testes que avaliam a Função Executivas

CONDIÇÃO	Dígitos		Fluência Verbal	Stroop Collor Test				Trail Making Test		
	OD	OI		D	W	C	erros C	A	B	DELTA
MSD	0,359	0,39	0,414*	-0,561*	-0,542*	-0,558*	-0,323	-0,468*	-0,546*	-0,518*
MSE	0,336	0,302	0,391	-0,478*	-0,448*	-0,457*	-0,280	-0,443*	-0,489*	-0,456*
FASE	0,364	0,412*	0,451*	-0,485*	-0,528*	-0,491*	-0,370	-0,530*	-0,607*	-0,572*
ANTIFASE	0,370	0,430*	0,505*	-0,456*	-0,541*	-0,505*	-0,368	-0,544*	-0,572*	-0,525*
PA	0,179	0,303	0,244	-0,456*	-0,359	-0,404*	-0,136	-0,433*	-0,361	-0,303
TA	0,231	0,338	0,272	-0,455*	-0,381	-0,442*	-0,181	-0,441*	-0,373	-0,315
KA	0,219	0,304	0,218	-0,390	-0,293	-0,390	-0,080	-0,306	-0,268	-0,230
PATAKA	0,263	0,187	0,414*	-0,357	-0,452*	-0,395	-0,252	-0,429*	-0,424*	-0,382
PATAKAKATAPA	0,301	0,400*	0,407*	-0,417*	-0,435*	-0,329	-0,259	-0,433*	-0,457*	-0,420*
Mini Mental	0,331	0,361	0,453*	-0,473*	-0,616*	-0,547*	-0,297	-0,567*	-0,591*	-0,541*
Idade	0,478*	0,549*	0,542*	0,547*	-0,639*	-0,622*	-0,399	-0,624*	-0,690*	-0,644*
Escolaridade	0,256	0,418*	0,601*	-0,264	-0,455*	-0,413*	-0,417*	-0,492*	-0,609*	-0,587*

Legenda: Correlação de Pearson. Valores de r destacados são significantes com $p < 0,05$. Correlações moderadas foram destacadas com asterisco.

Encontramos correlações moderadas entre os testes aplicados para avaliar a função executiva e os testes que avaliam a diadococinesia.

No *Stroop Collor Test* observamos correlações negativas moderadas com todas as condições de diadococinesia dos membros superiores. Em relação à diadococinesia oral, foram encontradas correlações negativas moderadas somente entre a parte C e as condições /pa/ e /ta/.

O Teste de Fluência Verbal apresentou correlações positivas e moderadas com as condições MSD, FASE e ANTIFASE, na DDCm; e com as condições /pataka/ e /patakakatapa/, na DDCo.

Quando analisamos o Teste dos Dígitos, encontramos correlações positivas moderadas com as condições FASE e ANTIFASE na DDCm. Na DDCo, a condição /patakakatapa/ se correlacionou com a ordem indireta.

No *Trail Making Test*, todas as condições dos testes de DDCm apresentaram correlações negativas moderadas com as partes A, B e com o delta-TMT. As condições /pa/ e /ta/ se correlacionaram moderadamente com a parte A; a condição /pataka/ se correlacionou com a parte B e com o delta-TMT. A condição /patakakatapa/ se correlacionou com as partes A e B, e com o delta-TMT.

Conforme foi possível observar, as tarefas de diadococinesia dos membros superiores em fase e antifase se correlacionaram moderadamente com todos os testes de avaliação da FE aplicados neste estudo. Portanto, optamos por fazer uma análise individual da condição antifase, que se destacou com um menor número de repetições em todos os subgrupos da amostra. O resultado das correlações parciais da tarefa para os subgrupos por faixa etária

(adultos e idosos) e escolaridade (baixa, média e alta) é apresentado na tabela a seguir.

Tabela 10. Correlações parciais entre a tarefa de diadococinesia dos membros superiores em antifase e os testes que avaliam a função executiva, por grupos etários e faixas de escolaridade

	Idade		Escolaridade		
	<i>Adultos</i>	<i>idosos</i>	<i>Baixa</i>	<i>Média</i>	<i>alta</i>
Dígitos – O. direta	0,190	0,294	0,196	0,326	0,286
Dígitos – O. indireta	0,305	0,259	0,036	0,404*	0,281
Dígitos – Total	0,304	0,333	0,169	0,396	0,335
TFV	0,373	0,390	0,471*	0,324	0,339
TMT A	-0,321	-0,499*	-0,700*	-0,307	-0,304
TMT B	-0,304	-0,560*	-0,554*	-0,464*	-0,345
TMT delta	-0,249	-0,497*	-0,415*	-0,440*	-0,310
Stroop D	-0,140	-0,549*	-0,695*	-0,251	-0,315
Stroop W	-0,147	-0,615*	-0,403*	-0,520*	-0,346
Stroop C	-0,223	-0,508*	-0,441*	-0,478*	-0,309
erros C	-0,118	-0,305	-0,221	-0,463*	-0,042

Legenda: Correlação de Pearson. Valores de r destacados são significantes com $p < 0,05$. Correlações moderadas foram destacadas com asterisco.

Foram encontradas correlações positivas moderadas entre os testes executivos e o subgrupo de idosos no TD, na ordem direita, indireta e soma total; e no TMT, as correlações foram negativas e moderadas com as partes A, B, e delta.

Também foram encontradas correlações moderadas entres os testes executivos e as faixas de baixa e média escolaridade. O desempenho dos participantes de baixa escolaridade apresentou correlações moderadas com

todos os testes executivos, com exceção do TD. Já o subgrupo de média escolaridade apresentou correlação negativa moderada de seu desempenho com a ordem indireta do TD, parte B e delta do TMT, e partes W, C e número de erros do SCT. Destacamos, ainda, as correlações negativas encontradas entre o desempenho do grupo com baixa escolaridade na tarefa ANTIFASE e o TMT-A e *Stroop-D*, moderadas com tendência a fortes (-0,700 e -0,695, respectivamente).

6. DISCUSSÃO

Os resultados do presente estudo demonstraram que a escolaridade teve maior influência que a idade no desempenho dos participantes nas tarefas de DDC oral e dos membros superiores. Na DDCm, adultos e idosos foram mais lentos na condição antifase, a mais complexa. A escolaridade influenciou o desempenho dos adultos nas quatro condições avaliadas (direito, esquerdo, fase e antifase). Na DDCo, adultos e idosos foram mais lentos na condição /patakakatapa/, que se mostrou, portanto, a mais complexa. Diferentemente da DDCm, na DDCo a escolaridade influenciou o desempenho de adultos e idosos, nas tarefas /pa/, /ta/, /pataka/ e /patakakatapa. Foram encontradas correlações fracas entre os testes de DDCm e DDCo. Entre os testes de diadococinesia e os testes que avaliam a função executiva foram encontradas correlações moderadas.

6.1 Diadococinesia dos membros superiores

Poucos estudos investigaram a DDCm. No estudo de Klotz e Kraus³ indivíduos saudáveis realizaram em média 2,97 ciclos por segundo no membro superior direito, e 2,82 no membro superior esquerdo. Pacientes com Parkinson realizaram 2,35 ciclos por segundo no membro superior direito, e 2,15 ciclos por segundo no membro superior esquerdo. E pacientes com ataxia, 1,59 ciclos por segundo no membro superior direito, e 1,60 ciclos por segundo no membro superior esquerdo.

Hermsdörfer et al.⁵ avaliaram a DDCm em 63 indivíduos saudáveis com idades entre 21 e 78 anos. Eles encontraram diferença no desempenho entre

homens e mulheres, com médias de 3.4 ciclos por segundo para homens, e 3.9 para mulheres, no MSD. Haaxma et al.⁶ avaliaram o número de batidas na mesa, alternando a palma e o dorso da mão durante 5 segundos, usando o MSD e o MSE isoladamente, em pacientes com DP e controles saudáveis. Adultos controles (média de 54 anos) realizaram 2,2 ciclos por segundo no MSD e 2,1 no MSE. Os adultos de nossa amostra (média de 48,9 anos), realizaram 1,4 ciclos por segundo no MSD e 1,3 ciclos por segundo no MSE. Ou seja, apesar de ser uma amostra mais jovem em média, nosso grupo de adultos apresentou médias inferiores às descritas na literatura. Diversos fatores podem ter contribuído para esse resultado.

No experimento de Klotz e Kraus³, os participantes mantiveram os cotovelos flexionados a 90°, com os antebraços junto ao corpo, e seguravam uma esfera na mão, o que reduziu a possibilidade de movimentos acessórios dos ombros e das mãos e, conseqüentemente, deve ter aumentado a velocidade. Além disso, nessa posição de teste, na inversão entre pronação e supinação não era necessário tocar com as mãos em nenhuma superfície, o que modifica o ritmo dos movimentos e também permite maior velocidade.

Os participantes do estudo de Hermsdörfer et al.³⁹ também seguraram um objeto durante a execução da tarefa, mas mantiveram o cotovelo apoiado sobre uma mesa durante o teste. Em ambos os estudos o tempo de execução dos testes foi curto (entre 3 e 5 segundos). Klotz e Kraus³ afirmam que movimentos diadococinéticos forçados durante o exame clínico são suscetíveis a fadiga precoce devido ao único grupo de músculos avaliados ser fraco. Portanto, os indivíduos de nossa amostra, que foram instruídos a realizar os

movimentos durante 12 segundos, podem ter apresentado fadiga, o que teria contribuído para seu menor desempenho.

Tanto os participantes do estudo conduzido por Haaxma et al.⁶ como os nossos, realizaram os mesmos movimentos, porém o contexto da tarefa era diferente: tanto no estudo de Haaxma como no de Klotz e Kraus³, os voluntários batiam a mão sobre a mesa durante o teste, ou seja, ao bater a mão sobre a mesa eles realizavam um ato concreto. Quanto mais concreta a tarefa, mais rica é a informação perceptual que ela fornece para guiar o movimento, e influenciar o desempenho¹⁰⁴. O uso da mesa também pode ter contribuído para o melhor desempenho, por fornecer uma posição mais estável para a realização do movimento. É provável que fatores como experiência prévia e motivação também tenham contribuído para o resultado.

No presente estudo, o número de movimento dos membros superiores em antifase foi menor que o número de movimentos isolados e em fase. Não foram encontrados estudos na literatura que descrevessem esse teste. A condição de movimentos em antifase é de fato mais complexa que as demais. De acordo com a teoria dos sistemas dinâmicos, diversos mecanismos estão envolvidos no controle do *timing*, desde os geradores de padrão medulares, estimadores cerebelares a mecanismos corticais. O *timing* compreende o estabelecimento de padrões estáveis de movimento, e estabilidade é a capacidade de reestabelecer o padrão após perturbações, para a manutenção da coordenação. O padrão no qual membros homólogos se alternam (antifase) se torna instável para frequências de movimento mais altas, o que causa uma mudança para o padrão em fase¹⁰⁵. Portanto, a coordenação dos movimentos de membros homólogos em fase pode ser mantida em altas frequências, quando comparada aos

movimentos em antifase, que se tornam instáveis quando realizados o mais rápido possível. Além disso, na coordenação em fase, estar utilizando os mesmos grupos musculares nos dois membros geraria uma superposição motora, o que tornaria a tarefa bimanual em fase mais fácil de se realizar¹⁰⁶. Uma forma de se controlar os movimentos em antifase, de modo a manter a coordenação entre os membros e evitar a mudança de padrão para fase, é diminuir a velocidade dos movimentos em antifase, fato que observamos neste estudo.

