

Universidade Federal do Rio Grande do Sul
Instituto de Psicologia
Especialização em Neuropsicologia

CLÉBER A.L.FAGUNDES

Componente P300 em tarefas de memória declarativa: uma revisão sistemática

Porto Alegre

2015

Componente P300 em tarefas de memória declarativa: uma revisão sistemática

Cléber A.L.Fagundes

Monografia apresentada como exigência parcial do Curso de Especialização em Neuropsicologia – Ênfase em Neurociência Cognitiva – sob orientação da Prof. Dr. Gustavo Gauer

**Universidade Federal do Rio Grande do Sul
Instituto de Psicologia
Porto Alegre, Fevereiro/2015**

Sumário

RESUMO.....	6
ABSTRACT.....	7
CAPÍTULO I.....	7
INTRODUÇÃO.....	7
1.1 POTENCIAIS RELACIONADOS A EVENTOS.....	8
1.2 TAREFAS COGNITIVAS NO ESTUDO DA MEMÓRIA.....	9
1.3 PARADIGMAS USADOS EM ESTUDOS EM ELETROFISIOLOGIA DA MEMÓRIA.....	10
CAPÍTULO II.....	11
OBJETIVO.....	11
MÉTODO.....	11
RESULTADOS.....	12
CAPÍTULO III.....	19
DISCUSSÃO.....	19
CAPÍTULO IV.....	21
CONCLUSÃO.....	21
REFERÊNCIAS.....	22

Lista de Tabelas

Tabela 1: Resumo dos resultados dos artigos que avaliaram a memória e reconhecimento de estímulos relacionados ao componente P300.

Tabela 2: Distribuição do tamanho das amostras

Tabela 3: Distribuição dos tipos de tarefas empregadas nos experimentos

Tabela 4: Número de condições experimentais dos experimentos

Tabela 5: Distribuição espacial das amplitudes

RESUMO

Os Potenciais Relacionados a Eventos (PREs) são sinais psicofisiológicos presentes no eletroencefalograma (EEG), obtidos como registros de respostas endógenas a estímulos sensoriais ou correlatos de processos cognitivos. Os PREs são identificados através da mudança do sinal do EEG quando um estímulo é apresentado ou quando se responde a uma tarefa. O objetivo desta monografia foi revisar a literatura a fim de levantar as diferentes tarefas de memória declarativa que apresentam como efeito o componente de PREs P300. Para isso, foi realizada uma revisão sistemática de artigos empíricos indexados em periódicos científicos em língua portuguesa e inglesa, sobre o componente P300. Trata-se de um potencial identificado em correlação com diferentes efeitos, tais como distintividade de estímulos e detecção de erro. Se buscou identificar o emprego das diferentes tarefas utilizadas em conjunto com essa técnica, além de avaliar a qualidade dos estudos e a consistência dos efeitos cognitivos e comportamentais correlatos ao P300.

Palavras-chaves: Potenciais Relacionados a Eventos. P300. Memória declarativa. Eletroencefalografia. Revisão sistemática.

ABSTRACT

Event-related potentials (ERP) are psychophysiological signals present in the electroencephalogram (EEG), obtained as records of endogenous responses to sensory stimuli or correlate to cognitive processes. They may be identified on the EEG as a signal change when a stimulus is presented or when a response is emitted by the subject. The objective of this monograph was to review the literature in order to raise the different declarative memory tasks that have the effect of component P300 ERPs. For this, a systematic review of empirical articles investigating the P300 component, indexed in major scientific journals in Portuguese and English languages was carried out, which is a cognitive potential identified in correlation with different effects, such as distinctiveness of stimuli and error detection. We sought to identify the use of different tasks used in conjunction with this technique, and to evaluate the quality of studies and consistency of cognitive and behavioral effects related to the P300.

Keywords: Event-Related Potentials. P300. Declarative Memory. EEG. Systematic Review.

CAPÍTULO I

INTRODUÇÃO

1.1 POTENCIAIS RELACIONADOS A EVENTOS

A revolução cognitiva permitiu aos pesquisadores da mente em psicologia e neurociências um entendimento da cognição como um conjunto de processos que inicia na detecção dos sinais sensoriais e chega a processos de verificação de hipóteses que dependem de experiências passadas e de estados motivacionais e emocionais. Tais processos não estão dissociados da arquitetura neurofuncional do cérebro, pelo contrário, acontecem em relação com substrato anatômico e processos fisiológicos (Baars, 1986).

