

# Avaliação neuropsicológica da atenção concentrada, flexibilidade cognitiva e velocidade de processamento no Diabetes Mellitus Tipo 2

*Evaluación neuropsicológica de atención sostenida, flexibilidad cognitiva y velocidad de procesamiento en la Diabetes Mellitus Tipo 2*

*Évaluation neuropsychologique de l'attention ciblée, de la flexibilité cognitive et de la vitesse de traitement dans le Diabète Mellitus de Type 2*

*Neuropsychological Assessment of focused attention, cognitive flexibility and processing speed in Type 2 Diabetes Mellitus*

Mariana Faoro<sup>1</sup> & Amer C. Hamdan<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Universidade Federal do Paraná, Brasil

## Resumo

O Diabetes Mellitus Tipo 2 (DM2) vem se tornando uma doença cada vez mais frequente nos últimos anos. Pesquisas recentes têm evidenciado a relação desta patologia com alterações no sistema nervoso e nas funções cognitivas. O objetivo da presente pesquisa foi avaliar a atenção concentrada, a velocidade de processamento e a flexibilidade cognitiva em pacientes com DM2. Foram recrutados 34 participantes, divididos em três grupos: Um grupo saudável (n=13) e dois grupos clínicos com DM2, um subgrupo com glicemia compensada (n=10) e o outro com glicemia descompensada (n=11). Foram aplicados os seguintes: (a) Triagem: Questionário de Avaliação Geral e Mini Exame do Estado Mental. (b) flexibilidade cognitivas: Teste de Fluência Verbal e Teste das Trilhas. (c) atenção concentrada: Teste Hayling e Teste de Atenção Concentrada (TEACO-FF), (d) Velocidade de processamento: Procurar Símbolos e Códigos, do WAIS-III. Os resultados evidenciaram diferenças dos grupos clínicos em relação ao grupo saudável na atenção concentrada e velocidade de processamento, mas não em relação a flexibilidade cognitiva. É possível concluir que o monitoramento cognitivo é importante para a manutenção da saúde geral e a prevenção de doenças neurodegenerativas na DM2.

Palavras-chave: Diabetes Mellitus Tipo 2, controle glicêmico, avaliação neuropsicológica, funções cognitivas, atenção concentrada.

## Resumen

La Diabetes Mellitus Tipo 2 (DM2) es una afección cada vez más frecuente en los últimos años. Investigaciones recientes han evidenciado una relación de esta patología con alteraciones del sistema nervioso y en las funciones cognitivas. El objetivo del presente estudio fue evaluar la atención sostenida, la velocidad de procesamiento y la flexibilidad cognitiva en pacientes con DM2. Fueron reclutados 34 participantes, divididos en tres grupos: un grupo de controles sanos (n=13) y dos grupos clínicos con DM2, un subgrupo con glucemia compensada (n=10) y otro con glucemia descompensada (n=11). Fueron administradas las siguientes pruebas: (a) selección: Cuestionarios de evaluación general y Examen Mínimo del Estado Mental; (b) flexibilidad cognitiva: Test de Fluencia Verbal y Test de las Pistas; (c) atención sostenida: Test de Hayling y Test de Atención Sostenida (TEACO-FF); (d) velocidad de procesamiento: búsqueda de símbolos y códigos del WAIS III. Los resultados evidenciaron diferencias de los grupos clínicos con el grupo control en atención sostenida y velocidad de procesamiento, pero no en flexibilidad cognitiva. Se puede concluir que el monitoreo cognitivo es importante para el mantenimiento de la salud general y prevención de afecciones neurodegenerativas en la DM2.

Palabras clave: Diabetes Mellitus Tipo 2, control glucémico, evaluación neuropsicológica, funciones cognitivas, atención sostenida.

## Résumé

Le diabète sucré de type 2 (DM2) est devenu l'une des maladies les plus courantes ces dernières années. La recherche actuelle a montré la corrélation de cette condition avec le système nerveux et les fonctions cognitives. L'objectif de cette recherche était d'évaluer l'attention ciblée, la vitesse du traitement de l'information et la flexibilité cognitive chez les patients atteints de DM2. Trente-quatre participants ont été recrutés, répartis en trois groupes: un groupe sain (n = 13) et deux groupes cliniques avec DM2, un sous-groupe avec une glycémie compensée (n = 10) et l'autre avec une glycémie décompensée (n = 11). Le test neuropsychologique suivant a été appliqué: (a) Criblage: Questionnaire d'évaluation

Artigo recebido: 02/09/2016; Artigo revisado (1a revisão): 09/03/2017; Artigo aceito: 14/08/2017.

Correspondências relacionadas a esse artigo devem ser enviadas a Amer Cavalheiro Hamdan, Departamento de Psicologia, Universidade Federal do Paraná, CEP 80060240, Curitiba, Paraná, Brasil.

E-mail: [amerc.hamdan@gmail.com](mailto:amerc.hamdan@gmail.com)

DOI: 10.5579/rl.2016.0323

générale et Mini examen d'état mental. (B) flexibilité cognitive: test de maîtrise verbale et test de test. (C) Attention focalisée: Essai de Hayling et test d'attention concentré (TEACO-FF), (d) Vitesse de traitement: Symboles Recherche et codage-Symbol de chiffres, WAIS-III. Les résultats ont montré des différences entre les groupes cliniques par rapport au groupe sain dans l'attention concentrée et la vitesse de traitement, mais pas la flexibilité cognitive. Il est possible de conclure que la surveillance cognitive est importante pour le maintien de la santé générale et la prévention des maladies neurodégénératives dans le DM2.

Mots-clés: diabète de type 2, contrôle glycémique, évaluation neuropsychologique, fonctions cognitives, attention ciblée.