6.2 Diadococinesia oral

Na DDCo, encontramos estudos que apresentam valores normativos. Padovani et al.⁸ avaliaram a DDCo em participantes brasileiros. Na tabela abaixo apresentamos os valores obtidos por Padovani e os resultados de nosso trabalho.

Tabela 11. Tabela comparativa com os valores obtidos no estudo de Padovani e os valores obtidos em nosso estudo

Tarefa	Padovani et al. (2009) 30-46 anos	Almeida (2021) 30 a 64 anos	Padovani et al. (2009) 47-94 anos	Almeida (2021) 65 a 89 anos
Pa	6,7	5,2	6,0	5,3
Ta	6,7	5,2	5,9	5,3
Ka	6,0	4,9	5,5	5,0
pataka	6,6	5,5	6,1	5,0
patakakatapa		3,2		3,0

Legenda: Valores em fonemas por segundo.

Como é possível observar, os grupos etários diferem entre os estudos. Portanto, não é possível comparar diretamente nossos resultados aos de Padovani. No entanto, constatamos que assim como em Padovani, nosso grupo mais jovem foi mais rápido na condição /pataka/ em relação à condição /ka/.

Pierce et al.¹⁰ descreveram dados normativos para a diadococinesia oral com voluntários falantes do idioma inglês. Na tabela abaixo podemos observar os valores encontrados no estudo de Pierce e os valores obtidos neste estudo.

Tabela 12. Tabela comparativa com os valores obtidos no estudo de Pierce e os valores obtidos em nosso estudo

Tarefa	Pierce et al. (2013) 65-74 anos	Pierce et al. (2013) 74-86 anos	Almeida (2021) 30 a 64 anos	Almeida (2021) 65 a 89 anos
pa	6,9	6,7	5,2	5,3
ta	6,8	6,4	5,2	5,3
ka	6,3	5,8	4,9	5,0
pataka	6,1	5,4	5,5	5,0
patakakatapa			3,2	3,0

Legenda: Valores em fonemas por segundo.

Embora nossos grupos etários sejam diferentes dos de Pierce, podemos observar que mesmo nosso grupo mais jovem foi mais lento que a população avaliada por Pierce em todas as tarefas. Por outro lado, nota-se que o grupo mais jovem de nossa amostra realizou mais repetições da condição /pataka/ em relação à condição /ka/, diferentemente do que se observa em Pierce et al.¹⁰.

Portanto, os desempenhos de sílabas isoladas e sequências foram diferentes entre falantes das Línguas Inglesa e Portuguesa¹¹. Mais interessante, o efeito foi oposto nos falantes de Português, que foram mais rápidos ao repetir a sequência /pataka/ do que o fonema /ka/. Uma possível explicação para esse achado é que falantes do Português podem ter associado a não-palavra /pataka/ a palavras existentes no idioma, tais como: “pataka” (um termo antigo utilizado para denominar um tipo de moeda de prata) ou “pocotó” (uma palavra comumente usada para explicar o som do cavalo galopando).

Com exceção da condição /pataka/, os valores médios encontrados em nossa amostra foram inferiores aos de Pierce et al¹⁰. Um dos fatores que deve ter contribuído para esse resultado é o fato de que os participantes do estudo de Pierce realizaram emissões de 4 segundos de duração para cada teste de DDCo, enquanto nossos participantes foram instruídos a repetir os fonemas durante 12 segundos. Embora tenhamos eliminado as duas primeiras emissões, e contado apenas os próximos quatro segundos de emissão, considerando a complexidade do controle da fala, e que os músculos efetores também são responsáveis por outras atividades motoras, como a respiração e a deglutição, o tempo de emissão solicitado em nosso estudo pode ter gerado fadiga muscular em nossos participantes, o que contribuiu para um pior desempenho.

Estudos com pessoas que gaguejam demonstraram a presença de déficits sutis no controle manual, o que sugere a ideia de que a produção oral e o controle manual seriam mediados por vias coincidentes ou comunicantes^{14,15,107}. Desta forma, nós esperávamos encontrar correlações entre as sequências orais (/pataka/ e /patakakatapa/) e os movimentos em antifase. Essa expectativa também se baseou em achados anteriores que

relacionavam a DDCo ao equilíbrio em adultos jovens¹⁰⁸, à independência funcional em idosos¹⁰⁹, e à destreza manual em pacientes com Esclerose Múltipla⁶⁵. No entanto, encontramos somente correlações fracas entre algumas tarefas de DDCm e DDCo no presente estudo. Isso pode ser explicado pelas associações semânticas feitas pelos falantes de Português do Brasil ao repetir a não-palavra /pataka/. A literatura aponta que as repetições de palavras (com significado) tendem a ser mais rápidas que as de não-palavras¹¹⁰. Portanto, neste caso, repetir os movimentos orais alternando sílabas (/pataka/) pode ter sido relativamente mais simples do que realizar os movimentos dos membros superiores em antifase devido à ativação das vias semânticas.

6.3 Diadococinesia e escolaridade

Em nosso estudo observamos que a escolaridade teve maior influência que a idade no desempenho dos participantes nas tarefas de DDC oral e dos membros superiores, o que corrobora os achados de Ardila et al.⁸⁷ e Rosselli¹¹¹, que observaram que durante o envelhecimento normal a variável educacional foi ainda mais influente no desempenho neuropsicológico do que a variável idade. Já Mantovani-Nagaoka et al.⁸⁰ não encontraram efeito da idade no desempenho de tarefas motoras.

Observamos influência da escolaridade no desempenho dos adultos nas quatro condições de DDCm avaliadas (direito, esquerdo, fase e antifase). Na DDCo, a escolaridade influenciou no desempenho de adultos e de idosos nas tarefas /pa/, /ta/, /pataka/ e /patakakatapa/. Nossos resultados corroboram estudos prévios que relacionaram escolaridade e desempenho motor^{19,75-81}.

Parente et al.⁷² apontam que estudos que buscam normas de desempenho de acordo com os níveis de escolaridade têm se tornado mais frequentes. Esses estudos procuram ir além da comparação tradicional entre indivíduos alfabetizados e não alfabetizados, em que níveis extremos de escolarização destacam a diferença no desempenho. Em nosso estudo, observamos diferenças no desempenho motor entre três faixas de escolaridade: baixa, média e alta, o que pode contribuir para a compreensão do efeito da educação formal no desenvolvimento motor dos indivíduos e nas estratégias utilizadas, quando adultos, para a realização de diferentes tarefas motoras.

A influência da escolaridade no desempenho de nossa amostra nos faz questionar quais outros fatores podem ter contribuído para nossos resultados. Um deles seria o modelo de processamento de práxis, proposto por Heilman e Rothi¹¹². Com base nesse modelo, a produção da ação seria desencadeada por uma via verbal (léxica), e por uma via visual (gestual). Quando o indivíduo recebe a instrução para repetir um movimento, como ocorreu no teste de DDCm, duas estratégias são ativadas com diferentes intensidades para cada indivíduo. Uma delas é a análise visual do gesto, que é transformada em representações motoras. A outra baseia-se na interpretação verbal do gesto, que seria a transformação dos gestos observados em pistas verbais como “palma da mão para baixo e para cima”. A educação reforçaria a capacidade de transformar objetos, ações e gestos em comandos verbais. Portanto, indivíduos com escolarização mais alta seriam capazes de utilizar as duas estratégias para reproduzir a sequência de movimentos apresentada, enquanto aqueles com baixa escolaridade teriam mais dificuldade em elaborar a estratégia verbal. Com

isso, eles dependeriam muito mais da estratégia visual e, conseqüentemente, teriam um pior desempenho¹⁹.

Ainda de acordo com Heilman e Rothi¹¹², quando são realizados gestos sem sentido, também chamados “não-léxicos”, não há memórias motoras prévias ou endereços léxicos que possam ser acessados para facilitar a execução do novo movimento. No entanto, pessoas sem disfunções neurológicas são capazes de imitar gestos sem sentido. Em nosso estudo, os movimentos realizados isoladamente pelos membros superiores não representam ações concretas, e eram desconhecidos para a maioria dos voluntários. Portanto, eram gestos não-léxicos. Entretanto, eles podiam ser associados a gestos já existentes, como “bater bafo” (brincadeira no qual se realiza um movimento rápido de bater a mão sobre uma figurinha) ou passar manteiga no pão, por exemplo. Analogamente, a mesma associação pode ter sido feita entre a não-palavra /pataka/, na diadococinesia oral, e palavras existentes na Língua Portuguesa, como já foi discutido anteriormente. Realizar essas associações léxicas exige um processamento cognitivo mais apurado, o que seria facilitado em indivíduos mais escolarizados, os quais possuiriam maior experiência prévia e, portanto, um acervo léxico maior, o que explicaria seu melhor desempenho em nosso estudo, tanto na DDCm quanto na DDCo.

A condição de DDC dos membros superiores em antifase e a sequência /patakakatapa/ de DDC oral, representavam tarefas totalmente novas para os participantes do estudo, que só podiam contar com as informações verbais e gestuais para realizá-las. Sem um acervo léxico para auxiliá-los, os voluntários necessitavam desenvolver estratégias que os auxiliassem a executar essas

tarefas. Essa necessidade de um planejamento prévio à tarefa em busca de se obter um resultado indica a ação da função executiva.

Os fonemas /pa/, /ta/ e /ka/ são unidades básicas que compõem grande parte das palavras em Língua Portuguesa, portanto, já eram conhecidos de todos os participantes e podiam ser acessados rapidamente. No entanto, os indivíduos com maiores níveis de escolaridade foram mais rápidos que os menos escolarizados. Na condição /pataka/, de forma análoga à DDCm, onde os participantes podem ter associado os gestos solicitados a um movimento existente, ao associar a não-palavra a uma palavra, os participantes teriam utilizado a via lexical para facilitar a produção motora oral.

Os valores médios encontrados neste estudo são inferiores àqueles descritos na literatura internacional^{6,10}. Nesses trabalhos, os autores não controlaram ou não mencionaram a escolaridade de sua amostra, provavelmente porque se tratava de uma amostra homogênea, fato comum em países desenvolvidos como aqueles nos quais esses estudos foram realizados (Holanda e Austrália). Dados de 2016 da Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE), apontam que a proporção de pessoas entre 25 e 64 anos com pelo menos o Ensino Médio completo na Holanda era de 75,9%, e na Austrália, 77,1%. No Brasil, esse valor caía para 46,4%¹¹³. Como observamos o efeito da escolaridade sobre o desempenho dos participantes nos testes motores, acreditamos que ela possa ter contribuído para nossos valores mais baixos em relação à literatura. A baixa escolarização pode ter influenciado na compreensão da tarefa¹⁹. Além disso, indivíduos que frequentaram pouco a escola estariam menos familiarizados com situações de teste^{19,77,79}.

Diante desses achados, reforçamos a necessidade de se considerar a realidade socioeconômica – e destacamos aqui a escolaridade - de nossos pacientes ao aplicarmos e analisarmos testes de coordenação motora. É importante considerar esses fatores ao se escolher a forma como uma instrução é dada ao indivíduo (através de comandos verbais, gestos para imitação ou ambos) para que ela seja sempre adequada às suas possibilidades de compreensão. Tendo em vista a porcentagem de pessoas não alfabetizadas existentes no Brasil, e considerando o público que utiliza os serviços do Complexo do Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina da USP, sugerimos que estudos futuros possam avaliar o desempenho de pessoas não alfabetizadas em tarefas de diadococinesia.

