



Universidade de Brasília
Instituto de Ciências Biológicas
Departamento de Ciências Fisiológicas
Laboratório de Neurociências e Comportamento



**Influência da valência emocional de estímulos na
memória operacional visuo-espacial de humanos e
macacos-prego (*Cebus libidinosus*)**

Flávia Schechtman Belham

2013

Influência da valência emocional de estímulos na
memória operacional visuo-espacial de humanos e
macacos-prego (*Cebus libidinosus*)

Flávia Schechtman Belham

**Dissertação apresentada como requisito para obtenção do
Grau de Mestre em Biologia Animal pelo Programa
De Pós-Graduação em Biologia Animal
da Universidade de Brasília.**

Orientadora: Profa. Dra. Maria Clotilde Henriques Tavares

Brasília, Março de 2013

Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca Central da Universidade de
Brasília. Acervo 1006291.

B429i Belham, Flávia Schechtman.
Influência da valência emocional de estímulos na memória
operacional visuo-espacial de humanos e macacos-prego
(*Cebus libidinosus*) / Flávia Schechtman Belham. --
2013.
xii, 123 f. : il. ; 30 cm.

Dissertação (mestrado) - Universidade de Brasília,
Instituto de Ciências Biológicas, Programa de Pós-Graduação
em Biologia Animal, 2013.
Inclui bibliografia.
Orientação: Maria Clotilde Henriques Tavares.

1. Memória - Homem - Macaco. 2. Emoções. 3. Expressão
facial. I. Tavares, Maria Clotilde Henriques. II.
Título.

CDU 612.821.2

AGRADECIMENTOS

A minha orientadora Profa. Dra. M^a Clotilde Henriques Tavares pela oportunidade de realização deste trabalho e pela orientação.

Ao Prof. Dr. Carlos Alberto Bezerra Tomaz pela co-orientação não oficial, mas de muito valor.

Aos professores Márcia Mortari e Rafael Maior pela discussão científica e pelos comentários extremamente construtivos durante minha banca de defesa.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela bolsa de estudos.

À Universidade de Brasília por mais dois anos de aprendizados e desafios.

Ao Programa de Pós-Graduação em Biologia Animal e as suas secretárias Daniele e Ana Paula por toda a ajuda, simpatia e disponibilidade.

Ao Centro de Primatologia da UnB, aos veterinários Raimundo Oliveira, Cecília Dias e Danilo Teixeira e aos tratadores Geinaldo da Silva e Adão Pedro da Silva pelo tratamento dos animais, pela manutenção do Centro e por toda a ajuda.

À Universidade de Toyama e ao grupo do professor Hissao Nishijo por ceder as fotografias para o estudo.

Ao Centro de Medicina do Idoso do Hospital Universitário de Brasília e ao doutor Marco Pólo Freitas por me fornecer acesso aos pacientes para que pudesse convidá-los a participar da pesquisa.

Ao Grupo de Estudos e Pesquisas sobre Atividade Física para Idosos da Universidade de Brasília – GEPAFI – e à professora Marisete Safons por me permitir entrar em contato com os alunos e convidá-los a participar da pesquisa.

Ao pessoal do Laboratório de Neurociências e Comportamento por todos os momentos sérios e também os descontraídos.

A Ana Garcia pelas inúmeras sextas-feiras à tarde me ensinando a operar o EEG e pela amizade.

A Carlos Uribe pela ajuda imensa com tecnologia e estatística.

A Corina Satler pela ajuda com a análise dos testes neuropsicológicos e com todas as questões relacionadas aos idosos do projeto e também pelo bom humor contagiante.

A Danilo Gustavo de Oliveira por me ajudar com a coleta com os macacos e pelas discussões sobre as análises. Por ser uma pessoa incrivelmente legal.

A Danilo Pereira por ceder o PBAC e me ensinar a aplicar os testes neuropsicológicos.

A Rosângela Correa Rodrigues por todos os conselhos sobre pós-graduação e sobre a vida.

Aos alunos de graduação que me ajudaram com as coletas: Augusto Arcela, Gabriela Aguiar e Henrique Biana.

A Artur Rego Costa, que participou do projeto desde o piloto até a última análise de dados. Essa pesquisa não teria chegado nem à metade se não fosse por ele.

A todos os meus amigos, principalmente os que estavam no mestrado na mesma época em que eu, por dividir comigo as alegrias e angústias de uma pós-graduação.

A minha mãe, ao meu pai e a minha irmã por serem a melhor família do mundo.

Aos sujeitos da pesquisa:

Todos os voluntários, jovens e idosos, que dispuseram seu tempo e suas cabeças (literalmente) para que o estudo pudesse ser feito.

Os macacos Belo, Kiko, Minha Flor, Pingo, Ronaldinha e Salomé por terem passado longos 12 meses comigo fazendo a mesma coisa todas as manhãs. Por serem lindos e peludos. Por sempre alegrarem meu dia.

“Tot surt del gran llibre de la naturalesa”.
Antoni Gaudí

RESUMO

O compartilhamento de estruturas cerebrais pelos circuitos neurais relacionados ao processo mnemônico e ao sistema límbico faz da emoção um dos principais moduladores da memória. Expressões faciais são consideradas as mais importantes manifestações emocionais em primatas humanos e não-humanos. Este trabalho objetivou verificar a influência das valências emocionais (positivo, negativo, neutro) de estímulos faciais no desempenho de humanos e macacos-prego e na atividade elétrica cortical de humanos em um teste de memória operacional visuo-espacial. Seis animais (cinco adultos, uma fêmea idosa) e 55 humanos (27 jovens, 13 homens; 25 idosos, 14 homens) realizaram, em tela sensível ao toque, o Teste de Reconhecimento Espacial com Atraso, que exige a discriminação de um estímulo em uma nova localização dentro de um número crescente de estímulos idênticos apresentados sequencialmente. O teste foi composto por quatro etapas, cada uma com uma categoria de estímulo: geométricos, faces neutras, faces positivas e faces negativas. Foi calculada a média do número de acertos (NA) e, para os humanos, também do tempo de resposta (TR) para cada etapa. A atividade cortical foi aferida com uso de um eletroencefalograma (EEG) e dividida em bandas teta (4-8Hz), alfa (8-13Hz), beta (13-30Hz) e gama (30-70Hz). Apenas a fêmea idosa realizou o teste abaixo do nível do acaso e não houve diferença no desempenho do grupo de macacos adultos em função da categoria dos estímulos. Os gêneros não diferiram no desempenho, tanto em macacos quanto em humanos. Para todas as categorias, o NA dos jovens humanos foi superior ao dos idosos, mas o TR foi similar. TR foi maior para estímulos geométricos do que para faciais e maior para faces emocionais (negativas, positivas) do que para neutras. Houve maior NA para faces negativas em relação às positivas. Quanto aos dados de EEG, as maiores ativações foram registradas nos córtices pré-frontal e frontal e na região central do escalpo, além de maior ativação no hemisfério esquerdo em relação ao direito. Em idosos, as diferenças entre os hemisférios nas bandas beta e gama foram menores do que em jovens, assim como a ativação nas bandas alfa e teta na região frontal central. Houve maior lateralização para o hemisfério esquerdo nas mulheres do que nos homens. Não houve diferenças significativas nas ativações frente às faces positivas e negativas ou frente às neutras e emocionais. Estímulos faciais geraram maior atividade na região pré-frontal esquerda em comparação aos geométricos. O melhor desempenho de humanos jovens em relação aos idosos era esperado devido às piores cognitivas com o envelhecimento. O desempenho inferior da fêmea idosa indica que este déficit também está presente em macacos-prego, entretanto, estudos com número maior de indivíduos são necessários. A similaridade entre homens e mulheres e entre machos e fêmeas no desempenho, mas não na atividade cortical, sugere que os gêneros utilizam estratégias cognitivas diferentes, mas igualmente eficientes em testes de memória. Realizar análises de EEG em macacos seria útil para elucidar esta questão. O melhor desempenho para faces era esperado, devido a sua importância evolutiva. O maior TR para faces emocionais indica que o processamento das emoções focou a atenção dos sujeitos no conteúdo da imagem e não na informação espacial. O maior NA para faces negativas em relação às positivas está de acordo com o Viés da Negatividade, no qual tal valência é associada a eventos com maior influência no valor adaptativo. Por outro lado, como este resultado ocorreu tanto para jovens quanto para idosos, a hipótese do Efeito da Positividade, em que idosos focariam sua atenção e se lembrariam melhor de eventos positivos, não foi corroborada.

