

**Universidade de Brasília**  
**Faculdade de Ciências da Saúde**  
**Programa de Pós-Graduação em Ciências da Saúde**

ANA CLÁUDIA OLIVEIRA GARCIA DOS SANTOS

**RESPOSTAS AUTONÔMICAS E  
ELETROENCEFALOGRÁFICAS NO DESEMPENHO DE  
JOVENS EM TESTES DE MEMÓRIA OPERACIONAL VISUAL  
E VISUO - ESPACIAL.**

Tese apresentada como requisito parcial para a obtenção do título de Doutor em Ciências da Saúde pelo Programa de Pós-Graduação em Ciências da Saúde da Universidade de Brasília.

Orientador: Prof. Dr. Carlos Alberto Bezerra Tomaz

**Brasília**

**2011**

ANA CLÁUDIA OLIVEIRA GARCIA DOS SANTOS

**RESPOSTAS AUTONÔMICAS E  
ELETROENCEFALOGRÁFICAS NO DESEMPENHO DE  
JOVENS EM TESTES DE MEMÓRIA OPERACIONAL VISUAL  
E VISUO - ESPACIAL.**

Tese apresentada como requisito parcial para a obtenção do título de Doutor em Ciências da Saúde pelo Programa de Pós-Graduação em Ciências da Saúde da Universidade de Brasília.

**Aprovado em 21 de dezembro de 2011**

**BANCA EXAMINADORA**

Prof. Dr. Carlos Alberto Bezerra Tomaz (Presidente)

Universidade de Brasília – UnB

Profa. Dra. Antonella Gasbarri (Examinador Externo)

University of L'Aquila, Italy.

Prof. Dr. Valdir Filgueiras Pessoa (Examinador Interno)

Universidade de Brasília – UnB

Prof. Dr. Sérgio Leme da Silva (Examinador Externo)

Universidade de Brasília – UnB

Prof. Dr. Vitor Augusto Motta Moreira (Examinador Externo)

Universidade de Brasília – UnB

À minha mãe  
que dividiu este sonho comigo.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço imensamente ao Prof. Dr. Carlos Alberto Bezerra Tomaz por ter permitido a minha participação neste grupo de Neurociências e Comportamento, uma nova jornada na minha vida. Agradeço pela confiança, por sua seriedade e rigor nas orientações.

Ao Prof. Dr. Joaquim Brasil por ter aberto a primeira porta do Laboratório de Neurociências e Comportamento e ao Prof. Dr. Valdir Pessoa pelas contribuições no projeto, pela simpatia e o cafezinho do final da tarde.

À Profa. Dra. Maria Clotilde Tavares pelo carinho e atenção de sempre.

Ao Dr. Carlos Uribe pela parceria na eletrofisiologia, pelo apoio aos meus novos conhecimentos e, como de costume, pela ajuda na análise estatística.

À Corina Satler por enriquecer a pesquisa compartilhando os instrumentos de avaliação do comportamento em idosos, espero que nosso trabalho não tenha acabado.

Ao Sérgio Conde, companheiro dos finais de semana na coleta de dados, pela entrega do conhecimento de processamento de sinais e técnicas no Matlab.

Aos companheiros e colegas do laboratório pelas trocas de experiências e pela companhia, desabafos, bolos de aniversário, *milk shakes* etc.

À Yasmim Vasconcelos pela inestimável ajuda no recrutamento de sujeitos para a pesquisa.

Aos sujeitos da pesquisa sem os quais não teria sido possível este trabalho.

À toda minha família por tentar entender as minhas opções e aceitar o que me faz feliz.

Ao meu marido pelo apoio incondicional, pela compreensão nas ausências e pela disposição de ser sempre o primeiro sujeito de teste nas minhas pesquisas.

## RESUMO

Funções executivas são produtos de interações dinâmicas entre circuitos frontais e processos cognitivos que relacionam habilidades de planejar uma ação, agir orientado por um objetivo e avaliar o seu resultado. Este complexo pode ser explicado por mecanismos de memória operacional que são destinados à resolução de problemas, manipulando informações *online*. O fator emocional constitui elemento importante neste processo no apoio na tomada de decisão. Esta colaboração traz a contribuição de substratos do sistema nervoso periférico, qualificando a relação entre cognição e emoção. A hipótese deste trabalho é a de que o desempenho da memória operacional em diferentes contextos – visual e visuo-espacial - é facilitado pelo alertamento de estímulos com conteúdo emocional. E, ainda, que atividades do sistema nervoso periférico – cardíaca, eletrodérmica e muscular - são diretamente proporcionais ao esforço cognitivo. Este estudo avaliou manifestações eletrofisiológicas – eletroencefalográficas, eletrocardiográficas, eletrodérmicas, eletromiográficas - em jovens durante o desempenho de dois testes de memória operacional: teste de escolha de acordo com/diferente do modelo (N=54; 26 Homens; Idade média: 22,08 +/- 2,448) e teste de reconhecimento espacial com atraso (N=50; 25 Homens; Idade média: 22,04 +/- 2,491). Foram utilizados estímulos emocionais (positivos e negativos) e estímulos não emocionais (neutros e figuras geométricas). A atividade cortical foi similar para os dois testes apresentando ativação fronto-parietal nas bandas teta e alfa, induzida pela representação da informação e processos de atenção, e ativação frontal e temporal nas bandas beta e gama, indicando as condições de maior esforço cognitivo e sugerindo uma possível interação com o hipocampo. A memória operacional visual mostrou lateralidade direita na ativação frontal, enquanto a visuo-espacial, lateralidade esquerda. A atividade cardíaca foi consistente com o esforço cognitivo em ambos os testes, enquanto a atividade eletrodérmica refletiu um balanço entre o esforço cognitivo e a carga emocional. As atividades musculares faciais – superciliar e zigomático - acompanharam o esforço cognitivo em cada resposta ao teste. Os estímulos geométricos demonstraram desempenho abaixo das outras categorias em ambos os testes. Os resultados apontam um estudo eletrofisiológico de manifestações dos sistemas nervoso central e periférico evidenciando a interação entre cognição e emoção em funções executivas. Ainda poderão ser avaliadas as atividades corticais referentes à categoria dos estímulos, relacionando também o tempo de resposta em cada teste.

Palavras-chave: Memória operacional; Sistema nervoso central; Sistema Nervoso Periférico; Emoção.

## ABSTRACT

Executive functions are product of dynamic interactions between frontal circuits and cognitive processes that relate skills to plan an action, a goal-oriented acting and evaluate its outcome. This complex can be explained by mechanisms of working memory that are allocated to problem solving, manipulating online information. The emotional factor in this process is an important element in the information representation and decision making support. This collaboration brings the contribution of substrates of the peripheral nervous system, qualifying the relationship between cognition and emotion. The hypothesis is that the performance of working memory in different contexts - visual and visual-spatial - is facilitated by arousal stimuli with emotional content. And yet, that the peripheral nervous system activities – cardio, electrodermal and muscular - are directly proportional to cognitive effort. This study evaluated the electrophysiological demonstrations in young people during the performance of two working memory tasks: delayed matching/non-matching to sample (N=54; 26 Male; Mean age: 22,08 +/- 2,448) and delayed recognition span test (N=50; 25 Male; Mean age: 22,04 +/- 2,491). The content of each stimulus was either emotional (positive and negative) or non-emotional (neutral and geometric figures). The cortical activity was similar for both test showing fronto-parietal activation in theta and alpha bands induced by the information representation and attention processes, and frontal and temporal activation in beta and gamma bands, indicating task conditions of higher cognitive effort and suggesting a possible interaction with the hippocampus. The visual working memory showed right frontal activation, while left for the visuo-spatial one. The autonomic responses were generally higher in conditions of higher cognitive effort and when there was a difference for most emotional charge. The muscle activity accompanied cognitive effort responses to each test. The geometric stimuli demonstrated performance under the other categories on visuo-spatial working memory test. The results show an electrophysiological study of manifestations of central and peripheral nervous systems showing the interaction between cognition and emotion in executive functions. As future work, it would be interesting evaluate cortical activities related to the category of stimuli, and associating also the response time for each test.

Keywords: Working memory; Central Nervous System; Peripheral Nervous System; Emotion.

## LISTA DE FIGURAS

- Figura 1. Córtex Pré-frontal – OF - Circuito OrbitoFrontal; DL - Circuito Pré-frontal Dorsolateral; VM - Circuito Ventromedial; CA - Cíngulo Anterior. Fonte: nucleotavola.com.br..... 16
- Figura 2. Sistema límbico (visão interna em corte sagital). Fonte: <http://www.howstuffworks.com> ..... 17
- Figura 3. Parâmetros para medida da variabilidade cardíaca. Fonte: <http://commons.wikimedia.org/wiki/File:ECG-RRinterval.svg> ..... 31
- Figura 4. Esquema de uma tentativa do teste de escolha de acordo/diferente do modelo. Em destaque a resposta correta para cada condição..... 39
- Figura 5. Esquema de apresentação do TREA em 3 tentativas..... 40
- Figura 6. Fluxo do procedimento do estudo. A ordem dos testes, o registro contínuo e a preparação que antecede o registro. Os “i” são intervalos para troca dos testes. .... 41
- Figura 7. Posicionamento de eletrodos de registro de eletroencefalograma do sistema 10/20. A. Vista lateral; B. Vista superior. Fonte: <http://www.bem.fi/book/13/13.htm>. .... 42
- Figura 8. Posicionamento de eletrodos de registro de eletromiografia (x). Fonte: [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0004-27492002000500017](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0004-27492002000500017) (adaptada)..... 43
- Figura 9. Interface gráfica do EEGLab para identificação dos componentes. A janela superior à esquerda representa uma plotagem do registro com todos os canais, com destaque para os artefatos. A janela inferior representa a plotagem dos componentes gerados, com destaque para o elemento fora do padrão equivalente ao artefato do registro. A janela à direita contém uma representação topográfica de cada componente, os mesmos plotados. Observa-se que o componente 1, o mesmo onde foi observado os artefatos, apresenta ativação no pólo anterior, correspondente à região frontal, mais próxima dos olhos. .... 44
- Figura 10. Interface gráfica para identificação dos picos de onda R (marcas em círculo no registro) e conseqüente cálculo dos índices de variabilidade cardíaca (em destaque). ... 45
- Figura 11. Desempenho médio ( $\pm$ EPM) nos testes DMTS e DNMTS por categoria do estímulo. \*: DMTS > DNMTS,  $p = 0,008$ , \*\*: geométrica < Todas as outras categorias,  $p$

<0,005, ***: geométrica <Todas as outras categorias dentro DNMTS, p <0,001, ****: Neutral> positiva dentro DNMTS, p = 0,001 .....	49
Figura 12. Mapa topográfico da atividade teta (4 – 8 Hz) para as condições DMTS e DNMTS. Os pontos vermelhos na representação mais à direita indicam os eletrodos onde foram encontradas diferenças significativas.....	50
Figura 13. Mapa topográfico da atividade alfa (8 – 13 Hz) para as condições DMTS e DNMTS. Os pontos vermelhos na representação mais à direita indicam os eletrodos onde foram encontradas diferenças significativas. ....	51
Figura 14. Mapa topográfico da atividade beta (13 –30 Hz) para as condições DMTS e DNMTS. Os pontos vermelhos na representação mais à direita indicam os eletrodos onde foram encontradas diferenças significativas. ....	51
Figura 15. Mapa topográfico da atividade gama (30 – 70 Hz) para as condições DMTS e DNMTS. Os pontos vermelhos na representação mais à direita indicam os eletrodos onde foram encontradas diferenças significativas. ....	52
Figura 16 - Atividade cardíaca por condição do teste de memória operacional visual. A. Média do índice pNN50 ( $\pm$ EPM). *: DMTS>DNMTS, t =2,824, p = 0,007. B. Média do índice LF/HF ( $\pm$ EPM). *: DMTS<DNMTS, t = -2,673, p = 0,010. ....	53
Figura 17 - Média da atividade eletrodérmica, índice SCL ( $\pm$ EPM), por categoria do estímulo. *: DMTS < DNMTS, p = 0,058 **: condição X categoria, p <0,001 ***: geométrica DMTS < geométrica DNMTS, p =0,004, negativa DMTS < negativa DNMTS, p =0,004 .....	54
Figura 18 - Média da atividade elétrica da contração do músculo corrugador do supercílio, índice RMS ( $\pm$ EPM), por categoria do estímulo. *: DMTS < DNMTS, p < 0,001 **: geométrica > neutra, p =0,049 e geométrica > negativa, p =0,034. ....	55
Figura 19 - Média da atividade elétrica da contração do músculo zigomático maior, índice RMS ( $\pm$ EPM), por categoria do estímulo. *: DMTS < DNMTS, p < 0,001 **: geométrica > neutra, p =0,049 e geométrica > negativa, p =0,033. ....	56
Figura 20. Desempenho médio ( $\pm$ EPM) nos testes Trea com estímulos variados e estímulo único. *: TREA V > TREA U, p < 0,001 **: geométrica > neutra e < negativa, p <0,001, neutra < Todas as outras categorias , p <0,001, positiva < negativa, p<0,001, ***:	

geométrica < neutra e negativa, $p \leq 0,001$ , neutra > positiva, $p=0,045$ , positiva < negativa, $p=0,013$ , ****: geométrica > neutra e < negativa, $p < 0,001$ , neutra < Todas as outras categorias, $p < 0,001$ , positiva < negativa, $p < 0,001$ .....	58
Figura 21. Mapa topográfico da atividade teta (4 – 8 Hz) para as condições TREA V e TREA U. Os pontos vermelhos na representação mais à direita indicam os eletrodos onde foram encontradas diferenças significativas. ....	59
Figura 22. Mapa topográfico da atividade alfa (8 – 13 Hz) para as condições TREA V e TREA U. Os pontos vermelhos na representação mais à direita indicam os eletrodos onde foram encontradas diferenças significativas. ....	60
Figura 23. Mapa topográfico da atividade beta (13 – 30 Hz) para as condições TREA V e TREA U. Os pontos vermelhos na representação mais à direita indicam os eletrodos onde foram encontradas diferenças significativas. ....	60
Figura 24. Mapa topográfico da atividade gama (30 – 70 Hz) para as condições TREA V e TREA U. Os pontos vermelhos na representação mais à direita indicam os eletrodos onde foram encontradas diferenças significativas. ....	61
Figura 25 - Atividade cardíaca por condição do teste de memória operacional visuo-espacial. A. Média do índice rMSSD ( $\pm$ EPM). *: TREA V>TREA U, $t=-2,911$ ; $p=0,005$ . B. Média do índice pNN50 ( $\pm$ EPM). *: TREA V>TREA U, $t=-3,333$ ; $p = 0,002$ . C. Média do índice pNN50 ( $\pm$ EPM). *: TREA V>TREA U, $t = -2,013$ , $p = 0,050$ .....	62
Figura 26 - Média da atividade eletrodérmica, índice SCL ( $\pm$ EPM), por categoria do estímulo. *: condição X categoria, TREA V>TREA U, $p < 0,004$ , **: geométrica > neutra, $p = 0,003$ e neutra < negativa, $p = 0,009$ . ....	64
Figura 27 - Média da atividade elétrica da contração do músculo corrugador do supercílio, índice RMS ( $\pm$ EPM), por categoria do estímulo. *: TREA V < TREA U, $p < 0,001$ **: geométrica < Todas as outras, $p < 0,001$ .....	65
Figura 28 - Média da atividade elétrica da contração do músculo zigomático maior, índice RMS ( $\pm$ EPM), por categoria do estímulo. *: TREA V < TREA U, $p < 0,021$ **: geométrica < Todas as outras, $p < 0,001$ .....	66

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Pontuação média $\pm$ EPM de acordo com a condição da tarefa e a categoria do estímulo modelo.....	48
Tabela 2 - Potência média do espectro para cada frequência de referência. ....	49
Tabela 3. Média $\pm$ EPM de valores de VFC de acordo com a condição da tarefa. ...	52
Tabela 4. Média $\pm$ EPM de valores de RGP de acordo com a condição do teste e a categoria do estímulo modelo .....	54
Tabela 5. Pontuação média $\pm$ EPM de acordo com a condição do teste TREA.....	57
Tabela 6. Potência média do espectro para cada frequência de referência.....	58
Tabela 7. Média $\pm$ EPM de valores de VFC de acordo com a condição do teste.....	61
Tabela 8. Média $\pm$ EPM de valores de RGP de acordo com a condição do teste e a categoria do estímulo .....	63

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

**DEP** densidade espectral da potência

**DMTS** *Delayed Matching To Sample*, teste de escolha de acordo com o modelo com atraso

**DNMTS** *Delayed Non-Matching To Sample*, teste de escolha diferente do modelo com atraso

**ECG** eletrocardiograma

**EEG** eletroencefalograma

**EMG** eletromiograma

**IAPS** *International Affective Picture System*, Sistema Internacional de Imagens Afetivas

**LH/HF** fração entre baixas e altas frequências

**pNN50** percentual de intervalos RR adjacentes com diferença de duração superior a 50 milissegundos

**RGP** resposta galvânica da pele

**RMS** raiz média quadrática

**rMSSD** a raiz quadrada da soma do quadrado das diferenças entre intervalos RR adjacentes

**RR** intervalo entre ondas R

**SC** média de condutância da pele

**SCL** o nível de condutância da pele

**SCR** a resistência de condutância da pele

**SdNN** desvio padrão da média dos intervalos R-R

**SNA** sistema nervoso autônomo

**SNP** sistema nervoso parassimpático

**SNS** sistema nervoso simpático

**TREA** teste de Reconhecimento Espacial com Atraso

**VFC** variabilidade da frequência cardíaca

## SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	14
1.1	NEUROBIOLOGIA DAS FUNÇÕES EXECUTIVAS .....	15
1.2	PROCESSOS COGNITIVOS EXECUTIVOS.....	18
1.2.1	Fator Emocional.....	25
1.3	AVALIAÇÃO NEUROPSICOLÓGICA .....	27
1.4	ELETROFISIOLOGIA DE FUNÇÕES EXECUTIVAS .....	29
1.5	PROBLEMA.....	34
2	OBJETIVOS.....	36
2.1	GERAL.....	36
2.2	ESPECÍFICOS.....	36
3	MÉTODOS.....	37
3.1	PARTICIPANTES .....	37
3.2	EQUIPAMENTOS.....	37
3.3	INSTRUMENTOS .....	38
3.4	PROCEDIMENTO.....	41
3.5	PROCESSAMENTO DOS DADOS.....	43
3.6	ANÁLISE ESTATÍSTICA.....	46
3.7	CONSIDERAÇÕES ÉTICAS.....	46
4	RESULTADOS.....	48
4.1	MEMÓRIA OPERACIONAL VISUAL .....	48
4.2	MEMÓRIA OPERACIONAL VISUO-ESPACIAL .....	56
5	DISCUSSÃO .....	67
5.1	COMPORTAMENTO .....	67
5.2	ELETROFISIOLOGIA .....	68

6	CONCLUSÃO .....	74
6.1	LIMITAÇÕES DO ESTUDO .....	75
6.2	PERSPECTIVAS FUTURAS.....	76
	REFERÊNCIAS .....	77
	ANEXO A – FIGURAS UTILIZADAS COMO ESTÍMULOS NOS TESTES DMTS E DNMTS .....	90
	ANEXO B – FIGURAS UTILIZADAS COMO ESTÍMULOS NOS TESTES TREA V E TREA U.....	115
	ANEXO C – APROVAÇÃO DO COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA.....	133

## 1 INTRODUÇÃO

Na vida, o indivíduo é submetido a diferentes desafios que exigem o desenvolvimento de habilidades em planejar e executar tarefas, das mais simples às mais complexas. Desde criança, a brincadeira de construir com blocos determina cedo a habilidade de representação, ao imaginar o castelo que irá construir; de planejamento da construção, por onde começar, quais peças utilizar; de execução da construção propriamente dita e, finalmente, de avaliação, ao analisar o castelo construído. Já adulto, a simples tarefa de ir ao supermercado, manter uma lista de compras mentalmente, planejar seu trajeto durante as compras e resistir à tentação a coisas que não lhe são necessárias, estão entre as várias atividades do dia a dia que também requerem tomada de decisão imediata.

Embora tais atividades pareçam simples, uma vez que não é necessário muito esclarecimento para que aconteçam, elas envolvem, na verdade, processos cognitivos complexos os quais formam as funções executivas. As funções executivas são capacidades mentais necessárias para o estabelecimento de objetivos, o plano para atingi-los e a realização destes planos de forma eficaz (1). Estas funções têm um papel central na organização e no planejamento das nossas ações e são importantes para a autonomia humana e fatores determinantes para o comportamento (2). Boone (3) defendeu que as funções executivas referem-se às habilidades envolvidas na volição, planejamento, ação intencional e desempenho eficiente.

Luria (4) declarou que as funções executivas não são apenas responsáveis pela síntese de estímulos externos, preparação para a ação e formação de instruções, mas também são fundamentais para permitir que a ação ocorra e para a verificação de que foi tomado o curso apropriado. Estas funções também não são exclusivas de processos cognitivos, são também caracterizadas em respostas emocionais e ações comportamentais (5).

## 1.1 NEUROBIOLOGIA DAS FUNÇÕES EXECUTIVAS

Os conceitos de funções executivas são primariamente atribuídos a Luria (6) ao observar que pacientes com danos no lobo frontal eram muitas vezes incapazes de realizar ações complexas e orientadas a um objetivo, mesmo com a fala, habilidades motoras e sensações intactas. Da mesma forma que não conseguiam avaliar com precisão o sucesso ou fracasso de seus comportamentos e eram indecisos e despreocupados com suas falhas. Mais tarde, Lezak (1) também observou que pacientes com lesão do lobo frontal perderam a capacidade de ser independentes, construtivos, criativos e socialmente produtivos, apesar de não apresentarem problemas na percepção e memória de longo prazo.

Goldberg (7) introduziu a metáfora de que o lobo frontal funciona como o maestro de uma orquestra, referindo-se ao que as funções executivas fazem no cérebro, combinam elementos de emoção, auto-regulação, inibição e memória operacional.

De acordo com Royall e seus colaboradores (2), as funções executivas estão associadas a funções cognitivas complexas como introspecção, vontade, abstração e julgamento, que são, em sua maioria, dependentes do lobo frontal e que, assim como memória e linguagem, são habilidades adquiridas que podem ser mensuradas.

O lobo frontal é dividido em três grandes subáreas: o córtex motor primário, o qual provê a principal área cortical de saída para movimentos voluntários; o córtex pré-motor, que atua na integração e na programação dos movimentos seqüenciais em associação com a área motora suplementar; e o córtex pré-frontal, que representa importante papel no controle de processos cognitivos, principalmente em funções atencionais e tarefas orientadas a objetivos (8, 9, 10).

Do córtex pré-frontal originam-se ainda os circuitos dorsolateral, orbitofrontal e cíngulo anterior, estes dedicados a funções executivas, comportamento social e estados motivacionais em seres humanos (11). Ainda há referência ao circuito ventromedial, que engloba parte do orbitofrontal e os setores mais ventrais do córtex pré-frontal medial e cíngulo anterior, que possui papel crítico na tomada de decisão, principalmente quando carregadas de fator emocional (12), Figura 1.

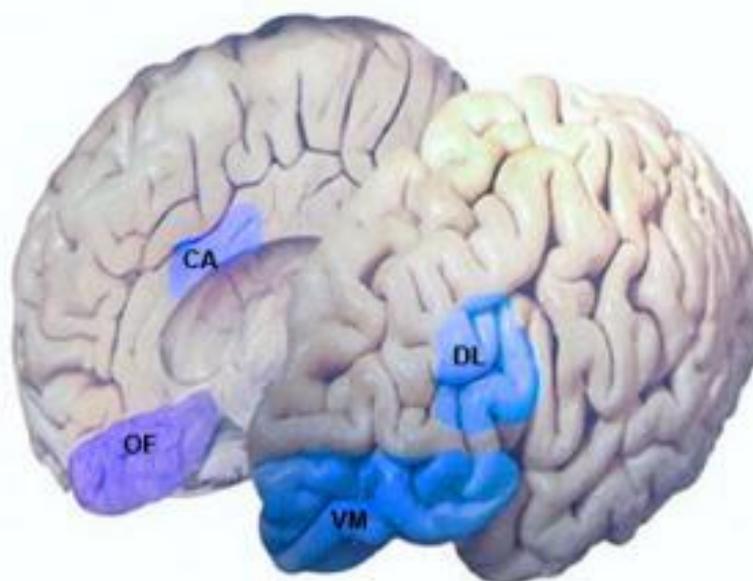


Figura 1. Córtex Pré-frontal – OF - Circuito Orbitofrontal; DL - Circuito Pré-frontal Dorsolateral; VM - Circuito Ventromedial; CA - Cíngulo Anterior. Fonte: nucleotavola.com.br

1) O circuito dorsolateral (CPF DL) recebe informações dos sistemas sensoriais por meio de conexões aferentes provenientes das áreas corticais sensoriais e associativas - com função de comparar as informações novas com aquelas armazenadas na memória de longo-prazo. Este circuito está criticamente envolvido na retenção de curto prazo, no uso da informação para guiar o comportamento e na memória operacional (13, 14, 15).

2) O circuito cíngulo anterior (CCA) é responsável pela focalização nas informações que chegam ao CPF DL dorsolateral, ou seja, responde pela atenção seletiva, modulando informações processadas pelo CPF DL, monitorando conflitos e inibindo respostas (16, 17, 18).

3) O circuito orbitofrontal (CPF OF), por sua vez, tem fortes ligações com a amígdala e outras partes do sistema límbico. Esta região é anatomicamente apropriada para a integração da informação afetiva e não-afetiva, para a regulação de respostas motivadoras e tomada de decisão (19).

4) O circuito ventromedial (CPF VM) está encarregado de adequar os dados processados pelo CPF DL aos objetivos estabelecidos pelo indivíduo e às demais circunstâncias pessoais e sociais envolvidas. Juntamente com o (CPF OF), este

circuito associa o processamento de sinais emocionais que guiam a tomada de decisões orientada a objetivos baseado no juízo moral e ético, para o planejamento dos comportamentos necessários à concretização dos objetivos, ao planejamento de ações, do raciocínio e do ajuste social do comportamento. (20, 21, 22).

Estas estruturas compõem um circuito que se pode chamar de frontal-subcortical, pois permitem conexões importantes com estruturas subcorticais como os gânglios basais, o tálamo, o hipotálamo, o hipocampo e a amígdala (11), Figura 2. Os gânglios basais colaboram na coordenação dos movimentos; o tálamo, entre outras funções, organiza a transmissão e recepção da informação sensorial às camadas superiores do cérebro (córtex cerebral); o hipotálamo coordena as atividades mais automáticas do organismo, participa de aspectos motivacionais do comportamento; o hipocampo possibilita a comparação de situações, importante para tomada de decisão, e constitui peça chave na consolidação de memórias de longo-prazo e, finalmente, a amígdala, que coordena as reações do indivíduo e define seu comportamento. Estas são estruturas principais do sistema límbico, relacionado às emoções.

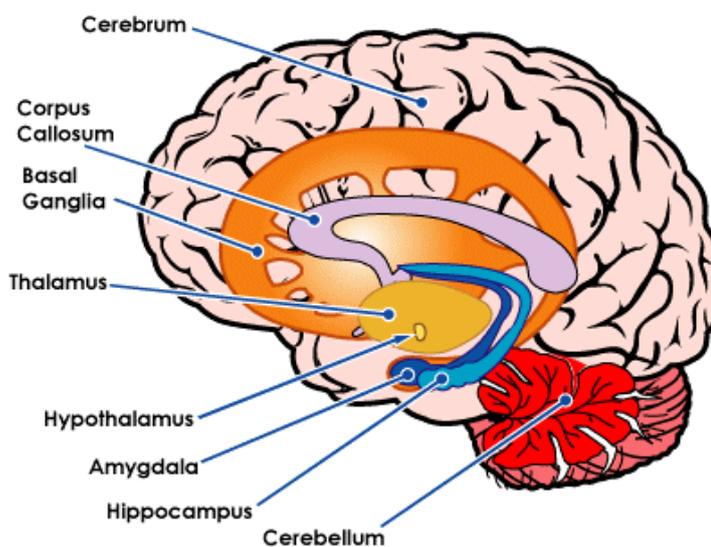


Figura 2. Sistema límbico (visão interna em corte sagital). Fonte: <http://www.howstuffworks.com>

Com efeito, manifestações corticais podem ser registradas de diversas formas, não só a partir de processos cognitivos relacionados a estas funções, como

também a partir de fenômenos autonômicos relacionados ao fator emocional envolvido (23, 24).

## 1.2 PROCESSOS COGNITIVOS EXECUTIVOS

O termo função executiva designa um grupo de processos que nos permite responder flexivelmente ao ambiente e nos concentrar intencionalmente em uma tarefa e em um objetivo. São funções que permitem guiar nossas ações mais pelas instruções que damos a nós mesmos, do que por influências externas. Ou seja, permitem a auto-regulação do comportamento ou a inibição dos impulsos para podermos executar aquilo que nos propusemos a fazer (25).

De um modo geral, as funções executivas estão envolvidas na solução de problemas complexos associando idéias simples (26). Com base em estudos com evidências obtidas a partir de avaliação neuropsicológica, de neuroimagem e de pesquisas neurofisiológicas, Hamdam e Bueno (27) acreditam que existe uma necessidade de fracionamento das funções executivas, diferenciando o produto do mecanismo de execução. Desta forma, as funções executivas se refeririam ao produto de uma operação eliciada por vários processos cognitivos para realizar uma tarefa particular e o controle executivo seria um sistema ou mecanismo responsável pela coordenação dos vários processos implicados na realização das funções executivas.

Pennington e Ozonoff (28) definiram funções executivas como um domínio único de habilidades que envolve a organização no espaço e no tempo, a inibição seletiva, a preparação de resposta, o objetivo da realização, o planejamento e a flexibilidade. Estas habilidades executivas estão relacionadas a alguns processos cognitivos importantes que serão tratados a seguir.

### **a) Atenção**

A execução de uma tarefa requer uma conformação apropriada de recursos mentais, que se pode entender como uma seleção da tarefa. A atenção é o termo que se refere aos mecanismos pelos quais se dá tal seleção, correspondendo a um

conjunto de processos que leva à seleção ou priorização no processamento da informação (29).

Shiffrin e Schneider (30) estudaram a seleção de informações no contexto da percepção, isto é, como ocorre o direcionamento da atenção para dado estímulo em detrimento de todos os outros disponíveis em determinado momento. Nesse estudo, eles observaram a existência de dois modos básicos de seleção de estímulos: os processos atencionais automáticos e os processos atencionais controlados.

Analogamente, Norman e Shallice (31) estudaram os processos de seleção de informação no contexto da ação, ou seja, os mecanismos de seleção de respostas, e identificaram dois modos básicos: automático e controlado. Existem respostas que estão ligadas a certos estímulos, de modo que, uma vez diante do estímulo, a resposta é automaticamente selecionada, sem controle do indivíduo. Frequentemente, o indivíduo é induzido a inibir uma resposta automática em favor de uma resposta controlada pela vontade. Esta constatação deu origem a dois sistemas: o Organizador pré-programado e o Sistema Atencional Supervisor (SAS). O SAS, entra em ação quando respostas disponíveis no repertório do indivíduo não atendem às necessidades, sendo necessária a modificação dessas ou mesmo a construção de respostas novas, através de controle consciente e voluntário (32).