6.4 Diadococinesia e função executiva

O TMT e o SCT avaliam aspectos executivos como a flexibilidade mental, inibição e memória de trabalho. Portanto, esperávamos observar correlações entre esses testes e as tarefas ANTIFASE, na DDCm, e /pataka/ e /patakakatapa/ na DDCo.

Em 2017, Barbosa et al.⁵⁷ observaram correlações fortes entre a FE e a DDC oral em pacientes com doença de Parkinson. A tarefa /pataka/ se correlacionou com as partes A e B do TMT, e com o TFV. Os autores sugerem que a tarefa de DDCo /pataka/ não avaliaria apenas aspectos motores sendo, portanto, uma tarefa cognitivo-motora. Nós também esperávamos observar correlação entre as tarefas /pataka/ e /patakakatapa/ com os testes executivos. De fato, nossa hipótese se confirmou, pois na DDCo as tarefas /pataka/ e /patakakatapa/ se correlacionaram moderadamente com os testes de FE.

Em nosso estudo, observamos que todas as tarefas do teste de DDC dos membros superiores se correlacionaram moderadamente com os testes de FE, e não somente a tarefa ANTIFASE, como havíamos hipotetizado. Quando analisamos a tarefa de DDC dos membros superiores em antifase por grupos etários, encontramos correlações moderadas com as partes A, B e delta do TMT, e com as partes D,W e C do STC somente no grupo de idosos. No grupo de adultos foram encontradas correlações fracas entre a tarefa e os testes de FE. Por se tratar da condição de DDCm mais complexa, que requer estratégias cognitivas de planejamento visuomotor, atenção e inibição, esperava-se que idosos apresentassem maior variabilidade no desempenho em relação aos adultos nessa tarefa. O TD, embora avalie principalmente memória e atenção, apresentou apenas correlações fracas com a tarefa ANTIFASE. O TFV (categoria semântica utilizada no estudo) também apresentou correlação fraca com a tarefa, tanto para adultos como idosos.

No grupo com baixa escolaridade, que apresentou pior desempenho nos testes aplicados, foram encontradas correlações moderadas com o TVF, TMT e SCT, corroborando a influência da escolaridade na execução da tarefa ANTIFASE. As maiores correlações foram entre a tarefa ANTIFASE e TMT-A (-0,700) e SCT-D (-0,695). As correlações negativas indicam que quanto maior o tempo gasto na execução dos testes (menor desempenho), pior é o desempenho dos participantes na tarefa ANTIFASE.

Observamos que a tarefa de diadococinesia dos membros superiores em antifase se correlacionou com a escolaridade e com todos os testes de Função Executiva aplicados. Sugerimos, portanto, que esse seria um teste cognitivo-motor. Futuros estudos de imagem funcional poderiam investigar a ativação

cerebral presente durante os movimentos diadococinéticos em antifase para comprovar essa hipótese.

Daneault et al.⁴ apontam que por serem muito simples, tarefas de DDC unilateral e em fase não seriam influenciadas por qualquer alteração cognitiva. Entretanto, a correlação entre DDCm e função executiva encontrada em nosso trabalho sugerem que a cognição está envolvida nas tarefas de diadococinesia. Em decorrência desse achado, sugerimos que os testes de DDCm presentes na Seção Motora da UPDRS³⁸ apresentariam uma natureza cognitivo-motora.

Como mencionamos anteriormente, por ser totalmente nova para os participantes, para realizar a tarefa de DDCm em antifase eles precisavam planejar e desenvolver estratégias para executá-la corretamente. Além disso, em todas as tarefas de diadococinesia dos membros superiores, os voluntários recebiam a informação visual do avaliador, que ficava posicionado em frente a eles. Portanto, eles visualizavam os movimentos a serem repetidos, de forma espelhada. Conseqüentemente, a observação, interpretação e reprodução do gesto observado requeriam boa organização visuoespacial¹⁹, outro componente da FE. Mantovani-Nagaoka e Ortiz⁸⁰ descrevem que o processamento de informação gestual pela via não lexical é um mecanismo de conversão visuomotora através do qual um o movimento observado é convertido em uma ação motora sem acessar seus componentes lexicais ou semânticos.

Durante o estágio de planejamento de uma ação motora, o *buffer** de memória gestual está em uso e os engramas motores permanecem ativos até que o gesto seja concluído. Portanto, executar uma ação com sucesso requer a

**Buffer*. termo referente a um aspecto da memória de trabalho, responsável pela integração de aferências fonológicas, visuais e espaciais provenientes do meio externo ou da memória de longo prazo.

integração de informações visuoespaciais interpretadas corretamente, e uma memória de trabalho eficaz (*buffer gestual*). Essas funções executivas, portanto, estariam presentes na execução dos movimentos de DDC dos membros superiores utilizados neste estudo. A influência da escolaridade no desempenho dos participantes, discutida anteriormente, corrobora essa informação, pois essas funções cognitivas são sensíveis a variações nos níveis de educação⁸⁰.

Iniciamos nosso trabalho de pesquisa indagando se as tarefas de diadococinesia oral e dos membros superiores estariam avaliando as mesmas habilidades. Segundo Mac Pherson¹⁶, embora existam similaridades entre o controle motor apendicular e a produção da fala, deve-se tomar cuidado ao se extrapolar os resultados obtidos de estudos do controle motor dos membros para o domínio do controle da fala, visto que as tarefas apresentam diferenças em aspectos como a biomecânica e a complexidade da tarefa em si. Embora o controle motor dos membros superiores e da fala compartilhem áreas comuns no SNC, a diadococinesia de membros superiores e a diadococinesia oral podem representar tarefas distintas. A DDCm seria uma tarefa mais fácil do ponto de vista biomecânico, por envolver apenas um grau de liberdade e poucos músculos efetores; por outro lado, a execução dessa tarefa, mesmo no membro superior isolado, requer estratégias cognitivas, como atenção, planejamento e organização visuoespacial. A tarefa de DDCo, por sua vez, apresenta maiores demandas biomecânicas, uma vez que sua execução envolve a coordenação de vários músculos que também são responsáveis por outras atividades motoras que ocorrem em paralelo com a fala: a respiração e a deglutição. Do ponto de vista cognitivo, o controle da diadococinesia oral envolveria mecanismos cognitivos somente nas tarefas /pataka/ e /patakakatapa/.

7. CONCLUSÃO

Desenvolvemos um protocolo de avaliação interdisciplinar da diadococinesia, composto por testes rápidos e de fácil aplicação, os quais nos permitiram mensurar e comparar de forma objetiva tarefas de diadococinesia dos membros superiores e de diadococinesia oral. Encontramos apenas correlações fracas entre as tarefas de diadococinesia oral e dos membros superiores, o que sugere que os testes avaliam habilidades diferentes.

Constatamos que a escolaridade influenciou o desempenho dos participantes em todas as tarefas. O tempo de estudo formal de um indivíduo parece influenciar não apenas sua capacidade de interpretar e compreender informações, mas de aprender movimentos novos, seja através de comandos verbais ou da imitação desse movimento, e de planejar estratégias que combinem essas informações para facilitar a repetição do movimento.

Desenvolvemos uma nova tarefa de diadococinesia oral, a saber /patakakatapa/, a qual se mostrou a mais complexa. Observamos, também, a relação entre o teste de diadococinesia dos membros superiores e a FE, o que sugere o caráter cognitivo-motor desses testes.

Limitações do estudo

Como principal limitação do estudo podemos citar o tempo de execução dos testes, que foi de 12 segundos, e pode ter gerado fadiga muscular e influenciado o desempenho dos participantes. O posicionamento dos participantes, embora tenha privilegiado o alinhamento postural e a estabilidade para execução dos testes, pode ter permitido movimentos acessórios em outras

articulações (mãos e ombros), o que também pode ter influenciado o desempenho dos voluntários.

Sabemos que experiências relacionadas ao nível socioeconômico, como atividade ocupacional, lazer, atividade física e intelectual também podem interferir na eficiência cognitiva do indivíduo⁸⁸. Entretanto, optamos por não controlar tais variáveis para não tornar o protocolo de avaliação muito extenso e para não restringir o tamanho da amostra.

8. REFERÊNCIAS

1. Análise socioeconômica da taxa de letalidade da COVID-19 no Brasil [Internet]. Nota Técnica 11 - 27/05/2020. 2020 [cited 2021 Apr 5]. Available from: <https://drive.google.com/file/d/1tSU7mV4OPnLRFMMY47JIXZgzkkklykdO/view>.
2. Okada M, Okada M. A method for quantification of alternate pronation and supination of forearms. *Comput Biomed Res.* 1983; 16(1): 59-78. doi: 10.1016/0010-4809(83)90007-1.
3. Klotz P, Kraus PH. Measurement of Diadochokinesia. In: Przuntek H, Kraus PH, Klotz P, Korczyn AD. (eds). *Instrumental Methods and Scoring in Extrapyrmidal Disorders*. Berlin, Heidelberg: Springer; 1995.
4. Daneault JF, Carignan B, Sadikot AF, Duval C. Inter-limb coupling during diadochokinesis in Parkinson's and Huntington's disease. *Neurosci Res.* 2015; 97:60–8. doi: 10.1016/j.neures.2015.02.009.
5. Hermsdörfer J, Marquardt C, Wack S, Mai N. Comparative analysis of diadochokinetic movements. *J Electromyogr Kinesiol.* 1999; 9(4):283-95. doi: 10.1016/s1050-6411(98)00050-9.
6. Haaxma CA, Bloem BR, Overeem S, Borm GF, Horstink MM. Timed motor tests can detect subtle motor dysfunction in early Parkinson's disease. *Mov Disord.* 2010; 25(9):1150–56. doi: 10.1002/mds.23100.
7. Tjaden K, Watling E. Characteristics of diadochokinesis in multiple sclerosis and Parkinson's disease. *Folia Phoniatr Logop.* 2003; 55(5):241–59. doi: 10.1159/000072155.
8. Padovani M, Gielow I, Behlau M. Phonoarticulatory diadochokinesis in young and elderly individuals. *Arq Neuropsiquiatr.* 2009; 67(1):58-61. doi: 10.1159/s00004-282x2009000100015.

