

Tarefa N-Back Auditiva: Desempenho entre Diferentes Grupos Etários

Auditory N-Back Task: Different Age Groups Performance

Tatiana De Nardi*, Breno Sanvicente-Vieira, Mirella Prando,
Lilian Milnitsky Stein, Rochele Paz Fonseca & Rodrigo Grassi-Oliveira
Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, Brasil

Resumo

Um dos instrumentos mais utilizados internacionalmente para avaliação da Memória de Trabalho (MT) é a Tarefa N-back Auditiva. Recursos para avaliação desse sistema são escassos no Brasil. O presente estudo objetiva observar o desempenho da Tarefa N-back Auditiva em indivíduos de diferentes faixas etárias: 27 crianças, 22 pré-adolescentes, 26 adultos e 27 idosos. Os resultados mostram que o grupo etário influencia no desempenho da Tarefa N-back Auditiva. A acurácia foi aumentando na transição da infância para a pré-adolescência e seguiu em crescimento até a adultez. Observou-se um declínio no desempenho de idosos. Os dados da Tarefa N-back Auditiva corroboram a trajetória desenvolvimental, sugerindo que essa tarefa possa ser utilizada no contexto experimental. Pesquisas de normatização contribuirão para melhor compreensão dessa tarefa.

Palavras-chave: Memória de Trabalho, memória operacional, Tarefa N-Back Auditiva, desenvolvimento cognitivo.

Abstract

One of the most internationally used instruments for evaluation of Working Memory (WM) is the Auditory N-Back Task. In Brazil, resources to evaluate this system are scarce. The aim of this study is to investigate the performance of different age subjects in auditory n-back tasks. We divided the 102 subjects in four groups: 27 children, 22 adolescents, 26 young adults and 27 older adults. The results demonstrate an age-related difference in the n-back task performance. The accuracy increased in the transition from childhood to adolescence and kept growing from adolescence to adulthood. We also found a decrease in the performance of aged subjects. The Auditory N-Back Task results are in agreement with WM development trajectory, and so, it demonstrates to be an adjusted instrument to evaluate this system in experimental setting.

Keywords: Working memory, Auditory N-Back Task, cognitive development.

A ideia da memória de curto prazo funcionar como uma memória de trabalho foi proposta por Atkinson e Shiffrin, em 1968 e incentivou uma série de investigações sobre um sistema capaz de armazenar e manipular informações em um curto período de tempo (Baddeley, 2009). Atualmente, diversos estudos se dedicam a compreender o funcionamento desse sistema conhecido como Memória de Trabalho (MT). Tendo em vista sua complexidade, a MT é teoricamente conceituada de diversas maneiras: (a) como um sistema de capacidade limitada que temporariamente armazena e manipula informações dando suporte a processos de pensamentos complexos promovendo uma interface entre a percepção, a memória de longo prazo e

o comportamento (Baddeley, 2003); (b) como o tipo de memória que é ativado e somente relevante em um pequeno período de tempo (Fuster, 1995) e mais especificamente (c) como um processo no qual o estímulo a ser lembrado é mantido online para guiar o comportamento na ausência de pistas (Goldman-Rakic, 1996). Afirma-se na literatura seu papel fundamental no desenvolvimento e realização de comportamentos complexos como aquisição da linguagem (Baddeley, Gathercole, & Papagno, 1998) e habilidades fluídas (Salthouse & Pink, 2008). Apesar da falta de uma definição precisa, é alta a concordância de que a MT é um conjunto de processos e um componente integral de muitas operações cognitivas, desde uma complexa tomada de decisão até a capacidade de atenção seletiva (Baddeley, 1998).

Em um contexto experimental, diversas tarefas são utilizadas para a avaliação da MT, porém um paradigma vem recebendo bastante atenção na literatura, seja pela sua consistência de resultados, seja pela sua relativa facilidade de aplicação. Esse paradigma é conhecido como Tarefa N-back.

* Endereço para correspondência: Faculdade de Psicologia, Programa de Pós-Graduação em Psicologia – Cognição Humana, Grupo de Pesquisa em Neurociência Cognitiva do Desenvolvimento, Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Avenida Ipiranga, 6681, Partenon, Porto Alegre, RS, Brasil 90619-900. E-mail: tatydenardi@yahoo.com.br

Apoio em forma de bolsas da *Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES)*.

A Tarefa N-back foi originalmente descrita por Kirchner, em 1958. Na época, era usada como medida de processos de recuperação geral. Mais recentemente, foi sendo utilizada para avaliação da MT em diversos contextos, inclusive em estudos que comparam populações de diferentes faixas etárias (Nyberg, Dahlin, Stigsdotter, & Bäckman, 2008).

Nessa, o participante é exposto a uma sequência de estímulos após ser instruído a identificar o estímulo apresentado uma (1-back), duas (2-back), três (3-back), etc, posições anteriores a cada novo estímulo (Dobbs & Rule, 1989). Por exemplo, se o participante for instruído a identificar o estímulo, dentro da condição 2-back, para a sequência abacate, uva, pêra, melancia, pêssego, morango, o mesmo deveria identificar “abacate” como o estímulo apresentado duas posições anteriores a “pêra”. Da mesma forma, identificar “uva” como o estímulo 2-back de “melancia” e assim por diante. Portanto, essa atividade requer monitoramento *on-line*, atualização e manipulação de informações, solicitando processos cognitivos complexos da MT (Owen, Mcmillan, Laird, & Bullmore, 2005).