Berger foi o primeiro a sugerir que as flutuações periódicas do EEG humano estariam associadas aos processos mentais tais como memória, consciência e o estado arousal (Pizzagalli, 2007). Em 1924, este médico de origem germânica, diplomado pela Universidade de Jena, na Alemanha em 1897, gravou o primeiro eletroencefalograma humano. Tão logo que obteve seu diploma de medicina, se juntou à clínica psiquiátrica universitária dirigida por Otto Binswanger, permanecendo nesta mesma clínica até a sua aposentadoria, em 1938. Nessa mesma clínica tornou-se diretor e foi também professor de neurologia e psiquiatria na Universidade de Jena em 1919. Em seus primeiros trabalhos Berger tinha a esperança de descobrir a base fisiológica dos fenômenos psíquicos (Haas, 2003).

A relação entre estados de consciência, processos cognitivos e medidas eletrofisiológicas foi uma das hipóteses precursoras do entendimento das bases neurofisiológicas da cognição. Os Potenciais Relacionados a Eventos (PREs) são considerados fenômenos relacionados ao processamento da informação tais como atenção, linguagem e memória. Os primeiros fundamentos dos estudos do componente P300 foram feitos através de tarefas através do paradigma oddball, no qual era manipulado um estímulo para averiguação de quanto os padrões elétricos cerebrais variavam frente àquelas condições (Polich, 2010).

A correlação entre processos cognitivos e eletrofisiológicos pode ser evidenciada através da relação que existe entre a amplitude e a latência das ondas eletrofisiológicas e a força e duração da atividade de uma população neural. Os diferentes padrões da atividade neural são identificáveis

como indicadores de processos cognitivos na medida em que se registra sua sincronização com efeitos de tarefas cognitivas observáveis nas respostas comportamentais (Callaway 2012).

Os PREs estão divididos em três modalidades e são utilizados para diferentes finalidades, desde a verificação da estimulação de receptores somatossensoriais até processos motores e cognitivos além de haver distinção entre potenciais endógenos e exógenos. Os potenciais evocados somatossensitivos (PESS) avaliam a transmissão nervosa dos impulsos através da estimulação de receptores sensoriais de nervos periféricos ou centrais. Os potenciais evocados visuais (PEV) e auditivos (PEA) estão mais relacionados com as habilidades cognitivas.

1.2 TAREFAS COGNITIVAS NO ESTUDO DA MEMÓRIA

Os paradigmas clássicos no estudo experimental da memória consistem na apresentação de itens que devem ser estudados pelo participante. Posteriormente é apresentada uma tarefa tipicamente de reconhecimento ou evocação no caso de memória declarativa.

Em estudos de eletrofisiologia da memória, durante a tarefa o EEG é registrado conjuntamente com o tempo da apresentação de cada item e da resposta comportamental. A separação de períodos entre estímulo e resposta, com as respectivas deflexões no EEG, permite a amostragem de potenciais relacionados a eventos propriamente ditos.

Posteriormente, a memória para esses itens é testada por reconhecimento ou evocação. O EEG amostrado em estudo é, então, usado para formar duas classes de PREs, associadas, respectivamente, com os itens recuperados com e sem êxito. Estes PREs podem ser inspecionados através das diferenças entre os itens, comparando os que foram codificados de forma mais eficaz do que outros (Rugg, 1995).

A diferenciação dos processos de codificação e evocação da memória fortaleceu a ideia de que a memória é composta por diferentes sistemas (Baddeley, 2011). Presumindo-se que a informação, primeiramente, necessitaria passar por um sistema de curta duração para depois ser registrada no sistema de longa duração, o modelo recebeu o nome de modelo modal.

A ideia de que a memória é uma faculdade que se divide em mais de um sistema já é bastante antiga, sendo identificadas expressões em escritos de autores, tais como, psicólogos e filósofos do século retrasado (Squire, 2004). Conforme os experimentos avançavam o foco de interesse mudava para o estudo com animais e pacientes amnésicos, no caso dos estudos com animais o foco era dado para distinção entre reconhecimento e associação, contextos de recuperação

e hábito. Nesse momento surge o consenso entre os pesquisadores da época que o hipocampo e suas estruturas estariam relacionadas a um determinado tipo de memória.

A utilização dos potenciais evocados para o estudo dos diferentes tipos de memória é um tema bastante abordado, esse método já se consolidou como uma importante técnica para o entendimento do processamento memória. Entender melhor como funciona a memória humana tem sido tema central para, pelo menos, três disciplinas: biologia, psicologia e filosofia, desde dois séculos atrás (Squire, 2011). Contudo, atualmente há uma convergência de diversas disciplinas que somam esforços e tecnologias para a exploração dos múltiplos mecanismos dos sistemas de memória.

A possibilidade de comparar sistematicamente esses diferentes estudos, que exploramos diferentes tipos de memória, e reconhecermos diferentes padrões possibilitará a convergência desses diversos saberes sobre os fenômenos da memória, tanto nos seus aspectos biológicos como nos psicológicos.