Palavras-chave: memória operacional, emoção, envelhecimento, expressão facial, atividade elétrica cortical.

ABSTRACT

Emotion is one of the most important memory modulators, mainly because the limbic system and the neural circuitry related to mnemonic processes share several brain structures. Facial expressions are considered the most important emotional displays in humans and non-human primates. This research aimed at verifying the influence of emotional valences (positive, negative, neutral) of facial stimuli on the behavior of humans and capuchin monkeys and on the cortical electrical activity of humans in a visuo-spatial working memory task. Six animals (five adults, one old female) and 55 humans (28 young, 13 men; 27 elderly, 14 men) performed, on a touch screen, the Spatial Delayed Recognition Span Task, which requires the discrimination of one stimulus in a new location among an increasing number of identical stimuli presented in sequence. The task had four stages, each with a different stimuli category: geometric, neutral faces, positive faces and negative faces. For each stage, mean of scores was calculated for both species and mean Response Time (RT) was measured for humans. Cortical activity was measured by an electroencephalogram (EEG) and splitted into the traditional frequency bands: theta (4-8Hz), alpha (8-13Hz), beta (13-30Hz) and gamma (30-70Hz). Only the old monkey female performed the task below chance level and all adult animals performed equally in all categories. There was no difference between performance of genders, both in humans and in monkeys. Young humans had more scores than the elderly, but the RT was the same. RT was larger for geometric stimuli than to facial stimuli and larger to emotional faces (negative, positive) than to neutral faces. Scores for negative faces were greater than for positive faces. Regarding the EEG data, the highest activations were found in pre-frontal and frontal cortices, in the central region of the scalp, and in the left hemisphere compared to the right hemisphere. In the old subjects, there was a lower activation of alpha and theta bands on the frontal region and a less evident asymmetry of activations on beta and gamma bands. Women showed a greater lateralization to the left hemisphere. There were no significant differences in the activity when subjects were answering to positive and negative faces or to neutral and emotional faces. Facial stimuli induced a greater activity on the left pre-frontal region when compared to geometric figures. The superior performance of young human subjects was expected due to the natural cognitive deficits with aging. The low performance of the old female indicates that this deficit also happens in capuchin monkeys. Nevertheless, studies with a larger number of subjects are necessary. Similarity between men and women and between males and females on performance but not on the cortical activity suggest that genders use different but equally efficient cognitive strategies to respond to memory tasks. Performing an EEG analysis on monkeys would help clarify this question. Better performance with facial stimuli was expected due to the evolutionary importance of faces. Larger RT to emotional faces indicates that emotion processing focused subjects' attention to the images but not to their spatial location. Greater scores to negative faces than to positive faces is in line with the Negativity Bias, in which it is claimed that this emotional valence is related to events with more influence in the adaptive value. This pattern of results, however, was seen in both young and old subjects so, the Positivity Effect hypothesis, according to which old people would focus their attention on positive events and remember these better, was not supported.

Key-words: working memory, emotion, aging, facial expressions, cortical electrical activity.

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1. Subdivisões da memória
- Figura 2. Etapas do processo mnemônico
- Figura 3. Principais componentes do sistema límbico
- Figura 4. Esquema do Teste de Reconhecimento Espacial com Atraso – TREA
- Figura 5. Fotografias que obtiveram no mínimo 90% de concordância na identificação da expressão facial no teste piloto e que foram selecionadas para o TREA
- Figura 6. Posicionamento dos eletrodos no escalpo segundo sistema internacional 10-20
- Figura 7. Vista interna do viveiro com animal (*C. libidinosus*) realizando o teste
- Figura 8. Procedimento utilizado para o teste com os macacos
- Figura 9. Procedimento utilizado para o teste com os humanos
- Figura 10. Regressão linear para *C. libidinosus* (n=6) nas fases de modelagem do TREA com dois e três estímulos
- Figura 11. Curvas de desempenho apresentadas por *C. libidinosus* (n=6) na fase de teste do TREA frente às quatro categorias de estímulos
- Figura 12. Média do desempenho de *C. libidinosus* adultos (n=5) frente a cada categoria de estímulo do TREA
- Figura 13. Comparações entre as médias do número de acerto e do tempo de resposta para humanos jovens (n=27) e idosos (n=25) frente a cada categoria de estímulo do TREA
- Figura 14. Comparações entre as médias do número de acerto e do tempo de resposta para homens (n=27) e mulheres (n=25) frente a cada categoria de estímulo do TREA
- Figura 15. Comparações, para todos os sujeitos (n=52), entre as médias do número de acerto e do tempo de resposta frente a estímulos geométricos e faciais no TREA
- Figura 16. Comparações, para todos os sujeitos (n=52), entre as médias do número de acerto e do tempo de resposta frente a estímulos faciais neutros e emocionais no TREA
- Figura 17. Comparações, para todos os sujeitos (n=52), entre as médias do número de acerto e do tempo de resposta frente a estímulos faciais de valência negativa e positiva no TREA
- Figura 18. Mapas topográficos, para sujeitos submetidos ao TREA (n=52), das comparações entre faixas etárias e gêneros na ativação da banda teta (4-8Hz)
- Figura 19. Mapas topográficos, para sujeitos submetidos ao TREA (n=52), das comparações entre faixas etárias e gêneros na ativação da banda alfa (8-13Hz)
- Figura 20. Mapas topográficos, para sujeitos submetidos ao TREA (n=52), das comparações entre faixas etárias e gêneros na ativação da banda beta (13-30Hz)

Figura 21. Mapas topográficos, para sujeitos submetidos ao TREA (n=52), das comparações entre faixas etárias e gêneros na ativação da banda gama (30-70Hz)

Figura 22. Mapas topográficos, para sujeitos submetidos ao TREA (n=52), da comparação da ativação da banda teta (4-8Hz) frente a estímulos geométricos e faciais

Figura 23. Mapas topográficos, para sujeitos submetidos ao TREA (n=52), da comparação da ativação da banda alfa (8-13Hz) frente a estímulos geométricos e faciais

Figura 24. Mapas topográficos, para sujeitos submetidos ao TREA (n=52), da comparação da ativação da banda beta (13-30Hz) frente a estímulos geométricos e faciais

Figura 25. Mapas topográficos, para sujeitos submetidos ao TREA (n=52), da comparação da ativação da banda gama (30-70Hz) frente a estímulos geométricos e faciais

Figura 26. Mapas topográficos, para sujeitos submetidos ao TREA (n=52), da comparação da ativação da banda teta (4-8Hz) frente a estímulos faciais neutros e emocionais

Figura 27. Mapas topográficos, para sujeitos submetidos ao TREA (n=52), da comparação da ativação da banda alfa (8-13Hz) frente a estímulos faciais neutros e emocionais

Figura 28. Mapas topográficos, para sujeitos submetidos ao TREA (n=52), da comparação da ativação da banda beta (13-30Hz) frente a estímulos faciais neutros e emocionais

Figura 29. Mapas topográficos, para sujeitos submetidos ao TREA (n=52), da comparação da ativação da banda gama (30-70Hz) frente a estímulos faciais neutros e emocionais

Figura 30. Mapas topográficos, para sujeitos submetidos ao TREA (n=52), da comparação da ativação da banda teta (4-8Hz) frente a estímulos faciais de valências negativa e positiva

Figura 31. Mapas topográficos, para sujeitos submetidos ao TREA (n=52), da comparação da ativação da banda alfa (8-13Hz) frente a estímulos faciais de valências negativa e positiva

Figura 32. Mapas topográficos, para sujeitos submetidos ao TREA (n=52), da comparação da ativação da banda beta (13-30Hz) frente a estímulos faciais de valências negativa e positiva