A tarefa N-back é encontrada na literatura tanto na forma verbal (Dobbs & Rule, 1989; Gonçalves & Mansur, 2009) quanto na forma visual (Nyberg et al., 2008) e a partir de diferentes tipos de estímulos: imagens e faces (Brahambhatt, McAuley, & Barch, 2008), palavras (Gonçalves & Mansur, 2009) ou números (Dobbs & Rule, 1989; Nebes et al., 2000). Tal tarefa tem sido utilizada por sua sensibilidade para a mensuração da MT, com diferentes objetivos de diagnóstico funcional, em várias populações neurológicas e psiquiátricas, como Síndrome de Asperger (Cui, Gao, Chen, Zou, & Wang, 2010), autismo (Koshino et al., 2005), depressão (Nebes et al., 2000) e na Doença de Alzheimer (Waltz et al., 2004).

Os resultados dessa tarefa são analisados de diferentes formas: por meio de desenhos de análises paramétricas que comparam os níveis 1-back, 2-back e 3-back (Dobbs & Rule, 1989), por meio do somatório de acertos em todos os níveis, assumindo um valor único como medida de MT (Nebes et al., 2000), ou, ainda, pela análise do índice de acurácia e o tempo de reação (Miller, Price, Okun, Montijo, & Bowers, 2009). Algumas investigações sugerem seguir em níveis além do 3-back (Nebes et al., 2000). Entretanto, essa postura é criticada, uma vez que se sabe que a capacidade reduz drasticamente após o nível de 3-back, independente da idade e escolaridade do indivíduo (Callicott et al., 1999). Alguns estudos incluem ainda uma condição controle 0-back, na qual o participante apenas responde o que acaba de ser dito. Apesar de não requer a manipulação de informações na MT, ela serve de treino e oferece um dado sobre o armazenamento de curto prazo (Owen et al., 2005).

A tarefa chamada N-back Auditiva foi adaptada a partir de estudos que utilizavam esse paradigma na avaliação da MT (Dobbs & Rule, 1989; Nebes et al., 2000). Trata-se de uma tarefa na qual os participantes escutam uma sequência de números, apresentados um por segun-

do. Enquanto escutam cada número, têm de dizer o que ocorreu “N” (1-back; 2-back; 3-back, etc) posições atrás na série, por recuperação livre e sem pistas.

A tarefa N-back Auditiva tem como vantagem o uso de estímulos numéricos. Atividades com números podem ser reproduzidas em diferentes populações e possibilitam comparações transculturais, demandando predominantemente adaptação das instruções verbais. Sabe-se ainda que estímulos numéricos são facilmente reconhecidos por crianças, adultos e idosos, e sofrem menor influência da escolaridade.

Uma diferença entre as tarefas N-back apresentadas na literatura diz respeito ao tipo de recuperação de memória utilizada: reconhecimento ou recordação livre. Segundo Shelton, Elliott, Hill, Calamia e Gouvier (2009), estudos observaram correlação positiva entre a versão N-back de recordação livre e outros instrumentos que avaliavam MT, tais como os subtestes do índice fatorial memória operacional das Escalas Wechsler de Inteligência para Adultos – WAIS-III. O mesmo não ocorreu em outro estudo que utilizou a versão N-back por reconhecimento (Kane et al., 2004), sugerindo que a primeira é mais confiável para avaliar esse sistema.

Contudo, é relevante mencionar que a validade dessa tarefa como medida de MT é questionada por alguns autores (Kane et al., 2004; Jaeggi, Buschkuhl, Perrig, & Meier, 2010; Miller et al., 2009). Por exemplo, Miller e colaboradores (2009) sugerem que a tarefa N-back não é uma medida puramente de MT, podendo envolver outro processo, especialmente a velocidade do processamento da informação. Outros estudos revelam que esta tarefa solicitaria outras capacidades, como a inteligência fluída (Jaeggi, Studer-Luethi, et al., 2010). Miller e colaboradores (2009) compararam o desempenho de indivíduos na tarefa dígitos inverso, clássica tarefa de MT, e na tarefa N-back, não encontrando correlação entre estas. No entanto, a tarefa N-back se correlacionou com uma tarefa de velocidade do processamento da informação (*Trail Making Test A*). Contudo, os próprios autores comentam que uma limitação deste estudo foi comparar a versão visual da tarefa com um teste neuropsicológico clínico auditivo, fator que pode ter influenciado no resultado encontrado. Os autores afirmam, ainda, que seria interessante a aplicação de um teste de MT visual, como o *Span* espacial da WMS-R, para se fazer uma investigação mais adequada (Miller et al., 2009).