O trabalho de selecionar uma tarefa como sendo o objetivo presente é conferido ao controle executivo. Este controle é necessário tanto para executar a tarefa selecionada, como para suprimir a tendência de executar tarefas irrelevantes. Isto porque o controle executivo da atenção está relacionado à detecção da relevância de um estímulo e a inibição das interferências de outros estímulos concorrentes, exigindo, portanto, esforço do processamento atencional (33, 34).

Barkley (35) argumenta que o sistema executivo pode ser considerado como uma forma genérica da atenção, uma vez que atenção se relaciona com a resposta do indivíduo a um determinado evento para realizar uma mudança imediata no ambiente, enquanto que a função executiva é "a atenção voltada para ela mesma".

Neste contexto, são encontrados pelo menos dois tipos de processos relacionados à operacionalização da atenção (36, 37, 39): a atenção sustentada, que ocorre quando o indivíduo se mantém num estado de prontidão por longo período de tempo para detectar e responder a alterações específicas de estímulos, e

a atenção seletiva, que é a capacidade de direcionar a atenção para um determinado estímulo do ambiente, enquanto os demais estímulos à sua volta são ignorados.

Skinner (39) já havia desenvolvido uma análise do processo de atenção, na qual a atenção não se constitui em um comportamento ou uma resposta do indivíduo, mas sim uma relação entre um estímulo discriminativo e o comportamento do indivíduo. Mais especificamente, a atenção se constitui em uma relação temporal entre o estímulo e a resposta. Por esta concepção, entende-se que a desatenção é uma fraca relação estímulo-resposta e que a impulsividade é uma resposta excessivamente rápida ao estímulo dada pelo organismo.

Mais tarde, Posner e Raichle (40) lançaram um modelo atencional composto de circuitos de atenção: um circuito de alerta que se refere a um estado de prontidão do indivíduo em responder a qualquer tipo de estímulo – visual, auditivo etc.-; um circuito de orientação que se refere a como e em que grau um indivíduo está preparado para um estímulo específico, que pode ser medido, por exemplo, por meio de testes com um esquema de pistas que provê a informação de onde um estímulo pode ocorrer; e, finalmente, um circuito de controle executivo que se refere ao processo de resolver conflitos quando duas respostas são requisitadas pelo estímulo. Este último circuito permite a inibição de uma resposta que está sendo sobreposta, em razão de outra mais apropriada.

O modelo de atenção é composto por dois componentes de processamento: o sistema posterior, que envolve basicamente o lobo parietal e o tálamo, acionado primariamente ao receber estímulos diversos e em diferentes modalidades para que sejam selecionados e enviados para o sistema anterior, representado pelo giro cingulado anterior, áreas do córtex pré-frontal e o sistema do estriado cortical (gânglios da base e suas interconexões ao corpo estriado). O sistema anterior ou o sistema do estriado cortical é capaz de orientar a atenção para uma ação como definir estratégias, priorizar comportamentos e tomar decisões (4, 41).

## **b) Flexibilidade Cognitiva**

A flexibilidade cognitiva é a capacidade de adaptar o processamento cognitivo de estratégias às novas e inesperadas condições do ambiente (42). Desta forma, a flexibilidade cognitiva implica em um processo da aprendizagem, ou seja, pode ser adquirida com a experiência. Também envolve a adaptação cognitiva do processamento de estratégias, referindo-se, então, às mudanças em comportamentos complexos e não em respostas discretas.

O sistema do estriado cortical junto com o lobo frontal, mais especificamente o giro cingulado anterior no córtex pré-frontal, propõe-se a mediar a flexibilidade reativa, deslocando a atenção da resposta (43, 44). Podem-se relacionar as regiões do cérebro envolvidas no deslocamento atencional à modulação de tarefas de flexibilidade cognitiva (42).

Há também que se considerar que a atenção dividida, cuja capacidade de atender, simultaneamente, a múltiplos estímulos, está constantemente associada a funções dos lobos frontais (45).

## **c) Inibição de respostas**

A inibição de respostas refere-se à habilidade de impedir automaticamente a si próprio de dar uma resposta habitual, também chamado de controle inibitório. Pode-se considerar como mais um dos substratos dos processos de atenção, mas, para fins do presente estudo, será tratado como uma forma de autocontrole ou pela capacidade do indivíduo em conter uma resposta a um estímulo (46).

O modelo de auto regulação de Barkley (25) se inicia com a inibição de respostas prepotentes, isto é, uma resposta que tenha sido previamente associada ao reforço imediato, inibindo as vias de respostas padronizadas, para permitir um tempo de reação, e controle de interferência, que protege este período de atraso e processos executivos de eventos e respostas distratoras. Este modelo inclui funções executivas essenciais como a memória operacional (verbal e não-verbal), mantendo em mente informações e utilizando-as para orientar o comportamento imediato;

auto-regulação do afeto, motivação e ativação; auto-monitoramento de estados motivacionais e de ativação necessário para a manutenção e realização do comportamento dirigido a uma meta; internalização do discurso, permitindo que, durante o adiamento da resposta, uma reflexão gere instruções para a ação; e a reconstituição (análise e síntese da informação), capacidade de separar unidades de seqüências comportamentais (análise) e recombina-los em novas formas criativas de seqüências de comportamento (verbal ou não-verbal). Esta composição da inibição comportamental tem uma influência controladora sobre o sistema motor, tais como controle motor, fluência e sintaxe

Essa teoria foi formulada com o intuito de compreender os complexos problemas cognitivos e comportamentais caracterizados em crianças com transtorno de déficit de atenção e hiperatividade, mas o modelo de Barkley também é relevante para a compreensão do desenvolvimento normal.

O contrário da inibição de respostas ou de comportamento é a impulsividade. O termo impulsividade diz respeito a um grande número de comportamentos ou respostas que são francamente concebidas, prematuras, inapropriadas e, freqüentemente, resultam em efeitos indesejáveis e nocivos (47).

O controle inibitório, aparentemente, exige a possível necessidade de esforço adicional freqüentemente observada durante a realização de um paradigma de inibição de comportamento denominado *Go/No-Go*, que são testes clássicos utilizados para avaliar a flexibilidade cognitiva e o controle de respostas. Ativações do córtex dorsolateral e orbitofrontal, especialmente à direita, durante a inibição comportamental têm sido consistentemente replicadas em voluntários saudáveis com esse paradigma (48).

#### **d) Memória Operacional**

Memória operacional é a capacidade de manter planos e programas em mente enquanto for necessário, a fim de completar uma ação ou plano específicos. Também permite que o indivíduo substitua uma resposta automática e mude a estratégia de resolução de problema para uma solução alternativa (49).

Refere-se a um armazenamento temporário e manipulação mental de informações (13). Pela memória operacional, mantemos temporariamente informações que são úteis para o raciocínio imediato e a resolução de problemas ou para a elaboração de comportamentos. Tais informações podem ser eliminadas após sua utilização.

Baddeley e Hitch (50) propuseram originalmente um modelo esquemático da memória operacional para substituir o conceito de capacidade de memória unitária de curto prazo, composto por dois subsistemas básicos para manter a informação – a alça fonológica, relacionado a aquisição da linguagem, e o arcabouço visuo-espacial, envolvido no armazenamento temporário e manipulação da informação visual e espacial – e o sistema executivo central. Este sistema seria responsável pela manipulação da informação que é mantida na memória operacional utilizando os subsistemas como apoio, como também pela tomada de decisão, julgamento, planejamento e atenção dividida. Mais tarde, Baddeley (51) adotou um sistema de controle de atenção, o Sistema Atencional Supervisor (SAS) proposto por Norman e Shallice (31), como base para o seu sistema executivo central. A evolução do modelo adicionou um quarto componente chamado *buffer* episódico, uma interface multimodal mnemônica de curto prazo entre o sistema executivo central e os sistemas de memória de longo prazo (52), que atua na solução de problemas e no planejamento do comportamento futuro.

A memória operacional, por vezes, é conceituada como uma área de trabalho ativa porque está fortemente ligada à alocação voluntária de atenção (55). Baddeley (54), em sua revisão, ressalta as diferentes abordagens a respeito da memória operacional, em que a maioria delas concorda na existência de um sistema limitado de atenção suprido por mais sistemas de armazenamento periféricos. Assim, se uma determinada informação é considerada relevante, ela é mantida temporariamente no repositório episódico e depois permanentemente na memória de longa duração.

Goldman-Rakic (53) apresentou um modelo de memória operacional baseado em estudos com animais, no qual o córtex pré-frontal, responsável pela memória operacional em sua totalidade, seria subdividido em regiões responsáveis por diferentes tipos de memória operacional - conhecimento espacial, característico, semântico e matemático. O córtex pré-frontal cumpre essas funções através de dois

caminhos recíprocos - inibição e excitação - que se conectam às áreas posteriores do cérebro. Desta forma, a região específica do córtex pré-frontal responsável pelas características dos objetos, por exemplo, é diretamente ligada às áreas posteriores do cérebro que se especializam no tratamento das características físicas dos objetos, ativando informações úteis e inibindo informações desnecessárias, e fornecendo conhecimentos atualizados ao indivíduo para tratar adequadamente comandos ao longo do tempo.

Kane e Engle (56) definiram a atenção executiva como a capacidade de manter as representações de memória em um estado altamente ativo, mesmo na presença de interferência ou resposta concorrente. Estas representações podem se referir a planos de ação, a estados objetivos, ou a tarefa com estímulos relevantes do ambiente. Eles notaram que, embora a manutenção ativa da informação seja útil em muitas situações, ela é mais necessária em condições de interferência ou competição de resposta. Isso ocorre porque, na ausência de interferência, essas representações podem ser facilmente recuperadas da memória de longo prazo. A manutenção ativa de informações e a capacidade de bloquear distratores são características altamente interdependentes de atenção executiva que formam a base da memória operacional (57).

Collette e Van der Linden (58) consideraram, a partir de estudos empíricos de neuroimagens, que a manipulação de informação, característica da memória operacional, recruta não apenas áreas frontais, mas também áreas posteriores do cérebro, principalmente parietais, concluindo que o controle executivo requer a integração de informações provenientes de diferentes áreas ântero-posterior do cérebro.

A memória operacional é sustentada pela atividade elétrica de neurônios do córtex pré-frontal, incluindo a área central, o occipito-parietal medial e regiões temporal. Assim, esses neurônios interagem com outros, através do córtex entorrinal, inclusive do hipocampo, durante a percepção, aquisição ou evocação (59, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 66).

A idéia ligada a este processo é que a resolução de um problema envolve a adequação de uma decisão global, que requer a avaliação de fatos vividos. Além disso, a memória operacional alude à necessidade de se manter um estímulo em um

estado prioritário, enquanto a informação é manipulada para atingir um determinado objetivo, parte essencial do processo de atenção. Este foco de atenção resulta na representação explícita da informação na memória operacional e na inibição simultânea de informações irrelevantes (67, 68, 69, 70). Dessa forma, o executivo central é considerado um sistema de atenção que controla a manipulação explícita da informação durante a resolução de problemas, composto de mecanismos necessários para a manipulação de informação em colaboração com componentes específicos (52).

Pelo exposto, entende-se a memória operacional como um sistema neural bastante abrangente, considerando que tem suas bases em outros processos cognitivos importantes. Pennington e colaboradores (49) se referiram à memória operacional como o núcleo das funções executivas, uma vez que consideraram fundamental para estas a capacidade de manter uma resolução adequada de problemas estabelecidos para realização de uma meta no futuro.

### **1.2.1 Fator Emocional**

Cognição e emoção são dois principais elementos, intrinsecamente conectados, das ciências do cérebro, embora muitas vezes considerados distintos. Muitos aspectos da vida real envolvem a aplicação de algum tipo de critério emocional para tomar uma decisão ou lidar com uma situação. Estudos anteriores têm mostrado um alto grau de conectividade entre as regiões cerebrais, tais como áreas frontais e estruturas límbicas, como sendo fundamental para as interações cognitivo-emocionais, fundamentais para a integração de informações de diferentes regiões do cérebro (71). Esta relação entre cognição e emoção é realizada por muitas formas diferentes de interação ligadas à organização funcional do cérebro através de muitos processos cognitivos (72, 73) e também por respostas do corpo através do sistema nervoso autônomo (74, 75, 76).

As funções executivas não envolvem exclusivamente processos cognitivos, uma vez que são também caracterizadas nas respostas emocionais e ações comportamentais. Neste sentido, Zelazo e colaboradores (77) propuseram que os processos que constituem as funções executivas poderiam ser distinguidos em processos executivos "*cool*" (frios) ou "*hot*" (quentes). Os processos executivos *cool*

são considerados processos puramente cognitivos, os quais estão susceptíveis a problemas livres de contexto ou relativamente abstratos, como problema de lógica ou testes de laboratório. Por outro lado, os processos executivos *hot* referem-se a aspectos afetivos do funcionamento executivo que são necessários quando uma situação é significativa e envolve a regulação do afeto e motivação, como no caso de problemas que têm conseqüências reais para o bem-estar.

As emoções influenciam nossas ações (78) e, mais do que isto, de acordo com Bechara, Damásio e Damásio (79), ao referenciar sua hipótese do marcador somático, as emoções são cruciais para um julgamento adequado. Isto porque, embora por si só não decidam, fazem parte do processo decisório. Esta hipótese considera que parte do processo de tomada de decisão é imaginar as conseqüências e, então, observar os sinais emocionais baseados na experiência prévia do próprio indivíduo e que fornecem inferências relacionadas às ações que estão sendo contempladas no processo.

Muitos autores comentam sobre a complexidade da definição do conceito de emoção. Na maioria das vezes, busca-se a definição mais próxima do propósito a que se destina. Dessa forma, para este trabalho, pode-se considerar que a emoção é um fenômeno que envolve a integração de múltiplos componentes sejam eles, fisiológicos, comportamentais e mentais (80).

Assim, uma pessoa que se sente ameaçada, por exemplo, pode apresentar imediatamente alterações somáticas, autonômicas e hormonais, incluindo aumento da tensão muscular e da frequência cardíaca (78).

Como dissemos anteriormente, as emoções são moduladas no interior do sistema límbico pela amígdala e outras estruturas subcorticais e corticais. A amígdala recebe informações de todos os sistemas sensoriais e envia mensagens para os centros desencadeadores das respostas emocionais. Conecta-se indiretamente com o córtex orbitofrontal que possibilita que o lobo frontal execute ações que envolvem respostas fisiológicas e comportamentais, incluindo respostas emocionais coordenadas pela amígdala (80).

Os pensamentos e as emoções influenciam as funções de todos os órgãos. Uma reação a uma experiência pode confundir a homeostase – manutenção de um ambiente interno ideal que inclui a temperatura corporal e a composição química dos

tecidos e líquidos corporais –, conformando uma espécie de resposta ao estresse. Esta resposta pode ser concebida através de três sistemas que fazem parte do sistema nervoso periférico (78): (i) sistema nervoso somático, aumentando a tensão muscular; (ii) sistema nervoso autônomo, aumentando o fluxo sanguíneo para os músculos e diminuindo o fluxo para a pele, rins e trato digestivo e (iii) sistema neuroendocrinológico, aumentando a frequência cardíaca e a força contrátil do coração, envolvidos também no sistema nervos autônomo, relaxando a musculatura lisa intestinal e aumentando o metabolismo.

Taylor e Fragopanagos (81) chamam atenção para a importância da interação entre a emoção e a atenção e concluem que não é possível considerar o processamento da emoção sem a inclusão da atenção, e também que funções emocionais são importantes para guiar a atenção.

Considerando-se os aspectos *cool*, cognitivos, estes foram associados a regiões dorsolaterais do córtex pré-frontal e os aspectos *hot*, afetivos, associados a regiões ventral e medial do córtex (82).

### 1.3 AVALIAÇÃO NEUROPSICOLÓGICA

Os testes neuropsicológicos atuam como instrumentos de apoio ao estudo de processos cognitivos utilizados com frequência em pesquisas do comportamento, emoções e personalidade, relacionando estes aspectos ao funcionamento de estruturas cerebrais (83). São testes preparados para eliciar determinadas regiões do cérebro que são responsáveis pelas atividades exigidas no procedimento, possibilitando, assim, uma série de dados objetivos para o estudo do desempenho dos processos cognitivos em questão.

De maneira geral, no contexto do estudo de funções executivas, os testes se referem ao controle cognitivo de como detectar uma mudança de expectativas, interromper uma resposta, alternar uma resposta, inibir respostas competitivas, detectar conflitos, sustentar a memória operacional via controle de interferência mental, regular respostas via alerta ou alocação de esforço e manter um objetivo em um espaço de tempo (84).

Neste trabalho foram utilizados testes que têm como principal processo cognitivo a memória operacional, tanto no aspecto visual como no espacial. A abrangência já comentada deste processo permite também ressaltar aspectos de outros processos executivos.

Diferente da memória de referência, que é usada para reter informações que permanecem constantes ao longo do tempo, a memória operacional é necessária para trazer informações que variam de forma imprevisível no tempo e/ou no conteúdo (85). Assim os testes precisam variar algum aspecto da análise: visual ou espacial. Outro ponto importante é o atraso entre a apresentação do estímulo e a resposta. Segundo Heise e Milar (86), com o atraso podem ser avaliados a discriminação, a codificação e a retenção, fundamentais para a disposição de uma resposta apurada.

O teste de escolha de acordo com o modelo com atraso (Delayed Matching to Sample Test – DMTS; 87) é comumente usado em estudos de memória operacional, no qual um atraso temporal separa a apresentação de um estímulo modelo e a oportunidade de responder a dois ou mais estímulos de comparação que sejam idênticos ao modelo apresentado. Neste teste, o sujeito deve abstrair uma regra de escolha, manter a regra durante os vários ciclos do teste diante das diferentes apresentações de modelos distintos, e aplicar a regra na escolha do estímulo da prova. Esse teste é importante para avaliar o desempenho da memória operacional e a habilidade de persistência ao alvo.

Uma variação desse teste é o teste de escolha diferente do modelo com atraso (Delayed Non Matching to Sample Test – DNMTS; 88). É semelhante ao DMTS, sendo que, neste procedimento, o sujeito deve escolher o estímulo diferente do modelo previamente apresentado. Neste caso, além da abstração da regra de escolha, há também a detecção da mudança de regra e a inibição de uma resposta familiar, permitindo avaliar assim a flexibilidade cognitiva.

O teste de Reconhecimento Espacial com Atraso (Delayed Recognition Span Test - DRST; 89) é considerado um teste de memória visuo-espacial progressiva. Consiste na apresentação gradativa de estímulos em diferentes posições e requer a identificação do estímulo na nova posição. Existe um atraso na apresentação de cada elemento e o posicionamento é aleatório. O teste demanda, portanto, memória

visuo-espacial, ao se visualizar a disposição dos estímulos já apresentados, exigida na próxima resposta, e tomada de decisão no seqüenciamento de ações, permitindo avaliar a manipulação do tempo e a memória operacional espacial.

Procedimentos comportamentais são importantes para provocar processos cognitivos. Os testes apresentados são paradigmas amplamente utilizados para avaliar a memória operacional (90, 91, 92, 93) e têm sido associados a fatores emocionais (96, 94, 95, 97, 98). Os testes apresentados envolvem processamento de memória, atenção e estímulos combinando com uma resposta correta. Nesse caso, a expressão do desempenho nas diferentes categorias de estímulos, incluindo fatores emocionais, representa a interação entre emoção e cognição. Há evidências de envolvimento de áreas frontais e temporais do cérebro, bem como córtex pré-motor e occipital, durante DMTS e desempenho DNMTS (99, 100), enquanto o teste de reconhecimento espacial com atraso é entendido como um procedimento dependente do hipocampo (94).

#### 1.4 ELETROFISIOLOGIA DE FUNÇÕES EXECUTIVAS

A eletrofisiologia é o estudo das propriedades elétricas das células e tecidos biológicos. Tem origem nas descobertas de Luigi Galvani e nos estudos de Hans Berger, sobre técnicas de gravação elétrica do fluxo de íons em tecidos biológicos. Das muitas técnicas que se desenvolveram a partir destes estudos, as que interessam para este trabalho são: eletroencefalografia, eletrocardiografia, o registro da resposta galvânica da pele e eletromiografia.

As técnicas utilizadas neste trabalho foram empregadas para registrar as atividades elétricas de processos fisiológicos durante eventos psicológicos ou mentais. Este tipo de pesquisa também pode ser chamada de psicofisiologia (101).

A eletroencefalografia (EEG) é um registro da atividade elétrica do cérebro feito a partir de eletrodos sobre a superfície do couro cabeludo. As atividades elétricas registradas nos neurônios corticais, durante o EEG, são resultantes, principalmente, de potenciais pós-sinápticos produzidos por aferências neuronais de estruturas subcorticais. A amplitude do EEG é de cerca de 100 mV quando medido no couro cabeludo e a largura de banda deste sinal é de menos de 1 Hz a cerca de

80 Hz. Este registro corresponde às atividades corticais contínuas nos locais dos eletrodos fixados. Assim sendo é uma medida direta da atividade neuronal com alta definição temporal, embora a distribuição regional esteja limitada ao número de eletrodos utilizados. O EEG, portanto, se destaca pela simplicidade e eficiência no mapeamento e registro das ativações corticais, permitindo uma avaliação temporal importante de respostas cerebrais a estímulos.

As atividades elétricas registradas nos neurônios corticais, durante o EEG, são resultantes, principalmente, de potenciais pós-sinápticos produzidos pela atividade de aferências neuronais de estruturas subcorticais. Um aspecto importante, no que se refere à regionalização das funções de controle executivo do cérebro, é o fato de que as áreas do lobo frontal não são áreas isoladas e auto-suficientes, elas trabalham sob influência de outras áreas corticais e também subcorticais (102). Neste contexto, procura-se analisar as atividades corticais e, mais objetivamente, onde estas atividades são mais evidentes e, também, estruturas outras que se manifestem em razão destas.

Alguns trabalhos têm aliado técnicas de eletrofisiologia a técnicas de neuroimagem (103, 104, 66). Estudos com fMRI, mostram que existe uma ativação sustentada na região do córtex pré-frontal durante tarefas que envolvem a memória operacional (105), ou que o córtex pré-frontal desempenha um papel crucial na capacidade de mudar o controle atencional com base em demandas de evolução de uma tarefa (10). Estes estudos em humanos também afirmam que, em testes que incluem um fator emocional, como o medo condicionado, foi observada atividade da amígdala e atividade correlata no tálamo, assim como, também provocam a ativação do hipocampo (106, 107).

A geração, a representação e a consciência subjetiva da mudança autonômica no alerta corporal são tidas como componentes fundamentais da emoção e estados sentimentais (79, 108, 109). Estes fenômenos estão associados ao fator emocional que está envolvido de alguma maneira na execução de algumas atividades (79). Esta influência pode alterar a frequência cardíaca, a tensão muscular, o fluxo sanguíneo, o metabolismo entre outros.

A eletrocardiografia (ECG) é o registro mais simples que pode ser feito da frequência cardíaca (FC). Esta técnica registra a atividade elétrica do coração

expressa em ondas bem definidas (Figura 3) – P, QRS, T – através de eletrodos colocados em pontos de referência de derivação do sinal eletrocardiográfico. Essas ondas correspondem a eventos elétricos da ativação do miocárdio através das quais minúsculas correntes elétricas fluem causando contração e relaxamento do músculo (110). Cada onda pode atingir uma amplitude específica a depender da derivação analisada. Interessa para o cálculo da variabilidade da frequência cardíaca a onda R que pode chegar a cerca de 2 mV e frequência de 0,01 a 250 Hz.

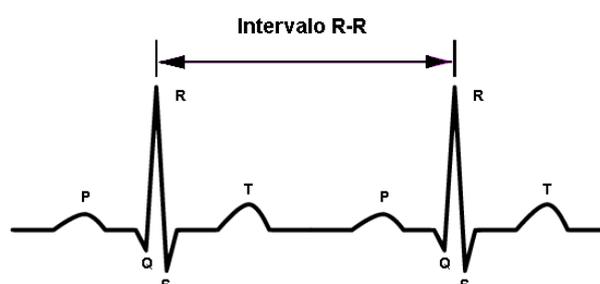


Figura 3. Parâmetros para medida da variabilidade cardíaca. Fonte: <http://commons.wikimedia.org/wiki/File:ECG-RRinterval.svg>

Malik (111), junto com o comitê da Força tarefa da Sociedade Européia de Cardiologia e da Sociedade Norte-americana de Pacing Eletrofisiologia, estabeleceu a importância do intervalo entre ondas R e da detecção destas ondas (RR ou NN) para a análise da variabilidade da frequência cardíaca.

A variabilidade da frequência cardíaca (VFC) tem sido estudada como um marcador importante da modulação do sistema nervoso autônomo (SNA) (112, 113, 114, 115, 116). O SNA é composto por dois sistemas muito equilibrados: o sistema nervoso simpático (SNS), e o sistema nervoso parassimpático (SNP), ambos são tonicamente ativados com atividade simpática, associada à aceleração da frequência cardíaca, e atividade parassimpática, associada com a desaceleração da frequência cardíaca (117). A VFC permite avaliar o comportamento fisiológico do indivíduo e, especificamente, delinear seu nível de excitabilidade como resposta a um evento característico (118).

O funcionamento eficiente do SNA em um ambiente complexo exige uma interação dinâmica entre SNS e SNP e essa interação requer adequado funcionamento do córtex pré-frontal, que se considera envolvido na inibição da ativação do SNS (119). Hansen e colaboradores (120) relataram que indivíduos com

alta VFC, quando comparados com sujeitos de baixa VFC, apresentam desempenho melhor em tarefas executivas, mas não diferem com relação ao tempo de reação simples. Estes achados são consistentes com relatos que relacionam uma maior atividade do córtex pré-frontal com melhores habilidades executivas (121). Por outro lado, baixa atividade do córtex pré-frontal, detectada usando tarefas cognitivas, pode limitar a capacidade comportamental de um indivíduo em se adaptar às ameaças e evitar respostas inapropriadas (122). Alguns autores sugeriram que o córtex pré-frontal em bom funcionamento está associado à modulação cardíaca eficiente a partir de achados de que prejuízos do córtex pré-frontal estão associados à diminuição da variação de frequência cardíaca (123).

A resposta galvânica da pele (RGP) é uma mudança na resistência elétrica cutânea determinada pela passagem de uma fraca corrente através da pele. O registro de RGP é feito através de eletrodos colocados na mão não dominante do indivíduo, medindo as mudanças no fluxo de eletricidade ou a corrente gerada pelo próprio organismo, o que corresponde à atividade eletrodérmica. Esta atividade está relacionada à hidratação de glândulas sudoríparas que, ao serem abastecidas por água salgada, diminuem a resistência da pele à eletricidade aumentando, assim, a condutância. Enquanto a maioria dos sistemas fisiológicos é controlada por ambas as divisões do SNA (simpático e o parassimpático), alguns tecidos são inervados por apenas um como, por exemplo, as glândulas sudoríparas que são inervados apenas pelo sistema nervoso simpático (124). A amplitude do sinal pode chegar a 0,5 V e a frequência a 15 Hz.

Na RGP é uma alteração da resistência elétrica da pele ocorre com as emoções e em outras condições determinadas. Pode ser medida em estados corporais de alerta durante um comportamento físico, cognitivo e emocional (125). Este registro pode expressar o nível basal da atividade das glândulas – nível de condutância da pele (SCL) – e alterações da atividade das glândulas em resposta a um estímulo ou evento – resposta da condutância da pele (SCR). O SCL reflete o nível de alerta do indivíduo/organismo e diminui com o relaxamento fisiológico como o sono ou descanso (126, 127).

Raine e colaboradores (128), na introdução de seu trabalho, concluíram que existe um relacionamento positivo entre a condutância da pele e a área do córtex

pré-frontal. O SNA é ativado subconscientemente quando o corpo está sujeito ao estresse. O RGP tem sido relacionado com a emoção, atenção e estresse e é uma medida generalizada de excitação autonômica e também uma medida de atenção. Além de ser muito usado em estudos psicológicos experimentais com o objetivo de medir o processamento emocional consciente e inconsciente (79, 106, 129).

Outra manifestação fisiológica que ocorre enquanto fatores emocionais são eliciados é a tensão muscular. O registro desta tensão pode revelar a contração involuntária de diversos músculos com descargas síncronas repetitivas de unidade motoras (130).

A eletromiografia (EMG) é o registro da atividade elétrica da contração muscular que ocorre nas membranas celulares das fibras musculares durante um desempenho motor ou atividade mental. A técnica consiste da colocação de eletrodos em músculos que possam expressar, por contrações, respostas do esforço envolvido em atividades mentais, considerando o contexto do presente trabalho. O sinal registrado possui amplitude máxima até 5mV e componentes de frequência entre 0Hz e 500Hz.

Alguns trabalhos que relacionam o sistema nervoso somático com atividades que envolvem emoção registram a intensidade da tensão do músculo frontal corrugador do supercílio (*corrugator supercili*) (131) em resposta a um estímulo negativo e outros, acrescentam o músculo zigomático maior (*zygomaticus major*), contraído no sorriso espontâneo, associando este músculo à valência positiva (132, 133, 134).

Nakasone e colaboradores (135) utilizaram a resposta galvânica da superfície da pele como um índice que aumenta linearmente com o nível de intensidade emocional da pessoa e a atividade muscular como uma indicação da valência da emoção. O alerta autonômico é associado com a facilitação da consolidação da memória e é indicado como influência na tomada de decisão e no comportamento motivacional (79).

Medidas eletrofisiológicas como essas têm sido usadas para avaliar a carga mental de trabalho e reconhecimento de emoções durante as tarefas que envolvem cognição e emoção. Alguns desses estudos avaliam a tomada de decisão e percepção por meio de associação entre a excitação de conteúdo emocional e

aumento da RGP (134). Outros usam o conteúdo emocional para induzir mudanças no sistema nervoso autônomo, especialmente ECG e RGP, em uma tentativa de definir padrões de respostas autonômicas para diferentes tipos de emoção (136). Estudos anteriores indicam que a lesão cortical, especialmente no lobo frontal, pode seletivamente atenuar RGP em estímulos psicologicamente relevantes (137). Além disso, funções cognitivas como atenção e memória emocional de codificação têm sido relacionadas a alterações na atividade parassimpática (138, 129). Alguns estudos encontraram uma relação entre a atividade dos córtices frontal e temporal e respostas cardiovasculares associadas com o aumento da intensidade emocional, devido ao conteúdo de alto alerta emocional (139).

A rede neural da memória operacional tem sido objeto de estudos de comportamento, neuroimagem funcional e psicofisiológicos. Pesquisas de neuroimagem e EEG revelaram as conexões cerebrais que apóiam a cognição, a emoção e a integração de informações. Alguns estudos eletrofisiológicos para demonstrar a atividade cerebral relacionada com a tarefa foram fundamentais para sustentar que o hipocampo modula o sistema de memória operacional através de oscilações temporais (140, 141), bem como os efeitos da associação funcional no desempenho da memória operacional, em que há uma necessidade geral de avaliar a organização temporal dos mecanismos participantes, usando registros eletrofisiológicos para demonstrar a atividade cerebral relacionada com a tarefa (142, 143, 144, 145, 146).

## 1.5 PROBLEMA

O uso de diferentes técnicas de registro ou testes neuropsicológicos para avaliar o desempenho de funções executivas já foi estabelecido em diversos estudos e também na investigação dos processos cognitivos envolvidos. Outros trabalhos aplicaram técnicas de registros eletrofisiológicos para avaliar diferentes habilidades cognitivas utilizando testes específicos relacionados ao fator emocional (147). Vários estudos, concebidos para diferentes fins, têm revelado relações entre cognição/emoção com sinais de EEG, ECG, RGP e EMG. Contudo, para a memória operacional visual e espacial com componentes emocionais explícitos, não há nota

de estudos que incluem o mapeamento de EEG do cérebro em associação com respostas autonômicas.