#### Abstract

Type 2 Diabetes Mellitus (DM2) has become one of the most common diseases in recent years. Current research has shown the correlation of this condition with the nervous system and cognitive functions. The objective of this research was to evaluate on focused attention, speed information processing and cognitive flexibility in patients with DM2. Thirty-four participants were recruited, divided into three groups: one healthy group (n = 13) and two clinical groups with DM2, one subgroup with compensated glycemia (n = 10) and the other with decompensated glycemia (n = 11). The following neuropsychological test were applied: (a) Screening: General Assessment Questionnaire and Mini Mental State Examination. (B) cognitive flexibility: Verbal Fluency Test and Trial Making Test. (C) Focused attention: Hayling Test and Concentrated Attention Test (TEACO-FF), (d) Processing Speed: Symbols Search and Coding-Digit Symbol, WAIS-III. The results showed differences of the clinical groups in relation to the healthy group in concentrated attention and speed of processing, but not cognitive flexibility. It is possible to conclude that cognitive monitoring is important for the maintenance of general health and the prevention of neurodegenerative diseases in DM2.

Keywords: Type 2 diabetes, glycemic control, neuropsychological assessment, cognitive functions, focused attention.

#### Introdução

Não é novidade o aumento do número de casos de Diabetes Mellitus (DM) na população adulta e idosa nas últimas décadas. Segundo o último relatório publicado pela Organização Mundial da Saúde (OMS), um em cada dez adultos possuem a doença (World Health Organization [WHO], 2012). O DM é compreendida como um grupo de distúrbios metabólicos os quais têm em comum as alterações no nível de glicose no sangue devido a alterações na ação da insulina na sua secreção, ou ambos os processos (Sociedade Brasileira de Diabetes [SBD], 2006). A classificação recomendada pela OMS e SBD é a seguinte: Diabetes Mellitus 1 (DM1), Diabetes Mellitus Tipo 2 (DM2), outros Tipos específicos de Diabetes Mellitus e Diabetes Mellitus gestacional.

A OMS estabeleceu três critérios a serem cumpridos para o diagnóstico do DM são eles: sintomas de poliúria (< 2,5L de urina por dia), polidipsia (excessiva sensação de sede) e glicemia casual (a qualquer hora do dia) acima de 200 mg/dL; glicemia de jejum  $\geq$  126 mg/dL; glicemia de 2 horas pós-sobrecarga de 75g de glicose < 200 mg/dL. Caso cumpra estes três critérios, o paciente se enquadra no diagnóstico de DM e precisa iniciar seu tratamento (Sociedade Brasileira de Diabetes [SBD], 2006). O DM2 é a forma mais comum presente em 90%-95% dos casos e é caracterizada por alterações na ação e produção da insulina, geralmente afeta pessoas acima dos 40 anos, mas pode ocorrer em qualquer idade (SBD, 2006).

A relação entre o DM2 e o funcionamento cerebral vem sendo demonstrada em vários estudos (McAulay, Ferguson, Deary & Frier, 2001; Kodi & Seaquist, 2008; Lopes, Nascimento, Esteves, Iatchac & Argimon, 2011; Huerta, Téllez, Salinas & Díaz, 2013). Berg et al. (2008) realizou um estudo comparando dois grupos clínicos (idosos com DM2 e idosos com síndrome metabólica) a um grupo controle, os resultados demonstraram que os grupos com comprometimentos metabólicos tinham desempenho pior em

atividades de velocidade de processamento da informação, atenção e funções executivas ( $p < 0,05$ ), assim como referem que estágios avançados da DM2 podem estar associados com o desenvolvimento de declínio cognitivo. Gibson et al. (2012) afirma que a DM predispõe a Doença de Alzheimer (DA), tendo por isso alguns mecanismos em comum, colocam que a redução do metabolismo da glicose é uma característica da DA e um biomarcador da progressão da doença. Na literatura, as funções executivas mostram-se mais afetadas pela DM2 e pelo envelhecimento, principalmente nos componentes de flexibilidade cognitiva, velocidade de processamento e também o sistema atencional (Fedalto, 2012; Lopes et al., 2011; Lopes & Argimon, 2009).

Essa relação é fortalecida pelo envolvimento da glicose nos processos celulares. O monossacarídeo é essencial para a atividade celular, sua principal fonte de energia, chamada de combustível do organismo, porém em níveis muito altos ou muito baixos pode causar comprometimentos graves (Champe, Harvey & Ferrier, 2005). Estudos mostram que a hipoglicemia (< 50 mg/dL), apesar de menos frequente, acontece na DM2 e tende a ser mais comum com o aumento da duração do tratamento com insulina (Henderson, Allen, Deary & Frier, 2003). No entanto, sugerem que déficits cognitivos só são observados quando há maior incidência de episódios de hipoglicemia aguda (Henderson, Allen, Deary & Frier, 2003). O outro extremo é mais frequente, a hiperglicemia (> 200 mg/dL) contribui para o desenvolvimento de déficits cognitivos (McCrimmon, Ryan & Frier, 2012), além de estar associada com outras complicações da DM como neurotoxicidade, retinopatia e nefropatia (SBD, 2006). Tanto hipoglicemia aguda como hiperglicemia crônica são graves e, se não tratados, podem causar lesões neurológicas sérias ou levar o paciente a óbito. O controle glicêmico é a forma mais indicada de tratamento nessas situações, juntamente com o auxílio de dietas controladas, insulino terapia ou uso de medicamentos hipoglicemiantes (SBD, 2006).

Portanto, os estudos têm evidenciado que a DM2 pode precipitar déficits cognitivos, principalmente no que diz respeito à memória episódica e operacional (Fedalto, 2012; Lopes, Do Nascimento, Wendt, & Argimon, 2013). Contudo, além destas, outras funções têm demonstrado discrepâncias significativas em comparação com indivíduos saudáveis na literatura. São elas a flexibilidade cognitiva, a atenção e a velocidade de processamento da informação (Mccrimmon, Ryan, & Frier, 2012; Lopes, Do Nascimento, Esteves, Iatchac & Argimon, 2011).