Por outro lado, Shelton e colaboradores (2009) afirmam que as características da tarefa N-back são potencialmente boas como medida de MT e encontraram em seu estudo uma convergência entre a tarefa N-back e outros instrumentos utilizados no contexto clínico, como a tarefa Sequência de Números e Letras, Aritmética e *Span* de dígitos (Shelton et al., 2009). Miller e colaboradores (2009), apesar de não concordarem com o uso da tarefa N-back no contexto clínico, comentam que ela foi a única das atividades de seu experimento capaz de identificar diferenças cognitivas entre idosos com doença de parkin-

son e indivíduos controles. Assim, esta tarefa se prestaria para uso em contexto experimental.

No que tange a investigações desenvolvimentais sobre o papel da idade no processamento na MT, observa-se que esta habilidade está em pleno desenvolvimento ao longo da infância (Gathercole, Pickering, Ambridge, & Wearing, 2004). Estudos que se dedicam a comparar o desempenho de adolescentes e de adultos em tarefas da MT apontam diferenças significativas, sugerindo que o substrato neural relacionado à MT ainda está em desenvolvimento na adolescência (Brahmbhatt et al., 2008), alcançando seu ápice por volta dos 20 anos de idade (Gathercole et al., 2004). Embora a MT seja uma das últimas habilidades a se consolidar, pesquisas mostram que esta é também das primeiras a apresentar déficits, sendo observados prejuízos na maior parte das avaliações que comparam idosos e adultos jovens (Borella, Carratti, & De Beni, 2008). Surpreendentemente ainda há poucos estudos que utilizam a Tarefa N-Back Auditiva para compreensão do desenvolvimento da MT (Dobbs & Rule, 1989; Koshino et al., 2005; Nyberg et al., 2008).

Uma vez que a MT é uma função cognitiva complexa e composta de vários componentes, tarefas bem estruturadas e rigorosamente adaptadas são fundamentais para um entendimento mais aprofundado sobre as especificidades de seu funcionamento. No Brasil, há um estudo de adaptação da Tarefa N-back realizado por Gonçalves e Mansur (2009), o qual utiliza palavras como estímulos.

Neste sentido, a tarefa N-back se constitui em um paradigma experimental extensamente utilizado sendo citado em mais de 400 artigos científicos na base de dados MedLine. O presente trabalho visa observar o desempenho de quatro grupos etários do Sul do Brasil: crianças, pré-adolescentes, adultos e idosos na versão adaptada da Tarefa N-back Auditiva, analisando-se comparativamente os dados.

Método

Este é um estudo transversal de delineamento quase-experimental de comparação entre grupos previamente estabelecidos, tendo como variável independente a faixa etária em quatro níveis: criança, pré-adolescentes, adultos e idosos, e variável dependente o desempenho na Tarefa N-back Auditiva.

Participantes

A tarefa N-back auditiva foi aplicada individualmente em 102 participantes: 27 crianças ($M=7,3$; $DP=0,44$), 22 pré-adolescentes ($M=10,6$; $DP=1,05$), 26 adultos ($M=28,4$; $DP=9,9$) e 27 idosos ($M=69,9$ anos; $DP=5,3$) de classes econômicas B ou C segundo a Associação Brasileira de Empresas de Pesquisa (ABEP, 2008). Os participantes incluídos nesse estudo eram alfabetizados e não tinham queixas quanto a dificuldades neurológicas, psiquiátricas ou psicológicas, sensoriais e de aprendizagem. Os adultos e os idosos não apresentavam diferenças

quanto à escolaridade ($M=13,1$; $DP=4,4$). As crianças e os pré-adolescentes estavam matriculados regularmente em escolas e tinham como fator de inclusão o histórico negativo de repetência escolar.

Procedimentos e Instrumentos

A participação dos indivíduos foi voluntária e anônima, a partir da assinatura de um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido. No caso das crianças e dos pré-adolescentes, esse documento foi assinado pelos pais ou responsáveis.

Na aplicação em crianças e pré-adolescentes, os pais ou responsáveis preencheram um questionário de dados sociodemográficos, condições de saúde e culturais para a caracterização da amostra e verificação dos critérios de inclusão. Por meio deste questionário, avaliaram-se aspectos socioculturais a partir de informações referentes à situação socioeconômica, profissão/ocupação, antecedentes médicos (aspectos de saúde geral), de desenvolvimento e histórico de escolarização das crianças.

As crianças e pré-adolescentes foram avaliadas individualmente na própria escola por um investigador devidamente treinado. O professor respondeu o Questionário Abreviado de Conners (Barbosa & Gouveia, 1993), adaptado da versão inglesa revisada por Conners (Goyette, Conners, & Ulrich 1978), além de um panorama descritivo do desempenho da criança em sala de aula. Após a realização de um breve *rapport* com a criança, o investigador administrou os instrumentos que compunham a bateria de testes determinada para os fins de outras pesquisas realizadas pelo grupo, dentre eles, foi administrada a Tarefa N-back Auditiva.

No caso dos adultos, buscou-se incluir indivíduos de diferentes faixas etárias sendo, para o recrutamento, divulgada a pesquisa através de cartazes em universidades e centros de saúde. Inicialmente foram apresentados os objetivos da pesquisa e assinado o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido. Em seguida, realizou-se uma entrevista estruturada de dados sociodemográficos e condições de saúde e culturais, cujo objetivo era investigar aspectos socioculturais a partir de informações ocupacionais, desenvolvimentais, de escolaridade, culturais e sobre condições de saúde passada e atual. Por fim, aplicou-se a Tarefa N-back auditiva.