O presente trabalho foi delineado para ser um estudo mais abrangente da eletrofisiologia das funções executivas, notadamente a memória operacional, por meio da aplicação simultânea de registros eletrofisiológicos de sinais do sistema nervoso central e sistema nervoso periférico e de diferentes testes neuropsicológicos para a eliciação de processos cognitivos envolvidos em funções executivas.

Este estudo baseia-se nas seguintes hipóteses:

O desempenho da memória operacional em ambos nos testes de memória operacional visual e visuo-espacial será facilitado pelo alertamento de estímulos com conteúdo emocional;

A atividade periférica – cardíaca, eletrodérmica e muscular facial - será maior durante o desempenho de tarefas com maior esforço cognitivo relacionados a processos de atenção, memória e controle inibitório;

O alertamento emocional envolve preponderantemente atividade simpática;

Os efeitos da tarefa e do conteúdo sobre a atividade periférica interagem em condições de demanda cognitiva e alertamento emocional, isto é, as atividades periféricas são uma resposta direta da demanda cognitiva da condição da tarefa ou do alertamento emocional do conteúdo.

## 2 OBJETIVOS

### 2.1 GERAL

Investigar respostas eletrofisiológicas durante desempenho da memória operacional associada ao processamento de conteúdo emocional e não emocional.

### 2.2 ESPECÍFICOS

Descrever a relação entre os sinais biológicos medidos durante o desempenho de testes que envolvem processos cognitivos relacionados a funções executivas;

Descrever relações entre o sistema nervoso central e o sistema nervoso periférico no desempenho da memória operacional visual e visuo-espacial;

Investigar o papel do conteúdo emocional no desempenho da memória operacional visual e visuo-espacial;

Avaliar, por meio da técnica de eletroencefalografia, a relação entre as ativações cerebrais das regiões essenciais na realização da memória operacional visual e visuo-espacial;

Descrever a possível lateralização das atividades cerebrais para os testes de memória operacional visual e visuo-espacial.

### 3 MÉTODOS

#### 3.1 PARTICIPANTES

Foram recrutados, por meio de anúncio no campus Darcy Ribeiro da Universidade de Brasília, 57 jovens estudantes universitários, hígidos, na faixa etária de 18 a 28 anos (26 homens; Idade média:  $22,08 \pm 2,45$ ). Destes foram incluídos os participantes destros, avaliados pelo Inventário de Edinburgh (148), e que não declararam o uso de medicamentos, o consumo de álcool ou drogas nas 24 horas que antecederam o procedimento e história de transtorno neurológico, própria ou familiar.

Antes de iniciar o experimento, os participantes tiveram que responder a um questionário sobre dados pessoais e hábitos recentes, que tem como objetivo determinar as condições do sujeito para participação do estudo. Caso o indivíduo apresentasse alguma restrição que o admitisse ser eliminado do estudo, a exclusão dos seus dados seria feita após a realização do experimento e seus dados não seriam utilizados para fins de análise estatística. O participante não foi informado sobre sua exclusão.

#### 3.2 EQUIPAMENTOS

Os experimentos foram realizados no Laboratório de Neurociências e Comportamento, do Instituto de Biologia da UnB, na sala de registros eletrofisiológicos, devidamente equipada com uma gaiola de Faraday (LxAxP: 259 x 223 x 396 cm), para minimizar as interferências eletromagnéticas no registro.

As medidas eletrofisiológicas foram realizadas utilizando-se o aparelho especializado de registros eletrofisiológicos Neuron-Spectrum-4/EP do fabricante NeuroSoft®, que dispõe de sistema multifuncional para EEG/PE e estudos neurofisiológicos em 29 canais, permitindo registros simultâneos de atividades

eletrofisiológicas, dos quais foram utilizados 25 canais: 21 para EEG, 1 para ECG, 1 para RGP e 2 para EMG.

Para aplicação dos testes neuropsicológicos, foi utilizado o mesmo computador conectado ao aparelho de registro, com teclado e mouse adaptados e monitor de 17" para uso do participante. Para os testes, foram utilizados programas específicos elaborados no laboratório em Borland Delphi versão 7.0: testes de Escolha de Acordo com o modelo e Escolha Diferente do modelo - programa Systemem; teste de Reconhecimento Espacial com Atraso - programa TREA.

### 3.3 INSTRUMENTOS

Durante o experimento, os participantes foram submetidos a uma seqüência de testes neuropsicológicos, enquanto eram feitas as medidas eletrofisiológicas previstas neste estudo. Os testes aplicados fazem parte da bateria de testes frontais segundo metodologia já validada no laboratório (149, 150, 151). Estes testes foram elaborados com estímulos de conteúdo emocional ou não-emocional. Os estímulos não-emocionais eram de categoria neutra ou geométrica, os estímulos emocionais eram de categoria positiva ou negativa. Os estímulos emocionais e neutros foram selecionados do International Affective Picture System (IAPS; 152) e escolhidos de acordo com a escala IAPS de valência. Para os estímulos geométricos, foram incluídas figuras de elementos geométricos simples (círculos, triângulos etc) para completar o conjunto de estímulos.

#### **Teste de Escolha de Acordo com/Diferente do Modelo com Atraso (DMTS/DNMTS)**

Este teste é composto de duas fases em que cada tentativa é intercalada por um atraso (1s). Na primeira fase, chamada de aquisição, os participantes são apresentados a um estímulo modelo (4x4cm) no centro de uma tela de computador por 2s. Na segunda fase, após o atraso, os participantes foram apresentados a dois estímulos (4x4cm cada), um dos quais era o mesmo que foi apresentado anteriormente, em posições aleatórias. Esta segunda fase, chamada de prova,

contém a regra do teste. Para o teste de escolha de acordo com o modelo com atraso (DMTS) é esperado que os participantes escolham (cliquem) o estímulo do par igual ao modelo apresentado anteriormente. Enquanto que, no teste de escolha diferente do modelo com atraso (DNMTS), os participantes devem escolher o estímulo do par que seja diferente ao modelo apresentado (Figura 4). Um sinal auditivo notifica os participantes se sua resposta estava correta: agudo, para a resposta correta; grave, para a resposta incorreta ou abortada.

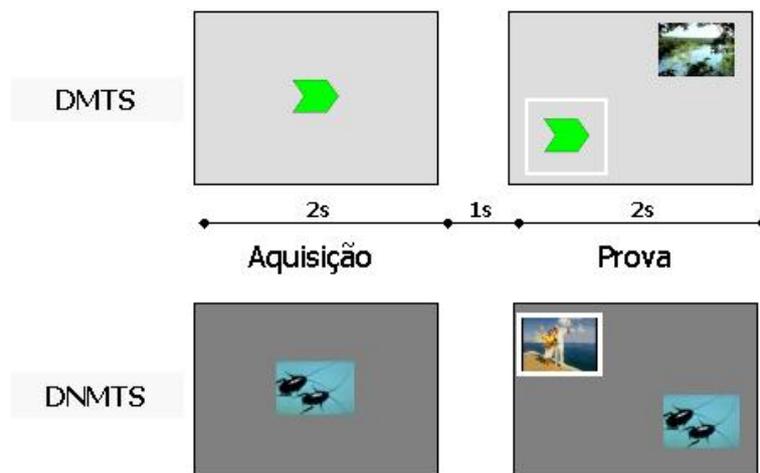


Figura 4. Esquema de uma tentativa do teste de escolha de acordo/diferente do modelo. Em destaque a resposta correta para cada condição.

Foi utilizado um número igual de fotos de cada categoria. Havia um total de 96 estímulos organizados em 48 pares diferentes, um conjunto para DMTS e outro para DNMTS, com o seguinte arranjo (modelo-prova): geométrico-geométrica; geométrico-negativo; geométrico-neutro; geométrico-positivo, negativo-geométrico, negativo-negativo, negativo-neutro, negativo-positivo, neutro-geométrica; neutro-negativo; neutro-neutro, neutro-positivo; positivo-geométrica; positivo-negativo, positivo-neutro e positivo-positivo (Anexo A).

### **Teste de Reconhecimento Espacial com Atraso (TREA)**

Neste teste, os estímulos são apresentados gradualmente em posições aleatórias da tela seguindo as 16 posições definidas por uma matriz 4x4. O teste tem início com a apresentação de uma imagem (4x4cm), na qual o participante deve

clicar para que apareçam as próximas. O indivíduo deve clicar na última imagem apresentada, ou seja, a nova posição preenchida. As apresentações subseqüentes reapresentam imagens na disposição anterior, acrescentando mais uma em uma das posições livres da matriz até completar os 8 elementos de cada ciclo (Figura 5). O teste foi aplicado em uma versão com ciclos de estímulos de conteúdo variado (TREA V) e em uma versão com ciclos de estímulos de um único conteúdo (TREA U). Um sinal auditivo notifica os participantes se sua resposta estava correta: agudo, para a resposta correta; grave, para a resposta incorreta. A resposta incorreta inicia um novo ciclo.

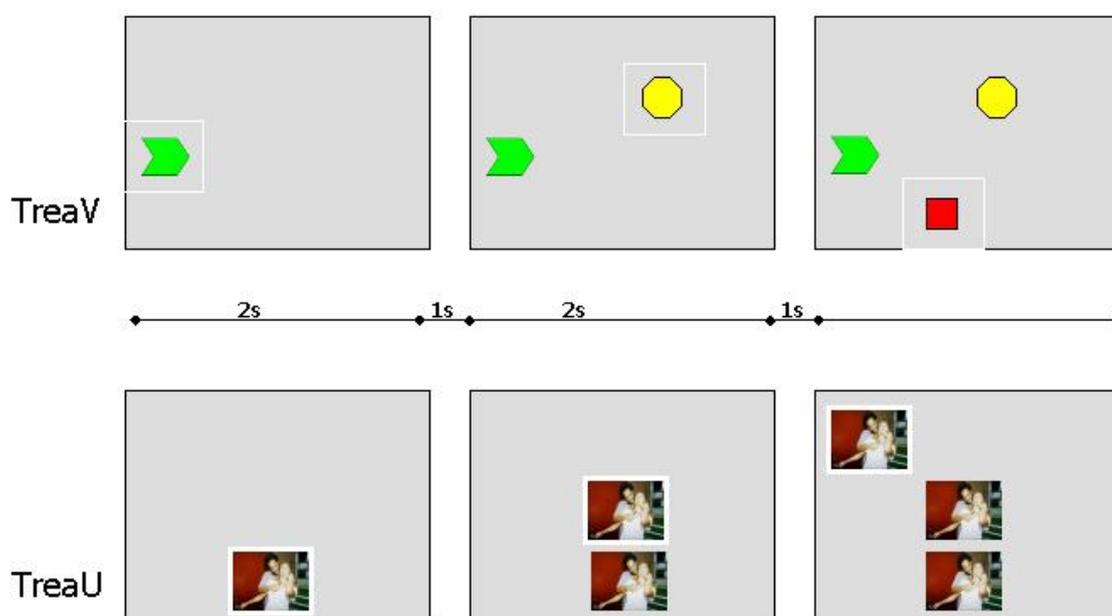


Figura 5. Esquema de apresentação do TREA em 3 tentativas

Cada versão foi monitorada com 16 ciclos. Foram tratadas 32 imagens de cada categoria para a versão TREA V, e mais 4 imagens de cada, totalizando 16 imagens, para a versão TREA U, mantendo a mesma categoria dentro do ciclo (ANEXO B).

As imagens selecionadas não se repetiram em nenhum dos testes, mas foram utilizadas as mesmas entre os participantes. Todos os programas dos testes deixam armazenados os dados da execução, como os tempos de início e fim, tempos de apresentação dos estímulos, tempos de resposta e resultados de desempenho (acertos, erros e falta de resposta).

### 3.4 PROCEDIMENTO

Os experimentos foram realizados no Laboratório de Neurociências e Comportamento no Instituto Central de Ciências da Universidade de Brasília. Após responder a ficha com informações pessoais e assinar o termo de consentimento livre e esclarecido (TCLE), o participante era convidado a sentar-se em frente ao computador e acomodar-se de maneira que pudesse utilizar o mouse e o teclado confortavelmente. Neste momento, ele era informado que ficaria naquela posição enquanto estivesse disponível para o experimento. A sessão se iniciava com a preparação do participante para os registros dos sinais biológicos. Esta preparação consistia na marcação dos pontos, conforme medidas determinadas para cada tipo de registro, na limpeza de cada ponto marcado com um gel abrasivo (Nuprep, Weaver and Company, USA) e na fixação dos eletrodos de superfície, conforme as especificidades de cada registro. Os sinais biológicos foram registrados continuamente durante toda a sessão com uma taxa de amostragem de 2000 Hz (Figura 6).

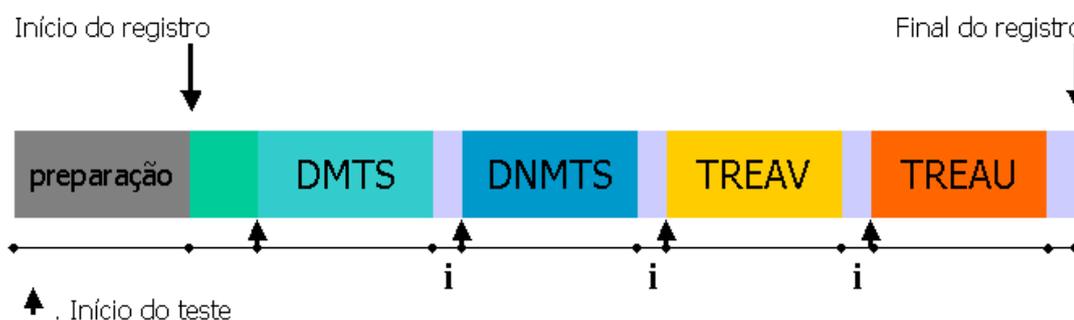


Figura 6. Fluxo do procedimento do estudo. A ordem dos testes, o registro contínuo e a preparação que antecede o registro. Os “i” são intervalos para troca dos testes.

O tempo de execução dos testes dependia do desempenho e do tempo de resposta de cada participante. O tempo de intervalo entre os testes não foi controlado, era o apenas tempo suficiente para a troca do teste e informação da instrução de execução. Era solicitado que o indivíduo fechasse os olhos ao finalizar um teste até começar o próximo, assim também para a primeira execução.

Para o registro eletroencefalográfico, os eletrodos de superfície foram posicionados de acordo com o sistema Internacional 10/20 (153) (Figura 7) e os

referenciais nos mastóides. Estes eletrodos foram fixados por uma pasta condutora (Ten20, Weaver and Company, USA) e mantiveram as impedâncias abaixo de 5 K $\Omega$  durante toda a sessão.

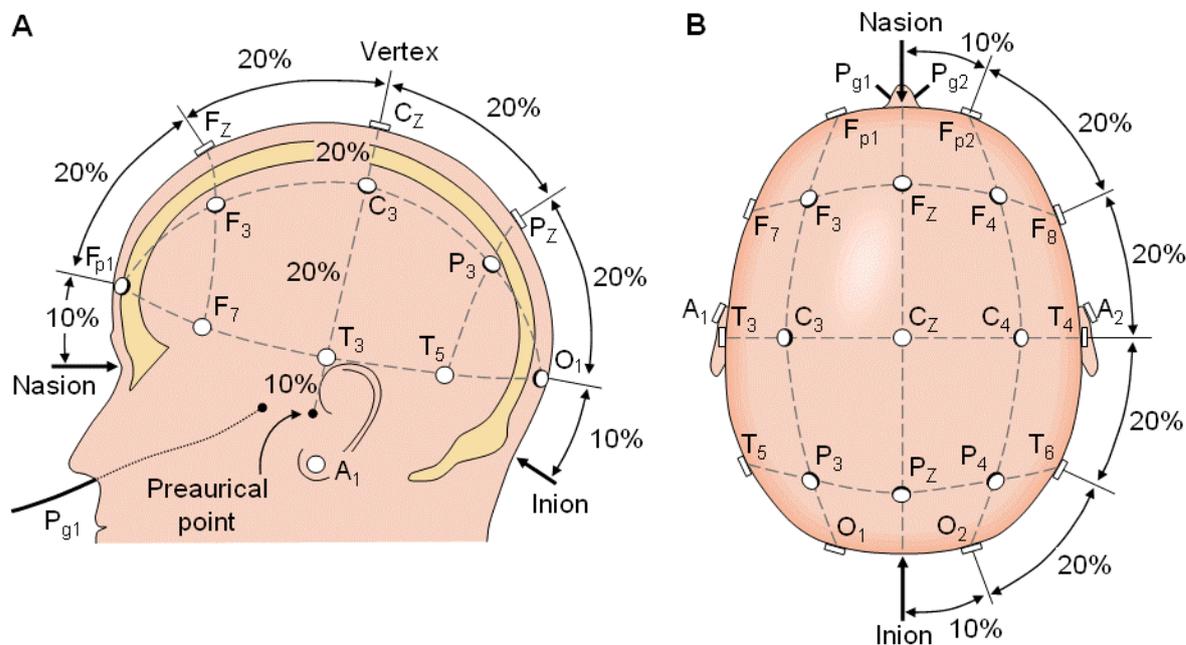


Figura 7. Posicionamento de eletrodos de registro de eletroencefalograma do sistema 10/20. A. Vista lateral; B. Vista superior. Fonte: <http://www.bem.fi/book/13/13.htm>.

O registro da frequência cardíaca foi feito por técnica de eletrocardiografia, utilizando-se 2 eletrodos adesivos de botão: um colocado no pescoço, sobre a veia jugular externa direita, e outro colocado no antebraço esquerdo em correspondência com a artéria radial.

O registro eletrodérmico foi feito por meio da resistência da condutância da pele através de 2 eletrodos adesivos de botão: um sobre a região tenar e outro sobre o dorso da mão não dominante.

O registro da contração muscular facial foi feito por meio de eletromiografia utilizando-se 2 eletrodos adesivos de botão posicionados no músculo frontal corrugador do supercílio (*corrugator supercili*) e mais 2 eletrodos sobre o músculo zigomático maior, conforme os pontos assinalados na Figura 8.



Figura 8. Posicionamento de eletrodos de registro de eletromiografia (x). Fonte: [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0004-27492002000500017](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0004-27492002000500017) (adapatda)

Após o posicionamento de todos os eletrodos, foram avaliados os valores de impedância de todos os eletrodos para que estivessem menores do que  $5\Omega$ . Após concluída a preparação, os registros foram tomados simultaneamente à execução dos testes neuropsicológicos.

### 3.5 PROCESSAMENTO DOS DADOS

Os dados, com exceção do EEG, foram processados com programas em Matlab versão 7.8.0 (R2009a) desenvolvidos no Laboratório de Neurociências e Comportamento da UnB para separar digitalmente os fragmentos dos registros correspondentes ao período de aplicação dos testes e, dentro dos fragmentos, as épocas correspondentes à exposição do estímulo. Para as épocas não foi considerado o registro de ECG devido ao curto período de tempo considerado para cada estímulo.

Os dados de EEG foram analisados utilizando o software livre e de código aberto, EEGLAB toolbox, versão 9.0.4.5 (154; <http://sccn.ucsd.edu/eeglab/>). Os fragmentos foram submetidos ao algoritmo Infomax (runica) para serem decompostos em fontes de atividades independentes (155). Esta decomposição dá origem aos componentes independentes (ICA) tantos quanto o número de canais utilizados. Os componentes relacionados a artefatos do registro, como o piscar ou movimento dos olhos, foram removidos do registro original, o qual foi recalculado com os componentes restantes (Figura 9).

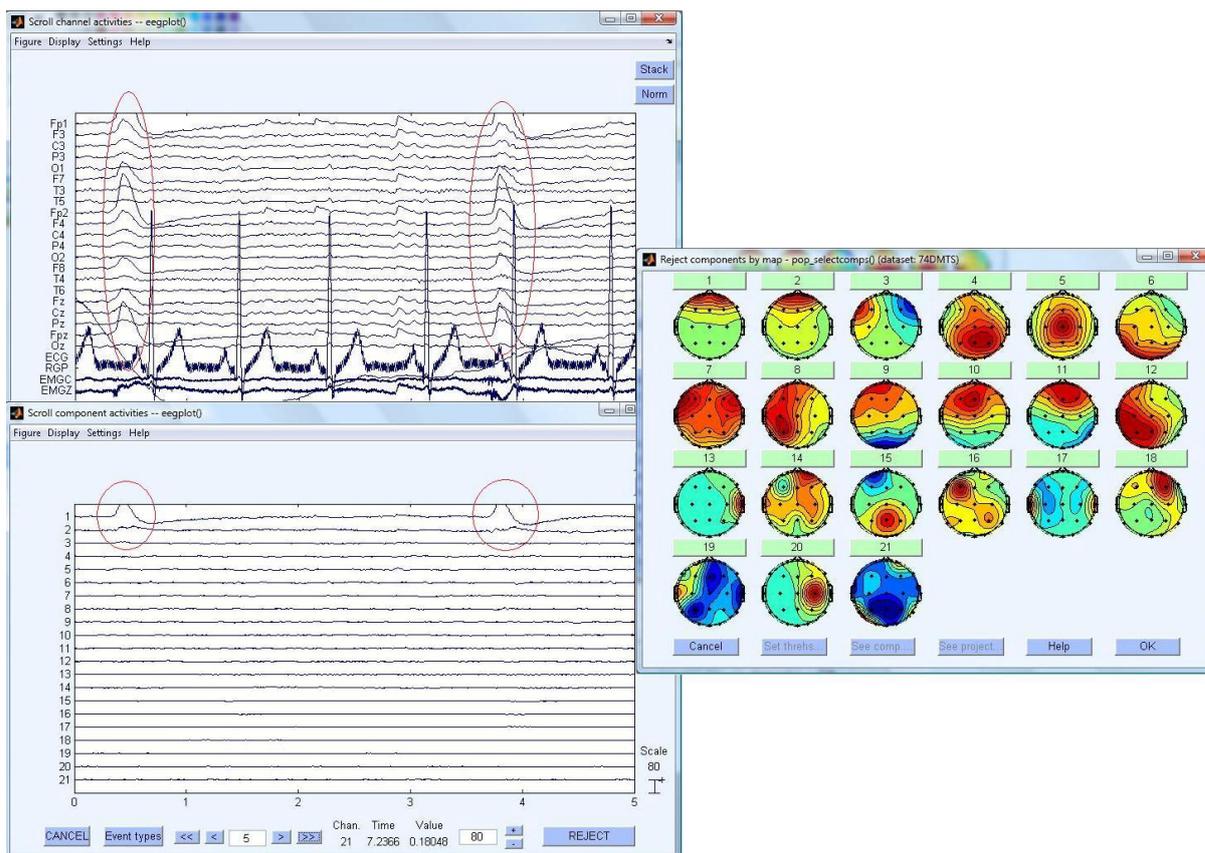


Figura 9. Interface gráfica do EEGLab para identificação dos componentes. A janela superior à esquerda representa uma plotagem do registro com todos os canais, com destaque para os artefatos. A janela inferior representa a plotagem dos componentes gerados, com destaque para o elemento fora do padrão equivalente ao artefato do registro. A janela à direita contém uma representação topográfica de cada componente, os mesmos plotados. Observa-se que o componente 1, o mesmo onde foi observado os artefatos, apresenta ativação no pólo anterior, correspondente à região frontal, mais próxima dos olhos.

Após o tratamento dos artefatos, os registros foram avaliados em um estudo provido pela ferramenta que permite a determinação dos registros de cada sujeito e a condição de cada um deles. O estudo é precomputado para o cálculo da potência espectral e os dados são disponibilizados para análise. Os dados foram analisados pelas bandas de frequência tradicionais: Teta (4-8 Hz), Alfa (8-13 Hz), Beta (13-30 Hz) e Gama (30 - 70 Hz).

Os dados de frequência cardíaca foram tratados com o módulo de análise de ECG do *Protolize!* (156) para detecção dos picos de ondas R. Com o número de intervalos RR, foram calculados os índices de variabilidade da frequência cardíaca (VFC), Figura 10.

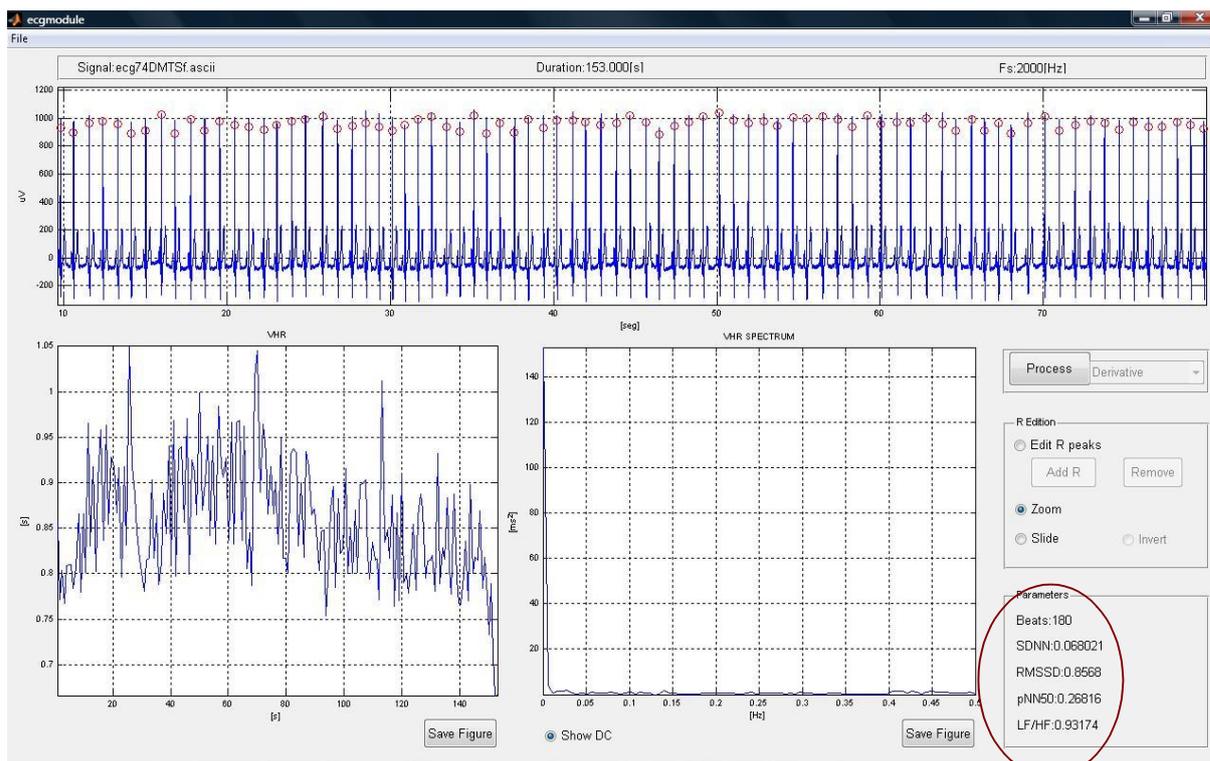


Figura 10. Interface gráfica para identificação dos picos de onda R (marcas em círculo no registro) e conseqüente cálculo dos índices de variabilidade cardíaca (em destaque).

A análise da VFC pode ser feita no domínio do tempo, considerando os intervalos RR individualmente para o índice SDNN (desvio padrão da média dos intervalos RR), ou os intervalos adjacentes para os índices rMSSD (a raiz quadrada da soma do quadrado das diferenças entre intervalos RR adjacentes) e o pNN50 (percentual de intervalos RR adjacentes com diferença de duração superior a 50 milissegundos), e no domínio da frequência para o índice LF/HF (razão entre baixas [0,04 - 0,15Hz] e altas frequências [0,14 – 0,4 Hz.]). Os índices no domínio do tempo ajudam a avaliar a atividade parassimpática, menor excitabilidade, maior o índice. A LF / HF reflete balanço autonômico cardíaco, onde valores maiores refletem dominância simpática e valores menores refletem dominância parassimpática.

Os dados da atividade eletrodérmica foram processados com programas em Matlab construídos no laboratório. Inicialmente foram normalizados para permitir a comparação dos valores de cada condição de tarefa para cada participante. Os índices calculados foram de SC, a média de condutância da pele dos valores normalizados; SCL, o nível de condutância da pele; SCR, a resistência de

condutância da pele. Estas medidas refletem o tônus simpático para uma resposta eletrodérmica geral ou relacionada com o estímulo.

Os dados da atividade eletromiográfica também foram processados com programas em Matlab construídos no laboratório. Foi analisada cada apresentação do estímulo modelo (DMTS/DNMTS) ou primeiro estímulo do ciclo (TREA/TREAU), considerando os primeiros 100ms, tanto a medida do corrugador (EMGC), como para o zigomático (EMGZ). Os índices utilizados para análise foram: a média das amplitudes; o RMS, a raiz média quadrática dos valores registrados; e o DEP, a densidade espectral de potência, calculado com a transformada discreta de Fourier.

### 3.6 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os dados comportamentais de cada teste – DMTS/DNMTS, TREA/TREAU - foram analisados por ANOVA de medidas repetidas - Condição (2) e Categoria (4). As amostras independentes foram analisadas *post hoc* com testes t para avaliar o efeito das categorias no desempenho. O nível de significância estatística foi ajustado segundo o método de Bonferroni e foi estabelecido o valor de p inferior a 0,05 para todas as análises.

As análises dos dados de EEG foram realizadas com o próprio EEGLAB Toolbox com ferramentas estatísticas paramétricas - teste t pareado – para a variável condição. Para os índices de frequência cardíaca, foi aplicado um teste t pareado entre as condições em cada teste. Os dados de RGP e EMG foram analisados por ANOVA de medidas repetidas e a análise *post hoc* foi feita com um teste t pareado por condição e estímulo, separadamente. Os graus de liberdade foram corrigidos pelas estimativas de esfericidade Greenhouse Geisser. No entanto, os graus de liberdade originais foram relatados para todas as análises ANOVA.

### 3.7 CONSIDERAÇÕES ÉTICAS

Todos os sujeitos foram voluntários e obedeceram aos critérios éticos de participação definidos para experimentação em humanos de acordo com a resolução

196/96 CNS/MS. Este trabalho foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Faculdade de Ciências da Saúde da UnB (Anexo C).

O procedimento foi esclarecido ao indivíduo antes da sua participação, sem que fosse declarado o objetivo real do estudo para que não houvesse obliquidade no resultado dos testes. Todos os participantes assinaram o TCLE antes de iniciar o experimento e o objetivo foi exposto na conclusão do procedimento. Os dados coletados dos participantes foram assegurados em termos de sigilo e confidencialidade.

## 4 RESULTADOS

### 4.1 MEMÓRIA OPERACIONAL VISUAL

A amostra consistiu de 28 voluntários do gênero Feminino (idade média: 20,93 +/- 3,208) e de 26 do gênero Masculino (idade média: 22,08 +/- 2,448).

Os indivíduos apresentaram um alto desempenho geral de 98,88% de respostas corretas (média de acertos: 47,463 +/- 0,144) para a condição DMTS e 91,78% (média de acertos: 44,056 +/- 1,204) para a condição DNMTS. Foram encontradas diferenças estatisticamente significativas para o desempenho entre as condições (DMTS > DNMTS;  $F_{1, 53} = 7,697$ ,  $p = 0,008$ ), entre as categorias de estímulo modelo ( $F_{3, 159} = 25,632$ ,  $p < 0,001$ ) e a interação entre condição e estímulo ( $F_{3, 159} = 27,056$ ,  $p < 0,001$ ; Tabela 1). As comparações pareadas entre os estímulos mostraram diferenças estatísticas entre as categorias geométrica e neutra ( $p < 0,001$ ), geométrica e positiva ( $p = 0,004$ ), geométrica e negativa ( $p < 0,001$ ), neutra e positiva ( $p < 0,001$ ). A análise *post hoc* não mostrou efeito para as categorias dos estímulos modelo na condição DMTS ( $p = 0,095$ ), ao passo que, dentro da condição DNMTS a média de pontuação da categoria geométrica foi significativamente menor do que as outras categorias ( $p < 0,001$ ) e para a categoria neutra foi maior do que a categoria positiva ( $p = 0,001$ ), (Figura 11).