1.3 PARADIGMAS USADOS EM ESTUDOS EM ELETROFISIOLOGIA DA MEMÓRIA

Atualmente, os potenciais evocados relacionados a eventos são utilizados em diferentes tarefas para a identificação dos tipos de memória, onde se evidenciam diferentes tipos de deflexões em diferentes regiões do cérebro conforme o tipo de tarefa empregada. Jaeger (2010) relata que a ciência cognitiva atual conta com o estudo dos potenciais para compreender as dissociações entre memória implícita e explícita, denominado Modelo de Duplo Processo, além do estudo da detecção de sinal que procurar descrever o processo da memória de reconhecimento.

O paradigma *oddball* fundamentou o estudo da evocação na memória, memória de curto prazo e evocação de palavras, uma lista de palavras eram apresentadas e na sequência os PREs eram registrados. Com a nova adaptação do paradigma *oddball* começaram a surgir novos estudos através dos experimentos que iam desde a codificação da memória, utilizando-se a variação de um mesmo estímulo para ver a facilitação da codificação, até estratégias de evocação através do reconhecimento de itens depois de memorizá-los, evidenciando diferentes mecanismos de processamento através do P300, mostrando uma correlação entre amplitude do componente de PRE e a atividade neural relacionada ao registro do estímulo.

Muitas outras tarefas, também, são empregadas para avaliação da memória, relacionadas aos potenciais relacionados a eventos. O *N-back* é um paradigma utilizado na avaliação da memória de trabalho, onde itens são apresentados (por exemplo, cartas) um a um e os participantes devem

identificar cada item que se repete em relação ao item que ocorreu (n) antes de seu início. Essa tarefa avalia a capacidade do indivíduo manter um monitoramento online, atualização (*updating*) e manipulação de informações.

Outro paradigma bastante utilizado é o Sternberg, onde são apresentados uma sequência de estímulos, que depois de um intervalo (*delay*) devem ser recuperados. Há um estímulo-sonda que deve ser identificado frente a distratores e indicar se estava na lista de estímulos estudados anteriormente.

A utilização dos potenciais evocados para o estudo dos diferentes tipos de memória é um tema bastante abordado, esse método já se consolidou como uma importante técnica para o entendimento do processamento memória. Entender melhor como funciona a memória humana tem sido tema central para, pelo menos, três disciplinas: biologia, psicologia e filosofia, desde dois séculos atrás (Squire, 2011). Contudo, atualmente há uma convergência de diversas disciplinas que somam esforços e tecnologias para a exploração dos múltiplos mecanismos dos sistemas de memória.

A possibilidade de comparar sistematicamente esses diferentes estudos, que exploramos diferentes tipos de memória, e reconhecermos diferentes padrões possibilitará a convergência desses diversos saberes sobre os fenômenos da memória, tanto nos seus aspectos biológicos como nos psicológicos.

CAPÍTULO II

OBJETIVO

O presente estudo buscou identificar, através de uma revisão sistemática, quais as tarefas cognitivas relacionadas a memória têm apresentado efeitos consistentes em correlação com o PRE P300. O P300 é um potencial evocado de longa latência que ocorre por volta de 300 msec após a apresentação do estímulo, com uma voltagem positiva e amplitude de 5 a 20 μ v. Os primeiros estudos do componente P300 foram feitos através de tarefas através do paradigma oddball, no qual era manipulado um estímulo para averiguação de quanto os padrões elétricos cerebrais variavam frente àquelas condições (Sutton, 1979; Bashore & van der Molen, 1991).

MÉTODO

Para o estudo foram realizadas buscas de artigos empíricos publicados nos últimos 15 anos no PUBMED e Web of Science. As buscas utilizaram as seguintes palavras-chave e expressões: “P300 AND memory” e “P300 AND recognition”. Foram incluídos somente artigos escritos na língua inglesa, devido ao número reduzido escritos em português. Todos os artigos analisados eram empíricos experimentais realizados com participantes humanos adultos, em que tarefas cognitivas relacionadas à memória declarativa tenham sido correlacionadas ao componente P300. Os artigos foram lidos e classificados em tabelas que incluíam pelo menos os seguintes itens: tamanho de amostra; população (geral, clínica neurológica); paradigma utilizado; características do P300 encontrado (regiões encefálicas, tempo médio, tamanho do efeito, magnitude da diferença de voltagem quando o efeito do P300 for comparado a outras condições, etc.)

A busca foi realizada em duas etapas. Primeiramente foram selecionados todos os artigos que continham os descritores acima, resultando num total de 36 artigos, e em seguida foram excluídas as pesquisas através dos critérios a seguir: (a) presença de doenças psiquiátricas presentes no grupo controle ou grupo de estudo, (b) tarefas cognitivas que utilizaram, unicamente, o estímulo auditivo e (c) estudos em que o objetivo principal não era a análise do componente P300 relacionado a tarefas cognitivas. Desses 36 artigos selecionados foram excluídos 23 artigos por não preencherem os critérios utilizados.