Os idosos, todos usuários de um centro ambulatorial de saúde de Porto Alegre, foram recrutados a partir das informações sócio-demográficas e de saúde coletadas para fins de inclusão de idosos sem transtornos psiquiátricos ou físicos graves. Estes apenas realizaram a tarefa após a assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido e da realização do instrumento Mini Exame do Estado Mental (MEEM) para fins de exclusão de possível quadro demencial. Apenas foram incluídos aqueles que apresentaram desempenho superior a 24 pontos (Folstein, Folstein, & McHugh, 1975).

Os idosos realizaram a mesma entrevista de dados sociodemográficos e de condições de saúde utilizada para os adultos.

Para todos os participantes a Tarefa N-back auditiva foi administrada na seguinte ordem: (1) 0-back, instrução e apresentação dos estímulos nas sequências A e B; (2) 1-back, instrução e apresentação dos estímulos nas sequências A e B; e (3) 2-back, instrução e apresentação dos estímulos nas sequências A e B.

Frente às diferentes posições na literatura quanto a considerar ou não 0-back (Owen et al., 2005) optou-se por manter a seqüência controle 0-back, usada com o papel de linha de base atencional e de armazenamento de curto prazo, assim como para treinamento. Em seguida, realizaram-se as seqüências de 1, 2 e 3-back. Optou-se por

avaliar até o nível 3-back, uma vez que os estudos internacionais mostram que os idosos tendem a apresentar uma queda importante já a partir do nível 2-back (Nyberg et al., 2008). Cada vez que se mudava a categoria (0, 1, 2 ou 3-back), o participante era instruído de forma padronizada, utilizando-se cartelas com exemplos visuais do procedimento, para auxiliar na compreensão. Cada categoria continha duas seqüências de números randomizados a partir da tabela de números aleatórios (Kantowitz, Roediger III, & Elmes, 2006). Alguns exemplos do protocolo de aplicação encontram-se no Anexo A.

Na Figura 1 se apresenta a instrução em cada nível:

Condição	Instrução	Modelo visual apresentado
0-back	“Eu direi um número e você terá que repeti-lo imediatamente depois. Por exemplo: se eu disser 7 você deve dizer 7, se eu disser 1 você deve dizer 1, e assim seguimos a tarefa.”	Figura 2a
1-back	Agora será um pouco diferente. Quando eu disser um número, você deve dizer o número que eu falei imediatamente antes. Por exemplo (mostrar modelo visual), seu eu falar a série de dígitos “3, 2, 9, 4, 2...”, você deverá falar imediatamente após o primeiro dígito, no caso “3”, a palavra “nenhum”. Em seguida, após ouvir “2”, deverá dizer “3”, exatamente o dígito anterior. Na seqüência, portanto, após ouvir “9”, deverá dizer “2”, após ouvir “4” deverá dizer “9” e assim por diante”. “Logo após o “3”, você deve dizer “nenhum”, porque não tinha nenhum número antes, certo? Vamos tentar seguir, eu falo “2” e você deve dizer...”	Figura 2b e Figura 2c
2-back	“Agora será diferente novamente. Você deve responder o número que eu disse duas casas antes (mostrar o modelo visual); Vamos fazer um treino.” “Você deve dizer nenhum após os dois primeiros números. Após o terceiro número então você repetirá o número que eu te falei duas casas atrás”. “Vamos treinar mais um pouco. Lembre-se que você deverá responder o número que eu disse duas casas antes.” “Alguma dúvida? Ao final eu avisarei ‘acabou.’ Pronto? Podemos começar?”	Figura 2d e Figura 2e
3-back	“Vamos continuar a tarefa, mas agora você deverá responder o número que eu disse três casas antes.” “Vamos treinar novamente”. (mostrar o modelo visual).	Figura 2f e Figura 2g

Figura 1. Instrução em cada nível.

Portanto, o 1-back e as demais condições aqui utilizadas, 2-back e 3-back, demandam dos participantes a retenção dos números em sua memória, mantendo a ordem da série de números e organizando-se para evocar o item apropriado conforme a solicitação. O máximo de acertos possíveis em cada série é 10, havendo duas seqüências para cada uma das quatro condições (Nebes et al., 2000).

Análise de Dados

A análise estatística foi realizada no programa SPSS for Windows 16.0. Para avaliação das diferenças entre os níveis (1, 2 e 3) do teste N-back foi realizada análise MANCOVA com a variável idade como covariante em cada

nível. Para a análise de comparação de desempenho entre grupos utilizou-se uma MANOVA com fatores independentes e com testes de análise *post-hoc* Tukey (HSD).

Resultados

Em um primeiro momento, os dados dos 102 participantes foram analisados para avaliação com comportamento de cada nível da Tarefa N-back auditiva. A Figura 3 apresenta as médias marginais estimadas da amostra total em cada condição N-Back, considerando-se escore máximo 20 (soma da possibilidade de 10 acertos em cada seqüência).



Figura 2. Modelos visuais apresentados durante a aplicação como recurso de compreensão da tarefa.