9. Wang YT, Kent RD, Duffy JR, Thomas JE. Analysis of diadochokinesis in ataxic dysarthria using the motor speech profile program. *Folia Phoniatr Logop.* 2009; 61(1):1-11. doi: 10.1159/000184539.
10. Pierce JF, Cotton S, Perry A. Alternating and sequential motion rates in older adults. *Int j lang commun disord.* 2013;48(3):257–64. Doi: 10.1111/1460-6984.12001.
11. Icht M, Ben-David BM. Oral-diadochokinesis rates across languages: English and Hebrew norms. *J Commun Disord.* 2014; 48:27-37. doi: 10.1016/j.jcomdis.2014.02.002.
12. Ben-David BM, Icht M. The Effect of practice and visual feedback on oral-diadochokinetic rates for younger and older adults. *Lang Speech.* 2018; 61(1):113–34. doi: 10.1177/0023830917708808.
13. Icht M, Ben-David BM. Evidence-Based Clinical Recommendations for the Administration of the Sequential Motion Rates Task. *Commun Disord Q.* 2018; 39(3): 442-48. doi: 10.1177/1525740117713165
14. Alm PA, Karlsson P, Sundberg M, Axelson HW. Hemispheric lateralization of motor thresholds in relation to stuttering. *Plos One.* 2013; 8(10):1-5. doi: 10.1371/journal.pone.0076824. PMID: 24146930.
15. Hodgson JC, Hirst RJ, Hudson JM. Hemispheric speech lateralisation in the developing brain is related to motor praxis ability. *Dev Cogn Neurosci.* 2016; 22:9-17. doi: 10.1016/j.dcn.2016.09.005.
16. MacPherson MK. Cognitive load affects speech motor performance differently in older and young adults. *J Speech Lang Hear Res.* 2019; 62(5):1258-77. doi: 10.1044/2018_JSLHR-S-17-0222.
17. O'Connor PJ. Normative data: their definition, interpretation, and importance for primary care physicians. *Fam Med.* 1990; 22(4):307-11.
18. Foss MP, Vale F de A, Speciali JG. Influência da escolaridade na avaliação neuropsicológica de idosos: aplicação e análise dos resultados da Escala de Mattis para Avaliação de Demência (Mattis Dementia Rating Scale-MDRS)

- [Influence of education on the neuropsychological assessment of the elderly: application and analysis of the results from the Mattis Dementia Rating Scale (MDRS)]. *Arq Neuropsiquiatr.* 2005; 63(1):119-26. Portuguese. doi: 10.1590/s0004-282x2005000100022.
19. Nitrini R, Caramelli P, Herrera Jr E, Charchat-Fichman H, Porto CS. Performance in Luria's Fist-Edge-Palm test according to educational level. *Cog Behav Neurol.* 2005; 18(4):211-14. doi: 10.1097/01.wnn.0000195292.48422.d5.
20. Gazzaniga MS. *The Cognitive Neurosciences*. 4th Edition. London: MIT Press; 2009.
21. Doebel S. Rethinking Executive Function and Its Development. *Perspect Psychol Sci.* 2020;15(4):942-56. doi: 10.1177/1745691620904771.
22. Blumenthal J, Jeffries J, Castellanos EX, Lin H, Zidjdenbos A, Paus T, et al. Brain development during childhood and adolescence: A longitudinal MRI study. *Nat Neurosci* [Internet]. 1999; 10(2):861–3. Available from: <http://neurosci.nature.com>
23. LDB – Lei de Diretrizes e Bases da Educacional [Internet]. Brasil; 1996. Disponível em: <https://www2.senado.leg.br/bdsf/bitstream/handle/id/70320/65.pdf>
24. Albuquerque JTC, Macedo TP, Favero FM, Barbosa AF, Caromano FA, Voos MC. Avaliação interdisciplinar da diadococinesia: um estudo piloto. *Fisioter Pesq.* 2017; 24(4):420-26.
25. Nitrini R, Bacheschi LA. *A neurologia que todo médico deve saber*. São Paulo: Atheneu; 2003.
26. Campbell WW. *O exame neurológico*. 7ª ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan; 2014.
27. Mutarelli EG. *Propedêutica neurológica: do sintoma ao diagnóstico*. 2ª ed. São Paulo: Sarvier; 2014.

28. Dennis M, Salman MS, Jew D, Hetherington R, Spiegler BJ, MacGregor DL, Drake JM, Humphreys RP, Gentili F. Upper limb motor function in young adults with spina bifida and hydrocephalus. *Childs Nerv Syst.* 2009; 25(11):1447–53. doi: 10.1007/s00381-009-0948-x.
29. Finger S. *Origins of neuroscience: a history of explorations into brain function.* New York: Oxford University Press; 1994.
30. Shirota C, Jansa J, Diaz J, Balasubramanian S, Mazzoleni S, Borghese NA, Calderon AM. On the assessment of coordination between upper extremities: towards a common language between rehabilitation engineers, clinicians and neuroscientists. *J Neuroeng Rehabil.* 2016; 13(80):1-37. doi: 10.1186/s12984-016-0186-x.
31. Jahn T, Cohen R, Mai N, Ehrensperger M, Marquardt C, Nitsche N, Schrader S. Assessment of fine and gross motor dysdiadochokinesia in schizophrenic patients: Development of methods and first results of a computer-based microanalysis [abstract]. *Zeitschrift fur Klinische Psychologie.* 1995; 24(4):300-15. German.
32. Hermsdörfer J, Goldenberg G. Ipsilesional deficits during fast diadochokinetic hand movements following unilateral brain damage. *Neuropsychologia.* 2002; 40(12):2100-15. doi: 10.1016/s0028-3932(02)00048-9.
33. Putzhammer A, Perfahl M, Pfeiff L, Ibach B, Johann M, Zitzelsberger U, Hajak G. Performance of diadochokinetic movements in schizophrenic patients. *Schizophr Res.* 2005; 79(2-3):271-80. doi: 1016/j.schres.2005.05.020.
34. Haaxma CA, Bloem BR, Borm GF, Horstink MM. Comparison of a timed motor test battery to the Unified Parkinson's Disease Rating Scale-III in Parkinson's disease. *Mov Disord.* 2008; 23(12):1707-17. doi: 10.1002/mds.22197.
35. Barbe MT, Amarell M, Snijders AH, Florin E, Quatuor EL, Schönau E, Fink GR, Bloem BR, Timmermann L. Gait and upper limb variability in Parkinson's disease patients with and without freezing of gait. *J Neurol.* 2014; 261(2):330-42. doi: 10.1007/s00415-013-7199-1.

36. Schoch B, Regel JP, Frings M, Gerwig M, Maschke M, Neuhäuser M, Timmann D. Reliability and validity of ICARS in focal cerebellar lesions. *Mov Disord.* 2007; 22(15):2162-9. doi: 10.1002/mds.21543.
37. Maggi FA, Braga-Neto P, Chien HF, Gama MTD, Rezende Filho FM, Saraiva-Pereira ML, Jardim LB, Voos MC, Pedroso JL, Barsottini OGP. Cross-cultural adaptation and validation of the International Cooperative Ataxia Rating Scale (ICARS) to Brazilian Portuguese. *Arq Neuropsiquiatr.* 2018; 76(10):674-84. doi: 10.1590/0004-282X20180098.
38. The Movement Disorder Society Task Force for Rating Scales for Parkinson's Disease. The Unified Parkinson's Disease Rating Scale (UPDRS): status and recommendations. *Mov Disord.* 2003; 18(7):738–50. doi: 10.1002/mds.10473.
39. Hermsdörfer J, Goldenberg G. Ipsilesional deficits during fast diadochokinetic hand movements following unilateral brain damage. *Neuropsychologia.* 2002; 40(12):2100-15. doi: 10.1016/s0028-3932(02)00048-9.
40. Maes C, Gooijers J, Orban de Xivry JJ, Swinnen SP, Boisgontier MP. Two hands, one brain, and aging. *Neurosci Biobehav Rev.* 2017; 75:234-56. doi: 10.1016/j.neubiorev.2017.01.052.
41. Johansson RS, Theorin A, Westling G, Andersson M, Ohki Y, Nyberg L. How a lateralized brain supports symmetrical bimanual tasks. *PLoS Biol.* 2006; 4(6):e158. doi: 10.1371/journal.pbio.0040158.
42. Shah D, Denicia E, Pimentel T, Bruno B, Mastrogiovanni F. Detection of bimanual gestures everywhere: Why it matters, what we need and what is missing. *Rob Auton Syst.* 2018; 99:30-49. doi:10.1016/j.robot.2017.09.016.
43. Kelso JAS. Phase transitions and critical behavior in human bimanual coordination. *Am J Physiol - Regul Integr Comp Physiol.* 1984;15(6).
44. Swinnen SP. Intermanual coordination: from behavioural principles to neural-network interactions. *Nat Rev Neurosci.* 2002; 3(5):348-59. doi: 10.1038/nrn807. PMID: 11988774.

45. Kelso JAS, Southard DL, Goodman D. On the nature of human interlimb coordination. *Science*. 1979; 203(4384):1029–31.
46. Tiffin J, Asher EJ. The Purdue Pegboard: norms and studies of reliability and validity. *J Appl Psychol*. 1948; 32:234–47.
47. Blais M, Martin E, Albaret JM, Tallet J. Preservation of perceptual integration improves temporal stability of bimanual coordination in the elderly: an evidence of age-related brain plasticity. *Behav Brain Res*. 2014; 275:34-42. doi: 10.1016/j.bbr.2014.08.043.
48. Licht M, Ben-David BM. Oral-diadochokinetic rates for Hebrew-speaking school-age children: Real words vs. non-words repetition. *Clin Linguist Phon*. 2015; 29(2):102–14. doi: 10.3109/02699206.2014.961650.
49. Sousa BRM, Gama ACC, Bistene PM, Cardoso F, Bassi IB. Diadococinesia labial em adultos portadores e não portadores de doença de Parkinson idiopática. *Distúrb Comun*. 2012; 24(1):21-27.
50. Rong P, Yunusova Y, Eshghi M, Rowe HP, Green JR. A speech measure for early stratification of fast and slow progressors of bulbar amyotrophic lateral sclerosis: lip movement jitter. *Amyotroph Lateral Scler Frontotemporal Degener*. 2020; 21(1-2):34-41. doi: 10.1080/21678421.2019.1681454.
51. Sörös P, Boseb A, Sokoloffc LG, Simon, Graham SJ, Stuss DT. Age-related changes in the functional neuroanatomy of overt speech production. *Neurobiol Aging*. 2011; 32(8):1505–13. doi: 10.1016/j.neurobiolaging.2009.08.015.
52. Wang YY, Gao K, Kloepper AM, Zhao Y, Kuruvilla-Dugdale M, Lever TE, Bunyak F. Deep DDK: A deep learning based oral-diadochokinesis analysis software. *IEEE EMBS Int Conf Biomed Health Inform*. 2019; 1-4. doi: 10.1109/bhi.2019.8834506.
53. Solomon NP, Brungart DS, Wince JR, Abramowitz JC, Eitel MM, Cohen J, et al. Syllabic Diadochokinesis in Adults With and Without Traumatic Brain Injury: Severity, Stability, and Speech Considerations. *Am J Speech-*

Language Pathol [Internet]. 2021; 30(3s):1400–9. doi: 10.1044/2020_AJSLP-20-00158.

54. Kikutani T, Tamura F, Nishiwaki K, Kodama M, Suda M, Fukui T, Takahashi N, Yoshida M, Akagawa Y, Kimura M. Oral motor function and masticatory performance in the community-dwelling elderly. *Odontology*. 2009a; 97(1):38-42. doi: 10.1007/s10266-008-0094-z.
55. Kikutani T, Tamura F, Nishiwaki K, Suda M, Kayanaka H, Machida R, Yoshida M, Akagawa Y. The degree of tongue-coating reflects lingual motor function in the elderly. *Gerodontology*. 2009b; 26(4):291-96. doi: 10.1111/j.1741-2358.2008.00258.x.
56. Ben-David BM, Icht M. Oral-diadochokinetic rates for Hebrew-speaking healthy ageing population: non-word versus real-word repetition. *Int J Lang Commun Disord*. 2017; 52(3): 301-10. doi: 10.1111/1460-6984.12272.
57. Barbosa AF, Voos MC, Chen J, Francato DCV, Souza CO, Barbosa ER, Chien HF, Mansur LL. Cognitive or cognitive-motor executive function tasks? Evaluating verbal fluency measures in people with Parkinson's disease. *Biomed Res Int*. 2017. doi: 10.1155/2017/7893975.
58. Niimi, Seiji. Speaking rate and its components in dysarthric speakers. *Clin Linguist Phon*. 2009; 15(4): 309-17. doi: 10.1080/02699200010024456.
59. Nishio M, Niimi S. Comparison of speaking rate, articulation rate and alternating motion rate in dysarthric speakers. *Folia Phoniatr Logop*. 2006; 58(2):114-31. doi: 10.1159/000089612.
60. Louzada T, Beraldinelle R, Berretin-Felix G, Barsolotto AG. Oral and vocal fold diadochokinesis in dysphonic women. *J Appl Oral Sci*. 2011; 19(6):567-72. doi: 10.1590/s1678-77572011000600005.
61. Nishio M, Niimi S. Changes over time in dysarthric patients with amyotrophic lateral sclerosis (ALS): a study of changes in speaking rate and maximum repetition rate (MRR). *Clin Linguist Phon*. 2000; 14(7):485-97. doi: 10.1080/026992000750020323.