Figura 33. Mapas topográficos, para sujeitos submetidos ao TREA (n=52), da comparação da ativação da banda gama (30-70Hz) frente a estímulos faciais de valências negativa e positiva

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Macacos (*C. libinosus*) primeiramente selecionados para o estudo

Tabela 2. Macacos (*C. libinosus*) utilizados no estudo

Tabela 3. Comparação do desempenho de *C. libinosus* (n=6) no TREA para cada categoria de estímulo com o nível do acaso de 1,72

Tabela 4. Características da amostra de sujeitos humanos

Tabela 5. Pontuação geral e por item dos humanos nos testes neuropsicológicos

LISTA DE ABREVIATURAS

CP	Centro de Primatologia
EDG	Escala de Depressão Geriátrica
EEG	Eletroencefalograma
FFA	<i>Fusiform Face Area</i> - Área Facial Fusiforme
MCP	Memória de curto prazo
MEEM	Mini Exame do Estado Mental
MLP	Memória de longo prazo
PBAC	Avaliação Cognitiva Breve de Filadélfia
TCLE	Termo de Consentimento Livre e Esclarecido
TR	Tempo de resposta
TREA	Teste de reconhecimento espacial com atraso

Sumário

INTRODUÇÃO.....	1
Aspectos gerais da memória	1
A evolução da memória.....	1
Classificação da memória	2
Breve histórico do estudo sobre memória	4
O processo mnemônico.....	6
Emoção e memória.....	7
O Viés da Negatividade.....	12
A universalidade das expressões faciais.....	13
Similaridades entre primatas humanos e não-humanos no reconhecimento facial	15
Memória e envelhecimento	17
O efeito da positividade	18
Memória Espacial	19
Influência do gênero sobre a memória	21
Uso de primatas não-humanos em estudos sobre cognição	23
O macaco-prego (<i>Cebus libidinosus</i> [SPIX 1823])	24
Justificativa	25
OBJETIVOS	28
Objetivo geral:	28
Objetivos específicos:	28
MATERIAL E MÉTODOS.....	29
Aspectos éticos.....	29
Sujeitos	29
Macacos-prego	29
Humanos	29
<i>Locais de coleta de dados</i>	30
Macacos.....	30
Humanos.....	31
Protocolo experimental.....	31
Teste de Reconhecimento Espacial com Atraso.....	31
Estudo piloto.....	33
Testes Neuropsicológicos	35

Eletroencefalograma (EEG)	35
Procedimento	37
Macacos-prego	37
Humanos.....	39
Análise de dados.....	41
Dados comportamentais	41
Dados eletrofisiológicos	42
RESULTADOS.....	44
Macacos.....	44
Fase de modelagem.....	44
Fase de teste.....	46
Humanos.....	51
Testes neuropsicológicos.....	51
Desempenho.....	55
Eletrofisiologia	59
DISCUSSÃO	67
Macacos.....	67
Humanos.....	70
Testes neuropsicológicos.....	70
Desempenho.....	71
Dados eletrofisiológicos	77
Considerações finais	85
CONCLUSÕES	88
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	89
APÊNDICES.....	104
APÊNDICE 1: TCLE	104
APÊNDICE 2. Planilha para o teste piloto	105
ANEXOS.....	107
ANEXO 1: Aprovação pelo CEP/FS	107
ANEXO 2: Aprovação pelo CEUA/IB.....	108
ANEXO 3: Aprovação pelo CEUA/FM.....	109
ANEXO 4: MEEM.....	110
ANEXO 5: PBAC.....	116
ANEXO 6: Anamnese histórico-clínica	120

ANEXO 7: EDG..... 122

INTRODUÇÃO

Aspectos gerais da memória

A evolução da memória

Para que um organismo se comporte de maneira inteligente, é necessário que ele possua a capacidade de antecipar as consequências de uma ação com a maior eficácia possível, o que lhe permite, então, adotar as estratégias que mais aumentarão suas chances de sobrevivência (GARBER & LAVALLE 1999). Para isso, a memória – a capacidade de adquirir, reter e utilizar informações ou conhecimentos (TULVING 1987) – é fundamental, pois sem ela não há o aprendizado, ou seja, as experiências prévias de um indivíduo não podem ser utilizadas como base para a seleção futura do comportamento ou da atitude mais apropriados (SIMON & KAPLAN 1990; LA CERRA & BINGHAM 1998).

Uma característica essencial para o desenvolvimento da memória é a plasticidade cerebral, ou seja, a capacidade que as estruturas neuronais possuem para se modificar morfológica ou fisiologicamente frente aos estímulos ambientais ao longo da vida do indivíduo (LENT 2010a). La Cerra e Bingham (1998) propuseram uma hipótese sobre como esta plasticidade teria se desenvolvido. Ao participar de interações sociais cada vez mais complexas e flutuantes, um indivíduo só consegue ser bem sucedido se houver desenvolvido estratégias diferentes e variadas. Por exemplo, a cooperação do indivíduo A com o B pode ser benéfica para a caça, mas prejudicial se ambos pretendem ser o macho alfa do bando. Além disso, a relação custo-benefício de uma determinada interação social é alterada dependendo do estado dos envolvidos, como idade, ferimentos, presença de filhotes, hierarquia e outros (ADES 1993).

Assim, a constante modificação, complexidade e efemeridade dos problemas a serem resolvidos teriam favorecido a evolução de um neocórtex plástico que possibilitasse a construção, modelagem e utilização de redes representacionais. Estas redes permitiriam que as novas situações do ambiente fossem conectadas às experiências prévias do indivíduo, gerando uma “predição” de qual comportamento é a melhor opção em um dado momento. A escolha de qual estratégia utilizar seria resultado de uma busca heurística na memória (SIMON & KAPLAN 1990), ou seja, o indivíduo procuraria dentre as informações estocadas em sua memória os caminhos e estratégias que, baseado nas regularidades encontradas ao longo de sua vida, mais provavelmente gerariam resultados positivos (SIMON & KAPLAN 1990;

DAMÁSIO 2000). Além disso, as redes representacionais teriam propriedades associativas, ou seja, a informação de que determinada estratégia foi bem sucedida na situação “A” de um domínio (por exemplo, busca por alimentos) poderia ser acessada quando o indivíduo enfrentasse uma situação “B” de outro domínio (como a busca por parceiros reprodutivos), formando, desta maneira, as memórias que o guiariam em um ambiente em constante modificação (LA CERRA & BINGHAM 1998; GARBER & LAVALLE 1999).

O processo de aprendizagem também pode ser definido como a acumulação de informações na memória e a aquisição de rotas de acesso para recobrá-las (SIMON & KAPLAN 1990). Entretanto, as modificações cerebrais também ocorrem em menores e maiores escalas de tempo. No primeiro caso, os sistemas inteligentes tem seu comportamento alterado ao longo da cada resolução de problema que realiza. As escalas de tempo mais longas refletem as alterações sociais, por meio da transmissão e acumulação de conhecimento e estratégias cognitivas ao longo das gerações e as alterações evolutivas, já que os sistemas cerebrais estão sujeitos a pressões ambientais (SIMON & KAPLAN 1990).

Classificação da memória

Levando em conta o fator evolutivo, a memória passou a ser considerada como formada por vários sistemas, ao invés de um único (SCHACTER 1990; SARMIENTO *et al.* 2007). Esta divisão é importante, pois cada sistema possui características diferentes e são também operados por mecanismos e regiões cerebrais distintos (SARMIENTO *et al.* 2007). A memória filogenética resulta do processo evolutivo e resume as informações fundamentais à sobrevivência do indivíduo, sendo transmitida pelo material genético. Já a memória ontogenética é aquela derivada das experiências pessoais do indivíduo e não transmitida geneticamente. Na classificação original, ela pode ser dividida em dois sistemas: “curto prazo” e “longo prazo” (SQUIRE 2009), que são, por sua vez, subdivididos (Figura 1). A classificação adotada neste trabalho substitui a memória de curto prazo pela memória operacional (ver próximo item).