A flexibilidade cognitiva é uma função executiva que pode ser compreendida como a capacidade de remodelar o curso do processamento cognitivo de acordo com as demandas ambientais (de Paula, Silva, Fuentes & Malloy-Diniz, 2013). A velocidade de processamento pode ser entendida como a habilidade de realizar de modo rápido tarefas simples e automáticas mantendo a atenção em situações que pressionam o foco (Primi, 2003). A atenção, por sua vez, pode ser categorizada de acordo com sua operacionalização. Rueda (2010) fundamentando-se em Dalgarrondo (2000) e Wagner (2003) coloca a nomenclatura: atenção alternada, seletiva, dividida e sustentada. Porém, apesar de concordar com a nomenclatura, Soares, Soares e Caixeta (2012) colocam ao invés de atenção seletiva, a atenção concentrada, termo que se adequa melhor a capacidade esperada. A atenção concentrada é entendida como a capacidade de selecionar um entre vários estímulos (Soares, Soares & Caixeta, 2012).

A revisão bibliográfica evidenciou que há poucos estudos relacionando alterações cognitivas e DM2. O objetivo da presente pesquisa foi avaliar a atenção concentrada, a velocidade de processamento e a flexibilidade cognitiva em pacientes com DM2.

### Método

#### *Participantes*

A amostra inicial foi composta por 21 participantes com DM2, estes separados em dois grupos clínicos (n=10, pacientes DM2 com glicemia compensada e n=11, pacientes com DM2 com glicemia descompensada), e 13 participantes saudáveis referentes ao grupo controle. Foram excluídos do estudo 05 indivíduos: câncer (n=2), depressão (n=1), problema visual (n=1) e glaucoma (n=1). A amostra final ficou constituída de: (a) Grupo 1 - DM2 compensados (glicemia entre 100 e 200 mg/dL), nove participantes, sendo cinco homens e quatro mulheres, (b) Grupo 2 - DM2 descompensados (glicemia alternando entre níveis muito baixos < 50 mg/dL) e/ou muito altos > 200 mg/dL), oito participantes, sendo composto somente por mulheres e (c) Grupo 3 (controle) - 12 participantes, sendo um homem e 11 mulheres. Foram avaliados indivíduos entre 51 e 83 anos, com escolaridade variando entre 4 e 18 anos. Os participantes do grupo controle foram selecionados através de divulgação da pesquisa na Universidade Aberta da Maturidade, projeto de extensão pertencente a Universidade Federal do Paraná que oferece aulas a pessoas com mais de 55 anos

(<http://www.progepe.ufpr.br>). Quanto aos grupos clínicos, a amostra foi selecionada e avaliada no Serviço de Endocrinologia e Metabologia, Hospital de Clínicas da Universidade Federal do Paraná. Os grupos clínicos foram compostos a partir de encaminhamento do médico responsável através de análise de prontuário. As informações coletadas foram obtidas através de entrevista. O tempo médio de diagnóstico de diabetes foi de 16 anos. O grupo clínico foi constituído por participantes que fazem uso de drogas hipoglicemiantes e insulínodpendentes.

#### *Instrumentos*

Os seguintes instrumentos foram utilizados para a avaliação dos participantes, divididos segundo a função avaliada:

#### *Triagem*

*Questionário de Avaliação Geral:* Instrumento elaborado especificamente para esta pesquisa, visando coletar informações sobre: sexo, idade, escolaridade, profissão, estado civil, estado geral de saúde, diagnóstico de diabetes e uso de medicamentos.

*Mini Exame do Estado Mental (MEEM):* Teste de rastreio usado para verificar a presença ou não de um comprometimento cognitivo, foi inicialmente desenvolvido por Folstein e McHugh (1975) e traduzido por Bertolucci, Brucki, Campacci e Juliano (1994). Este instrumento parte de uma medida objetiva da cognição dividida em sete dimensões: 1. Orientação Temporal (5 pontos); 2. Orientação Espacial (5 pontos); 3. Memória Imediata (3 pontos); 4. Atenção e Cálculo (5 pontos); 5. Memória Tardia, recordação (3 pontos); 6. Linguagem (8 pontos) e 7. Capacidade Visuoespacial (1 ponto). Sua pontuação varia de 0 a 30 pontos, sendo que, quanto maior o escore total, menor é o nível de comprometimento cognitivo. A aplicação é rápida, em torno de cinco a dez minutos, utilizando-se para tanto, apenas de folha de papel e lápis. Há discordância acerca do ponto de corte para o MEEM por conta de fatores como escolaridade, patologias e idade (Laks et al., 2003; Bertolucci, Brucki, Campacci & Juliano 1994; Almeida, 1998; Brucki et al., 2003). Neste estudo, optou-se por utilizar o ponto de corte  $\geq 24$  para sujeitos sem comprometimento cognitivo (Lourenço & Veras, 2006).

#### *Flexibilidade Cognitiva*

*Teste das Trilhas (Trial Making Test):* Além da flexibilidade cognitiva, o Teste das Trilhas (TT) foi desenvolvido para avaliar velocidade de processamento, inibição, praxia, abrangendo planejamento motor e visual (Gindri, Zibetti & Fonseca, 2008). O TT é, atualmente, de domínio público (Lezak, Howieson & Loring, 2004). O teste é dividido em duas formas, A e B. Na forma A é apresentado ao examinando uma folha com números de 1 a 15 e solicita-se que ligue esses números em ordem crescente. Na forma B é apresentado uma folha contendo números de 1 a 13 e letras de A a L impressos de maneira randômica. A tarefa é fazer a conexão de um número em ordem crescente a uma letra em ordem alfabética. A forma A está associada a processos

atencionais e a forma B às funções executivas (Hamdan & Hamdan, 2009; Montiel & Capovilla, 2006). Foram utilizados como critério de pontuação o tempo (em segundos) para realização de cada tarefa (Malloy-Diniz, Fuentes & Leite, 2008) e a diferença do tempo entre forma B e a forma B (Gindri, Zibetti & Fonseca, 2008).

*Teste de Fluência Verbal:* A tarefa consiste em solicitar ao examinando que articule o maior número de animais que conseguir lembrar dentro de um minuto (Brucki, Malheiros, Okamoto & Bertolucci, 1997; Nitrini et al., 1994). A pontuação é dada conforme o volume de palavras corretamente recordadas. O estudo normativo considera diferentes pontos de corte, de acordo com a escolaridade: 11,92 - para analfabetos; 12,82 - para indivíduos com até 4 anos incompletos; 13,45 - para os de 4 a 8 anos incompletos e 15,88 - para 8 ou mais anos de escolaridade (Brucki et al., 1997).