62. Rozenstoks K, Novotny M, Horakova D, Rusz J. Automated assessment of oral diadochokinesis in multiple sclerosis using a neural network approach: effect of different syllable repetition paradigms. *IEEE Trans Neural Syst Rehabil Eng.* 2020; 28(1):32-41. doi: 10.1109/TNSRE.2019.2943064.
63. Wertzner HF, Pagan-Neves Lde O, Alves RR, Barrozo TF. Implications of diadochokinesia in children with speech sound disorder. *Codas.* 2013; 25(1):52-8. doi: 10.1590/s2317-17822013000100010.
64. Montaña D, Campos-Roca Y, Pérez CJ. A diadochokinesis-based expert system considering articulatory features of plosive consonants for early detection of Parkinson's disease. *Comput Methods Programs Biomed.* 2018; 154:89-97. <https://doi.org/10.1016/j.cmpb.2017.11.010>.
65. Rusz J, Benova B, Ruzickova H, Novotny M, Tykalova T, Hlavnicka J, Uher T, Vaneckova M, Andelova M, Novotna K, Kadrnozkova L, Horakova D. Characteristics of motor speech phenotypes in multiple sclerosis. *Mult Scler Relat Disord.* 2018; 19:62-9. doi: 10.1016/j.msard.2017.11.007.
66. Friedova L, Rusz J, Motyl J, Srpova B, Vodehnalova K, Andelova M, Novotna K, Novotny M, Ruzickova H, Tykalova T, Kubala Havrdova E, Horakova D, Uher T. Slowed articulation rate is associated with information processing speed decline in multiple sclerosis: A pilot study. *J Clin Neurosci.* 2019; 65:28-33. doi: 10.1016/j.jocn.2019.04.018.
67. Karlsson F, Hartelius L. How Well Does Diadochokinetic Task Performance Predict Articulatory Imprecision? Differentiating Individuals with Parkinson's Disease from Control Subjects. *Folia Phoniatr Logop.* 2019; 71(5-6):251-60. doi: 10.1159/000498851.
68. Puyjarinet F, Bégel V, Gény C, Driss V, Cuartero MC, Kotz SA, Pinto S, Dalla Bella S. Heightened orofacial, manual, and gait variability in Parkinson's disease results from a general rhythmic impairment. *NPJ Parkinsons Dis.* 2019; 25(5):19. doi: 10.1038/s41531-019-0092-6.

69. Ziegler W, Schölderle T, Brendel B, Amsellem J, Staiger A. Higher-faster-farther: maximum performance tests in the assessment of neurogenic speech impairment. *Folia Phoniatr Logop.* 2019; 71(5-6):261-74. doi: 10.1159/000495784.
70. Dashtipour K, Tafreshi A, Lee J, Crawley B. Speech disorders in Parkinson's disease: pathophysiology, medical management and surgical approaches. *Neurodegener Dis Manag.* 2018; 8(5):337-48. doi: 10.2217/nmt-2018-0021.
71. Rusz J, Vaneckova M, Benova B, Tykalova T, Novotny M, Ruzickova H, et al. Brain volumetric correlates of dysarthria in multiple sclerosis. *Brain Lang* [Internet]. 2019; 194(5):58–64. doi: 10.1016/j.bandl.2019.04.009.
72. Parente MAMP, Fonseca RP, Scherer LC. Literacy as a determining factor for brain organization: from Lecours' contribution to the present day. *Dement Neuropsychol.* 2008; 2(3):164. doi: 10.1590/S1980-57642009DN20300002.
73. Yassuda M, Diniz BSO, Flaks MK, Viola LF, Pereira FS, Nunes PV, Forlenza OV. Neuropsychological profile of Brazilian older adults with heterogeneous educational backgrounds. *Arch Clin Neuropsychol.* 2009; 24(1):71-9. doi: 10.1093/arclin/acp009.
74. Ardila A, Bertolucci PH, Braga LW, Castro-Caldas A, Judd T, Kosmidis MH, et al. Illiteracy: The neuropsychology of cognition without reading. *Arch Clin Neuropsychol.* 2010; 25(8):689–712. doi: 10.1093/arclin/acq079.
75. Snowdon DA, Ostwald SK, Kane RL. Education, survival, and independence in elderly Catholic sisters, 1936-1988. *Am J Epidemiol.* 1989; 130(5):999-1012. doi: 10.1093/oxfordjournals.aje.a115433.
76. Dansilio S, Charamelo A. Constructional functions and figure copying in non-literates or low-schooled Hispanics. *Arch Clin Neuropsychol.* 2005; 20(8):1105-12. doi: <https://doi.org/10.1016/j.acn.2005.06.011>.
77. Machado MA, Voos MC, Teixeira PS, Piemonte ME, Valle LER. Low educational status restrains mental resources management in dual tasks. *Brazilian J Mot Behav.* 2011; 6(3):32–8.

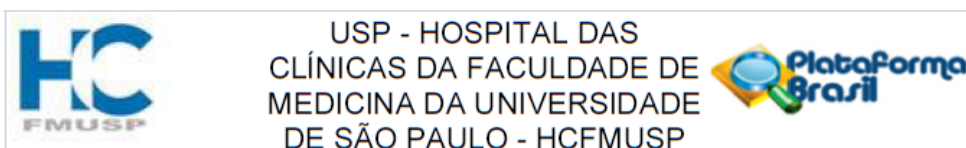
78. Souza CDO, Voos MC, Francato DV, Chien HF, Barbosa ER. Influence of educational status on executive function and functional balance in individuals with parkinson disease. *Cogn Behav Neurol*. 2013; 26(1):6–13.
79. Voos MC, Piemonte MEP, Castelli LZ, Machado MSA, Teixeira PPDS, Caromano FA, et al. Association between educational status and dual task performance in young adults. *Percept Mot Skills*. 2015; 120(2):416–37.
80. Mantovani-Nagaoka J, Ortiz KZ. The influence of age, gender and education on the performance of healthy individuals on a battery for assessing limb apraxia. *Dement Neuropsychol*. 2016; 10(3):232-36. doi: 10.1590/S1980-5764-2016DN1003010.
81. Blume J, Rothenfusser E, Schlaier J, Bogdahn U, Lange M. Educational attainment and motor burden in advanced Parkinson's disease – The emerging role of education in motor reserve. *J Neurol Sci*. 2017; 381(3):141–3.
82. Bertolucci PH, Brucki SM, Campacci SR, Juliano Y. O Mini-Exame do Estado Mental em uma população geral. Impacto da escolaridade [The Mini-Mental State Examination in a general population: impact of educational status]. *Arq Neuropsiquiatr*. 1994; 52(1):1-7. Portuguese. PMID: 8002795.
83. Caramelli P, Poissant A, Gauthier S, Bellavance A, Gauvreau D, Lecours AR, Joannette Y. Educational level and neuropsychological heterogeneity in dementia of the Alzheimer type. *Alzheimer Dis Assoc Disord*. 1997; 11(1):9–15. doi: 10.1097/00002093-199703000-00003.
84. Castro-Caldas A, Petersson KM, Reis A, Stone-Elander S, Ingvar M. The illiterate brain. Learning to read and write during childhood influences the functional organization of the adult brain. *Brain*. 1998; 121 (Pt6):1053-63. doi: 10.1093/brain/121.6.1053.
85. Ostrosky-Solis F, Ardila A, Rosselli M, Lopez-Arango G, Uriel-Mendoza V. Neuropsychological test performance in illiterate subjects. *Arch Clin Neuropsychol*. 1998; 13(7):645-60. doi: 10.1093/arclin/13.7.645.

86. Manly JJ, Jacobs DM, Sano M, Bell K, Merchant CA, Small SA, Stern Y. Effect of literacy on neuropsychological test performance in nondemented, education-matched elders. *J Int Neuropsychol Soc.* 1999; 5(3):191-202. doi: 10.1017/s135561779953302x.
87. Ardila A, Ostrosky-Solis F, Rosselli M, Gómez C. Age-related cognitive decline during normal aging: the complex effect of education. *Arch Clin Neuropsychol.* 2000a; 15(6):495-513.
88. Ardila A, Ostrosky-Solis F, Mendoza VU. Learning to read is much more than learning to read: a neuropsychologically based reading program. *J Int Neuropsychol Soc.* 2000b; 6(7):789-801. doi: 10.1017/s1355617700677068.
89. Brucki SMD, Rocha MSG. Category fluency test: effects of age, gender and education on total scores, clustering and switching in Brazilian Portuguese-speaking subjects. *Braz J Med Biol Res.* 2004; 37(12):1771-7. doi: 10.1590/s0100-879x2004001200002.
90. Folstein MF, Folstein SE, Mc Hugh PR. "Mini Mental State". A practical method for grading the cognitive state of patients for the clinician. *J Psychiatr Res.* 1975; 12(3):189-98. doi: 10.1016/0022-3956(75)90026-6.
91. Oldfield RC. The assessment and analysis of handedness: The Edinburgh inventory. *Neuropsychologia.* 1971; 9(1):97-113. doi: 10.1016/0028-3932(71)90067-4.
92. Lourenço RA, Veras RP. Mini exame do estado mental: características psicométricas em idosos ambulatoriais. *Rev Saúde Pública.* 2006; 40(4):712-19. doi: 10.1590/s0034-89102006000500023.
93. Brucki SMD, Nitrini R, Caramelli P, Bertolucci P, Okamoto IH. Sugestões para o uso do Mini Exame do Estado Mental no Brasil. *Arq Neuropsiquiatr.* 2003; 61(3-B):777-81. doi: 10.1590/s0004-282x2003000500014.
94. Kinovea [Internet]. 2017. Disponível em: www.kinovea.org.
95. Boersma P WD. Praat: Doing phonetics by computer [computer program]. Disponível em: <https://praat.br.uptodown.com/windows>.