As principais diferenças entre as memórias de curto (MCP) e longo prazo (MLP) são o tempo e o espaço disponível de armazenamento, além do processo de retenção. A MCP comporta uma quantidade pequena de informação por um período de tempo limitado, enquanto que a MLP é composta por uma grande quantidade de memórias consolidadas que podem ficar disponíveis por anos (SQUIRE 2009). Sobre o processo de retenção, a MCP

depende apenas de sinapses, enquanto que a MLP necessita de alterações morfológicas no cérebro (LENT 2010a).

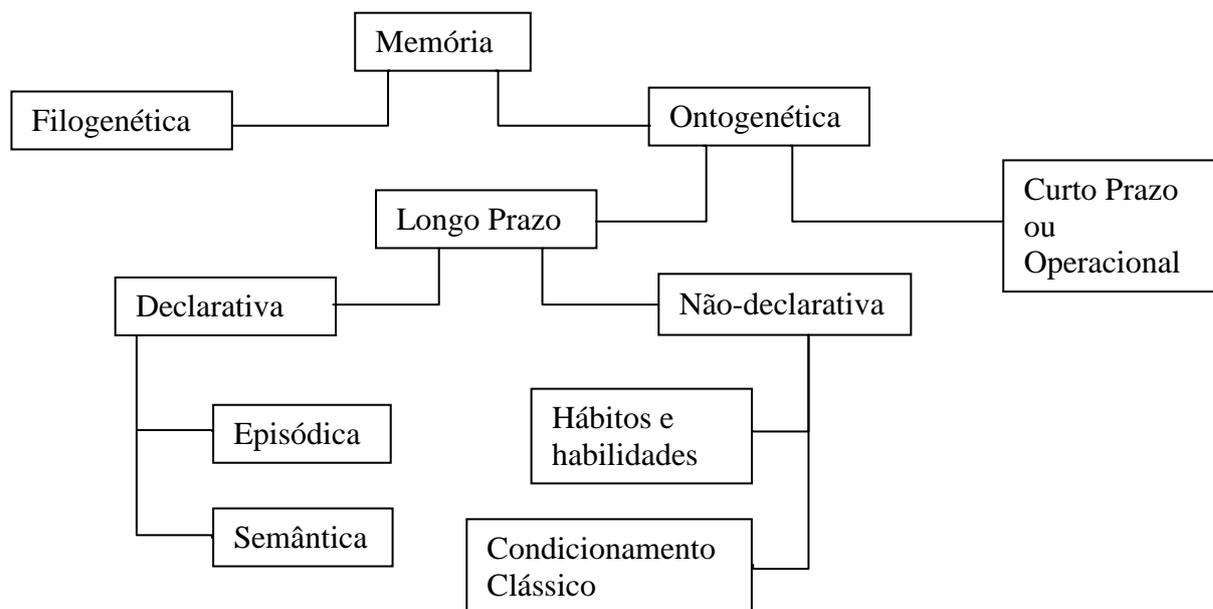


Figura 1. Subdivisões da memória, adaptado de Tomaz 1993.

Além disso, a MLP é considerada uma memória associativa (ERICSSON & KINTSCH 1995). A memória de longo prazo é classificada em “declarativa” e “não-declarativa” dependendo se a informação retida pode, ou não, ser acessada conscientemente (SCHACTER 1990; FIORI 2006). Dentro desse primeiro tipo encontram-se a memória episódica - aquela para eventos específicos ocorridos durante a vida do indivíduo, que guarda informações sobre “o quê”, “quando” e “onde” - e a semântica - aquela relativa aos conhecimentos gerais sobre o mundo e sobre a linguagem (MOSCOVITCH *et al.* 2006; CRYSTAL 2009). Dentro da memória “não-declarativa” estão o condicionamento clássico e a memória para hábitos e habilidades, que se refere aos procedimentos motores, cognitivos e perceptuais que são aprendidos inconscientemente (SARMIENTO *et al.* 2007).

A memória operacional (BADDELEY & HITCH 1974; BADDELEY 1986), tema do presente estudo, foi proposta na década de 1970 como um substituto mais complexo da memória de curto prazo (ver tópico “breve histórico do estudo sobre memória”). Ela armazena uma informação apenas pelo período necessário a sua manipulação e utilização na compreensão dos fatos, no raciocínio, no planejamento e na resolução de problemas, por exemplo (REUTER-LORENZ *et al.* 2000; TOMAZ *et al.* 2000; BADDELEY 2002). Possui uma função integradora entre os sistemas sensoriais e a MLP (TOMAZ *et al.* 2000; BADDELEY 2004), ou seja, a informação a ser manipulada pela memória operacional pode ser

proveniente dos sentidos ou de um armazenamento anterior na MLP (JONIDES *et al.* 2005). Sua importância reside em permitir o raciocínio, a resolução de problemas, a fala, a compreensão da linguagem e demais atividades inteligentes (JONIDES *et al.* 2005). Dentre os subsistemas que compõe a memória operacional (BADDELEY & HITCH 1974), há a alça fonológica, responsável pelo armazenamento de informações verbais; o arcabouço visuo-espacial, que armazena informações visuais e espaciais (SCHACTER 1990); o executivo central, responsável pela seleção das estratégias cognitivas e pelo controle da atenção tanto para a memória operacional quanto para outras funções (ERICSSON & KINTSCH 1995; BADDELEY 1996, 2004); e outro sistema, proposto mais recentemente, chamado de *buffer* episódico, que seria responsável pela associação das informações da memória operacional com a MLP possibilitando sua manutenção e manipulação ativa, além de facilitar a memorização de novos fatos ao associá-los com conhecimentos já consolidados (BADDELEY 2000, 2002, 2004). O arcabouço visuo-espacial possui um importante papel na orientação espacial e na resolução de problemas de caráter visual e espacial. Suas informações podem ser acessadas tanto pelos sentidos, no momento em que são adquiridas, quanto pelos conhecimentos consolidados na MLP (BADDELEY 2002). Este subsistema conta com ativações no lobo occipital que refletem os componentes visuais, no lobo parietal que refletem os componentes espaciais e no lobo frontal devido à coordenação e ao controle das informações (GOLDMAN-RAKIC 1996; BADDELEY 2002). Tanto o executivo central quanto o *buffer* episódico estão relacionadas a áreas do lobo frontal (Baddeley 2000, 2004).

Apesar do sistema de memória operacional descrito ter sido proposto por Baddeley primordialmente para humanos, é possível defender que outros animais também apresentam um sistema funcionalmente similar e passível de estudo (CRYSTAL 2009).

Breve histórico do estudo sobre memória

As primeiras classificações formais da memória foram sumarizadas por Atkinson e Shiffrin (1968). Segundo estes autores, os sistemas de memória poderiam ser organizados em duas dimensões: a estrutura e o controle. A primeira corresponderia às características físicas e permanentes do sistema, que se mantêm fixas em qualquer situação. Já a dimensão do controle remeteria aos processos que são selecionados e utilizados pelo sujeito de acordo com a tarefa que ele precisa realizar. A escolha de determinado processo dependeria do objetivo da tarefa, das experiências prévias do sujeito e de qual significado pessoal ele atribui a ela. Além

disso, a estrutura da memória poderia ser subdividida em três: o registro sensorial, o armazenamento de curto prazo e o armazenamento de longo prazo.

A conceituação de memória como um sistema com dois componentes começou a ser discutida na década de 1960 (BADDELEY 2004). Apesar de alguns autores terem se oposto à dicotomização da memória em curto e longo prazo, um estudo de caso clínico desenvolvido por Brenda Milner ao longo de trinta anos fez esta ideia ganhar força (ATKINSON & SHIFFRIN 1968), assim como aconteceu em relação à distinção entre memória declarativa e não declarativa (FIORI 2006). O paciente denominado H.M. representa um dos grandes marcos no estudo sobre memória. Após ser submetido a uma cirurgia em que foi realizada a secção bilateral do hipocampo, este paciente perdeu a capacidade de formar novas memórias e de lembrar acontecimentos do passado recente, apesar de manter as memórias antigas e outras funções intelectuais intactas, reforçando a existência de dois sistemas separados (SCOVILLE & MILNER 1957; EICHENBAUM 1999; SQUIRE 2009).