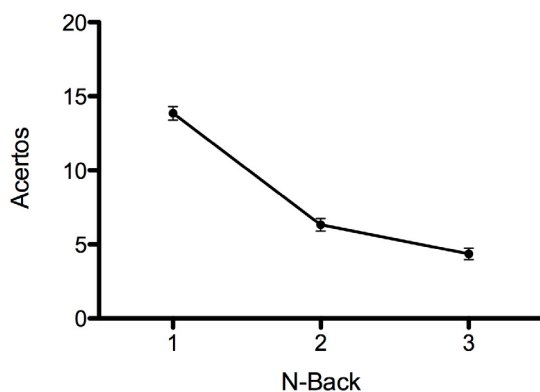


Figura 3. Médias estimadas da amostra total de participantes nas três condições N-Back.

Existe diferença significativa ($p \leq 0,001$) entre as médias dos participantes na comparação entre os níveis da tarefa N-back, independente da idade. A análise multivariada (*Pillai-s trace*) mostrou, ainda, que existe uma redução da média de desempenho significativa entre os níveis da tarefa, sendo os desempenhos decrescentes na seguinte ordem: 1-back \rightarrow 2-back \rightarrow 3-back; [$F(2,99) = 230,4, p=0,000$].

Em seguida, investigaram-se as diferenças no desempenho de acordo com a faixa etária do participante. Na Tabela 1, apresentam-se os dados descritivos dos 102 participantes por grupo etário: crianças, adolescentes, adultos e idosos.

Tabela 1
Médias de Idade dos Participantes

Grupo	N	M	DP
Crianças	27	7,26	0,447
Pré-adolescentes	22	10,59	1,054
Adultos	26	28,42	9,924
Idosos	27	69,85	5,347
Total	102	29,94	26,029

Nota. Legenda: N: Número de participantes; M: média dos participantes e DP: desvio-padrão.

A pontuação dos escores de cada participante foi obtida a partir da soma dos itens corretos até o primeiro erro das duas seqüências (A e B) de cada nível (1-back, 2-back e 3-back). Em seguida, calcularam-se as médias de escores de cada grupo etário por nível do N-back, as quais foram comparadas a partir da análise multivariada de fatores independentes (MANOVA). A Figura 4 apresenta as diferenças das médias dos quatro grupos nos três níveis da Tarefa N-back.

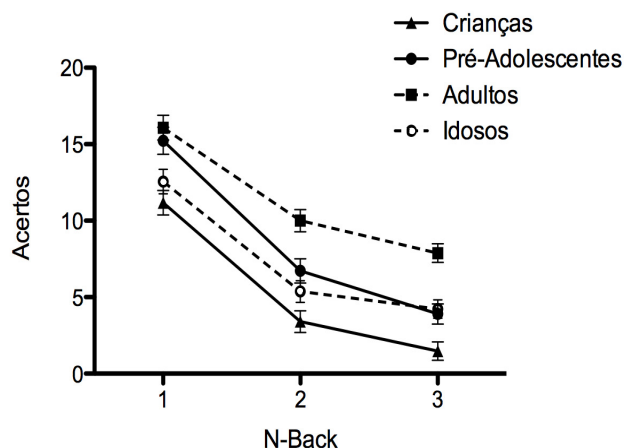


Figura 4. Médias estimadas dos quatro grupos etários na tarefa N-Back auditiva.

Nota. Legenda: os números mostram as médias de cada grupo nos diferentes níveis da tarefa N-back auditiva.

Os dados da Figura 4, analisados por comparações múltiplas pelo teste de Tukey HSD, mostram no nível 1-back que os adultos e pré-adolescentes não apresentaram resultados distintos ($p=0,56$), enquanto o grupo das crianças e dos idosos apresentaram resultados inferiores aos dos demais grupos etários. Os dados do desempenho das crianças mostra diferença significativamente em relação ao dos adultos ($p\leq 0,001$) e dos pré-adolescentes ($p=0,006$). O desempenho das crianças e dos idosos não se mostrou diferente nesse nível ($p=-0,621$). Os idosos diferiram também de forma significativa dos adultos ($p=0,002$), porém o mesmo não foi observado em relação aos pré-adolescentes ($p=0,120$).

No nível 2-back, os adultos mantiveram o maior desempenho, diferenciando-se significativamente de todos os grupos (crianças e idosos $p\leq 0,001$), inclusive dos pré-adolescentes ($p=0,016$). Esse último grupo não se distinguiu dos idosos. Os idosos, por sua vez, obtiveram

desempenho aparentemente intermediário entre crianças ($p=0,218$) e pré-adolescentes, não diferindo de nenhum desses grupos de forma significativa. Enfim, as crianças parecem ser o grupo que apresentou maior dificuldade, estando suas médias abaixo dos três outros grupos etários.

Destaca-se ainda mais o desempenho dos adultos no nível 3-back. Esses apresentaram resultados significativamente superiores aos demais participantes ($p\leq 0,001$). As crianças, por sua vez, seguiram com desempenho inferior, porém nesse último nível os resultados se afastaram de forma significativa inclusive dos idosos ($p=0,01$). Os grupos de pré-adolescentes e de idosos não foram diferentes neste nível ($p=985$), evidenciando um especial decréscimo ao longo da tarefa no desempenho dos pré-adolescentes com relação à condição anterior.