### *Velocidade de Processamento*

*Procurar Símbolos:* Subteste da Escala Wechsler de Inteligência para Adultos – WAIS-III (Lopes et al., 2012). Empregado também para avaliar a velocidade psicomotora, coordenação visomotora, organização perceptual, flexibilidade cognitiva, atenção e memória visual de curto-prazo (Lopes & Argimon, 2016). O teste consiste na apresentação de dois grupos de símbolos diferentes, o primeiro com dois símbolos e o segundo com cinco símbolos. Solicita-se ao examinando que ateste e marque a presença (sim) ou ausência (não) de pelo menos um desses símbolos do primeiro grupo, no segundo grupo. A pontuação se dá de acordo com respostas marcadas corretamente dentro de 120 segundos.

*Códigos:* Subteste da Escala Wechsler de Inteligência para Adultos – WAIS III (Lopes et al., 2012). O teste é empregado também para avaliar aprendizagem, memória visual, coordenação visomotora, organização perceptual, velocidade psicomotora, atenção e memória imediata (Lopes & Argimon, 2016). O teste consiste na apresentação de uma folha contendo números (0 a 9) associados a determinados códigos, cada número possui um código correspondente. Abaixo encontram-se linhas com os números preenchidos e códigos em branco, a tarefa consiste em colocar cada código em seu espaço com o número correspondente o mais rápido possível. A pontuação ocorre conforme o número de códigos corretamente preenchidos dentro de 60 segundos.

### *Atenção Concentrada*

*Teste de Atenção Concentrada (TEACO-FF):* O teste consiste na apresentação de uma folha contendo 500 estímulos, no qual o examinando deve marcar somente um de acordo com o modelo pré-determinado (Rueda, 2010). A pontuação ocorre pela soma dos acertos subtraídos pelos erros e omissões. O tempo de aplicação é de quatro minutos. O teste apresenta evidência de validade em relação a idade, sendo que os mais idosos tendem a ter mais dificuldades (Rueda & Sisto, 2006).

*Teste Hayling:* Originalmente publicada por Burgess e Shallice, em 1996 (Gindri, Zibetti & Fonseca, 2008), foi

adaptado ao português brasileiro (Fonseca, Oliveira, Gindri, Zimmermann & Reppold, 2010). O teste é empregado também para avaliar a velocidade de processamento e a iniciação verbal (Gindri, Zibetti & Fonseca, 2008). O Teste Hayling é composto de duas partes. Na parte A, solicita-se ao examinando que complete 15 frases de acordo com o contexto. Na parte B, a tarefa consiste em completar outras 15 frases, mas com palavras desconexas, sem relação com a sentença. Foram utilizados os seguintes critérios de pontuação: escore de erros, tempo total em segundos e a diferença entre o tempo total de latência das partes A e B (Gindri, Zibetti & Fonseca, 2008).

### *Procedimentos de aspectos éticos*

A presente pesquisa foi submetida e aprovada pelo Comitê de Ética em Pesquisa do Setor de Ciências da Saúde da UFPR, parecer número 1.041.043 de 27/03/2015 e Comitê de Ética em Pesquisa em Seres Humanos do HC-UFPR, parecer número 1.140.962 de 25/05/2015. Todos os participantes foram informados quanto aos objetivos, procedimentos da pesquisa e assinaram o Termo Consentimento Livre e Esclarecido. Os participantes foram avaliados individualmente em ambiente adequado e silencioso. O grupo controle foi avaliado no Centro de Psicologia Aplicada da Universidade Federal do Paraná e os grupos clínicos no Serviço de Endocrinologia e Metabologia, Hospital de Clínicas da Universidade Federal do Paraná. As avaliações duraram entre 40 e 60 minutos. Os participantes responderam ao Questionário de Avaliação Geral e aos instrumentos da pesquisa.

### *Análise estatística*

Inicialmente, foi aplicado o Teste de Kolmogorov-Smirnov (KS) para avaliar a normalidade na distribuição dos dados. Os resultados evidenciaram que os escores dos instrumentos não apresentam distribuição normal. Para apresentação dos resultados foram utilizados médias, medianas e desvios padrão. Posteriormente, para efetuar o teste de hipótese nula foram aplicados Teste Kruskal-Wallis para comparação das diferenças entre os grupos clínicos compensados e descompensados e controles. Em seguida, foi realizada a análise da possível diferença entre os grupos clínicos compensados e descompensados utilizando o Teste Mann-Whitney. O nível de significância para rejeição da hipótese nula foi  $p < 0,05$ . Todas as análises estatísticas foram realizadas com o software R (R Core Team, 2013).

## Resultados

A Tabela 1 apresenta as variáveis sociodemográficas da amostra. Pode-se observar que não há diferenças estatisticamente significativas em relação as variáveis idade, escolaridade e MEEM.

Tabela 1. *Dados demográficos da amostra*

|              | DM Compensados<br>(Md e DP) | DM Descompensados<br>(Md e DP) | Controle<br>(Md e DP) | <i>p</i> |
|--------------|-----------------------------|--------------------------------|-----------------------|----------|
| Idade        | 68,33±9,72                  | 63,12±6,77                     | 63,42±5,81            | 0,2246   |
| Sexo (M/F)   | 05/04                       | 00/08                          | 01/11                 |          |
| Escolaridade | 9,78±5,68                   | 8,25±4,83                      | 12,50±3,83            | 0,1289   |
| MEEM         | 27,11±1,69                  | 26,75±2,87                     | 26,72±2,9             | 0,9898   |

Nota. Md=média, DP= desvio-padrão, M= masculino, F= feminino e MEEM= Mini-Exame do Estado Mental.

A Tabela 2 apresenta o desempenho dos grupos em relação aos instrumentos utilizados. Nota-se diferenças significantes em relação ao Teste de Trilhas – forma A,

Procurar Símbolos, Códigos e Teste de Atenção Concentrada (TEACO).