Os primeiros estudos comportamentais sobre o funcionamento dos dois tipos de memória apresentavam visualmente aos sujeitos uma sequência de itens não relacionados e lhes solicitava que se recordassem deles quando não estavam mais presentes. Quando a recordação era feita imediatamente, presumia-se que a memória usada era a de curto prazo e quando havia tempo de retardo entre a exibição dos itens e a recordação, acreditava-se estar usando a memória de longo prazo (BADDELEY & HITCH 1974; SCHACTER 1990; ERICSSON & KINTSCH 1995). Estas primeiras pesquisas tinham por objetivo isolar os tipos de memória, pois se acreditava que os processos de armazenamento de informações eram fundamentalmente os mesmos independentemente da complexidade e do tipo da tarefa realizada pelo sujeito. Entretanto, quando novos testes foram desenvolvidos, percebeu-se que as experiências e habilidades prévias de cada sujeito influenciavam no desempenho nos testes (ERICSSON & KINTSCH 1995).

Até a década de 1970, era aceito que a integração das informações armazenadas na MCP com as consolidadas na MLP para a concretização de funções cognitivas mais complexas era realizada pela própria MCP. Baddeley e Hitch (1974) testaram esta visão realizando experimentos em três funções cognitivas – racionalização, compreensão da linguagem e recordação livre. Uma das técnicas mais frequentes para este tipo de estudo era a tarefa dupla, na qual os sujeitos realizavam duas tarefas ao mesmo tempo, como ler e se recordar de um pequeno número de dígitos apresentados previamente. Com isto, a MCP era bloqueada (BADDELEY 2004). A questão a ser respondida era se o desempenho na segunda

tarefa influenciaria no desempenho da primeira, o que, de fato, ocorreu. Estes resultados mostraram que os dois sistemas de memória interagiam, porém de uma maneira mais complexa do que o que era pensado, já que os efeitos da quantidade de informação a ser lembrada, assim como a ordenação da informação apresentaram o mesmo padrão sobre as três funções cognitivas. Estas evidências conduziram à proposta de um novo sistema, que substituiria a MCP: a memória operacional (BADDELEY & HITCH 1974).

A memória operacional proposta tem várias características próprias (BADDELEY & HITCH 1974). Primeiramente, haveria um *trade-off* entre o espaço utilizado e a eficiência do processamento das informações, ou seja, quanto maior a quantidade de itens a serem lembrados e utilizados, menor a capacidade do sistema de realizar outra tarefa simultaneamente. Além disso, a eficiência do processo dependeria da ênfase que o sujeito dá à tarefa, ou seja, o quanto ela é mais importante que as demais. Desta maneira, a memória operacional representaria um sistema controle, com espaço e capacidade de processamento limitados, e que possuiria, como uma de suas funções, a transferência de informação para a memória de longo prazo (BADDELEY & HITCH 1974). O modelo da memória operacional foi reformulado pelo próprio Baddeley e outros autores, chegando ao modelo de quatro componentes utilizado atualmente (ver item “Classificação da memória”).

O processo mnemônico

A memorização de um evento ocorre seguindo uma sequência de processos (Figura 2) (BADELLEY 2004; LENT 2010a).

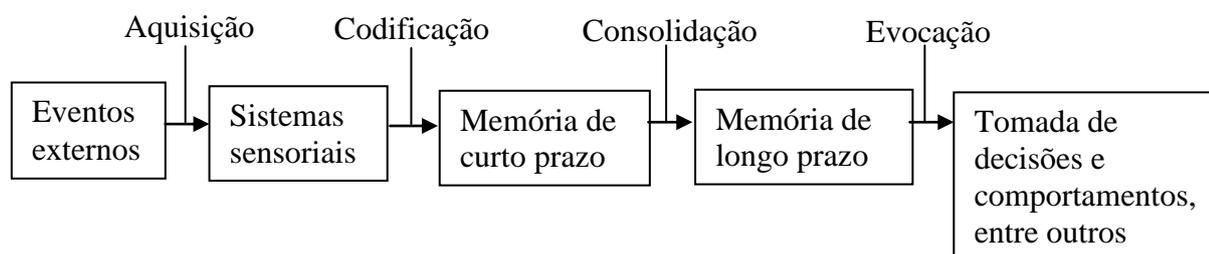


Figura 2. Etapas do processo mnemônico.

O primeiro é a aquisição, referente a quando qualquer estímulo externo (visual, auditivo, motor, etc) ou interno (pensamento, emoção, etc) é captado pelos sistemas neurais ligados à memória. O segundo passo é a codificação, que “seleciona” apenas alguns desses estímulos para serem armazenados, pois é biologicamente impossível que todos o sejam. A codificação é influenciada pela importância cognitiva, emocional ou sensorial dos estímulos,

além do nível de atenção que está sendo dado no momento da aquisição e por outros critérios ainda não conhecidos (PHELPS 2004). O terceiro passo, a consolidação, pode ser definido como o processo no qual as informações codificadas são relacionadas e transformadas de acordo com o conhecimento pré-existente do indivíduo (SCHACTER 1990) e também com as respostas fisiológicas que o estímulo gerou. O último passo é a evocação, por meio do qual as informações são lembradas e utilizadas (PHELPS 2004).

Emoção e memória

O estudo das emoções sempre foi alvo de controvérsias. Inicialmente, o senso comum dizia que elas eram consequência apenas do estado mental do indivíduo, sem relação alguma com as funções orgânicas. William James e Carl Lange propuseram, no século XIX, que estes estados subjetivos eram, ao contrário, gerados pelas manifestações fisiológicas e comportamentais, ou seja, que o *feedback* dos órgãos, e não o pensamento, era o principal componente das emoções (SCHLOSBERG 1954; LENT 2010b).

No final da década de 1920, Walter Cannon e Philip Bard propuseram que, tanto os estados mentais, quanto as manifestações fisiológicas da teoria de James-Lange seriam causadas em paralelo por uma mesma estrutura, o hipotálamo (SCHLOSBERG 1954; LENT 2010b).

A teoria de Cannon-Bard foi modificada por James Papez, que argumentou que não havia centros isolados da coordenação emocional, mas sim um conjunto de regiões associadas e conectadas reciprocamente, o qual, posteriormente, ficou conhecido como sistema límbico (FIORI 2006). Dele faziam parte o córtex cingulado – que recebe projeções de outras áreas e seria o gerador dos aspectos subjetivos da emoção; o hipotálamo - responsável pelo controle das reações fisiológicas decorrentes das emoções, por meio dos sistemas nervoso autônomo, endócrino e imunitário; os núcleos anteriores do tálamo e os corpos mamilares (PAPEZ 1937). A formação atualmente reconhecida do Sistema Límbico compreende principalmente o núcleo basolateral da amígdala, o giro cingulado, a formação hipocampal, o tálamo, o colículo superior e o córtex entorrinal (Figura 3) (LeDOUX 1994; MORRIS *et al.* 1998; TOMAZ *et al.* 2003; LABAR & CABEZA 2006).

Emoções são, portanto, aqui consideradas como respostas psicofisiológicas de atribuição de valor a um dado evento, ou seja, o quanto ele é desejável, ou não, para o indivíduo (DOLAN 2002). São experiências subjetivas acompanhadas de manifestações

orgânicas e comportamentais reconhecíveis e estereotipadas, por exemplo, nas expressões corporais e faciais (DAMÁSIO 2000; DOLAN 2002), além de alterações nos sistemas cardiovascular, respiratório, digestório, urinário, endócrino, imunitário, entre outros (revisado por LENT 2010b).