Tabela 1 - Pontuação média  $\pm$  EPM de acordo com a condição da tarefa e a categoria do estímulo modelo

Categoria	DMTS	DNMTS	Total
Geométrica	11,907 $\pm$ 0,048	10,481 $\pm$ 0,287 <sup>†</sup>	11,194 $\pm$ 0,144 <sup>**</sup>
Neutra	11,926 $\pm$ 0,045	11,333 $\pm$ 0,311 <sup>††</sup>	11,630 $\pm$ 0,155
Positiva	11,759 $\pm$ 0,074	11,019 $\pm$ 0,308	11,389 $\pm$ 0,154
Negativa	11,870 $\pm$ 0,046	11,222 $\pm$ 0,315	11,546 $\pm$ 0,158
Total	11,866 $\pm$ 0,036*	11,014 $\pm$ 0,301	

\*: DMTS > DNMTS,  $p = 0,008$ , \*\*: geométrica < Todas as outras categorias,  $p < 0,005$ , †: geométrica < Todas as outras categorias dentro DNMTS,  $p < 0,001$ , † †: Neutral > positiva dentro DNMTS,  $p = 0,001$ .

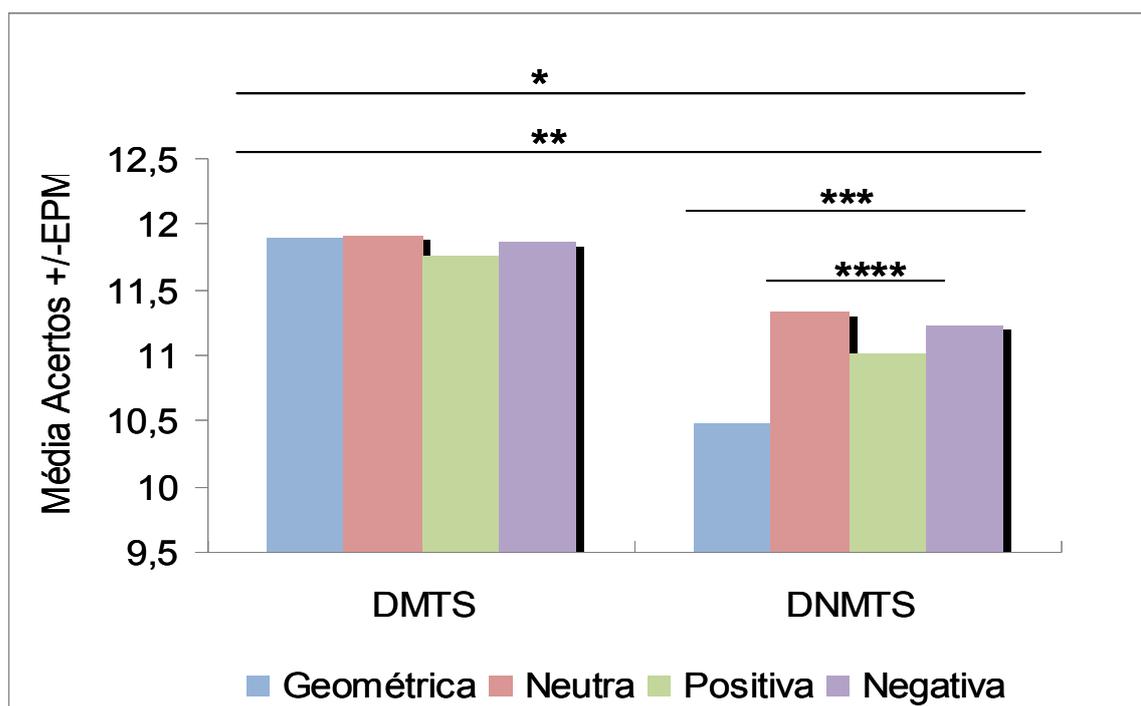


Figura 11. Desempenho médio ( $\pm$ EPM) nos testes DMTS e DNMTS por categoria do estímulo. \*: DMTS > DNMTS,  $p = 0,008$ , \*\*: geométrica < Todas as outras categorias,  $p < 0,005$ , \*\*\*: geométrica < Todas as outras categorias dentro DNMTS,  $p < 0,001$ , \*\*\*\*: Neutra > positiva dentro DNMTS,  $p = 0,001$

Para os dados de EEG, a frequência com a maior atividade em cada banda foi selecionada como a frequência de referência. A Tabela 2 mostra o espectro de potência média da frequência com a maior atividade em cada banda. Estes valores não podem ser comparados entre as bandas, mas fornecem uma referência para cada uma.

Tabela 2 - Potência média do espectro para cada frequência de referência. (continua)

	Freq, Ref,	Eletrodo	DMTS		DNMTS
Theta	5,859 Hz	Fz	7,006	>	6,841
		Cz	6,765	>	6,701
Alfa	9,766 Hz	Fz	3,994	>	3,875
		Cz	4,127	>	4,071
		Pz	3,653	>	3,534
		Fp1	3,356	<	3,901
		Fp2	3,270	<	3,829

Tabela 2 - Potência média do espectro para cada frequência de referência. (conclusão)

	Freq, Ref,	Eletrodo	DMTS		DNMTS
Beta	13,67 Hz	Fp1	1,908	<	2,628
		Fp2	1,730	<	2,610
		T3	0,845	>	0,708
Gama	31,25 Hz	Fp1	-5,034	<	-3,643
		Fp2	-4,803	<	-3,701
		T3	-4,429	>	-4,572

A potência da banda teta foi máxima na linha média para ambas as condições, com expressão máxima nos eletrodos Fz e Cz. A condição DMTS foi referenciada ligeiramente em teta superior a DNMTS com atenuação desta atividade em regiões mediais (F3, F4, C3, C4, P3, P4). Foi encontrada diferença significativa no eletrodo O1, correspondente à região occipital esquerda, conforme apresentado na Figura 12.

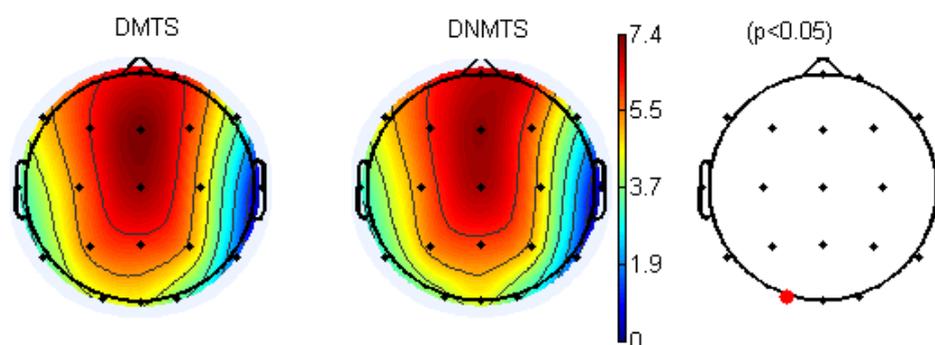


Figura 12. Mapa topográfico da atividade teta (4 – 8 Hz) para as condições DMTS e DNMTS. Os pontos vermelhos na representação mais à direita indicam os eletrodos onde foram encontradas diferenças significativas.

A atividade na banda alfa se estendeu na linha média desde a posição frontopolar direita, maior para a condição DNMTS para o eletrodo Fp2, até a região parietal, maior em Cz para a condição DMTS, mantendo a expressão nas regiões mediais. Foram encontradas diferenças significativas entre os eletrodos Fp2 e O1, correspondente às regiões frontopolar direita e occipital esquerda, conforme apresentado na Figura 13.

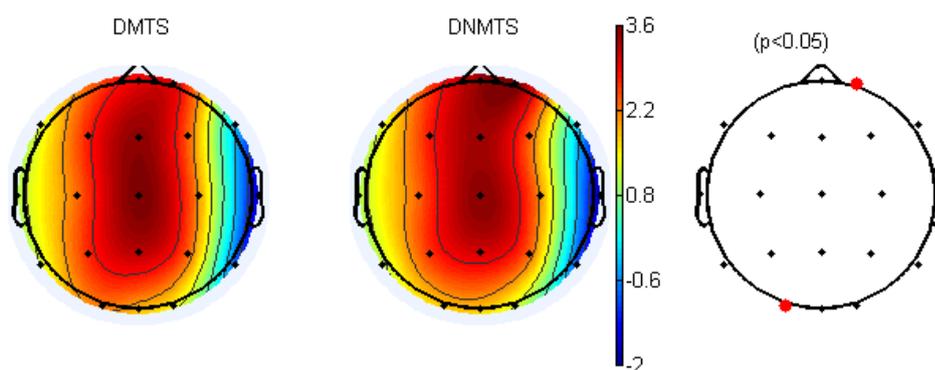


Figura 13. Mapa topográfico da atividade alfa (8 – 13 Hz) para as condições DMTS e DNMTS. Os pontos vermelhos na representação mais à direita indicam os eletrodos onde foram encontradas diferenças significativas.

A potência da banda beta foi maior na região frontal direita. Nesta banda foi encontrada diferença estatisticamente significativa entre as condições nos eletrodos Fpz, Fp2, F4 e F8 (DNMTS > DMTS;  $p < 0,05$ ). A atividade em beta foi importante na região temporal esquerda, eletrodo T3, para ambos os grupos (Figura 14).

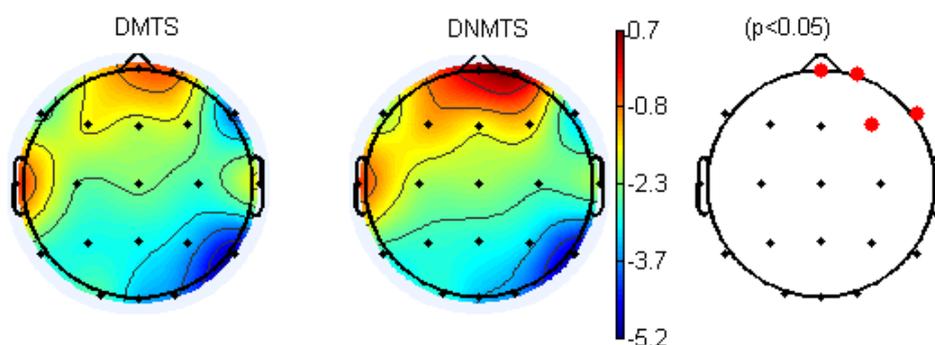


Figura 14. Mapa topográfico da atividade beta (13 – 30 Hz) para as condições DMTS e DNMTS. Os pontos vermelhos na representação mais à direita indicam os eletrodos onde foram encontradas diferenças significativas.

A banda gama apresentou semelhanças na topografia espectral em relação aos achados para a atividade Beta. A potência foi elevada na condição DNMTS na região frontal direita, destacando, também, uma expressão na região temporal esquerda (T3) (Figura 15).

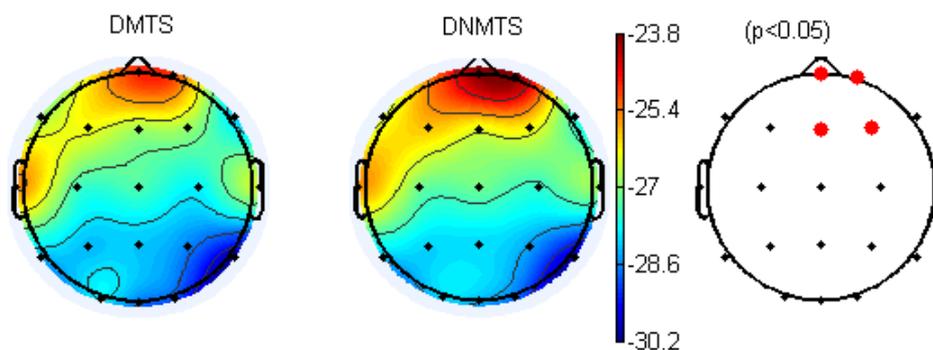


Figura 15. Mapa topográfico da atividade gama (30 – 70 Hz) para as condições DMTS e DNMTS. Os pontos vermelhos na representação mais à direita indicam os eletrodos onde foram encontradas diferenças significativas.

Os dados de ECG para os índices de variabilidade cardíaca apresentaram diferenças significativas entre as condições no domínio do tempo e no domínio da frequência. Na condição DMTS o índice pNN50 ( $t = 2,824$ ,  $p = 0,007$ ) foi maior, assim como o índice LF/HF ( $t = -2,673$ ,  $p = 0,010$ ) para a condição DNMTS (Figura 16). Não foram encontradas diferenças para rMSSD ou SDNN ( $t$ 's  $< 1,681$ ;  $p$ 's  $> 0,99$ ), Tabela 3.

Tabela 3 - Média  $\pm$  EPM de valores de VFC de acordo com a condição da tarefa.

	DMTS	DNMTS	p
rMSSD	0,759 $\pm$ 0,015	0,751 $\pm$ 0,014	0,099
SdNN	0,048 $\pm$ 0,004	0,048 $\pm$ 0,005	0,996
pNN50	0,080 $\pm$ 0,012*	0,069 $\pm$ 0,011	0,007
LFHF	1,628 $\pm$ 0,206	1,940 $\pm$ 0,214*	0,010

\* $p < 0.05$

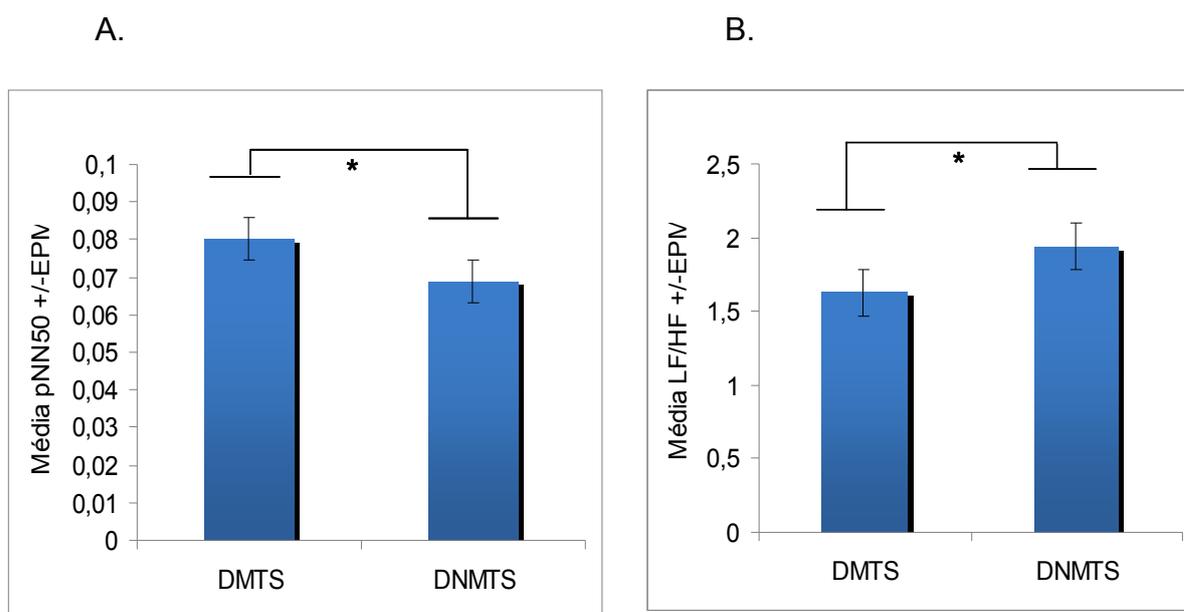


Figura 16 - Atividade cardíaca por condição do teste de memória operacional visual. A. Média do índice pNN50 ( $\pm$ EPM). \*: DMTS>DNMTS,  $t = 2,824$ ,  $p = 0,007$ . B. Média do índice LF/HF ( $\pm$ EPM). \*: DMTS<DNMTS,  $t = -2,673$ ,  $p = 0,010$ .

A atividade eletrodérmica foi analisada no período geral da execução do teste e também do período total das tentativas, a partir da apresentação do estímulo modelo. Considerando o período geral da execução dos testes, os dados não apresentaram diferenças, entre as condições: DMTS –  $0,018 \pm 0,137$ ; DNMTS –  $0,0232 \pm 0,137$  (média  $\pm$  EPM), ( $t = -0,031$ ,  $p = 0,975$ ). Considerando a análise por tentativas com referência a categoria do estímulo modelo, diferenças estatisticamente significativas foram encontradas para o índice de SC na interação entre condição e categoria do estímulo modelo ( $F_{3, 165} = 4,027$ ,  $p = 0,009$ ). A análise *post hoc* mostrou efeito ( $p = 0,005$ ) na categoria negativa do estímulo modelo. Diferenças estatísticas foram marginais para o índice SCL entre as condições (DMTS < DNMTS;  $F_{1, 55} = 3,754$ ,  $p = 0,058$ ), e significativas na interação entre condição e a categoria do estímulo modelo ( $F_{3, 165} = 6,626$ ,  $p < 0,001$ ). A análise *post hoc* mostrou um efeito nas categorias geométrica ( $p = 0,004$ ) e negativa ( $p = 0,004$ ) do estímulo modelo (Figura 17). Nenhum efeito estatisticamente significativo foi encontrado entre os estímulos para o índice de SCR (Tabela 4).

Tabela 4 - Média  $\pm$  EPM de valores de RGP de acordo com a condição do teste e a categoria do estímulo modelo

		DMTS	DNMTS
SC	Geométrica	0,1161 $\pm$ 0,0468	0,0859 $\pm$ 0,0405
	Neutra	0,0981 $\pm$ 0,0409	0,1438 $\pm$ 0,0390
	Positiva	-0,0101 $\pm$ 0,1135	0,1892 $\pm$ 0,0564
	Negativa*	0,2344 $\pm$ 0,0600	0,0196 $\pm$ 0,0553
SCL	Geométrica *	0,3457 $\pm$ 0,0148	0,3649 $\pm$ 0,0141
	Neutra	0,3521 $\pm$ 0,0152	0,3512 $\pm$ 0,0143
	Positiva	0,3534 $\pm$ 0,0148	0,3554 $\pm$ 0,0139
	Negativa*	0,3413 $\pm$ 0,0150	0,3639 $\pm$ 0,0155
SCR	Geométrica	0,0004 $\pm$ 0,0002	0,0006 $\pm$ 0,0003
	Neutra	0,0003 $\pm$ 0,0003	0,0009 $\pm$ 0,0003
	Positiva	0,0031 $\pm$ 0,0021	0,0009 $\pm$ 0,0003
	Negativa	0,0026 $\pm$ 0,0015	0,0001 $\pm$ 0,0003

\*p<0.05

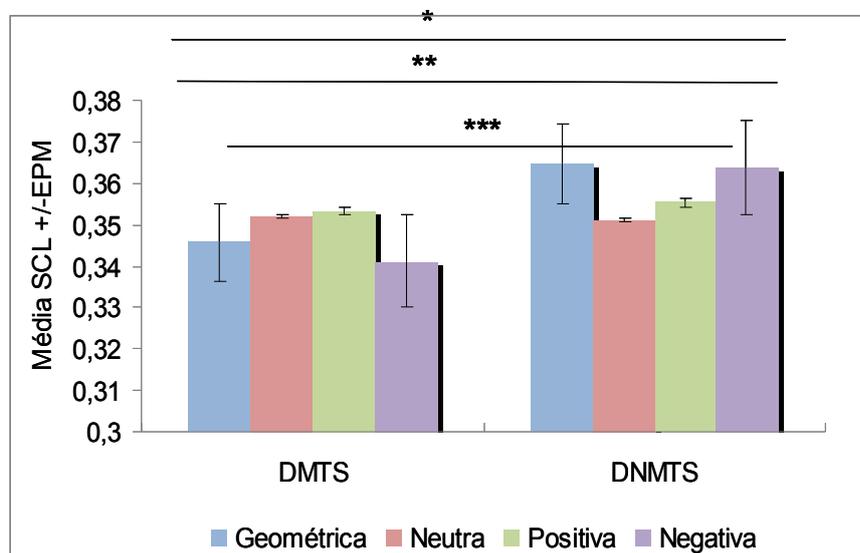


Figura 17 - Média da atividade eletrodérmica, índice SCL ( $\pm$ EPM), por categoria do estímulo. \*: DMTS < DNMTS,  $p = 0,058$  \*\*: condição X categoria,  $p < 0,001$  \*\*\*: geométrica DMTS < geométrica DNMTS,  $p = 0,004$ , negativa DMTS < negativa DNMTS,  $p = 0,004$

Para o EMGC, no índice RMS foram encontradas diferenças significativas entre as condições (DNMTS>DMTS;  $F_{1, 53} = 79,586$ ,  $p < 0,001$ ), entre as categorias

do estímulo modelo ( $F_{3, 159} = 6,210$ ,  $p = 0,001$ ) e na interação entre condição e categoria do estímulo modelo ( $F_{3, 159} = 5,246$ ,  $p = 0,002$ ). As comparações pareadas entre os estímulos mostraram diferenças estatísticas entre as categorias geométrica e neutra ( $p = 0,010$ ), geométrica e positiva ( $p = 0,012$ ), geométrica e negativa ( $p = 0,022$ ). A análise *post hoc* mostrou efeito para as categorias dos estímulos modelo na condição DMTS, em que a média do índice para a categoria geométrica foi significativamente maior do que a neutra ( $p = 0,001$ ), a positiva ( $p < 0,001$ ) e a negativa ( $p = 0,001$ ). Para a condição DNMTS não houve efeito significativo ( $p = 0,125$ ) das categorias (Figura 18). O índice DEP apresentou diferenças significativas entre as condições (DNMTS>DMTS;  $F_{1, 53} = 48,062$ ,  $p < 0,001$ ) e entre as categorias do estímulo modelo ( $F_{3, 159} = 2,894$ ,  $p = 0,037$ ). As comparações pareadas entre os estímulos mostraram diferenças estatísticas entre as categorias geométrica e neutra ( $p = 0,049$ ) e geométrica e negativa ( $p = 0,034$ ).

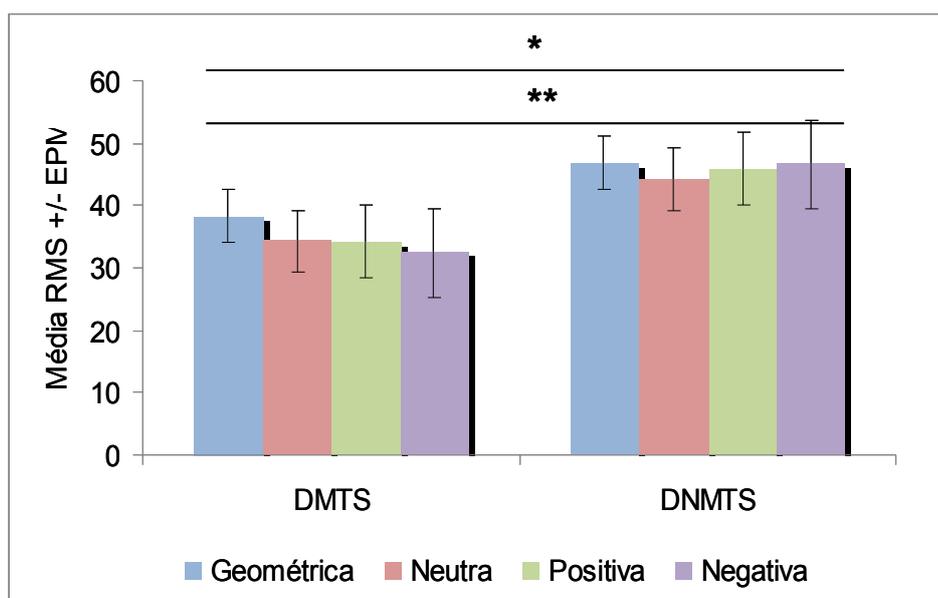


Figura 18 - Média da atividade elétrica da contração do músculo corrugador do supercílio, índice RMS ( $\pm$ EPM), por categoria do estímulo. \*: DMTS < DNMTS,  $p < 0,001$  \*\*: geométrica > neutra,  $p = 0,049$  e geométrica > negativa,  $p = 0,034$ .

Para o EMGZ, no índice RMS foram encontradas diferenças significativas entre as condições (DNMTS>DMTS;  $F_{1, 53} = 79,319$ ,  $p < 0,001$ ), entre as categorias do estímulo modelo ( $F_{3, 159} = 6,194$ ,  $p = 0,001$ ) e na interação entre condição e categoria do estímulo modelo ( $F_{3, 159} = 5,197$ ,  $p = 0,002$ ). As comparações pareadas entre os estímulos mostraram diferenças estatísticas entre as categorias geométrica

e neutra ( $p = 0,010$ ), geométrica e positiva ( $p = 0,012$ ), geométrica e negativa ( $p = 0,023$ ). A análise *post hoc* mostrou efeito para as categorias dos estímulos modelo na condição DMTS, em que a média do índice para a categoria geométrica foi significativamente maior do que a neutra ( $p = 0,001$ ), a positiva ( $p < 0,001$ ) e a negativa ( $p = 0,001$ ). Para a condição DNMTS não houve efeito significativo ( $p = 0,124$ ) das categorias (Figura 19). Para o índice DEP apresentou diferenças significativas entre as condições (DNMTS>DMTS;  $F_{1, 53} = 48,087$ ,  $p < 0,001$ ) e entre as categorias do estímulo modelo ( $F_{3, 159} = 2,894$ ,  $p = 0,037$ ). As comparações pareadas entre os estímulos mostraram diferenças estatísticas entre as categorias geométrica e neutra ( $p = 0,049$ ) e geométrica e negativa ( $p = 0,033$ ).

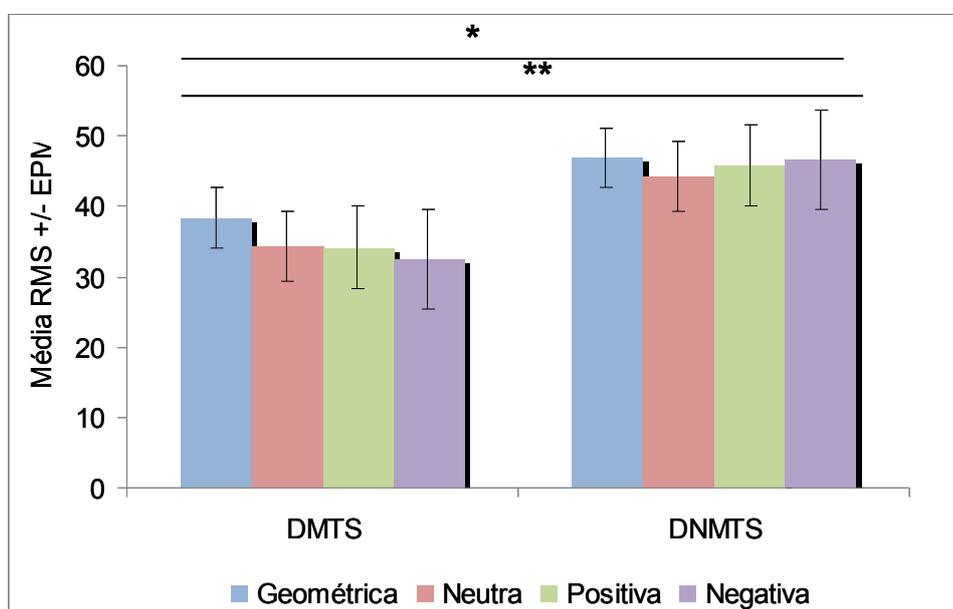


Figura 19 - Média da atividade elétrica da contração do músculo zigomático maior, índice RMS ( $\pm$ EPM), por categoria do estímulo. \*: DMTS < DNMTS,  $p < 0,001$  \*\*: geométrica > neutra,  $p = 0,049$  e geométrica > negativa,  $p = 0,033$ .

## 4.2 MEMÓRIA OPERACIONAL VISUO-ESPACIAL

A amostra consistiu de 25 voluntários do gênero Feminino (idade média: 20,88 +/- 3,244) e de 25 do gênero Masculino (idade média: 22,04 +/- 2,491).

O desempenho dos indivíduos foi diferenciado entre as condições do teste. Na condição de estímulos variados (TREA V), foi evidenciado um desempenho alto com 92,85% de respostas corretas (média de acertos: 44,400 +/- 0,798), enquanto,

para a condição de estímulo único (TREAU), o desempenho foi de 61,66% (média de acertos: 29,425 +/- 0,342); Tabela 5. Foram encontradas diferenças estatisticamente significativas para o desempenho entre as condições (TREAV > TREAU;  $F_{1, 49} = 333,959$ ,  $p < 0,001$ ), entre as categorias de estímulo do ciclo ( $F_{3, 147} = 144,852$ ,  $p < 0,001$ ) e na interação entre condição e estímulo ( $F_{3, 147} = 143,200$ ,  $p < 0,001$ ). As comparações pareadas entre os estímulos mostraram diferenças estatísticas entre as categorias geométrica e neutra ( $p < 0,001$ ), geométrica e positiva ( $p = 0,062$ ), geométrica e negativa ( $p < 0,001$ ), neutra e positiva ( $p < 0,001$ ), neutra e negativa ( $p < 0,001$ ) e positiva e negativa ( $p < 0,001$ ). A análise *post hoc* mostrou efeito para as categorias dos estímulos na condição TREAV ( $p < 0,001$ ), em que a média de pontuação da categoria geométrica foi significativamente menor do que a categoria neutra ( $p < 0,001$ ), positiva ( $p = 0,058$ ) e negativa ( $p = 0,001$ ), da categoria neutra foi maior do que a categoria positiva ( $p = 0,045$ ) e da categoria positiva foi menor do que a categoria negativa ( $p = 0,013$ ). Dentro da condição TREAU, a média de pontuação da categoria geométrica foi significativamente maior do que a categoria neutra ( $p < 0,001$ ) e menor do que a categoria negativa ( $p < 0,001$ ), para a categoria neutra, a pontuação foi menor do que as categorias positiva e negativa ( $p < 0,001$ ) e para a categoria positiva, a pontuação foi menor do que a categoria negativa ( $p < 0,001$ ), Figura 20.

Tabela 5 - Pontuação média  $\pm$  EPM de acordo com a condição do teste TREA

Categoria	TREAV	TREAU	Total
Geométrica	43,080 $\pm$ 0,883	29,220 $\pm$ 0,430**	36,150 $\pm$ 0,491
Neutra	45,240 $\pm$ 0,803	22,140 $\pm$ 0,405	33,690 $\pm$ 0,493
Positiva	44,120 $\pm$ 0,830	29,940 $\pm$ 0,397**	37,030 $\pm$ 0,484
Negativa	45,160 $\pm$ 0,814	36,400 $\pm$ 0,679	40,780 $\pm$ 0,544
Total	44,400 $\pm$ 0,798*	29,425 $\pm$ 0,342	

\*: TREAV > TREAU,  $p < 0,001$ , \*\* sem diferença significativa  $p = 1,000$ .