Tabela 2. *Desempenho dos grupos Diabetes Mellitus Compensados, Diabetes Mellitus Descompensados e Controle, em relação aos testes de avaliação da Flexibilidade Cognitiva, Velocidade de Processamento e Atenção Concentrada*

|       | DM Compensados<br>(Md e DP) | DM Descompensados<br>(Md e DP) | Controle<br>(Md e DP) | H      | <i>p</i> |
|-------|-----------------------------|--------------------------------|-----------------------|--------|----------|
| FV    | 11,67±2,24                  | 13,62±4,47                     | 12,75±7,20            | 2,3478 | 0,3092   |
| TTa   | 78,46±58,92                 | 116,43±80,08                   | 49,63±20,98           | 6,6762 | 0,0355*  |
| TTb   | 172,40±67,19                | 179,17±171,35                  | 135,64±78,90          | 2,2533 | 0,3241   |
| TTb-a | 93,94±25,75                 | 98,09±120,60                   | 86,01±65,93           | 1,769  | 0,4129   |
| PS    | 18,78±5,85                  | 19,25±9                        | 28,92±7,77            | 8,8974 | 0,01169* |
| COD   | 35,11±11,46                 | 33,25±16,59                    | 50,75±13,66           | 7,4296 | 0,02436* |
| THAc  | 25±2,60                     | 24,50±3,93                     | 26,33±2,84            | 1,5745 | 0,4551   |
| THPa  | 22,19±7,31                  | 14,40±4,16                     | 18,50±7,87            | 4,5566 | 0,1025   |
| THPb  | 83,67±37,70                 | 91,71±39,27                    | 72,42±47,62           | 4,909  | 0,08591  |
| THb-a | 61,48±38,49                 | 77,18±38,02                    | 53,89±45,18           | 4,7912 | 0,09112  |
| TEACO | 64,56±29,83                 | 55,12±33,20                    | 97,08±39,95           | 6,9745 | 0,03058* |

Nota. Md = Média; DP = Desvio-padrão; FV = Fluência Verbal; TTa = Teste Trilhas parte A; TTb = Teste das Trilhas parte B; TTb-a = Teste das Trilhas diferença entre partes B e A; PS = Procurar Símbolos; COD = Códigos; THAc = Teste Hayling Acertos; THPa = Teste Hayling parte A; THPb = Teste Hayling parte B; THb-a = Teste Hayling diferença entre partes B e A; TEACO = Teste de Atenção Concentrada. \*  $p < 0,05$ .

A Tabela 3 mostra a análise estatística realizada somente entre os dois grupos clínicos, DM2 compensados e DM2 descompensados. O Teste Mann-Whitney evidenciou

diferenças estatisticamente significantes somente no Teste Hayling parte A (THPA).

Tabela 3. *Comparação entre Grupos Clínicos Diabetes Mellitus Compensados e Diabetes Mellitus Descompensados, em relação aos testes de avaliação da Flexibilidade Cognitiva, Velocidade de Processamento e Atenção Concentrada*

|       | DM Compensados<br>(Mdd) | DM Descompensados<br>(Mdd) | U     | <i>p</i> |
|-------|-------------------------|----------------------------|-------|----------|
| FV    | 11,00                   | 14,50                      | 21    | 0,1489   |
| TTa   | 58,63                   | 92,83                      | 23    | 0,2110   |
| TTb   | 150,59                  | 109,43                     | 27    | 0,6338   |
| TTb-a | 92,75                   | 45,18                      | 23    | 0,3683   |
| PS    | 20,00                   | 20,50                      | 34,50 | 0,8852   |
| COD   | 37,00                   | 33,00                      | 35    | 0,9233   |
| THAc  | 26,00                   | 25,00                      | 36    | 0,9999   |
| THPa  | 20,23                   | 13,81                      | 12    | 0,0209*  |
| THPb  | 71,30                   | 70,47                      | 36    | 0,9999   |
| THb-a | 48,62                   | 56,66                      | 28    | 0,4414   |
| TEACO | 85,50                   | 47,00                      | 21,50 | 0,2701   |

Nota. Mdd = Mediana; U = Teste de Mann-Whitney; FV = Fluência Verbal; TTa = Teste Trilhas parte A; TTb = Teste das Trilhas parte B; TTb – a = Teste das Trilhas diferença entre partes B e A; OS = Procurar Símbolos; COD = Códigos; THAc = Teste Hayling Acertos; THPa = Teste Hayling parte A; THPb = Teste Hayling parte B; THb – a = Teste Hayling diferença entre partes B e A; TEACO = Teste de Atenção Concentrada. \*  $p < 0,05$ .

**Discussão**

O principal objetivo da presente pesquisa foi avaliar a atenção concentrada, a velocidade de processamento e a flexibilidade cognitiva em pacientes com DM2. Os resultados evidenciaram diferenças entre DM2 em relação ao grupo saudável na atenção concentrada e velocidade de processamento, mas não em relação a flexibilidade cognitiva. Estes achados corroboram estudos encontrados na literatura (McCrinmon, Ryan, & Frier, 2012; Lopes, Do Nascimento, Esteves, Iatchac & Argimon, 2011).

Sendo a hipoglicemia e a hiperglicemia processos fisiológicos básicos da DM2, é importante buscar compreender os fundamentos psicofisiológicos dos resultados encontrados. A atenção é uma função cognitiva complexa, abrange uma circuitaria neuronal ampla. Luria (1981) colocou como integrantes biológicos da atenção à formação reticular, a parte superior do tronco encefálico, o córtex límbico e a região frontal, sendo que os dois primeiros estariam mais ligados a autopreservação e os dois últimos a seleção de estímulos (Gonçalves & Melo, 2009). As teorias atuais vêm corroborar com a original de Luria e complementá-la, levando em conta os diferentes tipos de atenção e o papel da visão nesse processo. Descobriu-se que não somente o córtex límbico está envolvido, mas que há um sistema atencional cortical, este seria constituído pelo córtex parietal posterior e frontal anterior (Gonçalves & Melo, 2009).