RESULTADOS

Conforme os critérios utilizados 13 artigos foram analisados e classificados a partir das seguintes categorias: (a) tamanho da amostra, (b) faixa etária, (c) quadro neurológico, (d) categoria da tarefa cognitiva relacionada ao P300, (e) tipo de estímulo utilizado, (f) quantidade de itens utilizados na lista de estudo, (g) quantidade de itens na lista de teste, (h) a presença de resposta binária, (i) tipos de resposta, (j) quantas condições experimentais, (k) quais condições experimentais, (l) canais analisados com o P300, (m) a presença de lateralidade do P300, (n) P300, posterior ou anterior, (o) intervalo de milissegundos do P300, (p) a diferença da magnitude da voltagem do P300 e (q) a diferença estatística significativa a que nível (r).

Tabela 1.

Resumo dos resultados dos artigos que avaliaram a memória e reconhecimento de estímulos relacionados ao componente P300.

Artigo	Tarefa	Amostra	Canais
<p>1. Pratt, N., Willoughby, A., and Swick, D. (2011). Effects of working memory load on visual selective attention: behavioral and electrophysiological evidence. <i>Frontiers in Human Neuroscience</i>. June 2011 , Volume 5, Article 57 .</p>	Tarefa de evocação de Sternberg	16	Fz, FCz, Cz, CPz, Pz, Poz
<p>2. Lavoie, M.,and O'Connor,K.(2013).Effect of emotional valence onepisodic memory stages as indexed by event-related potentials. <i>World Journal of Neuroscience</i>, 2013, 3, 250-262</p>	Fotos com conteúdo emocional (IAPS)	20	F7, F3, FT7, FC3, T3,C3,F8, F4, FT8, FC4, T4, C4,TP7, CP3, T5, P3, O1, TP8, CP4, T6, P4, O2
<p>3. Christie GJ, Cook CM, Ward BJ, Tata MS, Sutherland J, et al. (2013) Mental Rotational Ability Is Correlated with Spatial but Not Verbal Working Memory Performance and P300 Amplitude in Males. <i>PLoS ONE</i> 8(2): e57390. doi:10.1371/journal.pone.0057390</p>	Tarefa de Rotação Mental (MRT)	60	Não há especificação de sitios, mas de regiões amplas (posterior/ant erior)
<p>4. Parra, M.,Ascencio, L., Urquina, H., Manes, F.,and Ibáñez, A. (2012) P300 and neuropsychological assessment in mild cognitive impairment and Alzheimer dementia. <i>December 2012 ,Volume 3, Article 172.</i></p>	Odd-ball	30	Fz and PZ

<p>5. Arnone, B., Pompili, A., Tavares C.M., Gasbarri, A. (2011) Sex-related memory recall and talkativeness for emotional Stimuli .September 2011, Volume 5, Article 52.</p>	Tarefa de recuperação livre	64	Fp1/Fp2, F3/F4, C3/C4, P3/P4, O1/O2, F7/F8, T3/T4, T5/T6, Cz, Fz, Pz
<p>6. Zhao X, Zhou R, Fu L (2013) Working Memory Updating Function Training Influenced Brain Activity. PLoS ONE 8(8): e71063.doi:10.1371/journal.pone.0071063</p>	Memória de trabalho two-back (N-back)	24	PZ, P7, and P8
<p>7. Gamer, M., Berti, S.P300 amplitudes in the concealed information test are less affected by depth of processing than electrodermal Responses .November 2012 , Volume 6, Article 308.</p>	Teste de informação encoberta (CIT)	20	Pz
<p>8. Li, X., Yan, Y., and Yan, Y., and WeiIdentifying, W. (2013).Patients with Poststroke Mild Cognitive Impairment by Pattern Recognition of Working Memory Load-Related ERP. Computational and Mathematical Methods in Medicine, September 2013: 658501.</p>	N-back	26	Fp1, Fp2, F3, F4, F7, F8, Fz, C3, Cz, C4, P3, Pz, P4, O1, Oz, and O2
<p>9. Peth-Nui., T, Wattanathorn J,Muchimapura S, Tong-Un T, Piyavhatkul N,Rangseekajee P,et al. Effects of 12-Week Bacopa monnieri Consumption on Attention, Cognitive Processing, Working Memory, and Functions of</p>	Odd-ball	60	Cz

Both Cholinergic and Monoaminergic Systems in Healthy Elderly Volunteers. Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine. Vol 2012: 606424.

10. Wild-Wall, N., Falkenstein, M., & Gajewski, P. D. (2011). Age-Related Differences in Working Memory Performance in A 2-Back Task. *Frontiers in Psychology*, 2, 186. doi:10.3389/fpsyg.2011.00186

11. Peltz, C. B., Gratton, G., & Fabiani, M. (2011). Age-related changes in electrophysiological and neuropsychological indices of working memory, attention control, and cognitive flexibility. *Frontiers in psychology*, 2.