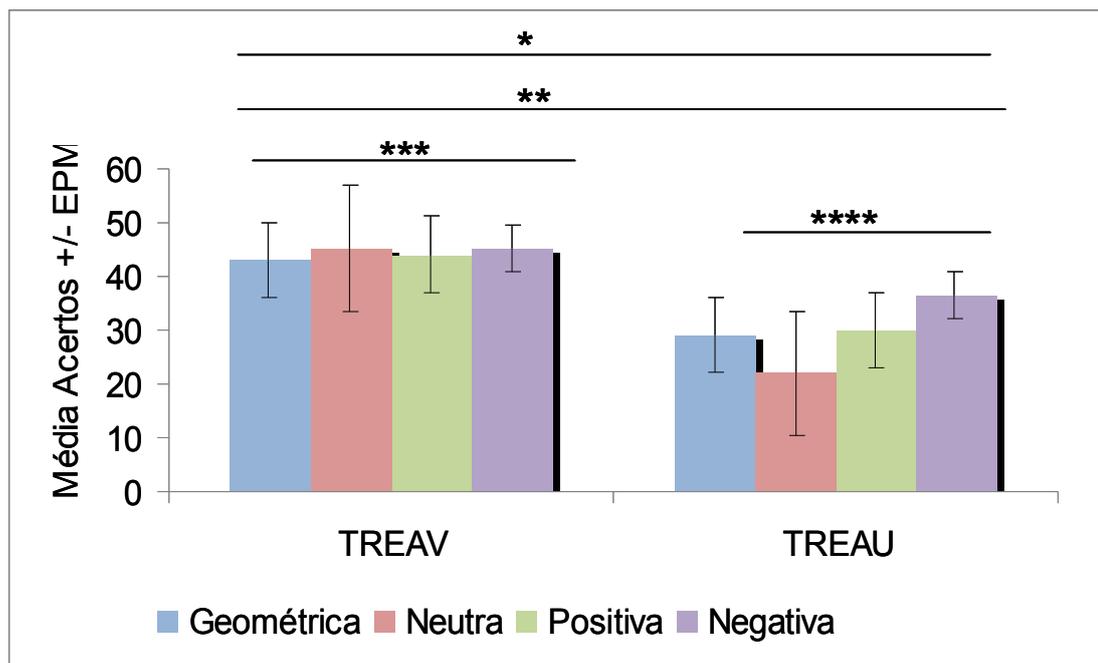


Figura 20. Desempenho médio ( $\pm$ EPM) nos testes Trea com estímulos variados e estímulo único. \*: TREA V > TREA U,  $p < 0,001$  \*\*: geométrica > neutra e < negativa,  $p < 0,001$ , neutra < Todas as outras categorias,  $p < 0,001$ , positiva < negativa,  $p < 0,001$ , \*\*\*: geométrica < neutra e negativa,  $p \leq 0,001$ , neutra > positiva,  $p = 0,045$ , positiva < negativa,  $p = 0,013$ , \*\*\*\*: geométrica > neutra e < negativa,  $p < 0,001$ , neutra < Todas as outras categorias,  $p < 0,001$ , positiva < negativa,  $p < 0,001$

Para os dados de EEG, a frequência com a maior atividade em cada banda foi selecionada como a frequência de referência. A Tabela 6 mostra o espectro de potência média da frequência com a maior atividade em cada banda. Estes valores não podem ser comparados entre as bandas, mas fornecem uma referência para cada uma.

Tabela 6 - Potência média do espectro para cada frequência de referência. (continua)

	Freq. Ref.	Eletrodo	TREA V		TREA U
Teta	4,008 Hz	Fz	61,66	>	61,56
		Cz	61,54	>	61,35
Alfa	8,016 Hz	Fz	59,42	>	59,26
	10,02 Hz	Cz	59,51	>	59,10
	11,02 Hz	Pz	58,68	=	58,68
	10,02 Hz	Fp2	58,18	<	58,54

Tabela 6 - Potência média do espectro para cada frequência de referência. (conclusão)

	Freq. Ref.	Eletrodo	TREAV		TREAU
Beta	13,03 Hz	Fpz	55,87	<	56,29
		Fp2	55,91	<	56,42
	20,04 Hz	T3	54,74	<	54,95
Gama	30,06 Hz	Fpz	50,37	<	50,81
		Fp2	50,19	<	50,80
		T3	49,88	<	49,61

A potência da banda teta foi máxima na linha média para ambas as condições, com expressão máxima nos eletrodos Fz e Cz. A condição TREAV foi referenciada ligeiramente em teta superior a TREAU com atenuação desta atividade em regiões mediais (F3, F4, C3, C4, P3, P4). Foi encontrada diferença significativa nos eletrodos Fp1 e Cz, correspondente às regiões frontopolar esquerda e central, conforme apresentado na Figura 21.

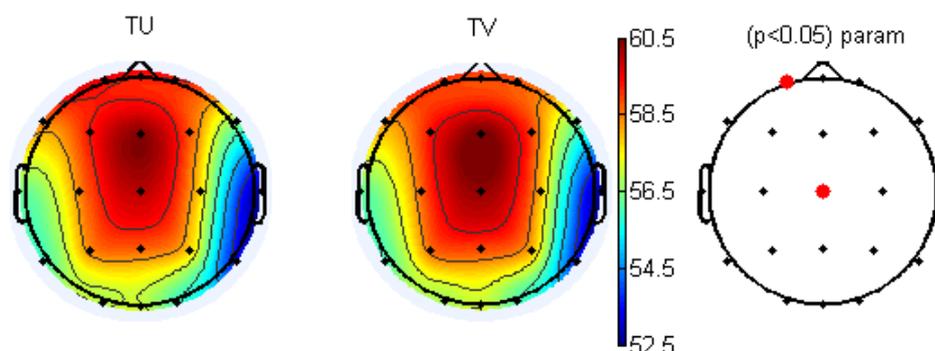


Figura 21. Mapa topográfico da atividade teta (4 – 8 Hz) para as condições TREAV e TREAU. Os pontos vermelhos na representação mais à direita indicam os eletrodos onde foram encontradas diferenças significativas.

A atividade na banda alfa se estendeu na linha média até a região parietal, maior em Cz para a condição TREAV, mantendo a expressão nas regiões mediais. Foram encontradas diferenças significativas entre as nos eletrodos Cz, C4, P3, PZ, P4 e T6, correspondente às regiões central direita e parietal, incluindo a região temporal posterior direita, conforme apresentado na Figura 22.

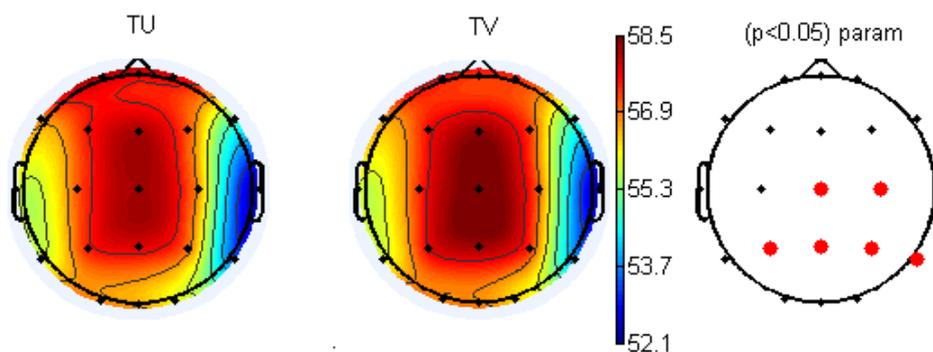


Figura 22. Mapa topográfico da atividade alfa (8 – 13 Hz) para as condições TREA V e TREA U. Os pontos vermelhos na representação mais à direita indicam os eletrodos onde foram encontradas diferenças significativas.

A potência da banda beta foi maior na região frontal direita, com diferença estatisticamente significativa entre as condições nos eletrodo Fp1 (TREA U > TREA V;  $p < 0,05$ ). A atividade em beta foi importante na região temporal esquerda, eletrodo T3, para ambos os grupos (Figura 23).

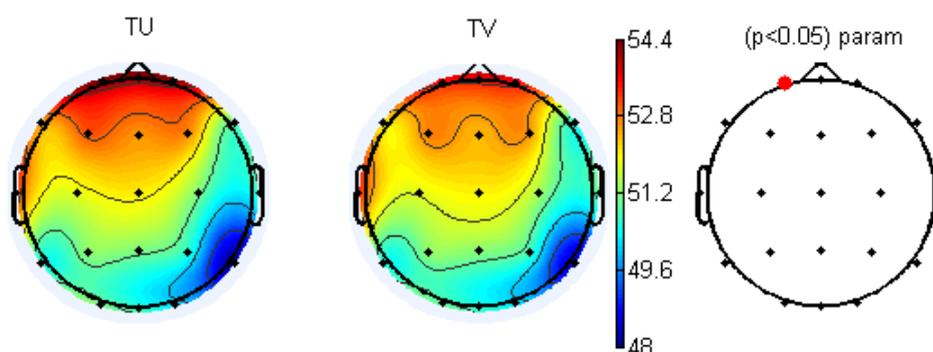


Figura 23. Mapa topográfico da atividade beta (13 – 30 Hz) para as condições TREA V e TREA U. Os pontos vermelhos na representação mais à direita indicam os eletrodos onde foram encontradas diferenças significativas.

A banda gama apresentou semelhanças na topografia espectral em relação aos achados para a atividade Beta, incluindo o efeito significativo na posição Fp1. A potência foi elevada na condição TREA U na região frontal esquerda, destacando, também, uma expressão na região temporal esquerda (T3) (Figura 24).

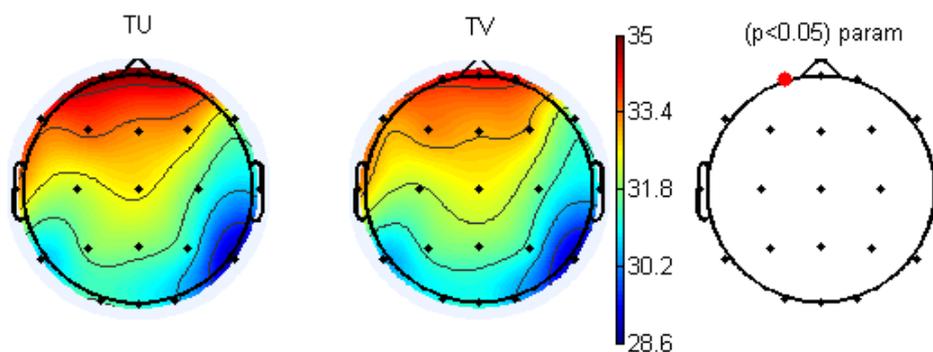


Figura 24. Mapa topográfico da atividade gama (30 – 70 Hz) para as condições TREA V e TREA U. Os pontos vermelhos na representação mais à direita indicam os eletrodos onde foram encontradas diferenças significativas.

Os dados de ECG para os índices de variabilidade cardíaca apresentaram diferenças significativas entre as condições no domínio do tempo, mas não no domínio da frequência (LF/HF;  $p = 0,401$ ), Tabela 7. Os índices apresentaram diferença maior para condição TREA V: rmSSD ( $t=-2,911$ ;  $p=0,005$ ); SdNN ( $t=-3,333$ ;  $p = 0,002$ ); pNN50 ( $t = -2,013$ ,  $p = 0,050$ ), Figura 25.

Tabela 7 - Média  $\pm$  EPM de valores de VFC de acordo com a condição do teste.

	TREA V	TREA U	$p$
rmSSD	0,053 $\pm$ 0,003	0,049 $\pm$ 0,003	0,002
SdNN	0,757 $\pm$ 0,0147	0,749 $\pm$ 0,013	0,005
pNN50	0,071 $\pm$ 0,011	0,065 $\pm$ 0,010	0,050
LFHF *	2,375 $\pm$ 0,288	2,506 $\pm$ 0,310	0,401

$p > 0,05$

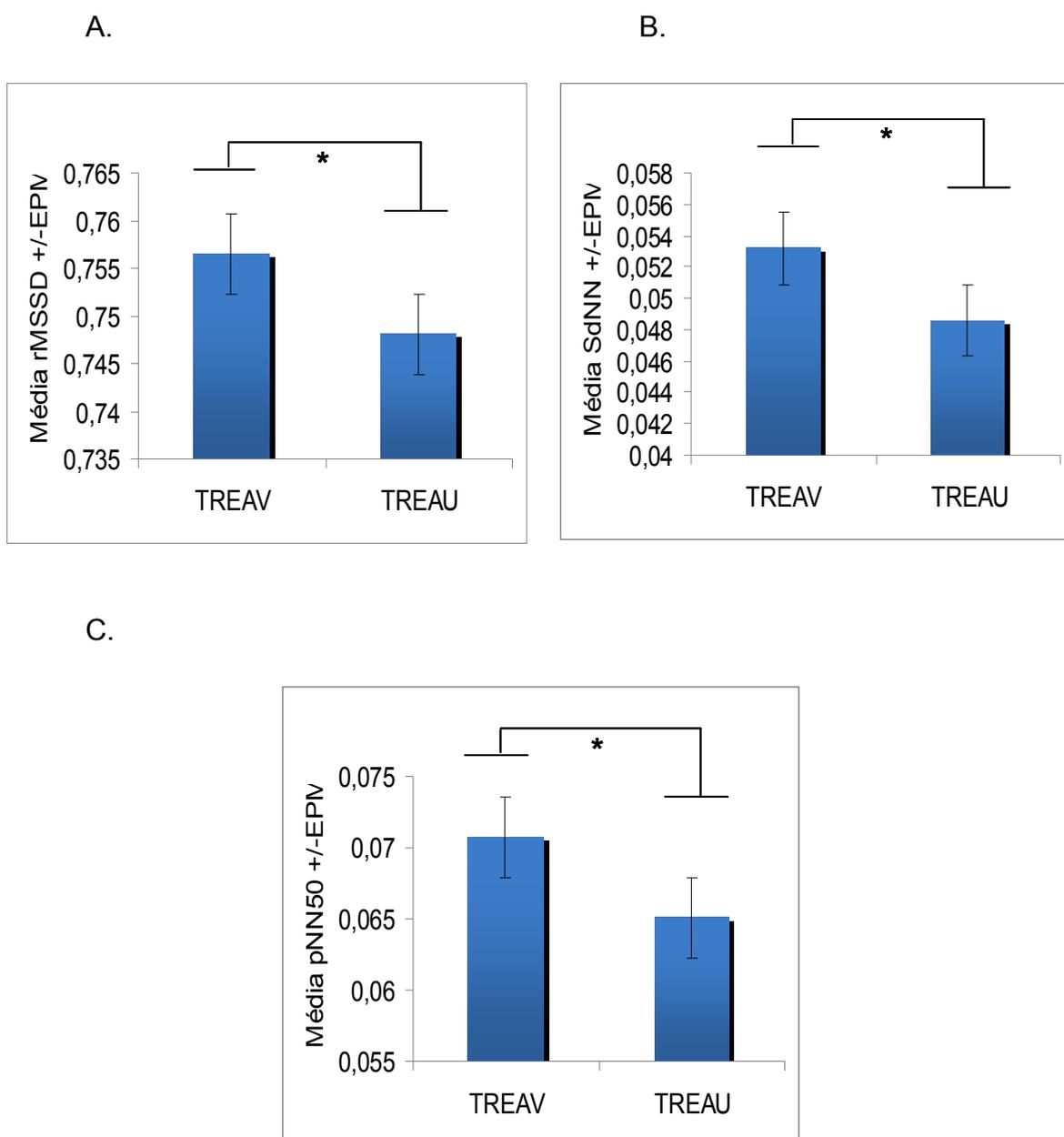


Figura 25 - Atividade cardíaca por condição do teste de memória operacional visuo-espacial. A. Média do índice rMSSD ( $\pm$ EPN). \*: TREA V>TREA U,  $t=-2,911$ ;  $p=0,005$ . B. Média do índice pNN50 ( $\pm$ EPN). \*: TREA V>TREA U,  $t=-3,333$ ;  $p = 0,002$ . C. Média do índice pNN50 ( $\pm$ EPN). \*: TREA V>TREA U,  $t = -2,013$ ,  $p = 0,050$ .

A atividade eletrodérmica foi analisada no período geral da execução do teste, para condição, e também do período total das tentativas, a partir da apresentação do primeiro estímulo. Considerando o período geral da execução dos testes, os dados apresentaram diferenças para SC, entre as condições: TREA V -  $0,103 \pm 0,037$ ; TREA U -  $0,040 \pm 0,057$  (média  $\pm$  EPM), (TREA V>TREA U;  $p=0,032$ ). Considerando a

análise por tentativas com referência a categoria do estímulo (Tabela 8), diferenças estatisticamente significativas foram encontradas para o índice de SCL na interação entre condição e categoria do estímulo ( $F_{3, 162} = 4,649$ ,  $p = 0,004$ ). A análise *post hoc* não mostrou efeito entre as categorias para a condição TREAV. Para condição TREAU ( $F_{3, 162} = 4,848$ ,  $p = 0,003$ ), entre a categoria geométrica e neutra ( $p = 0,020$ ), entre a neutra e negativa ( $p=0,009$ ), Figura 26.

Tabela 8 - Média  $\pm$  EPM de valores de RGP de acordo com a condição do teste e a categoria do estímulo

		TREAV	TREAU
SC	Geométrica	-0,0430 $\pm$ 0,0768	-0,0535 $\pm$ 0,1666
	Neutra	-0,0837 $\pm$ 0,0761	0,1470 $\pm$ 0,1101
	Positiva	-0,1468 $\pm$ 0,0964	-0,2280 $\pm$ 0,1186
	Negativa	-0,0883 $\pm$ 0,0672	-0,0809 $\pm$ 0,1199
SCL	Geométrica	0,3916 $\pm$ 0,0152*	0,4042 $\pm$ 0,0131
	Neutra	0,4176 $\pm$ 0,0154*	0,3880 $\pm$ 0,0152
	Positiva	0,4006 $\pm$ 0,0173	0,4013 $\pm$ 0,0141
	Negativa	0,3927 $\pm$ 0,0153*	0,3894 $\pm$ 0,0152
SCR	Geométrica	-0,0002 $\pm$ 0,0002	-0,0001 $\pm$ 0,0001
	Neutra	0,0001 $\pm$ 0,0001	-0,0001 $\pm$ 0,0001
	Positiva	-0,0005 $\pm$ 0,0003	-0,0003 $\pm$ 0,0001
	Negativa	-0,0001 $\pm$ 0,0001	0,0001 $\pm$ 0,0001

\* $p < 0.05$

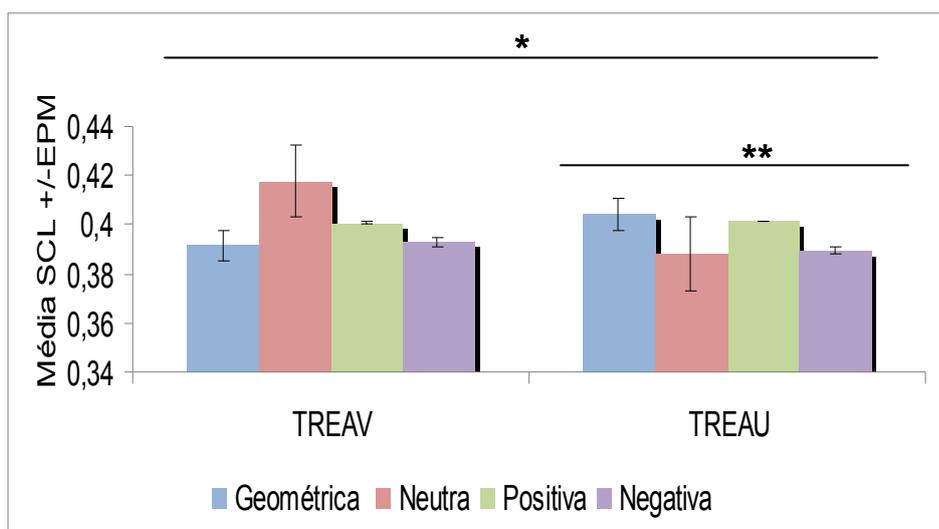


Figura 26 - Média da atividade eletrodérmica, índice SCL ( $\pm$ EPM), por categoria do estímulo. \*: condição X categoria, TREA V > TREA U,  $p < 0,004$ , \*\*: geométrica > neutra,  $p = 0,003$  e neutra < negativa,  $p = 0,009$ .

Para o EMGC, o índice RMS apresentou diferenças significativas entre as condições (TREA U > TREA V;  $F_{1, 54} = 5,608$ ,  $p = 0,021$ ) e entre as categorias do estímulo ( $F_{3, 162} = 64,856$ ,  $p < 0,001$ ). As comparações pareadas entre as categorias dos estímulos mostraram diferenças estatísticas entre as categorias geométrica e neutra ( $p < 0,001$ ), geométrica e positiva ( $p < 0,001$ ), geométrica e negativa ( $p < 0,001$ ), Figura 27. A média das amplitudes apresentou diferenças significativas entre as categorias do estímulo ( $F_{3, 162} = 3,274$ ,  $p = 0,023$ ). As comparações pareadas entre os estímulos mostraram diferenças estatísticas entre as categorias neutra e negativa ( $p = 0,020$ ).

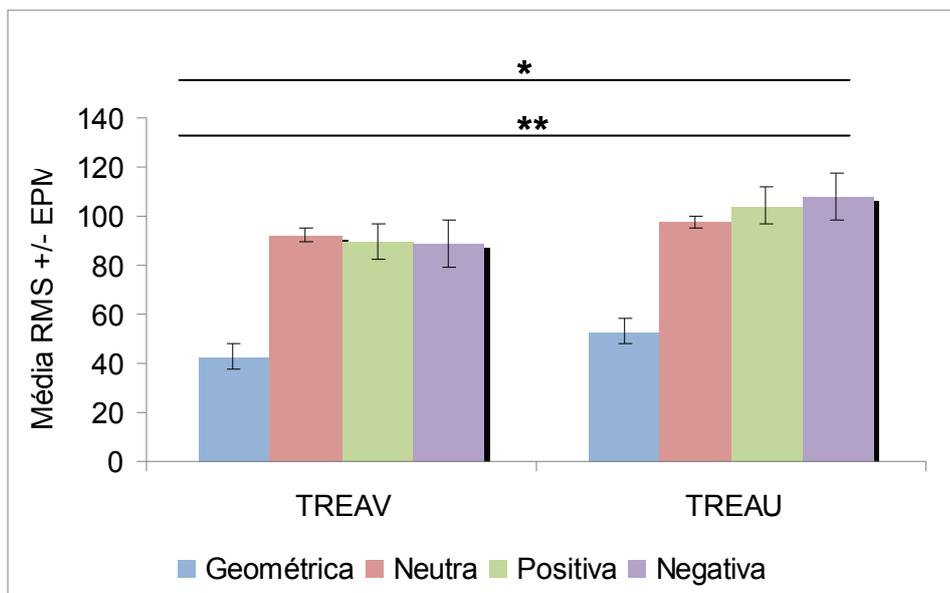


Figura 27 - Média da atividade elétrica da contração do músculo corrugador do supercílio, índice RMS ( $\pm$ EPM), por categoria do estímulo. \*: TREA V < TREA U,  $p < 0,001$  \*\*: geométrica < Todas as outras,  $p < 0,001$ .

Para o EMGZ, o índice RMS apresentou diferenças significativas entre as condições (TREA U > TREA V;  $F_{1, 54} = 5,617$ ,  $p = 0,021$ ) e entre as categorias do estímulo ( $F_{3, 162} = 64,852$ ,  $p < 0,001$ ). As comparações pareadas entre as categorias dos estímulos mostraram diferenças estatísticas entre as categorias geométrica e neutra ( $p < 0,001$ ), geométrica e positiva ( $p < 0,001$ ), geométrica e negativa ( $p < 0,001$ ), Figura 28. A média das amplitudes apresentou diferenças significativas entre as categorias do estímulo ( $F_{3, 162} = 3,254$ ,  $p = 0,023$ ). As comparações pareadas entre os estímulos mostraram diferenças estatísticas entre as categorias neutra e negativa ( $p = 0,020$ ).

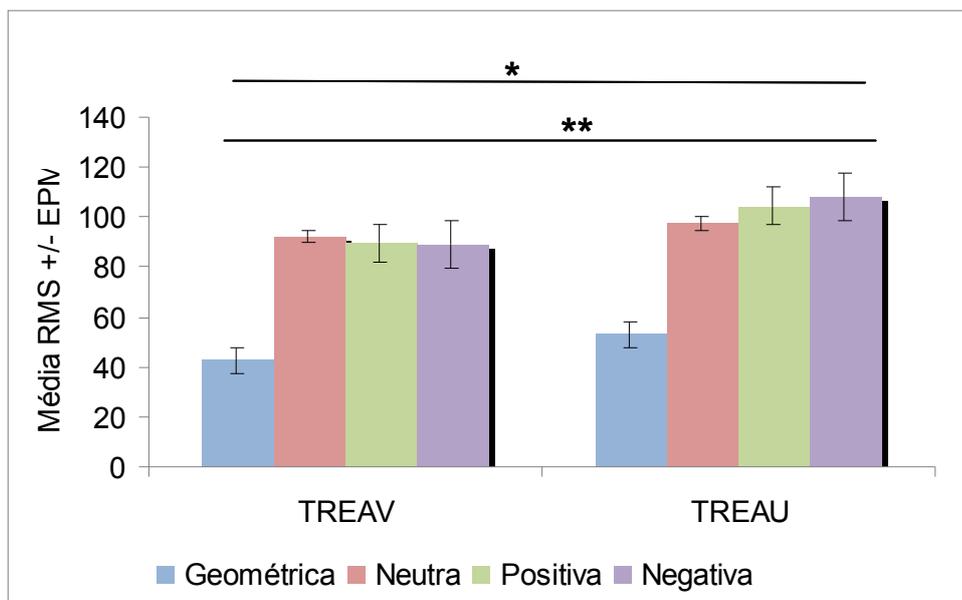


Figura 28 - Média da atividade elétrica da contração do músculo zigomático maior, índice RMS ( $\pm$ EPM), por categoria do estímulo. \*: TREA V < TREA U,  $p < 0,021$  \*\*: geométrica < Todas as outras,  $p < 0,001$ .

## 5 DISCUSSÃO

Este estudo investigou as atividades corticais concomitantemente com reações autonômicas, por meio de registros eletrofisiológicos - EEG, ECG, RGP, EMG - durante o desempenho da memória operacional nos contextos visual e espacial associados ao processamento de conteúdo emocional.

### 5.1 COMPORTAMENTO

Os resultados comportamentais demonstraram um desempenho relativamente alto em ambos os testes a se considerar as particularidades de algumas condições e a qualidade dos participantes. O teste de memória operacional visual apresentou um efeito teto relativo em ambas as condições, mas foi possível constatar uma diferença significativa entre elas (DMTS > DNMTS) e o efeito das categorias do estímulo sobre o desempenho. Para o teste de memória visuo-espacial, foi observado efeito teto em apenas em uma das condições (TREA V), mas, também para ambas, o efeito das especificidades das condições e das categorias do estímulo foi importante. Os testes incluem a capacidade de manter informações para recordá-las após um atraso de acordo com uma regra específica. Para o DMTS/DNMTS esta informação está fundamentada no conteúdo do estímulo, enquanto para o TREA V/TREA U a informação principal é a posição do estímulo, podendo utilizar como apoio o conteúdo deste.

Os participantes recordaram estímulos emocionais, negativos e positivos, com desempenho comparável aos estímulos neutros e geométricos. O alto desempenho encontrado em ambos os testes nos limita a enfatizar um possível efeito sobre o reforço da memória para o conteúdo emocional, ao contrário do que foi relatado em estudos anteriores (157), mas consistente com outros em que o conteúdo emocional negativo foi eficaz sobre o conteúdo positivo (98), principalmente na condição DNMTS. No entanto, encontramos uma diferença entre as tarefas independente da categoria de estímulos, possivelmente pelo fato de que na condição DNMTS é

requerida a escolha da resposta estranha, exigindo a inibição da resposta instintivamente familiar que seria referente ao modelo. Este aspecto torna o desempenho na condição DNMTS mais baixo do que na DMTS, supostamente devido à demanda de atenção (99, 100). Especificamente para o TREA, a diferença entre as condições indica que o aspecto visual de diferentes imagens na condição TREA funciona como um elemento mnemônico para recordação posterior, facilitando a identificação de nova imagem em uma nova posição, sugerindo uma participação ativa do *buffer* episódico do circuito de memória operacional (52). Por outro lado, os resultados em TREA indicam que, na ausência da variação dos estímulos, ocorre um declínio no desempenho. O executivo central está envolvido no direcionamento e controle da atenção e do processo de codificação (158), esse declínio em TREA pode estar relacionado com a demanda de atenção em ambos os aspectos visual e espacial. Além disso, o efeito de estímulos negativos em TREA mostrou que, apesar de não haver a referência visual, o fator emocional promoveu um melhor desempenho, de acordo com outros relatos de reforço da memória para informações negativas (159). Os achados nos testes de memória operacional visuo-espacial indicam que o executivo central tende a mudar o foco de atenção para melhorar o fator mnemônico do estímulo, considerando que os participantes dispensaram mais atenção ao aspecto visual do que ao espacial, sugerindo também que o conteúdo emocional no componente mnemônico facilita essa mudança de foco.

Outro aspecto importante a ser ressaltado é o efeito diferenciado dos estímulos geométricos entre as outras categorias, ratificando que este tipo de elemento não pode ser considerado como neutro da mesma forma que os estímulos de conteúdo com algum significado concreto. Estes estímulos são figuras abstratas com informação de conteúdo limitada, para os quais é provável que não haja auxílio da memória de longo prazo na recordação (160) e, conseqüentemente, menor participação do *buffer* episódico no contexto da memória operacional.

## 5.2 ELETROFISIOLOGIA

O EEG apresentou ritmos diversificados presentes principalmente em regiões frontais e na linha média do cérebro. Estudos têm demonstrado que a memória

operacional não pode ser vista como um sistema único ou dedicado, mas que uma rede de regiões do cérebro é fundamental para mediar comportamento orientado a um objetivo, característico deste processo (58, 161), embora as manifestações ocorram essencialmente em regiões frontais (162, 15, 105). No entanto, há evidência crescente de que as funções executivas não só dependem de ativação cortical pré-frontal, mas também de uma rede distribuída fronto-parietal (163, 164, 61).

A atividade em teta foi observada principalmente no córtex pré-frontal e áreas de associação posterior, apresentando diferença significativa entre as condições apenas na região occipital com lateralidade esquerda. Estas áreas estão fortemente associadas com as ações do executivo central responsável pela manipulação da informação e planejamento (158, 165) que são habilidades importantes na execução da memória operacional. A atividade teta pode ter sido induzida pelas condições da tarefa realizada. Estes resultados sugerem que as oscilações teta podem desempenhar um papel importante na organização da rede de informações fornecidas pela memória operacional e esta rede funciona como uma unidade integrada, por meio de sincronização na banda teta, consistente com estudos anteriores (166, 167). É importante ressaltar o efeito significativo na ativação do córtex visual, região occipital esquerda, para a memória operacional visual, enquanto para a memória operacional visuo-espacial foi significativo o efeito no córtex pré-motor, região central, área responsável pela antecipação e planejamento de ações, consistente com relatos dos participantes de que havia uma preparação para a resposta seguinte.