É importante destacar o papel da noradrenalina no processo atencional, sendo este o neurotransmissor responsável por controlar a excitação física e mental. Sua liberação está relacionada ao estado de alerta, a atenção, ao humor, ao estresse e a consolidação da memória. A maior parte dos neurônios noradrenérgicos estão localizados no *locus ceruleus*, par de núcleos da formação reticular, localizado no mesencéfalo (Gonçalves & Melo, 2009). Este envia projeções para o córtex, tálamo, hipotálamo, cerebelo, mesencéfalo e medula espinhal (Alvarenga, 2010). Uma lesão em qualquer componente desse sistema e o funcionamento do neurotransmissor responsável pelo nível de alerta fica comprometido. O que significa dizer que, o estado agudo de hipoglicemia e crônico de hiperglicemia, poderia afetar ou até lesionar as regiões biológicas ligadas ao sistema atencional, sendo responsável por explicar o baixo desempenho de diabéticos em tarefas que demandam atenção concentrada. A hipótese de que a hipoglicemia e hiperglicemia possuem efeitos neurobiológicos envolvendo a química cerebral vem sendo discutida por vários pesquisadores (Kodi & Seaquist, 2008; Huerta, Telléz, Salinas & Díaz, 2013; McAulay, Ferguson, Deary & Frier, 2001).

Huerta, Telléz, Salinas e Díaz (2013) afirmam que estados crônicos de hiperglicemia provocam efeitos bioquímicos tóxicos que aumentam a acumulação de resíduos produzidos pela glicose e elevam a chance de dano isquêmico com comprometimento da atenção e da velocidade de processamento. Domingues e Conceição (2010) sugerem que a hiperglicemia crônica dá origem a produtos do metabolismo glicosilado que danificam o sistema vascular, além de conduzir a produção aumentada de proteína beta-amiloide. Tais proteínas são características da Doença de Alzheimer, ao

formarem placas tornam-se muito prejudiciais ao sistema nervoso, podendo interferir nas sinapses.

McAulay, Ferguson, Deary e Frier (2001) salientaram que a hipoglicemia aguda, além de gerar o surgimento de complicações microvasculares a longo prazo, também afeta a atenção e a velocidade de processamento, e não somente em pacientes diabéticos. Sobre essa questão, Kodi e Seaquist (2008) utilizando experimentos com modelos animais, observaram que cobaias submetidas a uma hipoglicemia aguda durante quase uma hora, apresentaram necrose neural acompanhada de falha de energia neuronal. Atestou-se que o córtex, gânglios basais e hipocampo foram os mais afetados pela hipoglicemia. Corroborando, portanto, com a hipótese de que a atenção seria uma das mais prejudicadas pela falta do controle de açúcar no sangue, visto que dois dos componentes do sistema noradrenérgico foram atingidos, o hipocampo e o córtex. Kodi e Seaquist (2008) afirmam que, após vários testes experimentais com modelos animais, atestou-se que a alta taxa de variação entre níveis muito altos e muitos baixos de glicose pode piorar o funcionamento dos neurotransmissores.

Cosway, Strachan, Dougall, Frier e Deary (2001) realizaram um estudo comparando um grupo de diabéticos sem complicações, ou seja, compensados, com um grupo controle a fim de verificar a existência ou não de um comprometimento cognitivo. Diferentes dos resultados obtidos na presente pesquisa, os resultados observados naquele estudo demonstraram que não existiram diferenças significativas entre os dois grupos. No entanto, foram encontradas associações entre o tempo de convivência com o diabetes e um declínio da memória verbal, validando estudos anteriores que sugeriam a associação entre tempo de diabetes e um declínio cognitivo (Cosway, Strachan, Dougall, Frier & Deary, 2001).

Algumas limitações e sugestões da presente pesquisa podem ser destacadas, visando principalmente estudos futuros. Apesar de não apresentar diferença significativa em alguns testes é importante considerar que o grupo saudável tinha escolaridade média de três anos a mais que os grupos clínicos, que pode ser um viés não controlada. Além disso, o grupo saudável foi recrutado quase que exclusivamente na Universidade Aberta da Maturidade, o que pode significar que são um grupo mais ativo intelectualmente. Futuras pesquisas também devem recrutar pacientes com DM2 em outros contextos, além do ambiente hospitalar público, tais como: associações e clínicas endocrinológicas, aumentando a representatividade da população com diabetes. A outra limitação refere-se aos instrumentos utilizados para avaliar as funções cognitivas, pois a complexidade das funções analisadas envolvem múltiplos fatores. Outros estudos são necessários, utilizando diferentes instrumentos para a avaliação da flexibilidade cognitiva, velocidade de processamento e, em especial, da atenção, abrangendo não somente a atenção concentrada, mas todas as suas categorias. Por fim, o modo de estudo transversal não é o ideal para este tipo de pesquisa. O estudo longitudinal, acompanhando os voluntários diabéticos durante seu tratamento e crises glicêmicas seria mais adequado.

Apesar de tais limitações, é importante considerar os resultados obtidos. O descontrole glicêmico possui influência sobre as funções cognitivas, sobretudo na atenção concentrada e na velocidade de processamento. Este estudo salienta da importância do monitoramento cognitivo para resguardar a saúde do DM2 e para a prevenção de doenças neurodegenerativas.

### Considerações finais

O objetivo da presente pesquisa foi avaliar a atenção concentrada, a velocidade de processamento e a flexibilidade cognitiva em pacientes com DM2. Os resultados evidenciaram diferenças entre DM2 em relação ao grupo saudável na atenção. Esta observação corrobora pesquisas atuais, evidenciando que pacientes diabéticos possuem certo nível comprometimento de algumas funções cognitivas em relação a uma população saudável. O monitoramento cognitivo é importante para a manutenção da saúde do diabético e auxilia na prevenção de doenças neurodegenerativas.