12. Portella, C., Machado, S., Arias-Carrión, O., Sack, A. T., Silva, J. G., Orsini, M., ... & Ribeiro, P. (2012). Relationship between early and late stages of information processing: an event-related potential study. *Neurology international*, 4(3).

13. Gelir, E., Başaran, C., Bayrak, S., Yağcıoğlu, S., Budak, M. T., Fırat, H., & Ungan, P. (2014). Electrophysiological Assessment of the Effects of Obstructive Sleep Apnea on Cognition. *PloS*

N-back escolha forçada de 2 alternativas	90	FC3, Fcz, FC4, C3, Cz, C4, CP3, CPz, CP4, P3, Pz, P4
N-back, Tempo de Reação	58	Fz, Cz, Pz
Odd-ball	20	Pz
N-back	30	Fz, Pz, Cz, and O1

Em relação ao ano de publicação dos artigos, podemos perceber que estão distribuídos entre os anos de 2011 a 2014, existindo uma maior concentração nos anos 2011,2012 e 2013, onde foram encontrados 4 artigos em cada respectivo ano de publicação.

O tamanho das amostras utilizadas nos artigos ficou distribuído entre os 16 e 90 participantes, 8 (61,5%) artigos ficaram mais concentrados na faixa dos 20 aos 30 participantes.Sendo a média geral de 37 participantes.

Tabela 2

Distribuição do tamanho das amostras

Tamanho das Amostras	Frequência
Intervalo Geral (16-90)	-----
< 20	7,60% (1)
20 - 30	61,50% (8)
> 30	30,70% (4)
TOTAL	100% (13)

Com relação a faixa etária dos participantes a distribuição da idade ficou entre os 18 e 74 anos, havendo uma maior concentração em torno dos 20 a 40 anos de idade.

No que diz respeito a presença de quadro neurológico, somente dois artigos (art 4, art 8) apresentaram participantes com algum tipo de comprometimento neurológico, sendo que em um dos artigos havia a presença comprometimento cognitivo leve (MCI-Mild Cognitive Impairment) no grupo de estudo, sendo o grupo controle com pessoas saudáveis.Noutro estudo havia dois tipos de quadro neurológico, além do grupo de controle saudável, (33,33%) MCI e (33,33%) AD, Alzheimer's disease .Em apenas um artigo analisado não houve relato de quadro neurológico como critério de inclusão ou exclusão.

As tarefas cognitivas relacionadas ao P300 apresentaram paradigmas clássicos em grande parte dos artigos selecionados.Houve um percentual significativo da tarefa N-back, cinco artigos (art 6, art 8, art 10,art 11, art13), 38% dos artigos utilizaram essa tarefa, seguido por Odd-ball (art 4, art 9, art 12) utilizada em três (23%) artigos.O paradigma Sternberg foi utilizado, em apenas, um (art 1) artigo (7,6%).Em outros 4 artigos (31,4%) foram utilizadas outros tipos de tarefa (art 2, art 3, art 5, art 7).

Tabela 3*Distribuição dos tipos de tarefas empregadas nos experimentos*

Tarefa	Frequência
N-back	38 % (5)
Odd-ball	23 % (3)
Sternberg	7,6% (1)
Outros	31,4% (4)
TOTAL	100% (13)

No que diz respeito ao estímulo utilizado nas tarefas em todos artigos utilizaram a forma visual, em dois artigos (art 8, art 9) houve, também, o uso de estímulo auditivo. Em alguns artigos analisados (art 4, art 10, art 12) não houve a presença de lista de estudos, pois era necessária, somente, a identificação de mudanças dos estímulos alvo. No restante dos artigos, onde havia a necessidade memorização, as listas de estudo foram divididas em blocos com estímulos alvo ou não. A quantidade de itens variou de 4 a 120 itens.

No que diz respeito a quantidade de itens da lista de teste houve, também, uma variação bastante expressiva, variando de 4 a 1.600 itens, sendo que em alguns artigos havia mais de uma tarefa cognitiva, aumentando consideravelmente a quantidade de itens. Em termos de formas de registro de respostas, a resposta binária foi um procedimento bastante utilizado, presente em 61% dos artigos analisados. Caracterizando-se pela identificação ou não dos estímulos alvo (target/non-target).

Em relação aos tipos de resposta, como a maioria dos artigos utilizou a resposta binária, a decisão da resposta acontecia entre dois itens, ou seja uma decisão binária para cada estímulo. Geralmente, utilizou-se um botão para representar cada item (right key/left key, box buttons), quando a resposta não exigia a distinção entre dois itens utilizava-se apenas uma tecla como resposta.