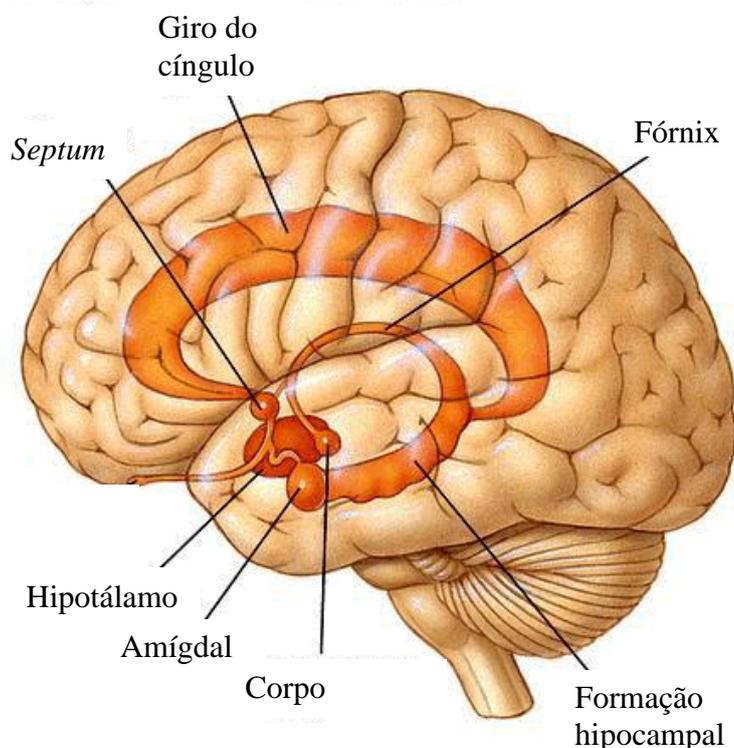


Figura 3. Principais componentes do Sistema Límbico.
Adaptado de [http:// http://gettingstronger.org/](http://http://gettingstronger.org/)

No caso dos humanos, as emoções podem ser divididas em três categorias: básicas, secundárias e de fundo. As primeiras seriam comuns a todos os indivíduos, independentemente da cultura e de outros fatores sociais. Elas constituiriam reações imediatas com valor adaptativo e estariam sujeitas à Seleção Natural como qualquer outra característica (esta categoria será detalhada no tópico 1.2.3.1.). As emoções secundárias, ou sociais, ao contrário, seriam fortemente dependentes do meio onde os indivíduos cresceram e variariam amplamente entre eles. Além disso, elas dependeriam da representação do que o outro indivíduo está pensando. A última categoria corresponderia às emoções sentidas de modo contínuo por um período de tempo, sendo reflexos do estado fisiológico do indivíduo e influenciando diretamente as outras duas categorias (BECKER-ASANO & WACHSMUTH 2010; BURNETT *et al.* 2011).

As emoções também podem ser classificadas – agora para todos os animais - de acordo com duas dimensões: alertamento e valência. A primeira varia em um contínuo de “calmo” a “excitado” e a segunda pode ser classificada em “negativa”, “neutra” ou “positiva”, dependendo se provocam prazer ou desprazer (LABAR & CABEZA 2006). Estas características determinam se a emoção terá uma função organizadora ou desorganizadora no comportamento em uma dada tarefa (SCHLOSBERG 1954). A valência de um estímulo pode ser intrínseca a ele (por exemplo, a dor é naturalmente de valência negativa) ou depender da história pessoal de um indivíduo (por exemplo, consultas ao dentista podem adquirir valência positiva ou negativa dependendo de com quais sensações elas são associadas) (THAGARD 2006a). As emoções de valência negativa são melhor conhecidas pela ciência por três motivos principais: elas possuem maiores manifestações fisiológicas, são mais decisivas para a sobrevivência do organismo e permitem fazer relações mais fortes entre os humanos e os demais animais (LENT 2010b).

A emoção é um dos principais moduladores da memória, assim como de outras funções cognitivas. Uma explicação para isto é a alta sobreposição entre os circuitos neurais relacionados com os processos mnemônicos e o sistema límbico, principalmente as estruturas do lobo temporal medial (GRAY *et al.* 2002; SARMIENTO *et al.* 2007). Uma hipótese recente, desenvolvida pelo neurocientista português Antônio Damásio, sobre as funções adaptativas da interação entre razão e emoção, é a dos marcadores somáticos, que podem ser definidos como os sentimentos e os estados fisiológicos associados às consequências de determinadas respostas a certas situações (THAGARD & WAGAR 2006). Ou seja, segundo esta hipótese, as decisões tomadas por um indivíduo (ou por sua espécie, armazenadas na memória filogenética) são consolidadas na memória associadas às respostas emocionais que as próprias decisões geraram. Estas informações são, então, utilizadas no futuro para novas tomadas de decisões (DAMÁSIO 2000). Desta maneira, os organismos podem evitar comportamentos e atitudes que lhes renderam, no passado, reforços de valência negativa e procurar os que lhes trouxeram reforços de valência positiva (FIORI 2006). Isto evidencia a forte influência das emoções nos processos cognitivos superiores (THAGARD & WAGAR 2006). Esta hipótese foi desenvolvida após estudos em pacientes com lesões no córtex pré-frontal ventro-medial (incluindo os relatos do caso de Phineas Gage), que, apesar de manterem as habilidades verbais e matemáticas, eram incapazes de prever as possíveis consequências de seus atos. Além desta estrutura cerebral, a amígdala também seria responsável pelos marcadores somáticos (THAGARD & WAGAR 2006).

A memória emocional é, portanto, aquela que é influenciada por fatores tais quais emoções, motivações e humores (THAGARD 2006a). Como uma informação é mais facilmente consolidada quando possui um vínculo emocional com o sujeito, esta relação pode ser considerada adaptativa, pois permite que o indivíduo guarde as informações relevantes a sua sobrevivência de maneira mais eficiente (FRANK & TOMAZ 2000; SARMIENTO *et al.* 2007). As emoções geram interpretação dos estímulos, ou seja, inferências e suposições sobre eles, levando à evocação diferenciada, além de também afetar a resolução de problemas e o aprendizado (SCHACTER 1990; THAGARD 2006b).

O estado emocional de um organismo é transmitido tanto pelo seu contexto comportamental quanto pela sua face (FOX *et al.* 2000). Esta também transmite dados sobre espécie, identidade, gênero e idade (HAAN *et al.* 2002; GUO *et al.* 2003). Dentre as diversas manifestações comportamentais decorrentes de uma emoção, as expressões faciais podem ser consideradas como as mais nítidas e importantes para a sinalização externa do que o indivíduo está sentindo (NAHM *et al.* 1997; HESS *et al.* 1997). Elas são, para primatas humanos e não-humanos, uma maneira eficiente de o indivíduo demonstrar suas emoções e interagir socialmente (FRIED *et al.* 1997; GILBOA-SCHECHTMAN *et al.* 1999; DAMÁSIO 2000; DOLAN 2002), além de apresentar valor adaptativo para o organismo que as executa (HANSEN & HANSEN 1988; LA CERRA & BINGHAM 1998).

Kanwisher e colaboradores (1997) realizaram uma série de estudos utilizando ressonância magnética funcional (fMRI) para verificar se alguma área do cérebro respondia diferentemente a estímulos faciais. Encontraram tal região no giro fusiforme direito, que não apenas é mais ativa durante o processamento de faces, mas também responde seletivamente e especificamente a estes estímulos. Chamaram-na de a área fusiforme da face (*fusiform face area*, no original em inglês). Os autores concluíram que esta região reconhece faces como um todo e não os traços menores isoladamente, tais como boca ou olhos, e sugeriram que esta área é responsável pelo processamento da identidade facial (KANWISHER *et al.* 1997). Cada elemento da face – identidade, gênero e expressão – é representado em uma região cortical única e essa segregação é mantida na formação hipocampal e em suas regiões associadas, auxiliando no processo mnemônico (FRIED *et al.* 1997; FOX *et al.* 2000). Além disso, estudos em pacientes comissurotomizados, mostraram que o hemisfério direito tem um papel determinante no reconhecimento facial (KOLB & WHISHAW 2009a). Atualmente, as bases neurais do reconhecimento da identidade e das expressões faciais vêm sendo extensivamente estudadas tanto em humanos (ISHAI *et al.* 2002; HAAN *et al.* 2002; WINSTON *et al.* 2004;

GRILL-SPECTOR *et al.* 2004) quanto em outros primatas (EIFUKU *et al.* 2004; MAIOR *et al.* 2010).