A Tabela 2 apresenta a média das somas de acertos nas duas sequências de cada nível por grupo etário e a soma total dessas médias.

Tabela 2
Médias de Acertos e Erros de acordo com Grupo Etário

Grupo	1-back	2-back	3-back	Total
Crianças	11,19 ±0,8	3,41 ±0,71	1,48 ±0,6	16,08 ±2,1
Pré-adolescentes	15,23 ±0,88	6,73 ±0,79	3,91 ±0,66	25,87 ±2
Adultos	16,81 ±0,81	10 ±0,72	7,89 ±0,61	34,7 ±2,2
Idosos	12,56 ±0,80	5,37 ±0,71	4,22 ±0,6	22,15 ±2,1

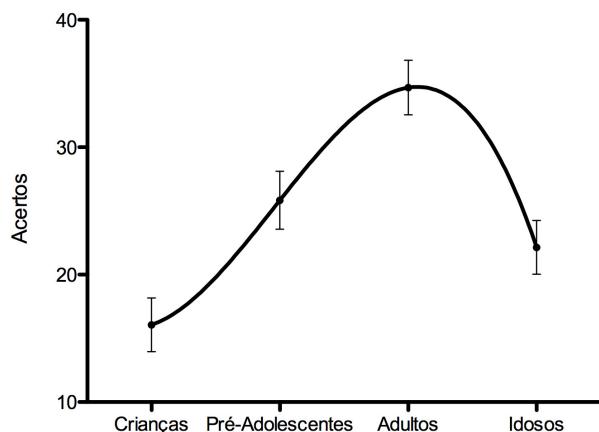


Figura 5. Curva de interpolação (LaGrande): compara o total das médias de acertos da soma dos três níveis da tarefa N-back auditiva de cada faixa etária.

Na Figura 5 se apresenta a curva de interpolação (LaGrande) a qual compara o total das médias de acertos dos três níveis da Tarefa N-back auditiva de cada faixa etária. Os grupos etários foram codificados como 1=crianças; 2=pré-adolescentes; 3=adultos e 4=idosos.

A curva de interpolação LaGrande da Figura 5 mostra que o desempenho dos participantes na Tarefa N-back

auditiva delinea um “U” invertido. Apresenta um crescimento da infância para pré-adolescência e da pré-adolescência para a idade adulta. Alcança um ponto máximo nessa fase e então diminui na faixa etária de 60 anos em diante.

Discussão

A Tarefa N-back auditiva é um instrumento que vem sendo internacionalmente utilizado para avaliação da MT (Dobbs & Rule, 1989; Nebes et al., 2000). Nesta tarefa o avaliando deve armazenar um estímulo enquanto manipula outro (responde o número que foi dito anteriormente), sendo ambos estímulos verbais.

Neste estudo, investigou-se o desempenho na tarefa N-back auditiva de grupos de diferentes faixas etárias, observando-se uma diminuição na acurácia da tarefa N-back auditiva quanto maior o número de estímulos armazenados e manipulados, independente do grupo etário. Uma vez que a MT é um sistema de capacidade limitada (Baddeley, 2003), era esperado que os participantes tivessem mais dificuldade na medida em que aumentasse o “N”, sendo o nível 3-back, o de pior desempenho em qualquer idade. Isso foi confirmado, sugerindo que a tarefa apresenta resultados confiáveis de medida da capacidade

da MT por ter discriminado grupos etários quanto ao seu desempenho neste importante componente cognitivo.

Como esperado, os resultados dos participantes mostram que o grupo etário influencia no desempenho da Tarefa N-back auditiva. A acurácia foi aumentando na transição da infância para a adolescência e seguiu em crescimento até a idade adulta. Dados de diversas pesquisas corroboram ser a idade adulta, por volta dos 20 anos, o ápice da capacidade da MT (Gathercole et al., 2004). Isso se deve ao fato do desenvolvimento dos substratos cerebrais associados a essa capacidade estar ocorrendo ao longo da infância (De Bellis et al., 2002) e adolescência até início da fase adulta (Brahmbhatt et al., 2008; Klingberg, 2008). Segundo, Gathercole e colaboradores (2004), apesar da estrutura modular básica, necessária para o funcionamento da MT estar pronta aos seis anos de idade, cada componente estará expandindo sua capacidade funcional durante a pré-escola até a adolescência. Alterações neurais como a mielinização dos axônios dos neurônios no lobo pré-frontal se estendem até aproximadamente os 20 anos (Castellanos et al., 2002; De Bellis et al., 2002). Salienta-se que a mielinização dos axônios e a remodelação sináptica são fatores cruciais para o aumento da conectividade entre os neurônios. Investigações correlacionam o aumento quantitativo da capacidade de MT entre a infância e a adolescência com a maior conectividade decorrente da mielinização dos axônios especialmente no lobo frontal esquerdo, corpo caloso e entre as áreas superiores frontais e parietais (Klingberg, 2008).