O número das condições experimentais variou conforme a necessidade de controle das variáveis, em alguns artigos havia até quatro condições experimentais (23,07%) “(art9...*Four domains of working memory: power of attention, continuity of attention, quality of memory, and speed of memory...*”. Contudo, de forma geral, os artigos utilizaram duas condições experimentais representando 38,4% dos treze artigos analisados. Na mesma proporção de 38,4% foram os artigos com três condições experimentais.

No que diz respeito aos tipos de condições experimentais, observou-se que dois artigos (art 2, art 13) utilizaram além das tarefas cognitivas clássicas, testes psicométricos ou neuropsicológicos

como condição de controle. As condições experimentais variaram conforme o tipo de tarefa utilizada para extração dos sinais eletrofisiológicos, em alguns experimentos havia, somente, a necessidade de recuperação da informação, enquanto em outros era necessário, além da recuperação, o reconhecimento do estímulo alvo frente a distratores.

Tabela 4

Número de condições experimentais dos experimentos

Nº de Condições	Frequência
4	23,07% (1)
3	38,40% (6)
2	38,40% (6)
TOTAL	100% (13)

No caso dos canais, os da linha média do escalpo (Fz,Pz,Cz,Oz) foram os mais frequentemente analisados, em seis artigos (46,2%) forma somente analisados os da linha média. Entretanto, outros sete artigos (53,8 %) houve a análise de outros canais (Fp1/Fp2, F3/F4, C3/ C4, P3/P4, O1/O2, F7/F8, T3/T4, T5/T6), com a finalidade de verificar os efeitos de lateralidade no que diz respeito amplitude, latência, identificação do estímulo alvo, tamanho do efeito, entre outros fatores.

Em algumas tarefas cognitivas foi possível identificar a presença de lateralidade da resposta eletrofisiológica após a apresentação do estímulo. Em dois artigos (art 2, art 10), essa lateralidade estava relacionada ao tipo de estímulo ou a tarefa empregada, onde houve o uso de material com conteúdo, predominantemente, emocional o lado esquerdo (temporo/parietal) apresentou maiores deflexões. Enquanto, as áreas frontais, à direita, apresentou deflexões no reconhecimento de estímulos (Target vs. Non-target).

A respeito da distribuição espacial das amplitudes dos ERPs houve uma preponderância das áreas posteriores (art 1, art 3, art 6, art 7), onde esses quatro artigos apresentaram unicamente regiões posteriores, outros três estudos apresentaram uma mescla de regiões anteriores e posteriores (art 2, art 4, art 10) e outros três artigos apresentaram maior ativação em regiões anteriores (art 5, art 11, art 12). Em três artigos (art 8, art 9, art 13) não houve a descrição topográfica das distribuições.

Tabela 5*Distribuição espacial das amplitudes*

Amplitudes	Frequência
Posterior	30,77% (4)
Anterior	23,07% (3)
Anterior/Posterior	23,07% (3)
Sem Topografia	23,07% (3)
TOTAL	100% (13)

Os intervalos de tempo, em que os Potenciais Relacionados a Eventos foram obtidos, variaram dentro de uma faixa de 200 a 700 ms, sendo a faixa de 300 a 450 a mais referenciada (art 5, art 8, art 9, art 10, art 13).

A magnitude da voltagem do P300, variou de voltagens negativas mínimas (-1.16 uV) a voltagens positivas máximas (22 uV).A variação de voltagem mais citada foram as voltagens positivas.

CAPÍTULO III

DISCUSSÃO

O uso dos Potenciais Relacionados a Eventos, especialmente o componente P300, é um importante recurso para a identificação de processos cognitivos tais como atenção e memória de trabalho e de sua disfunção em distúrbios neurológicos e mentais (Linden, 2005).Como observado, a utilização de tarefas cognitivas, juntamente, com medidas eletrofisiológicas possibilita um melhor entendimento do processamento cognitivo, conhecendo melhor como cada etapa do processamento acontece no cérebro. Apesar da importância desse tema, percebemos que a produção nacional, ainda é muito escassa. Dos treze artigos analisados, apenas dois artigos (art 5, art13) tiveram participação de pesquisadores brasileiros.

Em geral, a tarefa adotada nos artigos inseridos nessa revisão foram os efeitos da carga de memória de trabalho avaliados através do controle atencional, utilizando o reconhecimento de estímulos e recuperação frente a distratores, e a possível correlação com o componente P300. Exceto, alguns artigos que avaliaram outros tipos de memória, (art 2, art 7) episódica com componentes emocionais e ,(art 9) utilizou o uso de substancias relacionado ao crescimento da capacidade cognitiva medida através de testes cognitivos e P300 e os efeitos utilizou como grupo

controle sujeitos com apnéia (art 13),mas também avaliou o fator atencional da memória de trabalho, além tempo de reação na recuperação da informação.

De uma forma geral, grande parte dos artigos que utilizaram o estímulo visual nas tarefas,somente dois estudos utilizaram em conjunto os estímulos auditivos(art 8, art 9).