Até a década de 1930, o estudo das expressões faciais de emoção era caótico, pois a variedade de formas e padrões não permitia conclusões objetivas (SCHLOSBERG 1954). Por isso, vários pesquisadores que tinham como objetivo estudar o efeito das emoções sobre a cognição humana utilizavam, como estímulos, palavras. Este método, como já se discutia na época, não gerava resultados tão eficientemente, pois as palavras são apenas representações indiretas das emoções, ao passo que as expressões faciais as sinalizam diretamente. Além disso, as estruturas do Sistema Límbico são mediadas por mecanismos evolutivos, logo o processamento emocional deve ser ativado primordialmente por estímulos biológicos, como as expressões faciais, e não tanto por estímulos culturais, como as palavras (GILBOA-SCHECHEMAN *et al.* 1999; MOGG & BRADLEY 1999). Este quadro foi alterado quando as expressões passaram a ser classificadas em dois eixos contínuos: “agradável-desagradável” e “atenção-rejeição” (SCHLOSBERG 1954), além da classificação das emoções segundo a valência e o alertamento, já mencionados.

Estudos sugerem que o processamento de expressões faciais de emoção acontece de maneira automática (MOGG & BRADLEY 1999; PALERMO & RHODES 2007). Dimberg e colaboradores (2000), por exemplo, mostraram a estudantes universitários faces com expressões de alegria, neutralidade ou raiva (chamadas de estímulos-alvo) por 30 milissegundos. Este tempo é considerado abaixo do necessário para que o sujeito tenha consciência do que vê. Após a apresentação destas faces, eram mostradas faces neutras (chamadas de estímulos-máscara) por cinco segundos. Desta maneira, os participantes processavam conscientemente apenas as faces dos estímulos-máscara. Os autores mediram a atividade dos músculos zigomático maior (responsável por elevar os lábios e gerar um sorriso) e corrugador do supercílio (responsável por juntar as sobrancelhas e gerar uma expressão de desprazer, tristeza ou preocupação) por meio da técnica de eletromiografia. Os resultados mostraram que, frente às faces-estímulo de alegria, havia maior ativação do músculo zigomático, enquanto que frente às faces de raiva, havia maior ativação do músculo corrugador do supercílio, indicando que os participantes processaram as faces de emoção e reagiram a elas de maneira automática (DIMBERG *et al.* 2000). Pesquisas utilizando diferentes metodologias, entretanto, chegaram a conclusões diferentes (FOX *et al.* 2000).

Sabe-se também, que algumas expressões faciais são processadas separadamente pelo cérebro (EKMAN 1994; KOLB & WISHAW 2009a) e que, possivelmente, cada emoção tem

uma via anatômica de processamento diferente. Por exemplo, a amígdala é essencial para o reconhecimento da expressão de “medo”, enquanto que esta estrutura não é fundamental para o reconhecimento de outras emoções (ADOLPHS *et al.* 1999; PHELPS 2004). Além disso, a maneira como as expressões são processadas é distinta se o seu executor for uma pessoa conhecida ou um estranho, ou seja, a face feliz de alguém desconhecido não é interpretada da mesma maneira que a face feliz de alguém familiar (FRIED *et al.* 1997). Há a hipótese também de que as expressões faciais são processadas por dois caminhos cognitivos: o analítico, que foca nos detalhes e é operado pelo hemisfério esquerdo; e o holístico, que vê a face como um todo e é operado pelo hemisfério direito (CELANI *et al.* 1999; FIORI 2006; ANDREANO & CAHILL 2009). Esta ideia, entretanto, ainda não é aceita por todos (FOX *et al.* 2000).

O Viés da Negatividade

O Viés da Negatividade é uma hipótese na qual os estímulos e acontecimentos de valência negativa são mais eficientemente memorizados do que os das demais valências. Isto aconteceria porque tais estímulos estão mais relacionados aos eventos de maior influência no valor adaptativo do indivíduo, ou seja, maior importância para sua sobrevivência e reprodução (BAUMEISTER *et al.* 2001; ROZIN & ROIZMAN 2001). Por ter relação direta com o valor adaptativo, o Viés da Negatividade se aplicaria tanto a humanos quanto a outros primatas.

Christine e Randal Hansen (1988) demonstram, em um estudo com humanos, que as faces de valência negativa, como as que expressam raiva, são localizadas mais facilmente em um conjunto de faces positivas do que o oposto. Para que os sujeitos identificassem uma face positiva em meio a um conjunto de faces negativas, era necessário um nível de atenção significativamente maior do que no teste oposto. Os autores concluíram que as faces que representavam ameaças eram reconhecidas automaticamente, sem a necessidade de busca consciente. Estes resultados podem ser explicados evolutivamente, já que reações rápidas a ameaças aumentariam as chances de sobrevivência do indivíduo (HANSEN & HANSEN 1988; GILBOA-SCHECHTMAN *et al.* 1999). Entretanto, outros estudos não encontraram estes mesmos resultados, pois há diferença no processamento das faces de valência positiva em relação às de valência negativa. Kirita e Endo (1994) pediram a universitários que identificassem uma face esquemática como “triste” ou “feliz” o mais rapidamente que conseguissem. As faces foram apresentadas em posição normal e verticalmente invertida. Os resultados mostraram que, para as faces em posição natural, as “felizes” eram identificadas

significativamente mais rápido do que as “tristes”, enquanto que na posição invertida, as “tristes” eram mais agilmente reconhecidas. Em outro experimento, as mesmas faces foram apresentadas para novos sujeitos apenas em um campo visual por vez. A face “feliz” foi reconhecida mais rapidamente apenas quando era apresentada no campo visual esquerdo (KIRITA & ENDO 1994).

Conscientes destes resultados controversos, Fox e colaboradores (2000) propuseram novos experimentos para verificar os resultados obtidos pelos autores descritos anteriormente, também utilizando, em vez de fotografias, faces esquemáticas. Isto foi decidido para que as variáveis de sombra, luz, ângulo, cabelo, problemas de revelação e outros presentes nas fotografias não interferissem na identificação. Em um dos experimentos, eram apresentadas sempre quatro faces durante 300mseg. Elas podiam ser todas iguais, ou conter uma diferente. Os sujeitos eram solicitados a olhar a imagem e decidir se havia ou não uma face discrepante. Os resultados mostraram que o tempo de resposta quando todas as faces eram negativas era significativamente maior do que nas outras condições; além disso, o tempo de resposta foi menor quando a face discrepante era negativa. Com isso, a hipótese de que estímulos biologicamente significantes, tal qual a face negativa, é detectado mais eficientemente foi corroborada (FOX *et al.* 2000). Outros quatro experimentos foram realizados para testar se os resultados obtidos no experimento 1 se davam realmente pelo reconhecimento da expressão facial ou por outros aspectos do procedimento. Foram testados, então, o tempo de apresentação do estímulo, a orientação vertical das faces, a boca isoladamente (para averiguar se linhas curvas eram mais facilmente detectadas que linhas retas) e a quantidade de faces. Nenhum desses experimentos refutou os resultados iniciais, reforçando a hipótese de que o processamento de faces negativas é mais eficiente que o de faces positivas (FOX *et al.* 2000). Ohman e colaboradores (2001a) e Pinkham e colaboradores (2010) também refizeram os experimentos de Hansen e Hansen (1988) utilizando faces esquemáticas e faces reais que diferiam em identidade e em gênero e obtiveram os mesmos resultados.

A universalidade das expressões faciais

Devido à utilização, no presente estudo de fotografias de faces japonesas como estímulos visuais para sujeitos brasileiros, é válido se fazer um comentário sobre a universalidade das expressões faciais de emoção.