Já no envelhecimento é tradicionalmente observado déficits na capacidade da MT (Borella et al., 2008; Nebes et al., 2000). Esse dado é confirmado nesse estudo, através da Tarefa N-back auditiva. Observou-se que em todos os níveis o desempenho dos idosos foi significativamente inferior ao dos adultos. Estudos utilizando neuroimagem referem uma redução na ativação pré-frontal dorsolateral e do lobo parietal, especialmente com o aumento da complexidade da tarefa (Nyberg et al., 2008). Nos dados da Tarefa N-back auditiva evidencia-se que o desempenho dos idosos foi diminuindo ao longo da sua execução, reduzindo de forma significativa do nível 1-back para o 2-back, enquanto desse para o 3-back a diferença foi menor. Investigações sustentam esse dado como decorrente da diminuição na quantidade de estímulos possíveis de serem armazenados e manipulados pelos idosos. Esses ativam as regiões cerebrais até atingirem o ponto máximo dessa capacidade; após, ocorre uma saturação, como um platô (Nyberg et al., 2008).

Apesar de a literatura evidenciar baixa especificidade da tarefa quanto à função cognitiva medida (Miller et al., 2009), os dados mostrados neste estudo evidenciam que a tarefa se comporta conforme o ciclo desenvolvimental da MT. Tendo em vista as demandas de pesquisa na área da psicologia por instrumentos adaptados para nossa população, mais estudos que investiguem o desempenho da população brasileira em tarefas neuropsicológicas inter-

nacionalmente reconhecidas e populares por sua acurácia experimental como a Tarefa N-back auditiva são de fundamental relevância. Pesquisas com fins de normatização dessa tarefa devem ser desenvolvidas, uma vez que o presente estudo demonstra seu uso em um contexto experimental.

Referências

- Associação Brasileira de Empresas de Pesquisa. (2008). *Critério de Classificação Econômica Brasil*. Retrieved from <http://www.abep.org/novo/FileGenerate.ashx?id=257>
- Atkinson, R. C., & Shiffrin, R. M. (1968). Human memory: A proposed system and its control processes. In K. W. Spence & J. T. Spence (Eds.), *The Psychology of Learning and Motivation: Advances in research and theory* (Vol. 2, pp. 89-195). New York: Academic Press.
- Baddeley, A. D. (1998). The central executive: A concept and some misconceptions. *Journal of the International Neuropsychological Society*, 4, 523-526.
- Baddeley, A. (2003). Working memory looking back and looking forwards: Review. *Neuroscience*, 4, 829-839.
- Baddeley, A. (2009). Working memory. In A. Baddeley, M. Anderson, & M. Eysenck, *Memory*. Hove, AL: Psychology Press.
- Baddeley, A. D., Gathercole, S. E., & Papagno, C. (1998). The phonological loop as a language learning device. *Psychological Review*, 105, 158-173.
- Barbosa, G. A., & Gouveia, V. V. (1993). O fator hiperatividade do Questionário de Conners: Validade conceitual e normas diagnósticas. *Temas*, 23(46), 188-202.
- Borella, E., Carretti, B., & De Beni, R. (2008). Working memory and inhibition across the adult life-span. *Acta Psychologica*, 28, 33-44.
- Brahmbhatt, S. B., MacAuley, T., & Barch, D. (2008). Functional developmental similarities and differences in the neural correlates of verbal and nonverbal working memory tasks. *Neuropsychologia*, 46(4), 1020-1031.
- Castellanos, F. X., Lee, P. P., Sharp, N., Jeffries, O., Greenstein, L., & Clasen, S. (2002). Developmental trajectories of brain volume abnormalities in children and adolescents with attention-deficit/hyperactivity disorder. *JAMA*, 288, 1740-1748.
- Callicott, J. H., Mattay, V. S., Bertolino, A., Finn, K., Coppola, R., Frank, J. A., et al. (1999). Physiological characteristics of capacity constraints in working memory: Two tasks simultaneously or successively. *Cerebral Cortex*, 13, 329-339.
- Cui, J., Gao, D., Chen, Y., Zou, X., & Wang, Y. (2010). Working memory in early-school-age children with Asperger's syndrome. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 8, 958-967.
- De Bellis, M. D., Keshavan, M., Beers, S., Hall, J., Frustaci, K., & Masalehdan, A. (2002). Sex differences in brain maturation during childhood and adolescence. *Cerebral Cortex*, 11, 552-557.
- Dobbs, A. R., & Rule, B. G. (1989). Adult age differences in working memory. *Psychology and Aging*, 4, 500-503.
- Folstein, M. F., Folstein, S. E., & McHugh, P. R. (1975). "Mini-Mental State": A practical method for grading the cognitive state of patients for clinician. *Journal of Psychiatric Research*, 12, 189-198.
- Fuster, J. M. (1995). *Memory in the cerebral cortex: An empirical approach to neural networks in the human and nonhuman primate brain*. Cambridge, MA: MIT Press.