### Referências

- Alzheimer's Association (2015). *Viagem ao cérebro: mais sobre as placas*. Recuperado em 25 de julho de 2015, de [http://www.alz.org/brain\\_portuguese/11.asp](http://www.alz.org/brain_portuguese/11.asp).
- Almeida, O. P. (1998). Mini mental state examination and the diagnosis of dementia in Brazil. *Arquivos de Neuropsiquiatria*, 56(3B), 605-612. <http://dx.doi.org/10.1590/S0004-282X1998000400014>.
- Alvarenga, G. (2010). Noradrenalina, serotonina e dopamina. Recuperado em 1 de agosto de 2015, de <http://www.galenoalvarenga.com.br/publicacoes-livros-online/o-poder-das-emocoes/noradrenalina-dopamina-e-serotonina>.
- Bertolucci, P. H. F., Brucki S. M. D., Campacci S. R. & Juliano, Y. (1994). O mini-exame do estado mental em uma população geral: impacto da escolaridade. *Arquivos de Neuropsiquiatria*, 52(1) 1-7. <http://dx.doi.org/10.1590/S0004-282X1994000100001>.
- Berg, E. V. D., Dekker, J. M., Nijpels, G., Kessels R. P. C., Kappelle, L. J., Haan, E. H. F., Heine, R. J., Stehouwer, C. D. A. & Biessels, G. J. (2008). Cognitive Functioning in Elderly Persons with Type 2 Diabetes and Metabolic Syndrome: the Hoorn Study. *Dementia and Geriatric Cognitive Disorders*, 26, 261-269. <https://doi.org/10.1159/000160959>.
- Brucki, S. M. E., Malheiros, S. M. F., Okamoto, I. H. & Bertolucci, P. H. F. (1997). Dados normativos para o teste de fluência verbal categoria animais em nosso meio. *Dementia & Neuropsychologia*, 3(1), 56-61. <http://dx.doi.org/10.1590/S0004282X1997000100009>.
- Brucki, S. M., Nitrini, R., Caramelli, P., Bertolucci, P. H., Ivan, H. & Okamoto, I. H. (2003) Suggestions for utilization of the mini-mental state examination in Brazil. *Arquivos de Neuropsiquiatria*, 61(3-B), 777-781. <http://dx.doi.org/10.1590/S0004-282X2003000500014>.
- Carvalho, J. C. N., Cardoso, C. O., Cotrena, C., Bakos, D. G. S., Kristensen, C. H. & Fonseca, R. P. (2012). Tomada de decisão e outras funções executivas: um estudo correlacional. *Ciências & Cognição*, 17(1), 94-104. Recuperado em 1 agosto de 2015, de <http://www.cienciasecognicao.org/revista/index.php/cec/article/view/764>.
- Champe, P. C., Ferrier, D. R., Harvey, R. A. (2005) Efeitos Metabólicos da insulina e do glucagon. In: Champe, P. C., Ferrier, D. R., Harvey, R. A., *Bioquímica Ilustrada*. (3ª ed., pp. 305-318). Porto Alegre: Artmed.
- Cosway, R., Strachan, M. W. J., Dougall, A., Frier, B. M. & Deary, L. J. (2001). Cognitive function and information processing in type 2 diabetes. *Diabetic Medicine*, 18, 803-810. <http://dx.doi.org/10.1046/j.1464-5491.2001.00577.x>.
- De Paula, J. J., Silva, K. K. M., Fuentes, D. & Malloy-Diniz, L. F. (2013). Funções Executivas e Envelhecimento. In L. F. Malloy-Diniz, D. Fuentes & R. M. Conenza (Eds.). *Neuropsicologia do Envelhecimento: uma abordagem multidimensional*. (1ª ed., pp. 226-239). Porto Alegre: Artmed.
- Domingues, N. J. F. S. & Conceição, L. (2010). Avaliação cognitiva em idosos com doença metabólica crônica. Dissertação de mestrado não-publicada. Faculdade de Medicina da Universidade de Coimbra, Coimbra, Portugal.
- Fedalto, A. L. T. (2012). Avaliação neuropsicológica da memória episódica e das funções executivas no *Diabetes Mellitus Tipo 2 (DM2)*. Dissertação de mestrado não-publicada. Universidade Federal do Paraná, Curitiba, Paraná, Brasil.
- Fonseca, R. P., Oliveira, C., Gindri, G., Zimmermann, N., & Reppold, C. (2010). Teste Hayling: um instrumento de avaliação de componentes das funções executivas. In C. Hutz (Ed.), *Avaliação psicológica e neuropsicológica de crianças e adolescentes* (pp. 337-364). São Paulo: Casa do Psicólogo.
- Gibson, G. E., Hirsch, J. A., Cirio, R. T., Jordan, B. D., Fonzetti, P. & Elder, J. (2013). Abnormal thiamine-dependent processes in Alzheimer's Disease. Lessons from diabetes. *Molecular and Cellular Neuroscience*, 55, 17-25. <https://doi.org/10.1016/j.mcn.2012.09.001>.
- Gindri, G., Zibetti, M. R. & Fonseca, R. P. (2008) Funções executivas pós-lesão de hemisfério direito: estudo comparativo e frequência de deficits. *Psico*, 39(3), 282-291. Recuperado em 1 de agosto de 2015, de <http://revistaseletronicas.pucrio.br/fo/ojs/index.php/revistapsico/article/view/3901/3371>.
- Gonçalves, L. A. & Melo, S. R. (2009) A base biológica da atenção. *Arquivos de Ciências da Saúde da Unipar*,