96. Tombaugh TN. Trail making test A and B: normative data stratified by age and education. *Arch Clin Neuropsychol*. 2004; 19:203-14. doi: 10.1016/S0887-6177(03)00039-8.
97. Voos MC, Custódio EB, Malaquias Jr J. Relationship of executive function and educational status with functional balance in older adults. *J Geriatr Phys Ther*. 2011; 34:11-18. doi: 10.1097/JPT.0b013e3181ff2452.
98. Capovilla AGS, Assef EC dos S, Cozza HFP. Avaliação neuropsicológica das funções executivas e relação com desatenção e hiperatividade. *Aval Psicol*. 2007; 6(1):51–60.
99. Brandelero V, Marco de Toni P. Estudo de validade do teste stroop de cores e palavras para controle inibitório. *Psicol Argumento*. 2017; 33(80):282–97.
100. Wechsler D. *Wechsler Intelligence Scale for Children -Third edition (WISC-III): Manual*. San Antonio: Psychological Corporation; 1991.
101. Wechsler D. *WAIS-III: administration and scoring manual*. San Antonio: Psychological Corporation; 1997.
102. Figueiredo VLM, Nascimento E. Desempenho nas duas tarefas do subteste dígitos do WISC-III e do WAIS-III. *Psic Teor e Pesq*. 2007; 23(3):313-18. doi:10.1590/S0102-37722007000300010.
103. Dancey CP, Reidy J. *Estatística sem matemática para psicologia*. 3ª. Porto Alegre: Artmed; 2006.
104. Van Der Weel FR, Van Der Meer AL, Lee DN. Effect of task on movement control in cerebral palsy: implications for assessment and therapy. *Dev Med Child Neurol*. 1991; 33:419-26. doi:10.1111/j.1469-8749.1991.tb14902.x.
105. Latash ML, Levin MF, Scholz JP, Schöner G. Motor control theories and their applications. *Medicina (Kaunas)*. 2010; 46(6):382–92.
106. Lazarus J-AC, Stelmach GE. Interlimb coordination in Parkinson's disease. *Mov Disord*. 1992; 7(2):159–170. doi:10.1002/mds.870070211.

107. Serrien DJ, Sovijärvi-Spapé MM. Manual dexterity: Functional lateralisation patterns and motor efficiency. *Brain Cogn*. 2016; 108:42-6. doi: 10.1016/j.bandc.2016.07.005.
108. Redstone F, Kovalski E. Influence of balance on oral-motor control of speech: a pilot investigation. *Percept Mot Skills*. 2011; 112(3):749-60. doi: 10.2466/10.15.25.PMS.112.3.749-760.
109. Hara S, Miura H, Yamasaki K, Sumi Y. Association between activities of daily living and oral diadochokinesis among Japanese elderly individuals in a nursing home [abstract]. *Nippon Ronen Igakkai Zasshi*. 2012; 49(3):330-35. Japanese. doi: 10.3143/geriatrics.49.330.
110. Zamani P, Rezai H, Garmatani NT. Meaningful words and non-words repetitive articulatory rate (oral diadochokinesis) in Persian speaking children. *J Psycholinguist Res*. 2017; 46(4):1-8. doi: 10.1007/s10936-016-9469-4.
111. Ardila A, Rosselli M. Neuropsychological characteristics of normal aging. *Dev Neuropsychol*. 1989; 5(4): 307-20. doi: 10.1080/87565648909540441.
112. Rothi LJG, Ochipa C, Heilman KM. A Cognitive neuropsychological model of limb praxis. *Cogn Neuropsychol*. 1991; 8(6):443-58. doi: 10.1080/02643299108253382.
113. IBGE. Síntese de indicadores sociais: uma análise das condições de vida da população brasileira. Rio de Janeiro: 2016. Disponível em <https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv98965.pdf>. Acesso em 07 de fev. 2020.

ANEXO A – PARECER CONSUBSTANCIADO DO COMITÊ DE ÉTICA E PESQUISA



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DA EMENDA

Título da Pesquisa: AVALIAÇÃO INTERDISCIPLINAR DA DIADOCOCINESIA

Pesquisador: Mariana Callil Voos

Área Temática:

Versão: 2

CAAE: 91080418.6.0000.0068

Instituição Proponente: Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina da USP

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 4.098.342

Apresentação do Projeto:

Projeto de pesquisa está apresentado em forma de boneco para qualificação de dissertação de mestrado com dados parciais do estudo.

Objetivo da Pesquisa:

Descrever dados normativos para um protocolo interdisciplinar de avaliação da diadococinesia para a população brasileira de adultos e idosos; (2) comparar o desempenho nos fonemas de diadococinesia oral; (3) comparar o desempenho nas condições de diadococinesia dos membros superiores (membros superiores espelhados, membro superior direito, membro superior esquerdo e membros superiores alternados); (4) investigar possíveis relações entre a diadococinesia oral e dos membros superiores; (5) investigar possíveis relações entre os testes que avaliam a função executiva e os resultados dos testes de diadococinesia oral e dos membros superiores; (6) fornecer uma análise cinemática dos movimentos de diadococinesia dos membros superiores

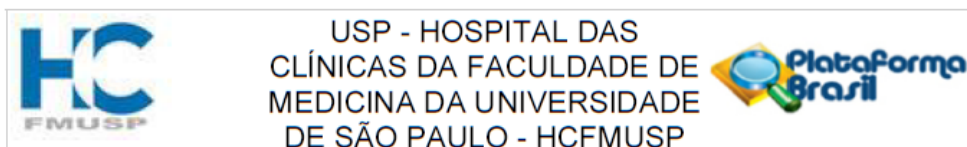
Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Sem riscos ao indivíduo avaliado e não se espera algum benefício direto ao sujeito da pesquisa

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

A pesquisadora principal pede para modificar o título da pesquisa para "Avaliação interdisciplinar da diadococinesia", em decorrência das sugestões da qualificação e notifica aumento da amostra de 120 para 180 indivíduos com previsão de término do estudo para dezembro de 2020

Endereço: Rua Ovídio Pires de Campos, 225 5º andar
Bairro: Cerqueira Cesar **CEP:** 05.403-010
UF: SP **Município:** SAO PAULO
Telefone: (11)2661-7585 **Fax:** (11)2661-7585 **E-mail:** cappesq.adm@hc.fm.usp.br



Continuação do Parecer: 4.096.342

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

TCLE adequado.

Recomendações:

Sem recomendações

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Sem pendências.

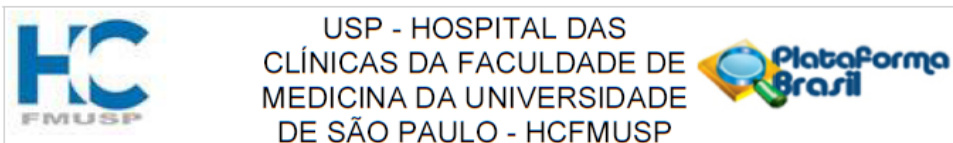
Considerações Finais a critério do CEP:

Em conformidade com a Resolução CNS nº 466/12 – cabe ao pesquisador: a) desenvolver o projeto conforme delineado; b) elaborar e apresentar relatórios parciais e final; c) apresentar dados solicitados pelo CEP, a qualquer momento; d) manter em arquivo sob sua guarda, por 5 anos da pesquisa, contendo fichas individuais e todos os demais documentos recomendados pelo CEP; e) encaminhar os resultados para publicação, com os devidos créditos aos pesquisadores associados e ao pessoal técnico participante do projeto; f) justificar perante ao CEP interrupção do projeto ou a não publicação dos resultados.

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_1537373_E1.pdf	14/06/2020 11:40:38		Aceito
Cronograma	2020_Cronograma_atualizado.pdf	14/06/2020 11:39:56	DANIELA MELO DE ALMEIDA	Aceito
Outros	2020_Relatorio_Andamento.pdf	14/06/2020 11:27:44	DANIELA MELO DE ALMEIDA	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	2020_Projeto_Daniela_Atualizado.pdf	14/06/2020 11:18:33	DANIELA MELO DE ALMEIDA	Aceito
Solicitação Assinada pelo Pesquisador Responsável	CartaEmenda.pdf	20/04/2020 16:53:30	DANIELA MELO DE ALMEIDA	Aceito
Folha de Rosto	FR_MARIANA_VOOS_DDC.pdf	07/06/2018 20:15:27	DANIELA MELO DE ALMEIDA	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLEDDCDaniela.pdf	22/05/2018 12:27:04	DANIELA MELO DE ALMEIDA	Aceito

Endereço: Rua Ovídio Pires de Campos, 225 5º andar
 Bairro: Cerqueira Cesar CEP: 05.403-010
 UF: SP Município: SAO PAULO
 Telefone: (11)2661-7585 Fax: (11)2661-7585 E-mail: cappelq.adm@hc.fm.usp.br



Continuação do Parecer: 4.098.342

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

SAO PAULO, 19 de Junho de 2020

Assinado por:

ALFREDO JOSE MANSUR
(Coordenador(a))

Endereço: Rua Ovídio Pires de Campos, 225 5º andar
Bairro: Cerqueira Cesar **CEP:** 05.403-010
UF: SP **Município:** SAO PAULO
Telefone: (11)2661-7585 **Fax:** (11)2661-7585 **E-mail:** cappesq.adm@hc.fm.usp.br

ANEXO B - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO



HOSPITAL DAS CLÍNICAS DA FACULDADE DE MEDICINA DA
UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO-HCFMUSP

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

DADOS DE IDENTIFICAÇÃO DO SUJEITO DA PESQUISA OU RESPONSÁVEL LEGAL

1. NOME:

DOCUMENTO DE IDENTIDADE Nº: SEXO : M F

DATA NASCIMENTO:/...../.....

ENDEREÇO Nº APTO:

BAIRRO: CIDADE

CEP: TELEFONE: DDD (.....)

DADOS SOBRE A PESQUISA

1. TÍTULO DO PROTOCOLO DE PESQUISA: "DADOS NORMATIVOS PARA AVALIAÇÃO INTERDISCIPLINAR DA DIADOCOCINESIA"

2. PESQUISADOR : MARIANA CALLIL VOOS / DANIELA MELO DE ALMEIDA

CARGO/FUNÇÃO: FISIOTERAPEUTA

INSCRIÇÃO CONSELHO REGIONAL Nº 3/ 81264-F

UNIDADE DO HCFMUSP: - DEPARTAMENTO DE NEUROLOGIA

3. AVALIAÇÃO DO RISCO DA PESQUISA:

RISCO MÍNIMO

RISCO MÉDIO

RISCO BAIXO

RISCO MAIOR

4. DURAÇÃO DA PESQUISA : 24 MESES

FACULDADE DE MEDICINA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO – FMUSP

- 1- O objetivo deste trabalho é fornecer dados padronizados sobre movimentos alternados de membros superiores e orais, para a população brasileira, numa faixa etária entre 40 e 80 anos. Atualmente não existem padrões objetivos para a avaliação destes movimentos. Portanto, a padronização dessas informações será de grande utilidade na avaliação clínica de pacientes com problemas neurológicos.
- 2- O senhor(a) virá apenas um dia para ser avaliado. Neste dia serão realizados alguns testes motores (dos membros superiores e da fala) e testes cognitivos. O senhor(a) permanecerá sentado durante todos os procedimentos. As instruções serão dadas pelo examinador, que o acompanhará durante todo o procedimento.
- 3- Na avaliação motora o senhor(a) realizará movimentos alternados dos antebraços (mãos para cima e mãos para baixo), ora com ambos, ora com apenas um deles. No total serão 4 sequências de movimentos, sendo que cada uma terá duração de 16 segundos. O senhor(a) será filmado com um aparelho *smartphone* enquanto realiza estes movimentos. Em seguida, serão realizados os testes orais, nos quais serão repetidas quatro sequências diferentes de não-palavras, cada uma também com duração de 16 segundos cada. Estas sequências faladas também serão gravadas com um aparelho *smartphone*.
- 4- Antes da realização dos testes dos membros superiores, será solicitado vestir uma camiseta preta, sem mangas. Serão coladas duas fitas adesivas na ponta do polegar, as quais serão removidas ao final dos testes.
- 5- Em seguida, serão aplicados um breve questionário e uma bateria de testes, realizados através de perguntas e respostas e de tarefas com lápis e papel.
- 6- Esta avaliação não causa nenhum desconforto e não existem riscos esperados em sua realização, é uma abordagem segura.
- 7- Não são esperados benefícios diretos para os participantes do estudo.
- 8- Relação de procedimentos alternativos que possam ser vantajosos, pelos quais o paciente pode optar: não se aplica.
- 9- Garantia de acesso: em qualquer etapa do estudo, o senhor (a) terá acesso aos profissionais responsáveis pela pesquisa para esclarecimento de dúvidas. O principal investigador é a Profa. Dra. Mariana Callil Voos e sua aluna de mestrado Fisioterapeuta Daniela Melo de Almeida, que podem ser encontradas no endereço: Rua Cipotânea, 51 – Cidade Universitária, São Paulo, telefones (11) 3091-7464 e (11) 98154-7707. Se você tiver alguma consideração ou dúvida sobre a ética da pesquisa, entre em contato com o Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) – Rua Ovídio Pires de Campos, 225 – 5º andar – tel: (11) 2661-7585, (11) 2661-1548, (11) 2661-1549; e-mail: cappesq.adm@hc.fm.usp.br