- Goldman-Rakic, P. (1996). The prefrontal landscape: Implications of functional architecture for understanding human mentation and the central executive. *Philosophical Transactions of The Royal Society B: Biological Sciences*, 351, 1445-1453.
- Gonçalves, V. T., & Mansur, L. (2009). N-back auditory test performance in normal individuals. *Dementia & Neuropsychologia*, 3(2), 114-117.
- Goyette, C., Conners, C. K., & Ulrich, R. (1978). Normative data on Revised Conners Parent and Teacher Rating Scales. *Journal of Abnormal Child Psychology*, 6(2), 221-236.
- Gathercole, S. E., Pickering, S., Ambridge, A., & Wearing, H. (2004). The structure of working memory from 4 to 15 years of age. *Developmental Psychology*, 40(2), 177-190.
- Jaeggi, S. M., Buschkuhl, M., Perrig, W. J., & Meier, B. (2010). The concurrent validity of the N-back task as a working memory measure. *Memory*, 18(4), 394-412. doi: 921420785.
- Jaeggi, S. M., Studer-Luethi, B., Buschkuhl, M., Su, Y. F., Jonides, J., & Perrig, W. (2010). The relationship between n-back performance and matrix reasoning- Implications for training and transfer. *Intelligence*, 1-11.
- Kantowitz, B. H., Roediger, H. L., III, & Elmes, D. G. (2006). *Psicologia Experimental: Psicologia para compreender pesquisa em Psicologia*. São Paulo, SP: Thomson.
- Kane, M. J., Hambrick, D. Z., Tuholski, S. W., Wilhelm, O., Payne, T., & Engle, R. W. (2004). The generality of working memory capacity: A latent variable approach to verbal and visuospatial memory span and reasoning ability. *Journal of Experimental Psychology: General*, 133, 189-217.
- Kirchner, W. K. (1958). Age differences in short-term retention of rapidly changing information. *Journal of Experimental Psychology*, 55(4), 352-358.
- Klingberg, T. (2008). White matter maturation and cognitive development during childhood. In C. A. Nelson & M. Luciana (Eds.), *Handbook of Developmental Cognitive Neuroscience* (2nd ed., pp. 237-244). Cambridge, MA: MIT Press Books.
- Koshino, H., Carpenter, P., Minshew, N., Cherkassky, V., Keller, T., & Just, M. (2005). Functional connectivity in an fMRI working memory task in high-functioning autism. *NeuroImage*, 24, 810-821.
- Miller, K. M., Price, C. C., Okun, M. S., Montijo, H., & Bowers, D. (2009). Is the n-back task a clinically useful measure for assessing working memory in Parkinson's disease? *Archives of Clinical Neuropsychology*, 24(7), 145-153.
- Nebes, R. D., Butters, M. A., Mulsant, B. H., Pollock, B. G., Zmuda, M. G., Houck, P. R. E., et al. (2000). Decreased working memory and processing speed mediate cognitive impairment in geriatric depression. *Psychological Medicine*, 30, 679-691.
- Nyberg, L., Dahlin, E., Stigsdotter, A., & Bäckman, L. (2008). Neural correlates of variable working memory load across adult age and skill: Dissociative patterns within the frontoparietal network. *Scandinavian Journal of Psychology*, 50(1), 41-46.
- Owen, A. M., Mcmillan, K. M., Laird, A. R., & Bullmore, E. (2005). N-back working memory paradigm: A meta-analysis of Normative Functional Neuroimaging Studies. *Human Brain Mapping*, 25, 46-59.
- Salthouse, T. A., & Pink, J. E. (2008). Why is working memory related to fluid intelligence? *Psychonomic Bulletin & Review*, 15, 364-371.
- Shelton, J. T., Elliott, E. M., Hill, B. D., Calamia, M. R., & Gouvier, D. (2009). A comparison of laboratory and clinical working memory tests and their prediction of fluid intelligence. *Intelligence*, 37, 283-293.
- Waltz, J. A., Knowlton, K. J., McPherson, S., Masterman, D., Back-Madruga, C., & Miller, B. L. (2004). Relational integration and executive function in Alzheimer's Disease. *Neuropsychology*, 18(2), 296-305.

Recebido: 11/04/2011
1ª revisão: 25/08/2011
2ª revisão: 19/01/2012
Aceite final: 19/01/2012

Anexo A

Tarefa N-Back Auditiva

Tarefas 0-back

Questão	0	7	4	1	9	8	5	3	2	6
Resposta	0	7	4	1	9	8	5	3	2	6
R incorreta										

Span = _____
 Nº Acertos TOTAL = _____
 Escore de Erros para Recuperação (EERec) = _____

Tarefas 1-back

Questão	9	1	8	7	2	5	6	4	0	3	9
Resposta	N	9	1	8	7	2	5	6	4	0	3
R. Incorreta											

Span = _____
 Nº Acertos TOTAL = _____
 Escore de Erros para Recuperação (EERec) = _____

Tarefas 2-back

Questão	6	3	1	4	0	5	2	7	8	9	3	5
Resposta	N	N	6	3	1	4	0	5	2	7	8	9
R. incorreta												

Span = _____
 Nº Acertos TOTAL = _____
 Escore de Erros para Recuperação (EERec) = _____

Tarefas 3-back

Questão	6	2	1	5	3	4	8	9	7	0	4	5	3
Resposta	N	N	N	6	2	1	5	3	4	8	9	7	0
R incorreta													

Span = _____
 Nº Acertos TOTAL = _____
 Escore de Erros para Recuperação (EERec) = _____