A atividade em alfa estendeu-se das áreas frontais para as áreas posteriores. Descobertas anteriores sugerem que as oscilações alfa associadas a teta, refletem a transição de informações de manipulação para manutenção de tarefas de memória operacional (168, 143, 144, 145). Da mesma forma, tarefas de escolha de acordo com o modelo reproduzem com sucesso a codificação e carga da memória de longo prazo para o processamento da memória operacional. O aumento da potência de alfa e teta está regularmente relacionado à codificação da memória operacional, considerando este processo similar ao aumento da carga na memória operacional. Isto é consistente com a sugestão de que oscilações alfa e teta modulam com sucesso a codificação de memória (146). Mesmo com a semelhança topográfica da

atividade alfa em ambos os testes, a memória operacional visual manteve a evidência do córtex visual e ainda no córtex pré-frontal para associação da informação visual com a regra de manipulação, enquanto a memória operacional visuo-espacial destacou a ativação das áreas centrais e parietais, consistente com estudos anteriores em testes desta natureza, que relacionam a ativação alfa em região parietal com a retenção de informações (169).

O presente estudo mostra um aumento de oscilações beta na região frontal, incluindo atividade temporal no hemisfério esquerdo do cérebro. A ativação beta frontal é admitida para ser uma representação da memória de estímulos de tarefas (170, 171, 172). Isso pode estar associado com a demanda de atenção, como representação de estímulos para as condições DNMTS e TREAU. Esta banda já foi referenciada junto com oscilações teta, em processos de carga e codificação da memória operacional (164). É importante observar que a ativação beta esteve concentrada na região pré-frontal direita para a memória operacional visual, enquanto que, para a memória visuo-espacial foi mantida a lateralidade frontal esquerda avançando para as áreas centrais. Estudos anteriores indicaram que a atividade neuronal oscilatória ocorre entre essas faixas de frequência durante carga da memória operacional (66) e essas oscilações também foram observadas em tarefas que exigem organização e segmentação temporal da informação (173).

Conformação semelhante foi encontrada para atividade da banda gama entre as regiões frontal e temporal, incluindo os efeitos significativos e lateralidade, maior para DNMTS e TREAU. Oscilações gama de alta frequência têm sido consideradas uma evidência do envolvimento no processo de atenção (62), ou, em modelos de memória de curto prazo, a atividade nesta banda pode refletir a manutenção da memória, onde cada item de informação é codificado por neurônios corticais na banda gama (174). Relatórios anteriores sobre dependência na carga em gama na memória operacional, conectados com oscilações teta, também reforçam a idéia de que o aumento da oscilação gama está relacionado com uma expressão da manutenção de estímulos a serem lembrados (173, 165, 175).

Os achados da atividade temporal em beta e em gama também adicionam algumas informações sobre a dinâmica do cérebro na memória operacional. O ritmo beta tem sido observado nos eletrodos temporal esquerdo e frontal durante a fase

de codificação da memória operacional (176, 177, 178). Em uma análise geral, a atividade temporal foi mais proeminente na banda beta do que a gama. Estes resultados atentam para outros que indicam a banda gama como líder da carga da memória operacional, sem referência a banda beta em qualquer manifestação, no entanto reforça o envolvimento do hipocampo (140, 141).

Os resultados relacionados à lateralização da ativação frontal posicionam a memória operacional visual como dominante no hemisfério direito e a memória operacional visuo-espacial dominante do hemisfério esquerdo. Estes resultados ressaltam o processamento distinto dos diferentes tipos de informação: visual e espacial. Consistente com estudos anteriores, as tarefas de correspondência visual na memória e o controle inibitório apresentaram dominância no hemisfério direito (103, 179), o que estaria de acordo com a lateralização direita encontrada no desempenho da memória operacional visual com maior efeito para a condição DNMTS. A lateralização esquerda está frequentemente associada aos mecanismos de verbalização (180, 181, 182) tendo sido relacionada também ao processo de atenção espacial (183). Smith e colaboradores (184) realizaram estudos tomográficos para avaliar quais os circuitos neurais envolvidos na memória espacial e na memória verbal. Estes estudos revelaram que estes processos são implementados por diferentes estruturas neurais predominantes à esquerda para a verbalização em tarefas e à direita em contextos de informação espacial, embora para estes tenha sido evidenciada uma ativação bilateral frontal em algumas situações. Na tarefa de memória operacional visuo-espacial do presente estudo, não era exigida nenhuma resposta verbal ao estímulo, porém os resultados sugerem que pode ter havido uma estratégia de verbalização interna como forma de preparação para a resposta consequente. Estudos comportamentais revelaram que se uma tarefa secundária exige o armazenamento temporário de informação verbal esta prevalece em relação a uma tarefa primária de memória visual (185).

Alguns estudos indicaram o impacto das emoções no processo de codificação da memória (186, 187), assim como outros destacam a importância da conexão amígdala-hipocampo na carga de memória emocional (188). Uma provável projeção do hipocampo referente à atividade temporal esquerda pode ser favorecida por estruturas subcorticais responsáveis pela emoção, como a amígdala, de forma a responder melhor aos estímulos emocionais (189). Estudos anteriores com memória

operacional mostraram que a atividade do córtex pré-frontal bilateral reflete igualmente os componentes emocionais e de memória operacional da tarefa (190). Experiências anteriores mostraram uma manifestação na banda teta para o conteúdo emocional e na banda gama para o alerta emocional, ambos em região frontal (191). Estes estudos, juntamente com nossos resultados, enfatizam uma interação significativa das atividades corticais entre cognição e emoção.

As respostas autonômicas em geral mostraram um aumento da atividade simpática para as condições DNMTS e TREA, dentro de seus pares. Resultados da atividade cardíaca demonstram um índice de dominância parassimpática nas condições DMTS e TREA, quando uma menor demanda por funções executivas é esperada. A mediação parassimpática da VFC tem sido associada com a regulação da atenção eficiente e maior capacidade de inibir respostas inadequadas. O controle do sistema nervoso parassimpático da função cardiovascular, assim como a atividade do córtex pré-frontal, está associado a processos de inibição (120). A frequência cardíaca é uma variável fisiológica controlada pela atividade simpática e parassimpática. No entanto, a atividade eletrodérmica não é influenciada pelo sistema nervoso parassimpático, tornando assim um índice confiável do nível de atividade simpática (124) e é frequentemente usada como uma medida indireta da atenção ou alerta emocional. O nível de condutância da pele foi consistente com o esforço cognitivo, considerando o baixo desempenho para estímulos geométricos e o maior alerta para os estímulos negativos. Uma vez que para os testes DMTS/DNMTS, a carga emocional aplicada foi equivalente em ambas as condições, nenhuma diferença sobre a atividade eletrodérmica foi encontrada entre as condições. Diferentemente, nos testes TREA devido à variabilidade do conteúdo emocional, a carga em TREA, aumentou.

As respostas somáticas da atividade eletromiográfica facial também acompanharam o esforço cognitivo em ambos os processos, sem diferença entre os músculos avaliados. Os estímulos de categoria geométrica não seguiram o padrão nesta atividade, possivelmente pela natureza abstrata que facilitaria a identificação daquele que tem algum conteúdo. A memória operacional visual apresentou maior ativação nos estímulos geométricos do que as outras categorias. Na memória operacional visuo-espacial, a ativação foi menor do que as outras categorias.

O conteúdo emocional de alguma forma modula o desempenho da memória operacional (157, 192). O esforço cognitivo também pode exercer influência sobre a emoção relacionada com a ativação cerebral (63). Indo mais além, o desenvolvimento da memória operacional tem algum benefício na compreensão das emoções (193). Essa relação cruzada sugere que a memória operacional é suscetível ao conteúdo emocional, da mesma forma que as reações emocionais favorecem a manutenção do objetivo. Assim, a relação entre memória operacional e emoção pode ser avaliada tendo em conta o arranjo das respostas eletrofisiológicas encontradas durante a execução das WM com conteúdo emocional.

## 6 CONCLUSÃO

Este trabalho expõe uma análise importante de funções executivas que caracterizam a memória operacional e a relação com o conteúdo da informação manipulada. Foi avaliado o comportamento da memória operacional visual e da memória operacional visuo-espacial, em que foi possível observar semelhanças no que se refere aos processos de memória, atenção e estados de prontidão e diferenças na representação e manipulação da informação.

As respostas eletrofisiológicas durante a execução dos dois testes demonstraram a relação do esforço cognitivo imposto pelas condições aplicadas. O desempenho no teste de memória operacional visual foi menor quando era exigido do indivíduo o controle inibitório nas respostas. Para o teste de memória operacional visuo-espacial, o desempenho foi menor quanto menor era o reforço da memória de longo prazo na associação do conteúdo dos estímulos para auxiliar a relação visuo-espacial. O declínio no desempenho foi consistente com maior atividade cortical, autonômica e somática, o que pode ser relacionado ao maior esforço cognitivo empenhado para cumprir a tarefa.

As relações entre o sistema nervoso central e o sistema nervoso periférico no desempenho da memória operacional visual e visuo-espacial expressam atividades corticais dos processos cognitivos envolvidos e as atividades periféricas condizentes com o esforço na execução da tarefa e com a natureza dos estímulos. Assim, o papel do conteúdo emocional no desempenho dos testes foi de facilitador, uma vez que manteve um alto desempenho proporcional à complexidade da condição. Nos testes de memória operacional visual, em que a carga emocional em ambas as condições foi a mesma, sugere-se que as respostas periféricas refletiram mais o esforço cognitivo do que o alerta emocional. Em se tratando da memória operacional visuo-espacial, destaca-se a diferença entre as respostas autonômicas. A atividade eletrodérmica ressaltou a condição de maior alerta emocional, a condição TREA, cujo conteúdo emocional sofria maior variação. Entretanto, a

atividade cardíaca ressaltou a demanda na modulação da atenção na condição TREAU.

O mapeamento topográfico da atividade cortical proporcionado pelo registro de EEG permitiu observar a participação de regiões essenciais na realização da memória operacional visual e visuo-espacial. A conformação das ativações teta e alfa foram comuns em ambos os processos evidenciando áreas de associação e envolvimento em processos atencionais. Da mesma forma, para as ativações em beta e gama, que ressaltaram áreas pré-frontais e temporais, com destaque para ativação no teste visuo-espacial em áreas motoras. Esta técnica também permitiu observar a lateralização das atividades cerebrais, mostrando uma convergência para direita nos processos de memória operacional visual e, para esquerda, nos processos de memória operacional visuo-espacial, principalmente em ativações frontais.

Os resultados sugerem um quadro eletrofisiológico com interações entre a dinâmica cerebral e respostas periféricas provocadas pelo envolvimento emocional em processos de memória operacional em diferentes contextos de informação: visual e espacial. Este estudo adiciona elementos para a relação entre processos cognitivos e emoção e contribuem para elucidar as complexas interações entre sistema nervoso central e periférico na modulação de processos de memória operacional com emoção.

O presente trabalho colabora ainda agregando técnicas de análises eletrofisiológicas, principalmente para registros relacionados ao sistema nervoso periférico, à área de eletrofisiologia do Laboratório de Neurociências e Comportamento do Departamento de Ciências Fisiológicas da UnB

## 6.1 LIMITAÇÕES DO ESTUDO

Uma das limitações do trabalho foi a distribuição espacial dos canais utilizados na avaliação da atividade cortical, em algumas situações pode-se observar ativações em regiões intermediárias que não foram marcadas pelos eletrodos. Outra limitação foi a falta de uma referência do indivíduo em registros livres de estímulos para comparação, as diferenças proporcionadas pelas condições dos testes foram

dadas como suficientes na análise. E, finalmente, não foi feito um questionário subjetivo formal sobre as percepções do indivíduo após a execução do procedimento, devido ao longo tempo da sessão, contando com o período da preparação. Os relatos obtidos informalmente já ajudaram na interpretação de alguns resultados, entretanto, informações mais estruturadas poderiam ser melhor aproveitadas.

## 6.2 PERSPECTIVAS FUTURAS

Estudos futuros com os dados existentes poderiam avaliar a distinção dos efeitos de cada categoria de estímulo nas tarefas desempenhadas, principalmente considerando a decomposição dos elementos do processo - aquisição, representação, retenção e manipulação - avaliando a contribuição específica de representações emocionais e não emocionais em cada etapa. Outro elemento importante a ser considerado é o tempo de resposta em cada teste, utilizando também uma análise por categoria de estímulo, para comparação principalmente de respostas autonômicas, que se relacionam mais proximamente com estados de ansiedade, extrapolando para uma análise entre gêneros.

Novos estudos podem ser realizados com a aplicação das técnicas utilizadas neste trabalho na avaliação do envelhecimento de funções executivas em idosos hígidos ou com algum tipo de declínio cognitivo. Estas adicionais pesquisas podem consolidar novas técnicas de análise ao Laboratório de Neurociências e Comportamento.

## REFERÊNCIAS

1. Lezak MD. The problem of assessing executive functions. *International Journal of Psychology*. 1982;17:281–297.
2. Royall DR, Lauterbach EC, Cummings JL, Reeve A, Rummans TA, Kaufer DI, LaFrance WC Jr, Coffey CE. Executive control function: a review of its promise and challenges for clinical research. A report from the Committee on Research of the American Neuropsychiatric Association. *J Neuropsychiatry Clin Neurosci*. 2002 Fall;14(4):377-405. Review.
3. Boone KB. Clinical neuropsychological assessment of executive functions: Impact of age, education, gender, intellectual level, and vascular status on executive test scores. In: Miller BL, Cummings JL, editors. *The frontal lobes*. The Guilford Press; New York: 1999.
4. Luria, AR. *The Working Brain*. USA, Basic Books. 1973.
5. Damasio, AR. *Descartes' error: Emotion, reason and the human brain*. New York: Avon Books, 1994.
6. Luria AR. *Higher cortical function in man*. New York: Basic Books, 1966.
7. Goldberg, E. *The Executive Brain: Frontal Lobes and the Civilized Mind*, New York: Oxford University Press, 2001.
8. Dempster FN, Corkill AJ. Interference and inhibition in cognition and behavior: Unifying themes for educational psychology. *Educational Psychology Review*. 1999;11:1–88.
9. Funahashi, S. Neuronal mechanisms of executive control by the prefrontal cortex. *Neurosci Res*. 2001; 39:147–65.
10. Rossi AF, Pessoa L, Desimone R, Ungerleider LG. The prefrontal cortex and the executive control of attention. *Exp Brain Res*. 2009 Jan;192(3):489-97.
11. Tekin S, Cummings JL. Frontal-subcortical neuronal circuits and clinical neuropsychiatry: an update. *J Psychosom Res*. 2002 Aug;53(2):647-54.
12. Clark L, Bechara A, Damasio H, Aitken MR, Sahakian BJ, Robbins TW. Differential effects of insular and ventromedial prefrontal cortex lesions on risky decision-making. *Brain*. 2008 May;131(Pt 5):1311-22.
13. Baddeley, A. D. *Working memory*. Oxford: Oxford University Press, 1986.
14. Goldman-Rakic, PS in *Handbook of Physiology: The Nervous System V*, eds. Plum, F. & Mountcastle, V. (Am. Physiol. Soc., Bethesda) 1987: 373–414.
15. Perlstein WM, Elbert T, Stenger VA. Dissociation in human prefrontal cortex of affective influences on working memory-related activity. *PNAS* 2002; 99(3):1736-41.

16. Carter CS, Mintun M, Cohen JD. Interference and facilitation effects during selective attention: an [<sup>15</sup>O]-H<sub>2</sub>O PET study of Stroop task performance. *NeuroImage*. 1995;(2): 264–72.
17. D'Esposito M, Detre J A, Alsop DC, Shin RK, Atlas S, Grossman M. The neural basis of the central executive system of working memory. *Nature*. 1995;378: 279–81.
18. Botvinick MM, Cohen JD, Carter CS. Conflict monitoring and anterior cingulate cortex: an update. *TRENDS in Cognitive Sciences* 2004 Dez; 8(12).
19. Happpaney K, Zelazo PD, Stuss DT. Development of orbitofrontal function: Current themes and future directions. *Brain and Cognition*. 2004; 55:1–10.
20. Eslinger PJ, Damasio AR. Severe disturbance of higher cognition after bilateral frontal lobe ablation: patient EVR. *Neurology*. 1985;35:1731-41.
21. Miller E, Cohen J. An integrative theory of prefrontal cortex function. *Annual Review of Neuroscience*. 2001; 24:167-202.
22. Stuss DT, Levine B. Adult clinical neuropsychology: Lessons from studies of the frontal lobes. *Annual Review of Psychology*. 2002; 53:401-33.
23. Dimberg U. Facial reactions, autonomic activity and experienced emotion: a three component model of emotional conditioning. *Biological Psychology*. 1987; 24(2):105-22.
24. Levenson RW. Blood, Sweat, and Fears. The Autonomic Architecture of Emotion. *Annals of the New York Academy of Sciences*. 2003;1000(1): 348–66.
25. Barkley RA. Behavioral inhibition, sustained attention, and executive functions: constructing a unifying theory of ADHD. *Psychological Bulletin*; 1997 Jan; 121(1):65-94.
26. Shallice T. Specific impairments of planning. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London*; 1982, Part. B 298:199-209.
27. Hamdam AC, Bueno OFA. Relações entre controle executivo e memória episódica verbal no comprometimento cognitivo leve e na demência tipo Alzheimer. *Estudos de Psicologia*. 2005; 10(1): 63-71.
28. Pennington BF, Ozonoff S. Executive functions and developmental psychopathology. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*. 1996; 37:51–87.
29. Helene AF, Xavier GF. A construção da atenção a partir da memória. *Revista Brasileira de Psiquiatria*. 2003; 25 Suppl. 2: 12-20.
30. Shiffrin RM, Schneider W. Controlled and Automatic Human Information Processing: II. Perceptual learning, automatic attending, and a general theory. *Psychological Review*. 1977; 84(2): 127-90.
31. Norman DA, Shallice T. Attention to action. Willed and automatic control of behavior. University of California San Diego CHIP; 1980 Report 99.

32. Tirapu-Ustárrroz J, Muñoz-Céspedes JM, Pelegrín-Valero C. Funciones ejecutivas: necesidad de una integración conceptual. *Revista de Neurología*. 2002; 34: 673-85.
33. Pessoa L, Kastner S, Ungerleider LG. Neuroimaging studies of attention: from modulations sensory processing to top-down control. *The Journal of Neuroscience*. 2003;15(10): 3990-98.
34. Hugdahl K, Westerhausen R, Alho K, Medvedev S, Laine M, Hämäläinen H. Attention and cognitive control: Unfolding the dichotic listening story. *Scandinavian Journal of Psychology*. 2009; 50: 11–22
35. Barkley RA. Linkages between attention and executive functions. In G.R. Lyon & N.A. Attention, memory and executive function. Baltimore: Paul H. Brookes. 1996 307-25.
36. Lima RF. Compreendendo os mecanismos atencionais. *Ciências & Cognição*. 2005 Nov; 2(6).
37. Rebollo MA, Montiel S. Atención y funciones ejecutivas. *Revista de Neurología*. 2006; 42 (Supl 2): S3-S7.
38. Sarter M, Givens B, Bruno JP. The cognitive neuroscience of sustained attention: where top-down meets bottom-up. *Brain Research Reviews*. 2001;35:146–60.
39. Skinner BF. *Science and human behavior*. New York: McMillan. 1953.
40. Posner MI, Raichle ME. *Images of mind*. N. York, Scientific American Library. 1994.
41. Posner MI, Petersen SE. The attention system of the human brain. *Annual Review of Neuroscience*. 1990; 13: 25-42.
42. Cañas JJ, Quesada JF, Antolí A, Fajardo I. Cognitive flexibility and adaptability to environmental changes in dynamic complex problem solving tasks. *Ergonomics*. 2003; 46:482-501.
43. Mirsky AF, Anthony BF, Duncan CC, Ahearn MB, Kellam SG. Analysis of the elements of attention: A neuropsychological approach. *Neuropsychology Review*. 1991; 2:109-45.
44. Stuss DT. Frontal lobes and attention: Processes and networks, fractionation and integration. *Journal of the International Neuropsychological Society*. 2006 Mar; 12(2): 261-71 .
45. Anderson V. Attention Deficits and the frontal lobes. In: Anderson, V., Jacobs, R., Anderson, P.J. *Executive Function and the Frontal Lobes: a lifespan perspective*. NY: Psychology Press, Taylor & Francis Group. 2008.
46. Pliszka SR. *Neurociência para o clínico de saúde mental*. Porto Alegre: Artmed, 2004.
47. Daruna JH, Barnes PA. A neurodevelopmental view of impulsivity. In: McCown W, Johnson JL, Shure MB editors. *The impulsive client: theory, research and treatment*. Washington, DC: American Psychological Association, 1993.

48. Del-Ben CM. Neurobiology of anti-social personality disorder. *Revista de Psiquiatria Clínica*. 2005; 32(1):27-36.
49. Pennington BF, Bennetto L, McAleer O, Roberts RJ. Executive functions and working memory: Theoretical and measurement issues. In G. R. Lyon & N. A. Krasnegor (Eds.), *Attention, memory, and executive function*. 1996:327–48. Baltimore, MD: Paul Brookes.
50. Baddeley D, Hitch G. Working memory. In: G. H. B. (Ed.) (Ed.), "The psychology of learning and motivation: Advances in research and theory", 8, New York: New York: Academic Press. 1974:742-75.
51. Baddeley AD. *Your Memory: A User's Guide* (2nd edition). London: Lifecycle Publications, 1993.
52. Baddeley A. The episodic buffer: A new component of working memory? *Trends in Cognitive Sciences*. 2000; 4: 417-23.
53. Goldman-Rakic PS. Working memory and the mind. *Scientific American*. 1992; 267(3): 73–9.
54. Baddeley AD. Working Memory: Looking back and looking forward. *Nature Reviews Neuroscience*. 2003; 4(10): 829-39.
55. Wager TD, Smith EE, Jonides J. Tracking relevant information in the brain: An fMRI study of multiple subtypes of attention switching. In: *Annual Meeting of the Cognitive Neuroscience Society 2003 Mar*.
56. Kane MJ, Engle RW. The role of the prefrontal cortex in working memory capacity, executive attention, and general fluid intelligence: an individual differences perspective. *Psychonomic Bulletin and Review* 2002; 9: 637-71.
57. Coolidge FL, Wynn T. Working Memory, its Executive Functions, and the Emergence of Modern Thinking. *Cambridge Archaeological Journal* 2005;15(1): 5-26.
58. Collette F, van der Linden M. Brain imaging of the central executive component of working memory. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews* 2002; 26(2):105-25.
59. Wager TD, Smith EE. Neuroimaging studies of working memory: a meta-analysis. *Cogn. Affect. Behav. Neurosci.* 2003; 3: 255–74.
60. Curtis CE, D'Esposito M. Persistent activity in the prefrontal cortex during working memory. *Trends. Cogn. Sci.* 2003; 7: 415–23.
61. Osaka M, Osaka N, Kondo H, Morishita M, Fukuyama H, Aso T, Shibasaki H. The neural basis of individual differences in working memory capacity: an fMRI study. *NeuroImage* 2003; 18(3): 789-97.
62. Mizuhara H, Wang L-Q, Kobayashi K, Yamaguchi Y. Emergence of a long-range coherent network associated with frontal midline theta during a mental task in human: a study of simultaneous EEG and fMRI. *Neuroreport* 2004; 15:1233–38.
63. Erk S, Kleczar A, Walter H. Valence-specific regulation effects in a working memory task with emotional context. *NeuroImage* 2007; 37(2): 623-32.

64. Gläscher J, Rose M, Büchel C. Independent effects of emotion and working memory load on visual activation in the lateral occipital complex. *The Journal of Neuroscience* 2007; 27(16): 4366-73.
65. Pyka M, Beckmann CF, Schönig S, Hauke S, Heider D, Kugel H, Arolt V, Konrad C. Impact of working memory load on fMRI resting state pattern in subsequent resting phases. *PLoS One*. 2009 Sep 25;4(9):e7198.
66. Michels L, Bucher K, Lühinger R, Klaver P, Martin E, Jeanmonod D, Brandeis D. (2010). Michels L, Bucher K, Lühinger R, Klaver P, Martin E, Jeanmonod D, Brandeis D. Simultaneous EEG-fMRI during a working memory task: modulations in low and high frequency bands. *PLoS One*. 2010 Apr 22;5(4):e10298. *PLoS ONE* 5(4), e10298.
67. Hester R, Garavan H. Working memory and executive function: the influence of content and load on the control of attention. *Mem Cognit*. 2005 Mar;33(2):221-33.
68. Kim S, Kim M, Chun MM. Concurrent working memory load can reduce distraction. *PNAS* 2005 102 (45) 16524-9
69. Korsten NJ, Fragopanagos N, Hartley M, Taylor N, Taylor JG. Attention as a controller. *Neural Netw*. 2006; Nov;19(9):1408-21.
70. Pratt N, Willoughby A, Swick D. Effects of working memory load on visual selective attention: behavioral and electrophysiological evidence. *Front Hum Neurosci*. 2011;5:57.
71. Young MP, Scannell JW, Burns GA, Blakemore C. Analysis of connectivity: neural systems in the cerebral cortex. *Reviews in the neurosciences* 1994, 5(3):227-50.
72. Phelps EA. Emotion and cognition: insights from studies of the human amygdala. *Annu Rev Psychol*. 2006;57:27-53.
73. Pessoa L. On the relationship between emotion and cognition. *Nat Rev Neurosci*. 2008 Feb;9(2):148-58. Review.
74. Scherer KR. "On the nature and function of emotion: a component process approach", in *Approaches to emotion*, NJ: Erlbaum, Hillsdale 1984:293-317.
75. Lang PJ. "Cognition in emotion: Concept and action", in *Emotions, cognition, and behavior*, ed. E. Carroll, E. Izard, E. Jerome Kagan & et al. (New York, NY, USA), 1985: 192-226.
76. Umeno K, Hori E, Tabuchi E, Takakura H, Miyamoto K, Ono T, Nishijo H. Gamma-band EEGs predict autonomic responses during mental arithmetic. *Neuroreport* 2003 Mar 3;14(3):477-80.
77. Zelazo PD, Qu L, Müller U. Hot and cool aspects of executive function: Relations in early development. In: W. Schneider, R. Schumann-Hengsteler, & B. Sodian (Eds.), *Young children's cognitive development: Interrelationships among executive functioning, working memory, verbal ability, and theory of mind* 2005:71-93. Mahwah, NJ: Erlbaum.
78. Lundy-Ekman L. *Neurociência: fundamentos para a reabilitação*. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2000.

79. Bechara A, Damasio H, Damasio AR. Emotion, Decision Making and the Orbitofrontal Cortex. *Cerebral Cortex* 2000, 10(3): 295-307.
80. Frank JE, Tomaz C. Emotion and cognition: a neuropsychological interrelationship. *Revista Brasileira de Neurologia* 2000, 36: 111-18.
81. Taylor JG, Fragopanagos N. The interaction of attention and emotion. *Neural Networks* 2005, 18(4): 353-69.
82. Kerr A, Zelazo PD. Development of “hot” executive function: The children’s gambling task. *Brain and Cognition* 2004, 55:148–57
83. Thiers VO, Argimon ILL, Nascimento RL. Neuropsicologia: A Expressão Comportamental dos Processos MENTAIS. <http://www.psicologia.com.pt/artigos/textos/A0249.pdf>, 2005.
84. Matthew M. Botvinick, Todd S. Braver, Deanna M. Barch, Cameron S. Carter and Jonathan D. Cohen. Conflict Monitoring and Cognitive Control., 108, 3, July 2001, 624-52
85. Paule MG, Bushnell PJ, Maurissen JPJ, Wenger GR, Buccafusco JJ, Chelonis JJ, Elliott R. Symposium Overview: The Use of Delayed Matching-to-Sample Procedures in Studies of Short-Term Memory in Animals and Humans. *Neurotoxicology and Teratology* 1998, 20(5), 493–502.
86. Heise GA, Milar KS. Drugs and stimulus control. In: Iversen, L. L.; Iversen, S. D.; Snyder, S. H., eds. *Handbook of psychopharmacology*, vol. 18. New York: Plenum Press; 1984:129–90.
87. Blough DS. Delayed matching in the pigeon. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior* 1959, 2:151–60
88. Mishkin M. A memory system in the monkey. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London B* 1982, 298:85–95.
89. Moss M. Assessment of memory in amnesic and dementia patients: adaptation of behavioral tests used with non-human primates. *INS Bulletin* 1983, 5(15).
90. Tavares MCH, Tomaz C. Working memory in capuchin monkeys (*Cebus apella*). *Behav Brain Res* 2002; 131:131-7.
91. Winocur G, Hasher L. Age and time-of-day effects on learning and memory in a non-matching-to-sample test. *Neurobiology of Aging* 2004, 25:1107-15
92. Leiberg S, Kaiser J, Lutzenberger W. Gamma-band activity dissociates between matching and nonmatching stimulus pairs in an auditory delayed matching-to-sample task. *NeuroImage* 2006, 30:1357–64.
93. Hara Y, Rapp PR, Morrison JH. Neuronal and morphological bases of cognitive decline in aged rhesus monkeys. *AGE* 2011, 33.
94. Lacreuse A, Wilson ME, Herndon JG. Estradiol, but not raloxifene, improves aspects of spatial working memory in aged ovariectomized rhesus monkeys. *Neurobiology of Aging* 2002, 23: 589–600.

95. Abreu CT, Tavares MCH, Marchetti A, Donofrio A, Gasbarri A, Tomaz CAB. A novel working memory test using capuchin monkeys (*Cebus apella*) emotional faces. *Neurobiologia (Recife)*, 69(2):79-85, 2006.
96. Gasbarri A, Pompili A, d'Onofrio A, Cifariello A, Tavares MC, Tomaz C. Working memory for emotional facial expressions: Role of the estrogen in young women. *Psychoneuroendocrinology* 2008, 33: 964-72.
97. Lilley S, Andrade J, Turpin G, Sabin-Farrell R, Holmes EA. Visuospatial working memory interference with recollections of trauma. *British Journal of Clinical Psychology* 2009, 48:309–21.
98. Satler C, Tomaz C. Emotional working memory in Alzheimer's disease patients. *Dementia and Geriatric Cognitive Disorders - Extra* 2011, 1(1):124-38.
99. Elliot R, Dolan RJ. Differential neural responses during performance of matching and nonmatching to sample tasks at two delay intervals. *The Journal of Neuroscience* 1999, 19(12): 5066–73.
100. Lamar M, Yousem DM, Resnick SM. Age differences in orbitofrontal activation: An fMRI investigation of delayed match and non-match to sample. *NeuroImage* 2004, 21: 1368-76.
101. Stern JA. Toward a definition of psychophysiology. *Psychophysiology*. 1964 Jul;1:90-1.
102. Gazzaniga MS, Ivry RB, Mangun GR. *Cognitive Neuroscience*. 2nd edition. New York (NY): W.W. Norton & Company, Inc., 2002.
103. Garavan H, Ross TJ, Murphy K, Roche RA, Stein EA. Dissociable executive functions in the dynamic control of behavior: inhibition, error detection, and correction. *Neuroimage*. 2002 Dec;17(4):1820-9.
104. Mizuhara H, Wang LQ, Kobayashi K, Yamaguchi Y. Long-range EEG phase synchronization during an arithmetic task indexes a coherent cortical network simultaneously measured by fMRI. *Neuroimage*. 2005 Sep;27(3):553-63.
105. Passingham D, Sakai K. The prefrontal cortex and working memory: physiology and brain imaging. *Curr Opin Neurobiol*. 2004 Apr;14(2):163-8.
106. Milad MR, Wright CI, Orr SP, Pitman RK, Quirk GJ, Rauch SL. Recall of fear extinction in humans activates the ventromedial prefrontal cortex and hippocampus in concert. *Biol Psychiatry*. 2007 Sep 1;62(5):446-54.
107. Esperidião-Antonio V, Majeski-Colombo M, Toledo-Monteverde D, Moraes-Martins G, Fernandes JJ, Assis MB, Siqueira-Batista R. *Neurobiologia das emoções*. *Revista de Psiquiatria Clínica* 2008, 35:55-65.
108. Dolan RJ. Emotion, cognition, and behavior. *Science* 2002; 298:1191-4.
109. Schacter S, Singer JE. Cognitive, social and physiological components of the emotional state. *Psychol Rev*. 1962;69:379-399.
110. McGoan, M D. (Editor-in-chief) *Mayo Clinic Heart Book the Ultimate Guide to Heart Health*. William Morrow, 1993.