- 10- É garantida ao senhor (a) a liberdade da retirada de consentimento a qualquer momento e deixar de participar do estudo, sem qualquer prejuízo à continuidade de seu tratamento na Instituição.
- 11- O senhor (a) tem o direito de ser mantido (a) atualizado (a) sobre os resultados parciais das pesquisas, quando em estudos abertos, ou de resultados que sejam do conhecimento dos pesquisadores.
- 12- Direito de confidencialidade: as informações obtidas serão analisadas em conjunto com as de outros pacientes, não sendo divulgada a identificação de nenhum paciente.
- 13- Despesas e compensações: não há despesas pessoais para o participante em qualquer fase do estudo, incluindo exames e consultas. Também não há compensação financeira relacionada à sua participação. Se existir qualquer despesa adicional, ela será absorvida pelo orçamento da pesquisa.
- 14- O pesquisador se compromete em utilizar os dados e o material coletado somente para esta pesquisa.

Acredito ter sido suficientemente informado a respeito das informações que li ou que foram lidas para mim, descrevendo o estudo: "DADOS NORMATIVOS PARA AVALIAÇÃO INTERDISCIPLINAR DA DIADOCOCINESIA".

Eu discuti as informações acima com Daniela Melo de Almeida sobre a minha decisão em participar nesse estudo. Ficaram claros para mim os objetivos, os procedimentos, os potenciais desconfortos e riscos e as garantias. Concordo voluntariamente em participar deste estudo, assino este termo de consentimento e recebo um via rubricada pelo pesquisador. Ademais, autorizo a utilização de minha imagem em filmes ou fotos, para fins científicos e didáticos.

Assinatura do participante /representante legal

Data ____/____/____

(Somente para o responsável do projeto)

Declaro que obtive de forma apropriada e voluntária o Consentimento Livre e Esclarecido deste paciente ou representante legal para a participação neste estudo.

Assinatura do responsável pelo estudo

Data ____/____/____

ANEXO C – PROTOCOLO DE AVALIAÇÃO



HOSPITAL DAS CLÍNICAS DA FACULDADE DE MEDICINA
UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO-HCFMUSP



AVALIAÇÃO INTERDISCIPLINAR DA DIADOCOCINESIA

Pesquisadores: Daniela Melo de Almeida / Profa. Dra. Mariana Callil Voos

PROTOCOLO DE AVALIAÇÃO

Dados Pessoais

Nome: _____

Data de Nascimento: _____ Idade: _____

Endereço: _____

Telefone: _____

Escolaridade: _____ Anos: _____

Dominância Manual: _____

Antecedentes Pessoais

Neurológico () Reumatológico () Odontológico ()

Psiquiátrico () Cardiovascular () Metabólico ()

Ortopédico () Respiratório ()

Avaliação Motora

Diadococinesia Oral (10s)

PA	
TA	
KA	
PATAKA	
PATAKA-KATAPA	

Diadococinesia MMSS (10s)

MSD	
MSE	
FASE	
ANTI-FASE	

ANEXO D – INVENTÁRIO DE DOMINÂNCIA MANUAL DE EDIMBURGO

Indique a preferência no uso das mãos nas atividades listadas a seguir.
Se for realmente indiferente, assinale SEM preferência.

Quando você:	Qual mão prefere usar?			
Escreve	<input type="checkbox"/> D		<input type="checkbox"/> E	<input type="checkbox"/> S/ preferência
Desenha	<input type="checkbox"/> D		<input type="checkbox"/> E	<input type="checkbox"/> S/ preferência
Arremessa, lança objetos	<input type="checkbox"/> D		<input type="checkbox"/> E	<input type="checkbox"/> S/ preferência
Utiliza a tesoura	<input type="checkbox"/> D		<input type="checkbox"/> E	<input type="checkbox"/> S/ preferência
Usa a escova de dentes	<input type="checkbox"/> D		<input type="checkbox"/> E	<input type="checkbox"/> S/ preferência
Usa a faca	<input type="checkbox"/> D		<input type="checkbox"/> E	<input type="checkbox"/> S/ preferência
Usa a colher	<input type="checkbox"/> D		<input type="checkbox"/> E	<input type="checkbox"/> S/ preferência
Usa a vassoura	<input type="checkbox"/> D		<input type="checkbox"/> E	<input type="checkbox"/> S/ preferência
Risca o fósforo(mão do fósforo)	<input type="checkbox"/> D		<input type="checkbox"/> E	<input type="checkbox"/> S/ preferência
Abre uma caixa ou tampa(mão da tampa)	<input type="checkbox"/> D		<input type="checkbox"/> E	<input type="checkbox"/> S/ preferência
TOTAL				

Cálculo:

Junte o número de respostas da "esquerda" e "direita" e coloque no espaço "TOTAL" para cada coluna. Adicione o total esquerdo ao total direita e coloque no "Total Acumulado". Subtraia o total esquerdo do total direita e ponha na "Diferença". Divida a "Diferença" pelo total acumulado e multiplique por 100 e obtenha o resultado.

Diferença	Total acumulado	Resultado

Interpretação (com base no resultado):

- » Abaixo de -40 = canhoto
- » Entre -40 e +40 = ambidestro
- » Acima de 40 = destro

Coefficiente de Lateralidade: _____

Destro Sinistro Ambidestro

ANEXO E – MINI EXAME DO ESTADO MENTAL – MEEM

Nome:
Idade:
Data da Avaliação:

Escolaridade (em anos):
Avaliador:

ORIENTAÇÃO – 10 pontos

- Dia da semana (1 ponto)
- Dia do mês (1 ponto)
- Mês (1 ponto)
- Ano (1 ponto)
- Hora aproximada (1 ponto)
- Local específico (andar ou setor) (1 ponto)
- Instituição (residência, hospital, clínica) (1 ponto)
- Bairro ou rua próxima (1 ponto)
- Cidade (1 ponto)
- Estado (1 ponto)

MEMÓRIA IMEDIATA (RETENÇÃO) – 3 pontos

- Fale 3 palavras não relacionadas. Posteriormente pergunte ao paciente pelas 3 palavras. Dê 1 ponto para cada resposta correta: **VASO, CARRO, JANELA**
- Depois, repita as palavras e certifique-se de que o paciente as aprendeu, pois mais adiante você irá perguntá-las novamente.

ATENÇÃO E CÁLCULO – 5 pontos

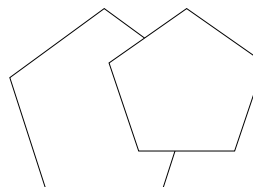
- Calcular a subtração (100-7) 5 vezes sucessivamente (1 ponto para cada cálculo correto)
- Alternativamente, soletrar a palavra **MUNDO** de trás para frente.

EVOCAÇÃO (MEMÓRIA) – 3 pontos

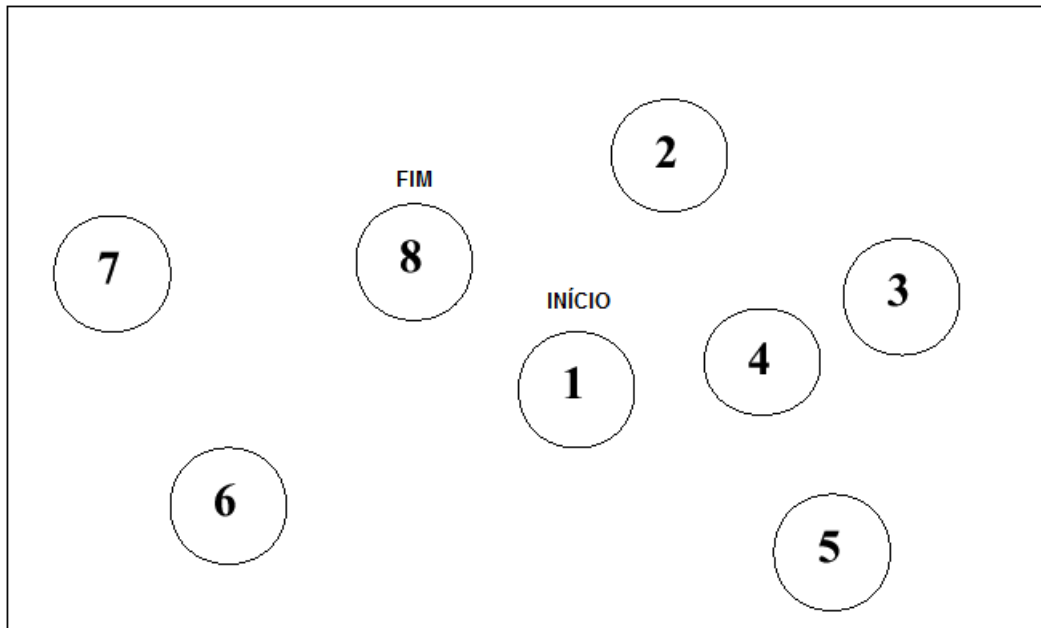
- Pergunte pelas 3 palavras ditas anteriormente (1 ponto por palavra)

LINGUAGEM – 9 pontos

- Nomear um relógio e uma caneta (2 pontos)
- Repetir “nem aqui, nem ali, nem lá” (1 ponto)
- Comando: “pegue este papel com a mão direita, dobre ao meio e coloque no chão” (3 pontos)
- Ler e obedecer: “feche os olhos” (1 ponto)
- Escrever uma frase (1 ponto)
- Copiar um desenho (1 ponto)



PONTUAÇÃO: (____/30)