A lateralização do componente P300, apareceu em dois artigos. (art 2) onde esteve relacionado a discriminação de estímulos alvo na tarefa de estímulo congruente vs incongruentes, apresentando-se proeminentemente no hemisfério direito .E no artigo que diferenciou conteúdos emocionais em diferentes gêneros, sendo o esquerdo relacionado ao gênero feminino e direito masculino (art 5)

Houve uma relação bastante significativa entre memória de trabalho, no que diz respeito a atualização da memória de trabalho (updating) com uma maior amplitude do P300 na região parietal.(art 12, art 11).Foi identificado o componente P3b, relacionado com a atenção, e com a capacidade de supressão de alguns eventos e a orientação a novos eventos .Porém, em outro artigo (art1) a amplitude do P300 decresceu nas atividades de estímulos incongruentes, enquanto a memória de trabalho era mais exigida, reduzindo os recursos cognitivos de outros componentes de controle, que são utilizados para resolver os estímulos em conflito.Em outro estudo, essa mesma informação não se confirmou (art13) , onde não foi possível identificar o componente P300 significativo relacionado ao aumento da carga de memória, mas somente relacionado com a diminuição da atenção. Esses dados sugerem que o controle da atenção sobre o processamento visual é diminuído à medida que é mais exigida a memória de trabalho. Contudo, em tarefas únicas, onde não há uma demanda simultânea, existe o acréscimo do componente P300 nessas regiões.

Também em outro artigo (art 2), foi identificado o componente P300, relacionado orientação a novos eventos e a supressão de eventos passados (novo-velho).Porém, nesse estudo o componente estava mais relacionado com a percepção do desconforto.Esse resultado demonstra que essa região, também esta relacionada com a memória episódica e a monitorização dos eventos estão claramente afetadas pelo sistemas de valência e excitação, conteúdos emocionais.

Nas regiões frontais foram identificados componentes de reconhecimento do estímulo (art 11), onde o componente P3(a), esteve relacionado a parte de inicial do processamento visual de um novo evento, enquanto em outro artigo (art2) o reconhecimento foi relacionado a diferenciação de estímulos alvos e não-alvos, também presente em regiões parietais.

A latência do componente P300 foi analisada em diversos artigos dessa revisão e esteve relacionada a estímulos e funções cognitivas. Houve a identificação de latência (art12) nas funções de atualização da memória de trabalho (updating), quando há necessidade de reorganização da atenção, e esteve presente nas áreas occipitais do reconhecimento visual. Identificou-se (art8) o

aumento de latência em pacientes com acidente vascular cerebral (AVC) relacionada com dificuldade na tarefa 1-back. A latência, também, esteve relacionada (art 5) com a velocidade de processamento de estímulos emocionais. Noutro artigo, houve relação entre maior latência do componente P300 na lista de recordação de palavras em pacientes com Comprometimento Cognitivo Leve (MCI), e foi indicado como uma importante variável para o diagnóstico precoce de pacientes com Alzheimer (DA).

Frente a todas as variáveis descritas nesta revisão, destaca-se a importância do componente P300 para a compreensão do controle atencional da memória de trabalho, além de uma melhor compreensão da manutenção, atualização, armazenamento e recuperação da informação. Esses processamentos acontecem principalmente nas regiões fronto-parietais. O n-back foi o paradigma mais utilizado principalmente para manutenção da informação relevante.

CAPÍTULO IV

CONCLUSÃO

Este trabalho de revisão sistemática mostrou que existe consenso em relação entre áreas de reconhecimento de estímulo e o componente P300. Porém, salientamos a necessidade de haver uma maior padronização da metodologia, pois verificamos uma importante variação entre os artigos analisados. Identificamos que em um artigo a análise foi feita através de uma classificação diferente (theta, beta, etc) o que dificultou a compreensão e comparação dos resultados encontrados. Alguns artigos fazem uma análise dos complexos P300 (a,b), porém a maioria dos artigos não apresentaram essa diferenciação, sendo que esta distinção ajudaria na compreensão da distribuição do componente P300.

Contudo, mais trabalhos nacionais fazem-se necessários, pois conforme foi demonstrado, esse é um importante instrumento de avaliação que pode ser útil com pessoas com baixa background educacional para identificação da demência na fase inicial.