- 13(1), 67-71. Recuperado em 1 de agosto de 2015, de <http://www.revistas.unipar.br/saude/article/view/2800>.
- Hamdan, A. C. & Hamdan, E. M. L.R. (2009). Effects of age and education level on the Trail Making Test in A healthy Brazilian sample. *Psychology & Neuroscience*, 2(2), 199–203. <https://doi.org/10.3922/j.psns.2009.2.012>.
- Huerta, K. C., Téllez, G. Y., Salinas, C. A. A. & Díaz, J. M. M. (2013). Funcionamiento cognoscitivo en la diabetes tipo 2: una revisión. *Salud Mental*, 36(2), 167-175. <https://doi.org/10.17711/SM.0185-3325.2013.020>.
- Kodi, C. T. & Seaquist, E. R. (2008) Cognitive dysfunction and Diabetes Mellitus. *Endocr. Rev.*, 29(4), 494-511. <https://doi.org/10.1210/er.2007-0034>.
- Laks, J., Batista, E. M., Guilherme, E. R., Contino, A. L., Faria, M. E., Figueira, I. & Engelhardt, E. (2003). Mini-mental state examination in community-dwelling elderly: preliminary data from Santo Antonio de Padua, Rio de Janeiro, Brazil. *Arquivos de Neuropsiquiatria*, 61(3B), 782-785. <http://dx.doi.org/10.1590/S0004-282X2003000500015>.
- Lezak, M. D., Howieson, D. B. & Loring, D. W. (2004). *Neuropsychological assessment* (4th ed.). New York: Oxford University Press.
- Lopes, R. M. F., Wendt, G. W., Rathke, S. M., Senden, D. A., Silva, R. B. F. & Argimon, I. I. L. (2012). Reflexões teóricas e práticas sobre a interpretação da Escala de Inteligência Wechsler para Adultos. *Acta colombiana de Psicología*, 15(2), 109-118. Recuperado em 1 de agosto de 2015, de <http://www.scielo.org.co/pdf/acpv/v15n2/v15n2a11.pdf>.
- Lopes, R. M. F., Nascimento, R. F. L., Esteves, C. S., Iatchac, F. O. & Argimon, I. I. L. (2011). Cognição e Diabetes Mellitus tipo 2 em idosos. *Ciências & Cognição*, 16(3), 95-108. Recuperado em 1 de agosto de 2015, de <http://www.cienciasecognicao.org/revista/index.php/cec/article/view/725/509>.
- Lopes, R. M. F. & Argimon, I. L. (2010). Idosos com diabetes mellitus tipo 2 e o desempenho cognitivo no teste Wisconsin de classificação de cartas (WCST). *Universitas Psychologica*, 9(3), 697-713. Recuperado em 1 de agosto de 2015, de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=64716836007>.
- Lopes, R. M. F., & Argimon, I. I. de L. (2016). El entrenamiento cognitivo en los ancianos y efectos en las funciones ejecutivas. *Acta Colombiana de Psicología*, 19(2), 159–176. <https://doi.org/10.14718/ACP.2016.19.2.8>
- Lopes, R. M. F., Do Nascimento, R. F. L., Wendt, G. W., & De Lima Argimon, I. I. (2013). A diabetes mellitus causa deterioro cognitivo em idosos? Um estudo de revisão. *Avances En Psicología Latinoamericana*, 31(1), 131–139. Recuperado em 1 de agosto de 2015, de <http://www.scielo.org.co/pdf/apl/v31n1/v31n1a11.pdf>.
- Lourenço, R. A. & Veras, R. P. (2006). Mini-Mental State Examination: psychometric characteristics in elderly outpatients. *Revista de Saúde Pública*, 40(4), 712 - 719. <http://dx.doi.org/10.1590/S0034-89102006000500023>.
- Luria, A. R. (1981). *Fundamentos de neuropsicologia*. São Paulo: EDUSP.
- Malloy-Diniz, L. F., Sedo, M., Fuentes, D. & Leite, W. B. (2008). Neuropsicología das funções ejecutivas. In: D. Fuentes, L. F. Malloy-Diniz, C. H. P. Camargo & R. M. Cosenza (Eds.), *Neuropsicologia: teoria e prática* (pp. 187-206). Porto Alegre: Artmed.
- McAulay, V., Ferguson, S. C., Deary, I. J., Ferguson, S. C. & Frier, B. M. (2001) Acute hypoglycemia in humans causes attentional dysfunction while nonverbal intelligence is preserved. *Diabetes Care*. 24(10), 1745-1750. <http://dx.doi.org/10.2337/diacare.24.10.1745>.
- McCrimmon, R. J., Ryan, C. M. & Frier, B. M. (2012). Diabetes and cognitive dysfunction. *The Lancet*, 379(9833), 2291–2299. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(12\)60360-2](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(12)60360-2).
- Montiel, A. G. S. & Capovilla, F. C. (2006). Teste de Trilhas – Partes A e B. In A. G. S. Capovilla (Ed.), *Teoria e pesquisa em avaliação neuropsicológica* (pp. 109-114). São Paulo: Memnon.
- Nitrini, R., Lefèvre, B. H., Mathias, S. C., Caramelli, P., Carrilho, P. E. M., Sauaia, N., Massad, E., Takiguti, C., Silva 10, Porto, C. S., Magila, M. C. & Scaff, M. (1994). Testes neuropsicológicos de aplicação simples para o diagnóstico de demência. *Arquivos de Neuropsiquiatria*, 52(4), 457-465. <http://dx.doi.org/10.1590/S0004-282X1994000400001>.
- Soares, V. L. D., Soares, C. D. & Caixeta, L. (2012). Métodos de avaliação neuropsicológica no diagnóstico da Doença de Alzheimer. In L. Caixeta (Ed.). *Doença de Alzheimer* (pp. 175-188). Porto Alegre: Artmed.
- Sociedade Brasileira de Diabetes [SBD] (2006). *Tratamento e acompanhamento do Diabetes Mellitus*. São Paulo: AC Farmacêutica. <https://doi.org/10.1007/s13398-014-0173-7.2>.
- Primi, R. (2003). Inteligência: Avanço nos Modelos Teóricos e nos Instrumentos de Medida. *Avaliação Psicológica*, 1(1), 67-77. Recuperado em 1 de agosto de 2015, de [http://pepsic.bvsalud.org/scielo.php?pid=S1677-04712003000100008&script=sci\\_arttext](http://pepsic.bvsalud.org/scielo.php?pid=S1677-04712003000100008&script=sci_arttext).
- R Core Team (2013). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. Recuperado em 1 de agosto de 2015, de <http://www.Rproject.org/>.
- Rueda, F. J. M. (2010). Relação entre os testes de atenção concentrada (TEACO-FF) e de atenção dividida (AD). *Psicol. Argum*, 28(62), 225-234. Recuperado em 1 de agosto de 2015, de



<http://www2.pucpr.br/reol/pb/index.php/pa?dd1=3724&dd99=view&dd98=pb>.

World Health Organization [WHO] (2012). *World Health Statistics 2012*. Recuperado em 12 de maio de 2014,

de [http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/44844/1/9789241564441\\_eng.pdf](http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/44844/1/9789241564441_eng.pdf)