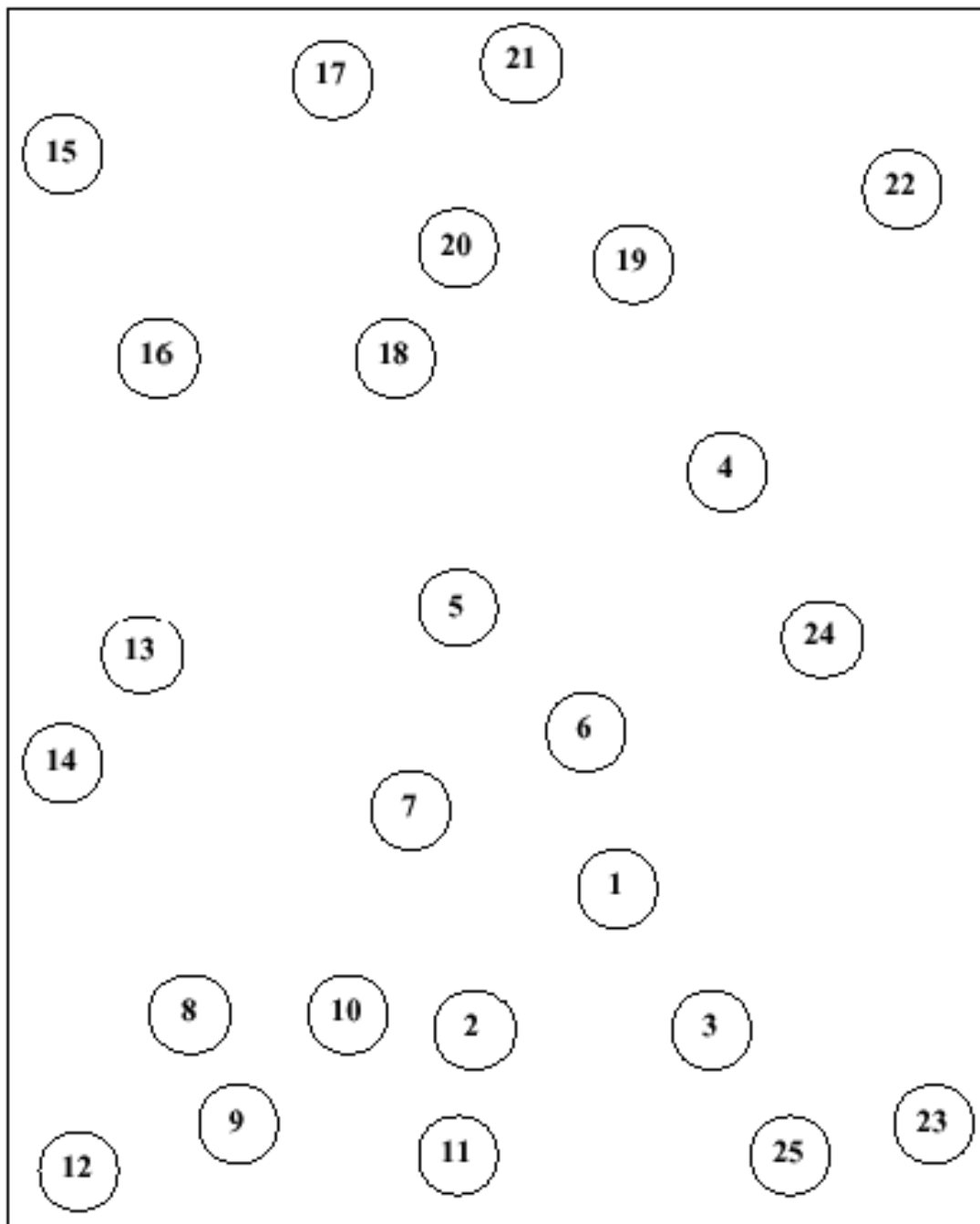
ANEXO F - TRAIL MAKING TEST – Partes A e B**Parte A – Exemplo realizado pelo examinador**

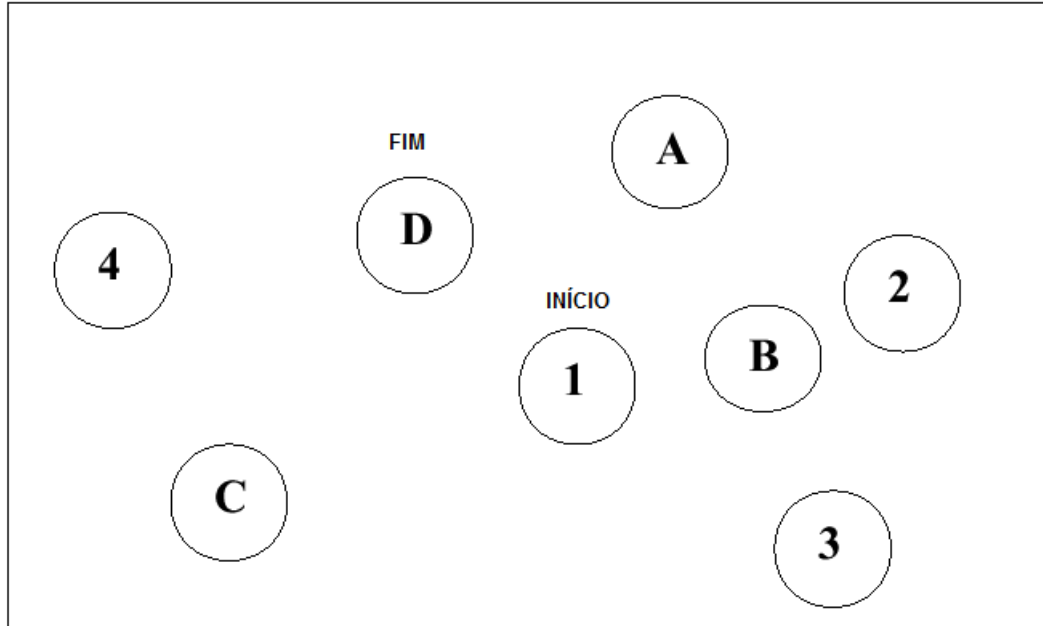
Trail Making Test - Parte A

Nome:

Data:

Tempo:



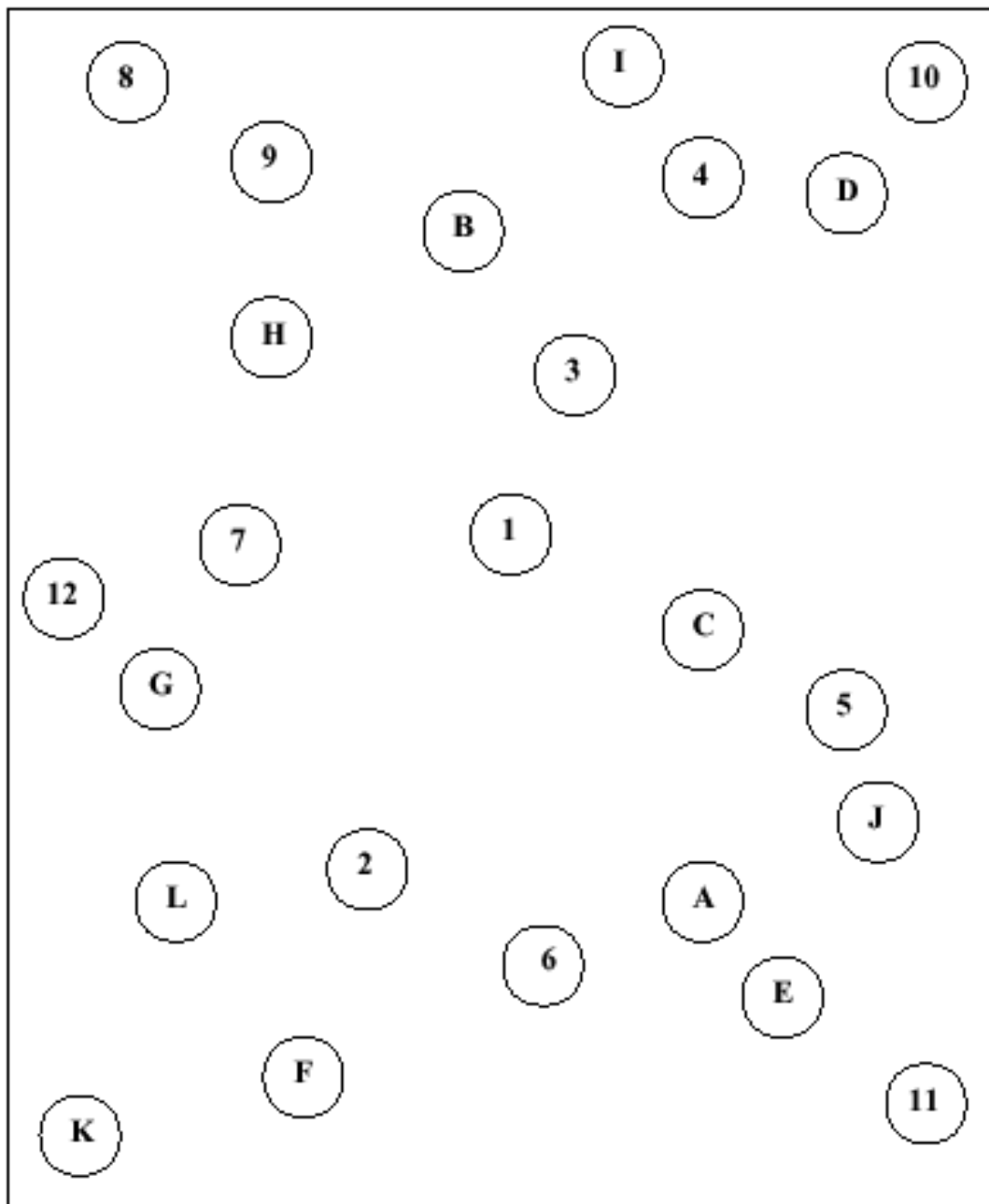
Parte B - Exemplo realizado pelo examinador

Trail Making Test - Parte B

Nome:

























Data:

Tempo:



ANEXO G – STROOP COLLOR TEST – Partes D, W e C

Stroop Collor Test – Parte D

Stroop Collor Test – Parte W

QUANDO	ACIMA	QUANDO	DIFÍCIL	ACIMA	DIFÍCIL
DIFÍCIL	DIFÍCIL	ACIMA	QUANDO	ACIMA	QUANDO
ACIMA	QUANDO	DIFÍCIL	ACIMA	DIFÍCIL	QUANDO
DIFÍCIL	ACIMA	QUANDO	QUANDO	QUANDO	ACIMA

Stroop Collor Test – Parte C

VERDE	VERMELHO	AZUL	VERDE	AMARELO	AMARELO
VERMELHO	AMARELO	VERDE	AMARELO	AZUL	VERMELHO
AMARELO	VERDE	VERMELHO	AZUL	VERMELHO	VERDE
AZUL	AMARELO	AMARELO	VERMELHO	VERDE	AZUL

ANEXO H – TESTE DE FLUÊNCIA VERBAL

“Gostaria que você falasse todos os nomes de animais que conseguir se lembrar, o mais rápido possível. Vale qualquer tipo de bicho. Pode começar.”

- *Dê 1 minuto.*
- *Anote os nomes ditos divididos em blocos de 15 segundos.*
- Considere “boi e vaca” como dois animais, mas “gato e gata” como um só.
- Se disser “passarinho, cobra, lagarto” conte como três animais; se disser “passarinho, canário e peixe”, conte como dois. Ou seja: a classe semântica vale como nome se não houver outros nomes dentro desta mesma classe.

0 a 15”		
15 a 30”		
30 a 45”		
45 a 60”		

Total =

ANEXO I – TESTE DOS DÍGITOS

Ordem Direta (OD)		Ordem Indireta (OI)	
“Eu vou dizer alguns números. Escute com atenção e repita quando eu terminar de falar.” (um número por segundo)		“Eu vou dizer outros números. Quando eu terminar, quero que você repita na ordem inversa. Por exemplo, se eu disser 3-8, você deve repetir 8-3, entendeu?” Se não tiver entendido, repita por mais 3 vezes até que compreenda.	
16	95	15	29
283	419	742	518
5273	6917	3948	6274
26158	49327	95631	47352
715294	681495	835291	294173
8472936	31297856	5927163	8362517
6195348	82451623	____/7	____/7
____/8	____/8	Subtotal = ____/14	
Subtotal = ____/16		TOTAL = ____/30	