REFERÊNCIAS

- Arnone, B., Pompili, A., Tavares C.M., Gasbarri, A. (2011) Sex-related memory recall and talkativeness for emotional Stimuli .September 2011, Volume 5, Article 52.
- Baars, B. J. (1986). *The Cognitive Revolution in Psychology*. Guilford, New York
- Baddeley A.D.; Anderson, M.C.& Eysenck, M. W. (2011) *Memória*. (C. Stolting, trad.) Porto Alegre: Artmed.
- Bashore T, van der Molen M. 1991. Discovery of P300: a tribute. *Biol Psychol*.
- Callaway, E. (Ed.). (2012). *Event-related brain potentials in man*. Elsevier.
- Christie GJ, Cook CM, Ward BJ, Tata MS, Sutherland J, et al. (2013) Mental Rotational Ability Is Correlated with Spatial but Not Verbal Working Memory Performance and P300 Amplitude in Males. *PLoS ONE* 8(2): e57390. doi:10.1371/journal.pone.0057390.
- Gamer, M., Berti, S.P300 amplitudes in the concealed information test are less affected by depth of processing than electrodermal Responses .November 2012 , Volume 6, Article 308.
- Gelir, E., Başaran, C., Bayrak, S., Yağcıoğlu, S., Budak, M. T., Firat, H., &Ungan, P. (2014). Electrophysiological Assessment of the Effects of Obstructive Sleep Apnea on Cognition. *PloS one*, 9(2), e90647.
- Haas, L. (2003). Hans Berger (1873–1941), Richard Caton (1842–1926), and electroencephalography. *Journal of Neurology, Neurosurgery, and Psychiatry*, 74(1), 9. doi:10.1136/jnnp.74.1.9.
- Jaeger, A., & Parente, M. A. D. M. P. (2010). Cognition and electrophysiology: a critical review on the national perspectives. *Psico-USF*, 15(2), 171-180.
- Lavoie, M.,and O'Connor,K.(2013).Effect of emotional valence onepisodic memory stages as indexed by event-related potentials.*World Journal of Neuroscience*, 2013, 3, 250-262.
- Linden, D. E. (2005). The P300: where in the brain is it produced and what does it tell us?. *The Neuroscientist*, 11(6), 563-576.
- Li, X., Yan, Y., and Yan, Y., and Weidentifying, W.(2013).Patients with Poststroke Mild Cognitive Impairment by Pattern Recognition of Working Memory Load-Related ERP. *Computational and Mathematical Methods in Medicine*, September 2013: 658501.
- Parra, M.,Ascencio, L., Urquina, H., Manes, F.,and Ibáñez, A. (2012) P300 and neuropsychological assessment in mild cognitive impairment and Alzheimer dementia.December 2012 ,Volume 3, Article 172.

- Peltz, C. B., Gratton, G., & Fabiani, M. (2011). Age-related changes in electrophysiological and neuropsychological indices of working memory, attention control, and cognitive flexibility. *Frontiers in psychology*, 2.
- Peth-Nui., T, Wattanathorn J, Muchimapura S, Tong-Un T, Piyavhatkul N, Rangseekajee P, et al. Effects of 12-Week Bacopa monnieri Consumption on Attention, Cognitive Processing, Working Memory, and Functions of Both Cholinergic and Monoaminergic Systems in Healthy Elderly Volunteers. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*. Vol 2012: 606424.
- Pizzagalli, D. A. (2007). Electroencephalography and high-density electrophysiological source localization. *Handbook of psychophysiology*, 3, 56-84.
- Polich, J. (2010). Neuropsychology of P300. In S.J. Luck & E.S. Kappenman, *Handbook of event-related potential components*, Oxford University Press, in press.
- Portella, C., Machado, S., Arias-Carrión, O., Sack, A. T., Silva, J. G., Orsini, M., ... & Ribeiro, P. (2012). Relationship between early and late stages of information processing: an event-related potential study. *Neurology international*, 4(3).
- Pratt, N., Willoughby, A., and Swick, D. (2011). Effects of working memory load on visual selective attention: behavioral and electrophysiological evidence. *Frontiers in Human Neuroscience*. June 2011, Volume 5, Article 57.
- Rugg, M. D., & Coles, M. G. (1995). *Electrophysiology of mind: Event-related brain potentials and cognition*. Oxford University Press.
- Squire, L.R. (2004) Memory systems of the brain: a brief history and current perspective. *Neurobiol Learn Mem* 82:171–177.
- Squire, L. R. (Ed.). (2011). *The History of Neuroscience in Autobiography: | (Vol. 7)*. Oxford University Press.
- Sutton S. (1979). P300—Thirteen years later. In: Begleiter H, editor. *Evoked brain potentials and behavior*. New York: Plenum Press.
- Wild-Wall, N., Falkenstein, M., & Gajewski, P. D. (2011). Age-Related Differences in Working Memory Performance in A 2-Back Task. *Frontiers in Psychology*, 2, 186. doi:10.3389/fpsyg.2011.00186
- Zani, A., & Proverbio, A. M. (Eds.). (2003). *The cognitive electrophysiology of mind and brain*. Academic Press.
- Zhao X, Zhou R, Fu L (2013) Working Memory Updating Function Training Influenced Brain Activity. *PLoS ONE* 8(8): e71063. doi:10.1371/journal.pone.0071063