111. Malik M. Heart rate variability: standards of measurement, physiological interpretation and clinical use. Task Force of the European Society of Cardiology and the North American Society of Pacing and Electrophysiology. *Circulation* 1996;93:1043-65
112. Tripathi, K. K., Mukundan, C. R., Mathew, T. L. Attentional modulation of heart rate variability (HRV) during execution of PC based cognitive tasks. *IJASM* 2003, 47(1), 1 - 10
113. Hansen AL, Johnsen BH, Sollers JJ 3rd, Stenvik K, Thayer JF. Heart rate variability and its relation to prefrontal cognitive function: the effects of training and detraining. *Eur J Appl Physiol*. 2004 Dec;93(3):263-72.
114. Luft CD, Takase E, Darby D. Heart rate variability and cognitive function: effects of physical effort. *Biol Psychol*. 2009 Oct;82(2):164-8.
115. Henelius A, Hirvonen K, Holm A, Korpela J, Muller K. Mental workload classification using heart rate metrics. *Conf Proc IEEE Eng Med Biol Soc*. 2009;2009:1836-9.
116. Ohira H, Ichikawa N, Nomura M, Isowa T, Kimura K, Kanayama N, Fukuyama S, Shinoda J, Yamada J. Brain and autonomic association accompanying stochastic decision-making. *Neuroimage*. 2010 Jan 1;49(1):1024-37.
117. Jose AD, Collison D. The normal range and determinants of the intrinsic heart rate in man. *Cardiovasc Res*. 1970 Apr;4(2):160-7.
118. Guger C, Edlinger G, Leeb R, Pfurtscheller G, Antley A, Garau M, Brogni A, Friedman D, Slater M. Heart-rate variability and event-related ECG in virtual environments. In: *PRESENCE 2004*, 240 - 45. Valencia, Spain.
119. Thayer JF, Lane RD. Claude Bernard and the heart-brain connection: further elaboration of a model of neurovisceral integration. *Neurosci Biobehav Rev*. 2009 Feb;33(2):81-8.
120. Hansen AL, Johnsen BH, Thayer JF. Vagal influence on working memory and attention. *Int J Psychophysiol*. 2003 Jun;48(3):263-74.
121. Thayer JF, Brosschot JF. Psychosomatics and psychopathology: looking up and down from the brain. *Psychoneuroendocrinology*. 2005 Nov;30(10):1050-8.
122. Garavan H, Ross TJ, Stein EA. Right hemispheric dominance of inhibitory control: an event-related functional MRI study. *PNAS* 1999 96 (14) 8301-6.
123. Ahern GL, Sollers JJ, Lane RD, Labiner DM, Herring AM, Weinand ME, Hutzler R, Thayer JF. Heart rate and heart rate variability changes in the intracarotid sodium amobarbital (ISA) test. *Epilepsia* 2001;42:912-21.
124. Venables PH. Autonomic activity. *Ann N Y Acad Sci* 1991, 620:191-207.
125. Nagai Y, Critchley HD, Featherstone E, Trimble MR, Dolan RJ. Activity in ventromedial prefrontal cortex covaries with sympathetic skin conductance

- level: a physiological account of a "default mode" of brain function. *Neuroimage*. 2004 May;22(1):243-51.
126. MALMO RB. Activation: A neurophysiological dimension. *Psychological Review*, 1959, 66, 367-86.
  127. Lykken DT, Venables PH. Direct measurement of skin conductance: a proposal for standardization. *Psychophysiology*. 1971 Sep;8(5):656-72.
  128. Raine A, Reynolds G, Sheard C. Neuroanatomical mediators of electrodermal activity in normal human subjects: a magnetic resonance imaging study. *Psychophysiology*. 1991;28:548-55.
  129. Critchley HD. Psychophysiology of neural, cognitive and affective integration: fMRI and autonomic indicants. *Int J Psychophysiol*. 2009 Aug;73(2):88-94.
  130. Di Lazzaro V, Oliviero A, Profice P, Tartaglione T, Pilato F, Saturno E, Dileone M, Tonali PA. Radicular myoclonus induced by repetitive neck movements in a patient with cervical spondylosis. *Neurology*. 2004 Dec 14;63(11):2190-1.
  131. Conati C., Probabilistic Assessment of User's Emotions in Educational Games, *Journal of Applied Artificial Intelligence*, special issue on "Merging Cognition and Affect in HCI" 16 (2002), 555-75.
  132. Gehricke J, Shapiro D. Reduced facial expression and social context in major depression: discrepancies between facial muscle activity and self-reported emotion. *Psychiatry Res*. 2000 Aug 21;95(2):157-67.
  133. MAHLKE S, Minge M. Emotions and EMG measures of facial muscles in interactive contexts. Position paper for the workshop "HCI and the Face", CHI2006 (Montreal, Canada).
  134. Laparra-Hernández J, Belda-Lois JM, Medina E, Campos N, Poveda R. EMG and GSR signals for evaluating user's perception of different types of ceramic flooring. *Int J Industrial Ergonomics* 2009, 39:326–332.
  135. Nakasone A, Prendinger H, Ishizuka M. Emotion Recognition from Electromyography and Skin Conductance. *Proceedings 5th International Workshop on Biosignal Interpretation (BSI-05)*, Tokyo, Japan, Sept. 2005, 219-22.
  136. Lee C, Yoo SK, Park Y, Kim N, Jeong K, Lee B. Using neural network to recognize human emotions from heart rate variability and skin resistance. *Conf Proc IEEE Eng Med Biol Soc*. 2005;5:5523-5.
  137. Zahn TP, Grafman J, Tranel D. Frontal lobe lesions and electrodermal activity: effects of significance. *Neuropsychologia*. 1999 Oct;37(11):1227-41.
  138. McCraty RM. Emotional Stress, Positive Emotions, and Psychophysiological Coherence. In *Stress in Health and Disease*. Bengt B. Arnetz, Rolf Ekman, editors. Wiley-VCH, Weinheim, 2006.
  139. Foster PS, Harrison DW. The covariation of cortical electrical activity and cardiovascular responding. *Int J Psychophysiol*. 2004 May;52(3):239-55.

140. Axmacher N, Schmitz DP, Wagner T, Elger CE, Fell J. Interactions between medial temporal lobe, prefrontal cortex, and inferior temporal regions during visual working memory: A combined intracranial EEG and functional magnetic resonance imaging study. *The Journal of Neuroscience* 2008, 28(29): 7304-12.
141. van Vugt MK, Schulze-Bonhage A, Litt B, Brandt A, Kahana MJ. Hippocampal gamma oscillations increase with memory load. *J Neurosci*. 2010 Feb 17;30(7):2694-9.
142. Jensen O, Tesche CD. Frontal theta activity in humans increases with memory load in a working memory task. *Eur J Neurosci*. 2002 Apr;15(8):1395-9.
143. Schack B, Klimesch W, Sauseng P. Phase synchronization between theta and upper alpha oscillations in a working memory task. *Int J Psychophysiol*. 2005 Aug;57(2):105-14.
144. Kawasaki M, Kitajo K, Yamaguchi Y. Dynamic links between theta executive functions and alpha storage buffers in auditory and visual working memory. *Eur J Neurosci*. 2010 May;31(9):1683-9.
145. Moran RJ, Campo P, Maestu F, Reilly RB, Dolan RJ, Strange BA. Peak Frequency in the Theta and Alpha Bands Correlates with Human Working Memory Capacity. *Front Hum Neurosci*. 2010; 4: 200.
146. Khader PH, Jost K, Ranganath C, Rösler F. Theta and alpha oscillations during working-memory maintenance predict successful long-term memory encoding. *Neurosci Lett*. 2010 Jan 14;468(3):339-43.
147. Min YK, Chung SC, Min BC. Physiological evaluation on emotional change induced by imagination. *Appl Psychophysiol Biofeedback*. 2005 Jun;30(2):137-50.
148. Oldfield RC. The assessment and analysis of handedness: the Edinburgh inventory. *Neuropsychologia*. 1971 Mar;9(1):97-113.
149. Tavares MCH. Ritmicidade Biológica e Desempenho Cognitivo em Primatas Humanos e Não-Humanos. Doutorado em Psicologia (Neurociências e Comportamento). Universidade de São Paulo, Brasil. 2002.
150. Abreu CT. Memória emocional em macacos-prego (*Cebus spp.*): Desenvolvimento de um novo teste e efeitos dos hormônios estradiol e progesterona. Doutorado em Biologia Animal. Universidade de Brasília, Brasil. 2006.
151. Vieira PR. Memória Espacial em Macacos-prego (*Cebus apella*) e Humanos. Mestrado em Biologia Animal. Universidade de Brasília, Brasil. 2006
152. Lang PJ, Bradley MM, Cuthbert BN. International affective picture system (IAPS): Technical manual and affective ratings. University of Florida, Center for Research in Psychophysiology; Gainesville, 1999.
153. Klem GH, Lüders HO, Jasper HH, Elger C. The ten-twenty electrode system of the International Federation. *The International Federation of Clinical Neurophysiology. Electroencephalogr Clin Neurophysiol Suppl*. 1999;52:3-6.

154. Delorme A, Makeig S. EEGLAB: an open source toolbox for analysis of single-trial EEG dynamics including independent component analysis. *J Neurosci Methods*. 2004 Mar 15;134(1):9-21.
155. Bell AJ, Sejnowski TJ. An information-maximization approach to blind separation and blind deconvolution. *Neural Comput*. 1995 Nov;7(6):1129-59.
156. Conde, S.A. Processamento no Domínio da Freqüência de Sinais de Eletroencefalografia Coletados durante Protocolo de Estresse Moderado. Dissertação de Mestrado em Engenharia Elétrica. Universidade de Brasília, Brasil. 2009.
157. Kensinger EA, Corkin S. Effect of negative emotional content on working memory and long-term memory. *Emotion*. 2003 Dec;3(4):378-93.
158. Baddeley AD. "Fractionating the central executive", in *Principles of Frontal Lobe function*, ed. D. Stuss and R. T. Knight (New York: Oxford University Press) 2002: 246-60.
159. Cahill L, McGaugh JL. Mechanisms of emotional arousal and lasting declarative memory. *Trends Neurosci*. 1998 Jul;21(7):294-9.
160. Dehn MJ. *Working Memory and Academic learning: Assessment and Intervention*. (pp. 1-62). Hoboken, NJ: Jon Wiley & Sons. 2008.
161. D'Esposito M. From cognitive to neural models of working memory. *Philos Trans R Soc Lond B Biol Sci*. 2007 May 29;362(1481):761-72.
162. Duncan J, Owen AM. Common regions of the human frontal lobe recruited by diverse cognitive demands. *Trends Neurosci*. 2000 Oct;23(10):475-83.
163. Collette F, Andres P, van der Linden M. Lobes frontaux et mémoire de travail. In: X. S. Van der Linden, D. Le Gall, & P. Andres (Ed.), "Neuropsychologie des lobes frontaux Marseille", Solal. 1999: 89-114.
164. Babiloni C, Babiloni F, Carducci F, Cincotti F, Vecchio F, Cola B, Rossi S, Miniussi C, Rossini PM. Functional frontoparietal connectivity during short-term memory as revealed by high-resolution EEG coherence analysis. *Behav Neurosci*. 2004 Aug;118(4):687-97.
165. Jensen O, Kaiser J, Lachaux JP. Human gamma-frequency oscillations associated with attention and memory. *Trends Neurosci*. 2007 Jul;30(7):317-24.
166. Sarnthein J, Petsche H, Rappelsberger P, Shaw GL, von Stein A. Synchronization between prefrontal and posterior association cortex during human working memory. *Proc Natl Acad Sci USA* 1998, 95:7092–7096.
167. Raghavachari S, Kahana MJ, Rizzuto DS, Caplan JB, Kirschen MP, Bourgeois B, Madsen JR, Lisman JE. Gating of human theta oscillations by a working memory task. *J Neurosci*. 2001 May 1;21(9):3175-83.
168. Klimesch W. EEG alpha and theta oscillations reflect cognitive and memory performance: a review and analysis. *Brain Res Brain Res Rev*. 1999 Apr;29(2-3):169-95.

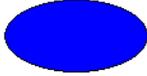
169. Bastiaansen MC, Posthuma D, Groot PF, de Geus EJ (2002) Event-related alpha and theta responses in a visuo-spatial working memory task. *Clin Neurophysiol* 113: 1882–93.
170. Dorfler T, Simmel A, Schleif FM, Sommerfeld E. Complexity-dependent synchronization of brain subsystems during memorization. Annual Meeting of the Int. Society of Psychophysics, E. Sommerfeld, R. Kompass, T. Lachmann (Eds.), Pabst Science Publishers, 2001
171. Vernon DJ. Can neurofeedback training enhance performance? An evaluation of the evidence with implications for future research. *Appl Psychophysiol Biofeedback*. 2005 Dec;30(4):347-64.
172. Spitzer B, Blankenburg F: Stimulus-dependent EEG activity reflects internal updating of tactile working memory in humans. *Proc Natl Acad Sci U S A*. 2011 May 2.
173. Howard MW, Rizzuto DS, Caplan JB, Madsen JR, Lisman J, Aschenbrenner-Scheibe R, Schulze-Bonhage A, Kahana MJ. Gamma oscillations correlate with working memory load in humans. *Cereb Cortex*. 2003 Dec;13(12):1369-74.
174. Lisman JE, Idiart MA. Storage of 7 +/- 2 short-term memories in oscillatory subcycles. *Science* 1995, 267:1512–15.
175. Klimesch W, Sauseng P, Hanslmayr S. EEG alpha oscillations: the inhibition-timing hypothesis. *Brain Res Rev*. 2007 Jan;53(1):63-88.
176. Onton J, Delorme A, Makeig S. Frontal midline EEG dynamics during working memory. *Neuroimage*. 2005 Aug 15;27(2):341-56.
177. Pesonen M, Björnberg CH, Hämäläinen H, Krause CM. Brain oscillatory 1-30 Hz EEG ERD/ERS responses during the different stages of an auditory memory search task. *Neurosci Lett*. 2006 May 15;399(1-2):45-50. Epub 2006 Feb 21.
178. Altamura M, Goldberg TE, Elvevåg B, Holroyd T, Carver FW, Weinberger DR, Coppola R. Prefrontal cortex modulation during anticipation of working memory demands as revealed by magnetoencephalography. *International Journal of Biomedical Imaging* 2010, ID 840416 (10p).
179. Holz EM, Glennon M, Prendergast K, Sauseng P. Theta – gamma phase synchronization during memory matching in visual working memory. *NeuroImage* 2010, 52, 326–35.
180. Trojano L, Balbi P, Russo G, Elefante R. Patterns of recovery and change in verbal and nonverbal functions in a case of crossed aphasia: implications for models of functional brain lateralization and localization. *Brain Lang* 1994, 46:637– 661.
181. Fiez JA, Raife EA, Balota DA, Schwarz JP, Raichle ME, Petersen SE. A positron emission tomography study of the shortterm maintenance of verbal information. *J Neurosci* 1996, 16:808–22.
182. Grèzes J, Decety J. Functional Anatomy of Execution, Mental Simulation, Observation, and Verb Generation of Actions: A Meta-Analysis. *Human Brain Mapping* 2001, 12:1–19.

183. Jansen A, Flöel A, Dräger B, Deppe M, Kanowski M, van Randenborgh J, Knecht S. Determining the Hemispheric Dominance of Spatial Attention: A Comparison Between fTCD and fMRI. *Human Brain Mapping* 2004, 23:168–80.
184. Smith EE, Jonides J, Koeppel RA. Dissociating Verbal and Spatial Working Using PET. *Cerebral Cortex* 1996 Jan/Feb, 6:11-20.
185. Logie RH, Zucco GM, Baddeley AD. Interference with visual short-term memory. *Acta Psychol* 1990, 75:55.
186. Abe K. Modulation of hippocampal long-term potentiation by the amygdala: a synaptic mechanism linking emotion and memory. *Jpn J Pharmacol*. 2001 May;86(1):18-22.
187. Richter-Levin G, Akirav I. Emotional tagging of memory formation – in the search for neural mechanisms. *Brain Research Reviews* 2003, 43:247-56.
188. Frank JE, Tomaz C. Lateralized impairment of the emotional enhancement of verbal memory in patients with amygdala-hippocampus lesion. *Brain and Cognition* 2003, 52: 223-30.
189. McGaugh JL.. Memory—A century of consolidation. *Science* 2000, 287, 248–51.
190. Gray JR, Braver TS, Raichle ME. Integration of emotion and cognition in the lateral prefrontal cortex. *PNAS* 2002; 99 (6):4115-20.
191. Balconi M, Pozzoli U. Arousal effect on emotional face comprehension: frequency band changes in different time intervals. *Physiol Behav*. 2009 Jun 22;97(3-4):455-62.
192. Levens SM, Phelps EA. Emotion processing effects on interference resolution in working memory. *Emotion*. 2008 Apr;8(2):267-80.
193. Morra S, Parrella I, Camba R. The role of working memory in the development of emotion comprehension. *British Journal of Developmental Psychology* 2010 Dec 1.

## **ANEXO A – FIGURAS UTILIZADAS COMO ESTÍMULOS NOS TESTES DMTS E DNMTS**

Obs.: Figuras do IAPS contém informação do número de referência do IAPS (No.), a valência (Sd) (V.) e o alertamento (Sd) (A.)

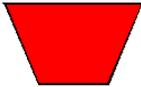
## DMTS – Teste de escolha de acordo com o modelo

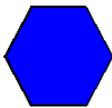
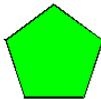
Modelo	Prova
 <p data-bbox="375 734 598 884">No. 7410 V. = 6.91 (1.56) A.= 4.55 (2.24)</p>	 <p data-bbox="906 795 1133 945">No. 9452 V. = 3.19 (1.98) A.= 5.14 (2.30)</p>
 <p data-bbox="375 1153 598 1303">No. 9560 V. = 2.12 (1.93) A.= 5.50 (2.52)</p>	
 <p data-bbox="375 1516 598 1666">No. 9390 V. = 3.67 (1.58) A.= 4.14 (2.52)</p>	 <p data-bbox="906 1523 1133 1673">No. 7470 V. = 7.08 (1.60) A.= 4.64 (2.26)</p>
	

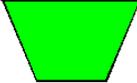
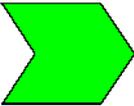
Modelo	Prova
 <p data-bbox="375 488 600 633">           No. 9490            V. = 3.60 (1.72)            A.= 5.57 (2.13)         </p>	 <p data-bbox="908 488 1131 633">           No. 6560            V. = 2.16 (1.41)            A.= 6.53 (2.42)         </p>
 <p data-bbox="375 846 600 992">           No. 7400            V. = 7.00 (1.64)            A.= 5.06 (2.23)         </p>	 <p data-bbox="908 846 1131 992">           No. 2590            V. = 3.26 (1.92)            A.= 3.93 (1.94)         </p>
 <p data-bbox="375 1214 600 1359">           No. 9008            V. = 3.47 (1.85)            A.= 4.45 (2.10)         </p>	 <p data-bbox="908 1223 1131 1368">           No. 9373            V. = 3.38 (1.48)            A.= 5.01 (2.16)         </p>
	 <p data-bbox="908 1657 1131 1803">           No. 4609            V. = 6.71 (1.67)            A.= 5.54 (2.05)         </p>

Modelo	Prova
 <p data-bbox="375 504 600 651">           No. 3280            V. = 3.72 (1.89)            A.= 5.39 (2.38)         </p>	
 <p data-bbox="375 857 600 1005">           No. 3400            V. = 2.35 (1.90)            A.= 6.91 (2.22)         </p>	 <p data-bbox="908 857 1131 1005">           No. 9210            V. = 4.53 (1.82)            A.= 3.08 (2.13)         </p>
 <p data-bbox="375 1288 600 1435">           No. 5001            V. = 7.16 (1.56)            A.= 3.79 (2.34)         </p>	 <p data-bbox="908 1249 1131 1397">           No. 4641            V. = 7.20 (1.59)            A.= 5.43 (2.10)         </p>
	 <p data-bbox="908 1641 1131 1789">           No. 3500            V. = 2.21 (1.34)            A.= 6.99 (2.19)         </p>

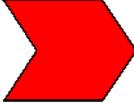
Modelo	Prova
 <p data-bbox="375 488 600 633">           No. 4250            V. = 6.79 (2.05)            A.= 5.16 (2.76)         </p>	 <p data-bbox="908 488 1131 633">           No. 5991            V. = 6.55 (2.09)            A.= 4.01 (2.44)         </p>
 <p data-bbox="375 846 600 992">           No. 5450            V. = 7.01 (1.60)            A.= 5.84 (2.40)         </p>	
 <p data-bbox="375 1205 600 1350">           No. 9910            V. = 2.06 (1.26)            A.= 6.20 (2.16)         </p>	 <p data-bbox="908 1205 1131 1350">           No. 2490            V. = 3.32 (1.82)            A.= 3.95 (2.00)         </p>
	 <p data-bbox="908 1563 1131 1709">           No. 9230            V. = 3.89 (1.58)            A.= 5.77 (2.36)         </p>

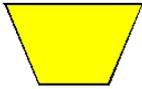
Modelo	Prova
 <p data-bbox="375 504 600 651">           No. 2660            V. = 7.75 (1.48)            A.= 4.44 (2.41)         </p>	 <p data-bbox="908 495 1131 642">           No. 1274            V. = 3.17 (1.53)            A.= 5.39 (2.39)         </p>
 <p data-bbox="375 911 600 1059">           No. 2092            V. = 6.28 (1.90)            A.= 4.32 (2.29)         </p>	 <p data-bbox="908 976 1131 1124">           No. 4535            V. = 6.27 (1.70)            A.= 4.95 (2.32)         </p>
 <p data-bbox="375 1344 600 1491">           No. 2900            V. = 2.45 (1.42)            A.= 5.09 (2.15)         </p>	
 <p data-bbox="375 1704 600 1852">           No. 1440            V. = 8.19 (1.53)            A.= 4.61 (2.54)         </p>	 <p data-bbox="908 1704 1131 1852">           No. 8501            V. = 7.91 (1.66)            A.= 6.44 (2.29)         </p>

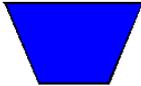
Modelo	Prova
	
 <p data-bbox="375 745 600 891">           No. 5700            V. = 7.61 (1.46)            A.= 5.68 (2.33)         </p>	 <p data-bbox="908 757 1131 902">           No. 8460            V. = 6.40 (1.58)            A.= 4.55 (2.57)         </p>
 <p data-bbox="375 1115 600 1261">           No. 6370            V. = 2.70 (1.52)            A.= 6.44 (2.19)         </p>	 <p data-bbox="908 1124 1131 1270">           No. 8210            V. = 7.53 (1.31)            A.= 5.94 (2.07)         </p>
 <p data-bbox="375 1482 600 1628">           No. 7040            V. = 4.69 (1.09)            A.= 2.69 (1.93)         </p>	 <p data-bbox="908 1482 1131 1628">           No. 5891            V. = 7.22 (1.46)            A.= 3.29 (2.57)         </p>
	 <p data-bbox="908 1841 1131 1986">           No. 9001            V. = 3.10 (2.02)            A.= 3.67 (2.30)         </p>

Modelo	Prova
 <p data-bbox="376 618 600 763">           No. 7284            V. = 6.21 (1.66)            A.= 4.06 (2.20)         </p>	 <p data-bbox="908 542 1131 687">           No. 4002            V. = 5.78 (2.43)            A.= 5.32 (2.69)         </p>
 <p data-bbox="376 1066 600 1211">           No. 8162            V. = 6.97 (1.55)            A.= 4.98 (2.25)         </p>	
 <p data-bbox="376 1447 600 1592">           No. 6250            V. = 2.83 (1.79)            A.= 6.54 (2.61)         </p>	 <p data-bbox="908 1438 1131 1583">           No. 5720            V. = 6.31 (1.60)            A.= 2.79 (2.20)         </p>
	 <p data-bbox="908 1809 1131 1955">           No. 5780            V. = 7.52 (1.45)            A.= 3.75 (2.54)         </p>

Modelo	Prova
 <p data-bbox="376 488 600 636">           No. 7450            V. = 6.40 (2.01)            A.= 5.05 (2.22)         </p>	 <p data-bbox="908 479 1131 627">           No. 3102            V. = 1.40 (1.14)            A.= 6.58 (2.69)         </p>
 <p data-bbox="376 929 600 1077">           No. 2091            V. = 7.68 (1.43)            A.= 4.51 (2.28)         </p>	 <p data-bbox="908 878 1131 1025">           No. 5621            V. = 7.57 (1.42)            A.= 6.99 (1.95)         </p>
 <p data-bbox="376 1303 600 1451">           No. 9330            V. = 2.89 (1.74)            A.= 4.35 (2.07)         </p>	
 <p data-bbox="376 1662 600 1809">           No. 1810            V. = 6.52 (1.49)            A.= 4.45 (2.11)         </p>	 <p data-bbox="908 1653 1131 1800">           No. 2550            V. = 7.77 (1.43)            A.= 4.68 (2.43)         </p>

Modelo	Prova
	 <p data-bbox="908 488 1131 633">           No. 9320            V. = 2.65 (1.92)            A.= 4.93 (2.70)         </p>
 <p data-bbox="375 837 598 983">           No. 5460            V. = 7.33 (1.51)            A.= 5.87 (2.50)         </p>	 <p data-bbox="908 846 1131 992">           No. 4320            V. = 6.01 (2.12)            A.= 5.11 (2.34)         </p>
	
 <p data-bbox="375 1456 598 1601">           No. 2410            V. = 4.62 (1.72)            A.= 4.13 (2.29)         </p>	 <p data-bbox="908 1456 1131 1601">           No. 9600            V. = 2.48 (1.62)            A.= 6.46 (2.31)         </p>
 <p data-bbox="375 1818 598 1964">           No. 9800            V. = 2.04 (1.57)            A.= 6.05 (2.71)         </p>	 <p data-bbox="908 1818 1131 1964">           No. 8300            V. = 7.02 (1.60)            A.= 6.14 (2.21)         </p>

Modelo	Prova
	 <p data-bbox="908 495 1131 640">           No. 4150            V. = 6.53 (1.86)            A.= 4.86 (2.55)         </p>
 <p data-bbox="375 909 600 1055">           No. 5201            V. = 7.06 (1.71)            A.= 3.83 (2.49)         </p>	 <p data-bbox="908 983 1131 1128">           No. 9252            V. = 1.98 (1.59)            A.= 6.64 (2.33)         </p>
 <p data-bbox="375 1344 600 1489">           No. 7351            V. = 5.82 (1.67)            A.= 4.25 (2.28)         </p>	
 <p data-bbox="375 1704 600 1850">           No. 9182            V. = 3.52 (2.04)            A.= 4.98 (2.07)         </p>	 <p data-bbox="908 1695 1131 1841">           No. 1201            V. = 3.55 (1.88)            A.= 6.36 (2.11)         </p>

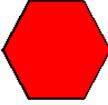
Modelo	Prova
	 <p data-bbox="908 465 1131 613">           No. 8370            V. = 7.77 (1.29)            A.= 6.73 (2.24)         </p>
 <p data-bbox="375 824 598 972">           No. 6313            V. = 1.98 (1.38)            A.= 6.94 (2.23)         </p>	 <p data-bbox="908 840 1131 987">           No. 8350            V. = 7.18 (1.56)            A.= 5.18 (2.28)         </p>
 <p data-bbox="375 1198 598 1346">           No. 8540            V. = 7.48 (1.51)            A.= 5.16 (2.37)         </p>	
 <p data-bbox="375 1559 598 1706">           No. 5990            V. = 6.54 (1.78)            A.= 4.44 (2.43)         </p>	

Modelo	Prova
 <p data-bbox="375 488 600 636">No. 6550 V. = 2.73 (2.38) A.= 7.09 (1.98)</p>	 <p data-bbox="908 506 1131 654">No. 3300 V. = 2.74 (1.56) A.= 4.55 (2.06)</p>
	 <p data-bbox="908 873 1131 1021">No. 8250 V. = 6.19 (1.62) A.= 5.04 (2.49)</p>

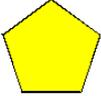
### DNMTS – Teste de escolha diferente do modelo

Modelo	Prova
	 No. 7030 V. = 4.69 (1.04) A.= 2.99 (2.09)
 No. 2791 V. = 6.64 (1.70) A.= 3.83 (2.09)	 No. 5626 V. = 6.71 (2.06) A.= 6.10 (2.19)
 No. 9570 V. = 1.68 (1.23) A.= 6.14 (2.31)	 No. 6530 V. = 2.76 (1.86) A.= 6.18 (2.02)
 No. 7140 V. = 5.50 (1.42) A.= 2.92 (2.38)	 No. 2650 V. = 7.27 (1.67) A.= 4.28 (2.41)

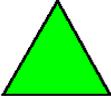
Modelo	Prova
	 <p data-bbox="954 488 1086 521">No. 2205</p> <p data-bbox="908 542 1133 575">V. = 1.95 (1.58)</p> <p data-bbox="908 595 1129 629">A.= 4.53 (2.23)</p>
 <p data-bbox="421 853 553 887">No. 5480</p> <p data-bbox="375 907 600 940">V. = 7.53 (1.63)</p> <p data-bbox="375 960 596 994">A.= 5.48 (2.35)</p>	 <p data-bbox="954 860 1086 893">No. 8320</p> <p data-bbox="908 913 1133 947">V. = 6.24 (1.78)</p> <p data-bbox="908 967 1129 1001">A.= 4.27 (2.21)</p>
 <p data-bbox="421 1314 553 1348">No. 1301</p> <p data-bbox="375 1368 600 1402">V. = 3.70 (1.66)</p> <p data-bbox="375 1422 596 1456">A.= 5.77 (2.18)</p>	 <p data-bbox="954 1258 1086 1292">No. 9005</p> <p data-bbox="908 1312 1133 1346">V. = 3.69 (2.23)</p> <p data-bbox="908 1366 1129 1400">A.= 5.18 (2.11)</p>
 <p data-bbox="421 1688 553 1722">No. 4631</p> <p data-bbox="375 1742 600 1776">V. = 5.36 (1.86)</p> <p data-bbox="375 1796 596 1830">A.= 5.19 (2.04)</p>	 <p data-bbox="954 1673 1086 1706">No. 9404</p> <p data-bbox="908 1727 1133 1760">V. = 3.71 (1.67)</p> <p data-bbox="908 1780 1129 1814">A.= 4.67 (2.26)</p>

Modelo	Prova
 <p data-bbox="375 495 600 640">           No. 9220            V. = 2.06 (1.54)            A.= 4.00 (2.09)         </p>	 <p data-bbox="908 495 1131 640">           No. 7480            V. = 7.08 (1.62)            A.= 4.55 (2.42)         </p>
 <p data-bbox="375 860 600 1005">           No. 8340            V. = 6.85 (1.69)            A.= 5.80 (2.36)         </p>	
	
 <p data-bbox="375 1469 600 1615">           No. 9181            V. = 2.26 (1.85)            A.= 5.39 (2.41)         </p>	 <p data-bbox="908 1469 1131 1615">           No. 2840            V. = 4.91 (1.52)            A.= 2.43 (1.82)         </p>
 <p data-bbox="375 1827 600 1973">           No. 5731            V. = 5.39 (1.58)            A.= 2.74 (1.95)         </p>	 <p data-bbox="908 1827 1131 1973">           No. 1112            V. = 4.71 (1.70)            A.= 4.60 (2.44)         </p>

Modelo	Prova
 <p data-bbox="376 495 600 640">           No. 8400            V. = 7.09 (1.52)            A.= 6.61 (1.86)         </p>	 <p data-bbox="908 488 1131 633">           No. 6570            V. = 2.19 (1.72)            A.= 6.24 (2.16)         </p>
 <p data-bbox="376 857 600 1003">           No. 8311            V. = 5.88 (1.67)            A.= 3.57 (2.35)         </p>	
	 <p data-bbox="908 1216 1131 1361">           No. 9340            V. = 2.41 (1.48)            A.= 5.16 (2.35)         </p>
 <p data-bbox="376 1574 600 1720">           No. 7501            V. = 6.85 (1.70)            A.= 5.63 (2.27)         </p>	 <p data-bbox="908 1574 1131 1720">           No. 5534            V. = 4.84 (1.44)            A.= 3.14 (2.03)         </p>

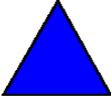
Modelo	Prova
 <p data-bbox="375 495 600 645">           No. 3080            V. = 1.48 (0.95)            A.= 7.22 (1.97)         </p>	 <p data-bbox="908 495 1131 645">           No. 7460            V. = 6.81 (2.08)            A.= 5.12 (2.49)         </p>
 <p data-bbox="375 846 600 996">           No. 9120            V. = 3.20 (1.75)            A.= 5.77 (1.94)         </p>	 <p data-bbox="908 853 1131 1003">           No. 3071            V. = 1.88 (1.39)            A.= 6.86 (2.05)         </p>
	 <p data-bbox="908 1211 1131 1361">           No. 5660            V. = 7.27 (1.59)            A.= 5.07 (2.62)         </p>
 <p data-bbox="375 1570 600 1720">           No. 1113            V. = 3.81 (1.75)            A.= 6.06 (2.12)         </p>	 <p data-bbox="908 1563 1131 1713">           No. 9402            V. = 4.48 (2.12)            A.= 5.07 (2.15)         </p>
	

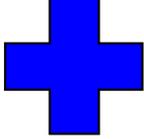
Modelo	Prova
 <p data-bbox="375 495 600 640">           No. 2391            V. = 7.11 (1.77)            A.= 4.63 (2.43)         </p>	 <p data-bbox="908 501 1131 647">           No. 7640            V. = 5.00 (1.31)            A.= 6.03 (2.46)         </p>
	
 <p data-bbox="375 1111 600 1256">           No. 6212            V. = 2.19 (1.49)            A.= 6.01 (2.44)         </p>	 <p data-bbox="908 1128 1131 1274">           No. 5260            V. = 7.34 (1.74)            A.= 5.71 (2.53)         </p>
 <p data-bbox="375 1532 600 1677">           No. 7217            V. = 4.82 (0.99)            A.= 2.43 (1.64)         </p>	 <p data-bbox="908 1512 1131 1657">           No. 7207            V. = 5.15 (1.46)            A.= 3.57 (2.25)         </p>

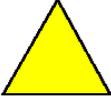
Modelo	Prova
 <p data-bbox="375 488 600 633">           No. 6540            V. = 2.19 (1.56)            A.= 6.83 (2.14)         </p>	
 <p data-bbox="375 828 600 974">           No. 7390            V. = 6.84 (1.73)            A.= 4.56 (2.28)         </p>	 <p data-bbox="908 828 1131 974">           No. 6211            V. = 3.62 (2.07)            A.= 5.90 (2.22)         </p>
 <p data-bbox="375 1232 600 1377">           No. 7281            V. = 6.40 (1.52)            A.= 4.41 (2.26)         </p>	 <p data-bbox="908 1211 1131 1357">           No. 1602            V. = 6.50 (1.64)            A.= 3.43 (1.96)         </p>
 <p data-bbox="375 1592 600 1738">           No. 8600            V. = 6.38 (1.61)            A.= 4.26 (2.24)         </p>	

Modelo	Prova
 <p data-bbox="375 481 600 629">           No. 6510            V. = 2.46 (1.58)            A.= 6.96 (2.09)         </p>	 <p data-bbox="909 481 1131 629">           No. 7006            V. = 4.88 (0.99)            A.= 2.33 (1.67)         </p>
 <p data-bbox="375 837 600 985">           No. 1275            V. = 3.30 (1.65)            A.= 4.81 (2.22)         </p>	 <p data-bbox="909 837 1131 985">           No. 2501            V. = 6.89 (1.78)            A.= 3.09 (2.21)         </p>
 <p data-bbox="375 1193 600 1341">           No. 7920            V. = 4.51 (1.40)            A.= 3.87 (2.15)         </p>	
 <p data-bbox="375 1538 600 1686">           No. 5470            V. = 7.35 (1.62)            A.= 6.02 (2.26)         </p>	 <p data-bbox="909 1538 1131 1686">           No. 9520            V. = 2.46 (1.61)            A.= 5.41 (2.27)         </p>

Modelo	Prova
 <p data-bbox="376 566 600 712">           No. 7025            V. = 4.63 (1.17)            A.= 2.71 (2.20)         </p>	
	 <p data-bbox="906 925 1129 1070">           No. 8260            V. = 6.18 (1.80)            A.= 5.85 (2.18)         </p>
 <p data-bbox="376 1337 600 1482">           No. 5628            V. = 6.51 (1.95)            A.= 5.46 (2.09)         </p>	 <p data-bbox="906 1404 1129 1550">           No. 4606            V. = 6.55 (1.62)            A.= 5.11 (2.15)         </p>
 <p data-bbox="376 1762 600 1908">           No. 7380            V. = 2.46 (1.42)            A.= 5.88 (2.44)         </p>	

Modelo	Prova
 <p data-bbox="375 477 600 622">           No. 8280            V. = 6.38 (1.46)            A.= 5.05 (2.18)         </p>	 <p data-bbox="908 486 1131 631">           No. 5982            V. = 7.61 (1.48)            A.= 4.51 (2.85)         </p>
	 <p data-bbox="908 869 1131 1014">           No. 4700            V. = 6.91 (1.94)            A.= 4.05 (1.90)         </p>
 <p data-bbox="375 1227 600 1373">           No. 8380            V. = 7.56 (1.55)            A.= 5.74 (2.32)         </p>	
 <p data-bbox="375 1588 600 1733">           No. 5800            V. = 6.36 (1.70)            A.= 2.51 (2.01)         </p>	 <p data-bbox="908 1588 1131 1733">           No. 9920            V. = 2.50 (1.52)            A.= 5.76 (1.96)         </p>

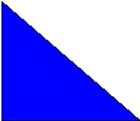
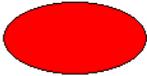
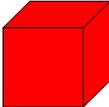
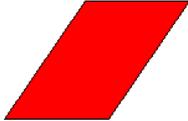
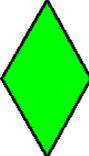
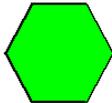
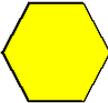
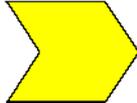
Modelo	Prova
	 <p data-bbox="906 510 1129 663">           No. 8170            V. = 7.63 (1.34)            A.= 6.12 (2.30)         </p>
 <p data-bbox="376 862 600 1014">           No. 2053            V. = 2.47 (1.87)            A.= 5.25 (2.46)         </p>	 <p data-bbox="906 873 1129 1025">           No. 9401            V. = 4.53 (1.31)            A.= 3.88 (1.98)         </p>
	 <p data-bbox="906 1238 1129 1391">           No. 8032            V. = 6.38 (1.57)            A.= 4.19 (2.08)         </p>
 <p data-bbox="376 1574 600 1727">           No. 7035            V. = 4.98 (0.96)            A.= 2.66 (1.82)         </p>	 <p data-bbox="906 1574 1129 1727">           No. 7034            V. = 4.95 (0.87)            A.= 3.06 (1.95)         </p>

Modelo	Prova
	 <p data-bbox="908 647 1134 792">No. 9007 V. = 2.49 (1.41) A.= 5.03 (2.32)</p>
 <p data-bbox="373 1008 603 1153">No. 7430 V. = 7.11 (1.78) A.= 4.72 (2.29)</p>	

## **ANEXO B – FIGURAS UTILIZADAS COMO ESTÍMULOS NOS TESTES TREA V E TREA U**

Obs.: Figuras do IAPS contém informação do número de referência do IAPS (No.), a valência (Sd) (V.) e o alertamento (Sd) (A.)

## TreaV - Trea com estímulos variados no ciclo

			
			
			
			
			
No. 1463 V. = 7.45 (1.76) A.= 4.79 (2.19)	No. 7320 V. = 6.54 (1.63) A.= 4.44 (2.12)	No. 1650 V. = 6.65 (2.25) A.= 6.23 (1.99)	No. 8190 V. = 8.10 (1.39) A.= 6.28 (2.57)

 <p>No. 2360 V. = 7.70 (1.76) A.= 3.66 (2.32)</p>	 <p>No. 8090 V. = 7.02 (1.33) A.= 5.71 (2.10)</p>	 <p>No. 4610 V. = 7.29 (1.74) A.= 5.10 (2.29)</p>	 <p>No. 8470 V. = 7.74 (1.53) A.= 6.14 (2.19)</p>
 <p>No. 1610 V. = 7.82 (1.34) A.= 3.08 (2.19)</p>	 <p>No. 7270 V. = 7.53 (1.73) A.= 5.76 (2.21)</p>	 <p>No. 1900 V. = 6.65 (1.80) A.= 3.46 (2.32)</p>	 <p>No. 5000 V. = 7.08 (1.77) A.= 2.67 (1.99)</p>
 <p>No. 2250 V. = 6.64 (2.26) A.= 4.19 (2.28)</p>	 <p>No. 2150 V. = 7.92 (1.59) A.= 5.00 (2.63)</p>	 <p>No. 5870 V. = 6.78 (1.76) A.= 3.10 (2.22)</p>	 <p>No. 7502 V. = 7.75 (1.40) A.= 5.91 (2.31)</p>
 <p>No. 9440 V. = 3.67 (1.86) A.= 4.55 (2.02)</p>	 <p>No. 9110 V. = 3.76 (1.41) A.= 3.98 (2.23)</p>	 <p>No. 3051 V. = 2.30 (1.86) A.= 5.62 (2.45)</p>	 <p>No. 3170 V. = 1.46 (1.01) A.= 7.21 (1.99)</p>



No. 7235  
 V. = 4.96 (1.18)  
 A.= 2.83 (2.00)



No. 2230  
 V. = 4.53 (1.22)  
 A.= 4.13 (1.68)



No. 9571  
 V. = 1.96 (1.50)  
 A.= 5.64 (2.50)



No. 6831  
 V. = 2.59 (1.50)  
 A.= 5.55 (2.16)



No. 1220  
 V. = 3.47 (1.82)  
 A.= 5.57 (2.34)



No. 9421  
 V. = 2.21 (1.45)  
 A.= 5.04 #VALUE!



No. 9470  
 V. = 3.05 (1.51)  
 A.= 5.05 (1.98)



No. 7361  
 V. = 3.10 (1.73)  
 A.= 5.09 (2.48)



No. 9530  
 V. = 2.93 (1.84)  
 A.= 5.20 (2.26)



No. 1070  
 V. = 3.96 (2.30)  
 A.= 6.16 (2.08)



No. 1111  
 V. = 3.25 (1.64)  
 A.= 5.20 (2.25)



No. 6800  
 V. = 4.01 (2.06)  
 A.= 4.87 (2.57)



No. 7700  
 V. = 4.25 (1.45)  
 A.= 2.95 (2.17)



No. 2030  
 V. = 6.71 (1.73)  
 A.= 4.54 (2.37)



No. 1640  
 V. = 6.16 (1.88)  
 A.= 5.18 (1.93)



No. 7620  
 V. = 5.78 (1.72)  
 A.= 4.92 (2.11)



No. 7282  
V. = 6.72 (1.48)  
A.= 4.77 (2.08)



No. 5531  
V. = 5.15 (1.45)  
A.= 3.69 (2.11)



No. 6930  
V. = 4.39 (1.82)  
A.= 4.88 (2.20)



No. 2190  
V. = 4.83 (1.28)  
A.= 2.41 (1.80)



No. 1270  
V. = 3.68 (1.85)  
A.= 4.77 (2.44)



No. 2351  
V. = 5.49 (2.04)  
A.= 4.74 (2.05)



No. 2220  
V. = 5.03 (1.39)  
A.= 4.93 (1.65)



No. 7050  
V. = 4.93 (0.81)  
A.= 2.75 (1.80)



No. 5520  
V. = 5.33 (1.49)  
A.= 2.95 (2.42)



No. 1640  
V. = 6.27 (2.22)  
A.= 5.13 (2.20)



No. 7830  
V. = 5.26 (1.38)  
A.= 4.08 (2.11)



No. 9290  
V. = 2.88 (1.52)  
A.= 4.40 (2.11)



No. 5020  
V. = 6.32 (1.68)  
A.= 2.63 (2.10)



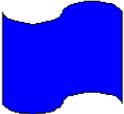
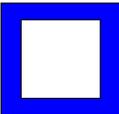
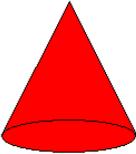
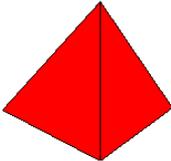
No. 1590  
V. = 7.24 (1.45)  
A.= 4.80 (2.10)

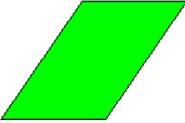
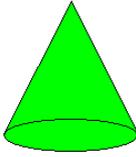
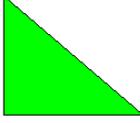
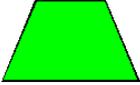
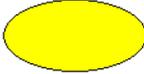
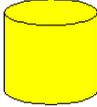
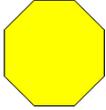


No. 5890  
V. = 6.67 (1.75)  
A.= 4.60 (2.30)



No. 2340  
V. = 8.03 (1.26)  
A.= 4.90 (2.20)

 <p>No. 1540 V. = 7.15 (1.96) A.= 4.54 (2.35)</p>	 <p>No. 7280 V. = 7.20 (1.80) A.= 4.46 (2.38)</p>	 <p>No. 1720 V. = 6.79 (1.56) A.= 5.32 (1.82)</p>	 <p>No. 1710 V. = 8.34 (1.12) A.= 5.41 (2.34)</p>
 <p>No. 2040 V. = 8.17 (1.60) A.= 4.64 (2.54)</p>	 <p>No. 7260 V. = 7.21 (1.66) A.= 5.11 (2.19)</p>	 <p>No. 7580 V. = 7.51 (1.60) A.= 4.59 (2.72)</p>	 <p>No. 7900 V. = 6.50 (1.72) A.= 2.60 (2.08)</p>
 <p>No. 2050 V. = 8.20 (1.31) A.= 4.57 (2.53)</p>	 <p>No. 7230 V. = 7.38 (1.65) A.= 5.52 (2.32)</p>	 <p>No. 2160 V. = 7.58 (1.69) A.= 5.16 (2.18)</p>	 <p>No. 8040 V. = 6.64 (1.56) A.= 5.61 (2.01)</p>
			
			

			
			
 No. 1080 V. = 4.24 (2.08) A.= 5.69 (2.28)	 No. 2661 V. = 3.90 (2.49) A.= 5.76 (2.13)	 No. 9160 V. = 3.23 (1.64) A.= 5.87 (1.93)	 No. 8230 V. = 2.95 (1.88) A.= 5.91 (2.15)
 No. 6200 V. = 3.20 (1.62) A.= 5.82 (1.99)	 No. 3180 V. = 1.92 (1.13) A.= 5.77 (2.21)	 No. 1310 V. = 4.60 (1.62) A.= 6.00 (1.80)	 No. 3550 V. = 2.54 (1.60) A.= 5.92 (2.13)



No. 3350  
V. = 1.88 (1.67)  
A.= 5.72 (2.23)



No. 6190  
V. = 3.57 (1.84)  
A.= 5.64 (2.03)



No. 9300  
V. = 2.26 (1.76)  
A.= 6.00 (2.41)



No. 3010  
V. = 1.71 (1.19)  
A.= 7.16 (2.24)



No. 9620  
V. = 2.70 (1.64)  
A.= 6.11 (2.10)



No. 1200  
V. = 3.95 (2.22)  
A.= 6.03 (2.38)



No. 9420  
V. = 2.31 (1.59)  
A.= 5.69 (2.28)



No. 1090  
V. = 3.70 (1.90)  
A.= 5.88 (2.15)



No. 4533  
V. = 6.22 (2.24)  
A.= 5.01 (2.47)



No. 7490  
V. = 5.52 (1.41)  
A.= 2.42 (2.23)



No. 7000  
V. = 5.00 (0.84)  
A.= 2.42 (1.79)



No. 7500  
V. = 5.33 (1.44)  
A.= 3.26 (2.18)



No. 3210  
V. = 4.49 (1.91)  
A.= 5.39 (1.91)



No. 5622  
V. = 6.33 (1.78)  
A.= 5.34 (1.96)



No. 1302  
V. = 4.21 (1.78)  
A.= 6.00 (1.87)



No. 1670  
V. = 6.81 (1.76)  
A.= 3.05 (1.91)



No. 8060  
 V. = 5.36 (2.23)  
 A. = 5.31 (1.99)



No. 1560  
 V. = 5.97 (2.32)  
 A. = 5.51 (2.19)



No. 2020  
 V. = 5.68 (1.99)  
 A. = 3.34 (1.89)



No. 7170  
 V. = 5.14 (1.28)  
 A. = 3.21 (2.05)



No. 5500  
 V. = 5.42 (1.58)  
 A. = 3.00 (2.42)



No. 6900  
 V. = 4.76 (2.06)  
 A. = 5.64 (2.22)



No. 2010  
 V. = 6.25 (1.84)  
 A. = 3.32 (2.07)



No. 6150  
 V. = 5.08 (1.17)  
 A. = 3.22 (2.02)



No. 2120  
 V. = 3.34 (1.91)  
 A. = 5.18 (2.52)



No. 1030  
 V. = 4.30 (2.35)  
 A. = 5.46 (2.43)



No. 9050  
 V. = 2.43 (1.61)  
 A. = 6.36 (1.97)



No. 1300  
 V. = 3.55 (1.78)  
 A. = 6.79 (1.84)



No. 6610  
V. = 3.60 (1.79)  
A.= 5.06 (2.39)



No. 2130  
V. = 4.08 (1.33)  
A.= 5.02 (2.00)



No. 6300  
V. = 2.59 (1.66)  
A.= 6.61 (1.97)



No. 1120  
V. = 3.79 (1.93)  
A.= 6.93 (1.68)



No. 2110  
V. = 3.71 (1.82)  
A.= 4.53 (2.25)



No. 3220  
V. = 2.49 (1.29)  
A.= 5.52 (1.86)



No. 3060  
V. = 1.79 (1.56)  
A.= 7.12 (2.09)



No. 1110  
V. = 3.84 (1.89)  
A.= 5.96 (2.16)



No. 2100  
V. = 3.85 (1.99)  
A.= 4.53 (2.57)



No. 3160  
V. = 2.63 (1.23)  
A.= 5.35 (1.79)



No. 7130  
V. = 4.77 (1.03)  
A.= 3.35 (1.90)



No. 6260  
V. = 2.44 (1.54)  
A.= 6.93 (1.93)



No. 1811

V. = 7.62 (1.59)

A.= 5.12 (2.25)



No. 4601

V. = 6.82 (1.22)

A.= 5.08 (2.01)



No. 8500

V. = 6.96 (1.64)

A.= 5.60 (2.40)



No. 2080

V. = 8.09 (1.47)

A.= 4.70 (2.59)



No. 5010

V. = 7.14 (1.50)

A.= 3.00 (2.25)



No. 2352

V. = 6.94 (1.87)

A.= 4.99 (1.98)



No. 7350

V. = 7.10 (1.98)

A.= 4.97 (2.44)



No. 2070

V. = 8.17 (1.46)

A.= 4.51 (2.74)



No. 1500

V. = 7.24 (1.88)

A.= 4.12 (2.50)



No. 8531

V. = 7.03 (1.50)

A.= 5.41 (2.15)



No. 8510

V. = 7.32 (1.72)

A.= 4.93 (2.56)



No. 2540

V. = 7.63 (1.51)

A.= 3.97 (2.33)



No. 8031

V. = 6.76 (1.39)

A.= 5.58 (2.24)



No. 1999

V. = 7.43 (1.47)

A.= 4.77 (2.40)



No. 7330

V. = 7.69 (1.84)

A.= 5.14 (2.58)



No. 2370

V. = 7.14 (1.46)

A.= 2.90 (2.14)



No. 2630

V. = 6.35 (1.92)

A.= 3.92 (2.53)



No. 7150

V. = 4.72 (1.00)

A.= 2.61 (1.76)



No. 4100

V. = 6.11 (1.66)

A.= 4.39 (1.75)



No. 7710

V. = 5.42 (1.58)

A.= 3.44 (2.21)



No. 5530

V. = 5.38 (1.60)

A.= 2.87 (2.29)



No. 7224

V. = 4.45 (1.36)

A.= 2.81 (1.94)



No. 6010

V. = 3.73 (1.98)

A.= 3.95 (1.87)



No. 2720

V. = 5.43 (1.59)

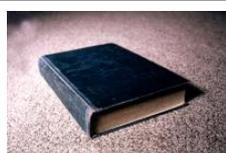
A.= 3.43 (1.91)



No. 7100

V. = 5.24 (1.20)

A.= 2.89 (1.70)



No. 7090

V. = 5.19 (1.46)

A.= 2.61 (2.03)



No. 2810

V. = 4.31 (1.65)

A.= 4.47 (1.92)



No. 5250

V. = 6.08 (2.01)

A.= 3.64 (2.27)



No. 7009

V. = 4.93 (1.00)

A.= 3.01 (1.97)



No. 8330

V. = 6.65 (1.39)

A.= 4.06 (2.28)



No. 8010

V. = 4.38 (1.86)

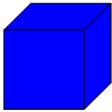
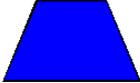
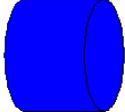
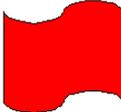
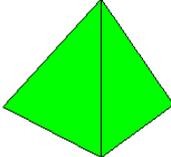
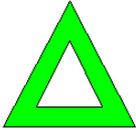
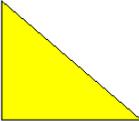
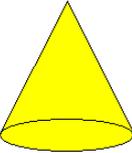
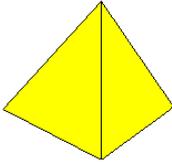
A.= 4.12 (2.08)

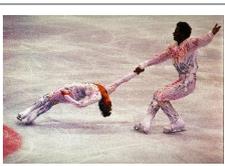


No. 8050

V. = 6.24 (1.49)

A.= 4.31 (2.12)

			
			
			
			
			
No. 9270 V. = 3.72 (1.51) A.= 5.24 (2.15)	No. 2520 V. = 4.13 (1.90) A.= 4.22 (1.69)	No. 9415 V. = 2.82 (2.00) A.= 4.91 (2.35)	No. 6312 V. = 2.48 (1.52) A.= 6.37 (2.30)
			
No. 1390 V. = 4.50 (1.56) A.= 5.29 (1.97)	No. 3053 V. = 1.31 (0.97) A.= 6.91 (2.57)	No. 7560 V. = 4.47 (1.65) A.= 5.24 (2.03)	No. 6210 V. = 2.95 (1.83) A.= 6.34 (2.14)

 <p>No. 2800 V. = 1.78 (1.14) A.= 5.49 (2.11)</p>	 <p>No. 6020 V. = 3.41 (1.98) A.= 5.58 (2.01)</p>	 <p>No. 9622 V. = 3.10 (1.90) A.= 6.26 (1.98)</p>	 <p>No. 9040 V. = 1.67 (1.07) A.= 5.82 (2.15)</p>
 <p>No. 9430 V. = 2.63 (1.59) A.= 5.26 (2.55)</p>	 <p>No. 6940 V. = 3.53 (2.07) A.= 5.35 (2.02)</p>	 <p>No. 6230 V. = 2.37 (1.57) A.= 7.35 (2.01)</p>	 <p>No. 3100 V. = 1.60 (1.07) A.= 6.49 (2.23)</p>
 <p>No. 2530 V. = 7.80 (1.55) A.= 3.99 (2.11)</p>	 <p>No. 8041 V. = 6.65 (1.67) A.= 5.49 (2.29)</p>	 <p>No. 1920 V. = 7.90 (1.48) A.= 4.27 (2.53)</p>	 <p>No. 5200 V. = 7.36 (1.52) A.= 3.20 (2.16)</p>
 <p>No. 1740 V. = 6.91 (1.38) A.= 4.27 (2.03)</p>	 <p>No. 8033 V. = 6.66 (1.52) A.= 5.01 (2.15)</p>	 <p>No. 1460 V. = 8.21 (1.21) A.= 4.31 (2.63)</p>	 <p>No. 1750 V. = 8.28 (1.07) A.= 4.10 (2.31)</p>



No. 8420

V. = 7.76 (1.55)

A.= 5.56 (2.38)



No. 4603

V. = 7.10 (1.58)

A.= 4.89 (2.26)



No. 5760

V. = 8.05 (1.23)

A.= 3.22 (2.39)



No. 2170

V. = 7.55 (1.42)

A.= 4.08 (2.48)



No. 1510

V. = 7.01 (2.07)

A.= 4.28 (2.47)



No. 2260

V. = 8.06 (1.42)

A.= 4.26 (2.44)



No. 1620

V. = 7.37 (1.56)

A.= 3.54 (2.34)



No. 1600

V. = 7.37 (1.56)

A.= 4.05 (2.37)



No. 2620

V. = 5.93 (1.63)

A.= 2.72 (2.16)



No. 7060

V. = 4.43 (1.16)

A.= 2.55 (1.77)



No. 2700

V. = 3.19 (1.56)

A.= 4.77 (1.97)



No. 7820

V. = 5.39 (1.41)

A.= 4.21 (2.05)



No. 7352

V. = 6.20 (2.20)

A.= 4.58 (2.45)



No. 7080

V. = 5.27 (1.09)

A.= 2.32 (1.84)



No. 9070

V. = 5.01 (1.89)

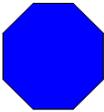
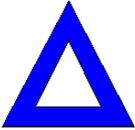
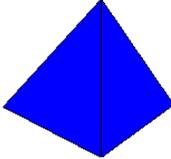
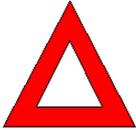
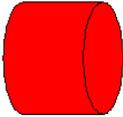
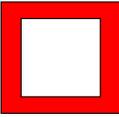
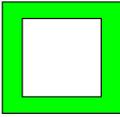
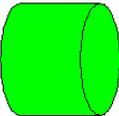
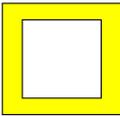
A.= 3.63 (2.03)

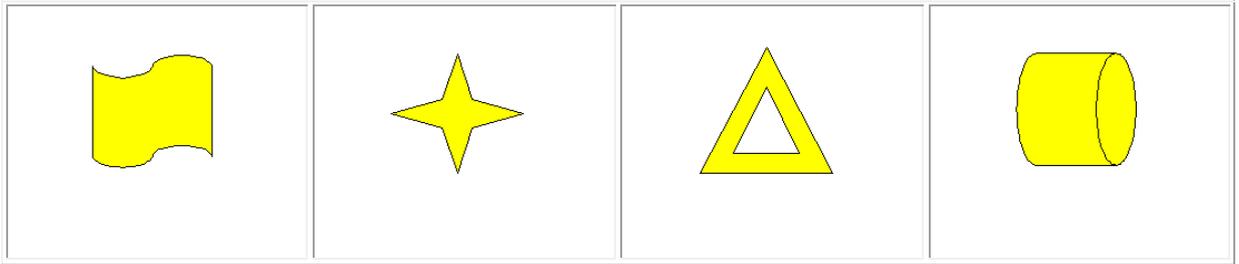


No. 7190

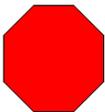
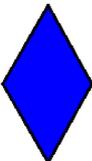
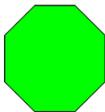
V. = 5.55 (1.34)

A.= 3.84 (2.06)

 <p>No. 7234 V. = 4.23 (1.58) A.= 2.96 (1.90)</p>	 <p>No. 1450 V. = 6.37 (1.62) A.= 2.83 (1.87)</p>	 <p>No. 2500 V. = 6.16 (1.54) A.= 3.61 (1.91)</p>	 <p>No. 2600 V. = 5.84 (1.85) A.= 4.16 (1.74)</p>
 <p>No. 7285 V. = 5.67 (1.60) A.= 3.83 (2.11)</p>	 <p>No. 7283 V. = 5.50 (1.84) A.= 3.81 (2.01)</p>	 <p>No. 7550 V. = 5.27 (1.40) A.= 3.95 (1.91)</p>	 <p>No. 5900 V. = 5.93 (1.64) A.= 4.38 (2.10)</p>
			
			
			



## TreaU - Trea com estímulo único no ciclo

			
			
No. 5510 V. = 5.15 (1.43) A.= 2.82 (2.18)	No. 2210 V. = 4.38 (1.64) A.= 3.56 (2.21)	No. 2200 V. = 4.79 (1.38) A.= 3.18 (2.17)	No. 7010 V. = 4.94 (1.07) A.= 1.76 (1.48)
			
No. 5750 V. = 6.60 (1.84) A.= 3.14 (2.25)	No. 5030 V. = 6.51 (1.73) A.= 2.74 (2.13)	No. 1660 V. = 6.49 (1.89) A.= 4.57 (2.39)	No. 2000 V. = 6.51 (1.83) A.= 3.32 (2.07)
			
No. 3000 V. = 1.45 (1.20) A.= 7.26 (2.10)	No. 3120 V. = 1.56 (1.09) A.= 6.84 (2.36)	No. 3130 V. = 1.58 (1.24) A.= 6.97 (2.07)	No. 3030 V. = 1.91 (1.56) A.= 6.76 (2.10)

**ANEXO C – APROVAÇÃO DO COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA**



Universidade de Brasília  
Faculdade de Ciências da Saúde  
Comitê de Ética em Pesquisa – CEP/FS

## PROCESSO DE ANÁLISE DE PROJETO DE PESQUISA

Registro do Projeto: 160/08

Título do Projeto: Estudo Eletrofisiológico de Funções Executivas de Jovens.

Pesquisadora Responsável: Ana Cláudia Oliveira Garcia dos Santos

Data de entrada: 29/10/2008

Com base nas Resoluções 196/96, do CNS/MS, que regulamenta a ética da pesquisa em seres humanos, o Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da Faculdade de Ciências da Saúde da Universidade de Brasília, após análise dos aspectos éticos e do contexto técnico-científico, resolveu **APROVAR** o projeto 160/08 com o título: “Estudo Eletrofisiológico de Funções Executivas de Jovens”, analisado na 10ª Reunião Ordinária realizada no dia 11 de Novembro de 2008.

A pesquisadora responsável fica, desde já, notificada da obrigatoriedade da apresentação de um relatório semestral e relatório final sucinto e objetivo sobre o desenvolvimento do Projeto, no prazo de 1 (um) ano a contar da presente data (item VII.13 da Resolução 196/96).

Brasília, 18 de Novembro de 2008.

Prof. Volnei Garrafa  
Coordenador do CEP-FS/UnB