Darwin, em seu livro “*Expression of emotions in man and animals*” (1872) afirmou que a Teoria da Evolução prevê que existam padrões universais nas expressões faciais. Isso

porque, ao longo da história evolutiva, certos movimentos faciais teriam permitido que os indivíduos interagissem com o meio ambiente de maneira a elevar sua chance de sobrevivência ou reprodução (valor adaptativo) e, várias gerações depois, tais movimentos teriam sido associados a determinadas emoções (EKMAN 1972; LANGFORD *et al.* 2010). Esta ideia gerou muita controvérsia ao longo dos anos entre os chamados relativistas e universalistas. Os primeiros defendiam que as expressões de emoções não apresentam nenhum componente hereditário, sendo um traço aprendido na cultura onde o indivíduo cresceu. Já os universalistas, assim como Darwin, acreditavam que, como a musculatura facial de todos os humanos foi herdada de um mesmo ancestral comum, as expressões possíveis de serem criadas também seriam as mesmas (EKMAN 1972).

Algumas evidências, como a maior sensibilidade de bebês a faces alegres (KIRITA & ENDO 1994), sugerem que o reconhecimento de algumas expressões é inato. Entretanto, ao longo de seu desenvolvimento ontológico, o indivíduo aprende a relacionar determinadas expressões faciais com as situações, linguagens e demais expressões corporais – os chamados eliciadores - nas quais elas normalmente ocorrem, consolidando estas informações em sua memória. Esta interligação faz o indivíduo associar, no futuro, as expressões faciais com as emoções que as geram e que são geradas por elas (EKMAN 1972).

A partir disso, Paul Ekman procurou unificar as duas visões – universalista e relativista – sob uma nova teoria denominada “neuro-cultural”, que discernia, dentro das expressões faciais, padrões que eram universais e padrões que variavam entre as culturas. Os padrões universais referir-se-iam a como determinadas emoções ou estímulos causam o disparo de neurônios associados a uma musculatura facial específica, relação esta que é hereditária. Por exemplo, a experiência de uma situação perigosa ativa a amígdala, ao passo que um alimento de gosto ruim ativa a área da ínsula (KOLB & WISHAW 2009a). Os padrões culturais constituiriam um tipo de linguagem não-verbal aprendido socialmente (DARWIN 1872; EKMAN 1972). Assim, algumas emoções básicas – nojo, felicidade, raiva, surpresa, tristeza e medo – seriam externalizadas, (tanto por expressões faciais quanto por outros movimentos corporais) e, portanto, reconhecidas de maneira muito semelhante por todos os indivíduos (EKMAN 1994). É interessante ressaltar que a mesma emoção pode ser gerada por eliciadores que variam ou não interculturalmente. Por exemplo, a expressão de “nojo” ocorre automaticamente em todas as pessoas quando se aproximam de algo com cheiro ruim, entretanto ela também pode ocorrer apenas em uma sociedade em decorrência de uma situação social específica (EKMAN 1972, 1994).

Junto com Wallace S. Friesen, Ekman (1971) testou sua hipótese utilizando sujeitos ocidentais (incluindo brasileiros) e orientais (incluindo japoneses). O estudo consistia em exibir fotografias faciais de pessoas de várias culturas e pedir que o sujeito identificasse a emoção representada. Os resultados não mostraram diferença significativa entre o reconhecimento das expressões entre os dois grupos (EKMAN & FRIESEN 1971), porém sua validade foi questionada, já que todas as sociedades estudadas estavam expostas à cultura ocidental por meio de filmes, televisão, livros e outros. Para testar esse novo argumento, o mesmo procedimento foi repetido com uma sociedade isolada de Nova Guiné e os resultados se mantiveram, ou seja, não houve diferenças significativas entre as sociedades no reconhecimento das expressões faciais (EKMAN & FRIESEN 1971).

É possível concluir, portanto, que as expressões faciais de emoção possuem um fator universal (ELFENBEIN & AMBADY 2002), de maneira que, quando alguém viaja para outro país, não é necessário que ele primeiramente aprenda toda uma nova maneira de movimentar os músculos faciais para que suas expressões sejam compreendidas e para que ele possa entender o significado das emoções expressas pelas faces dos outros (EKMAN 1972).

Assim, o uso de faces japonesas neste estudo com sujeitos brasileiros está respaldado na literatura científica. Entretanto, para fornecer ainda mais embasamento, foi realizado um teste piloto com as fotografias para selecionar quais seriam usadas ao longo do experimento (ver sessão de Materiais e Métodos).

Similaridades entre primatas humanos e não-humanos no reconhecimento facial

Darwin (1872) comenta que a alta similaridade dos músculos faciais de primatas humanos e não-humanos, junto com sua ancestralidade comum, é um indicativo de que as expressões faciais demonstradas pelos dois grupos são análogas. Ele cita as expressões de “divertimento”, “satisfação”, “raiva”, “dor”, entre outros.

A maioria das emoções pode ser observada também nos primatas não-humanos, sendo a linguagem o que torna as emoções humanas um pouco diferentes. Várias vezes, as emoções são sentidas antes mesmo que a pessoa possa ter consciência delas, mostrando que elas devem ser processadas rapidamente, provavelmente para a rápida mobilização e preparação para importantes eventos (EKMAN 1994). Além disso, os primatas em geral vivem em ambientes nos quais a comunicação social é de extrema importância para que cada membro do bando

possa perceber as intenções e desejos dos demais (NAHM *et al.* 1997). Assim, é possível sugerir que o processamento da memória emocional e do reconhecimento de faces ocorre de maneira similar em primatas humanos e não-humanos (ROLLS 2000) e que estes conseguem perceber diferenças individuais entre seus co-específicos e identifica-los baseado em suas características faciais (GUO *et al.* 2003).

Dois estudos eletrofisiológicos recentes evidenciaram isto. O primeiro, de Hoffman e colaboradores (2007) mostrou que a amígdala de macacos rhesus (*Macaca mulatta*) responde seletivamente a expressões faciais de coespecíficos. Já Maior e colaboradores (2010) registraram a atividade de neurônios do pulvinar talâmico de macacos japoneses (*M. fuscata*) acordados enquanto eles respondiam a uma tarefa de memória operacional utilizando, como estímulos, faces humanas de diferentes valências emocionais. Os estímulos variavam quanto às expressões faciais (raiva, tristeza, felicidade, surpresa e neutro) e a tarefa consistia no Teste de Escolha Diferente do Modelo com Atraso (*delayed non-match-to-sample task* - DNMS), no qual um estímulo é apresentado a um sujeito e, após um intervalo de tempo, é novamente apresentado juntamente a um novo estímulo, sendo este o que o sujeito deve escolher. Seus resultados mostraram que alguns dos neurônios dos animais responderam diferentemente a algumas das fotografias de expressões distintas, mesmo quando eram da mesma pessoa, concluindo que esta estrutura cerebral está relacionada com o processamento da memória emocional e do reconhecimento facial, similar ao que ocorre com humanos (MAIOR *et al.* 2010).

Outros estudos mostraram que macacos tendem a investigar mais a face do que qualquer outra parte do corpo e que, dentro das características faciais, os olhos são os mais notados. Isso aconteceu quando eles eram apresentados tanto a fotografias de coespecíficos quanto a de humanos (NAHM *et al.* 1997; GUO *et al.* 2003). Além disso, o “efeito da inversão de face”, no qual a discriminação de uma face é seriamente prejudicada quando ela é invertida, está presente também em primatas não-humanos (PARR *et al.* 1999). Todos estes resultados indicam que primatas não-humanos são capazes de examinar faces humanas eficientemente (MAIOR *et al.* 2010) e que os processamentos pelos quais o reconhecimento facial acontecem são similares entre as espécies (PINSK *et al.* 2009).

Memória e envelhecimento

A perda de memória é a consequência do envelhecimento cognitivo mais investigada pela ciência. A principal meta desses estudos é compreender quais processos e mecanismos geram o déficit mnemônico em idades avançadas e também como as várias subdivisões da memória são afetadas pelo processo de envelhecimento (KEUKER *et al.* 2003). Os efeitos da idade na memória atingem intensidades diferentes entre os indivíduos, mas em geral, as informações que se tornam mais dificilmente guardadas são as que necessitam de atenção, como os detalhes, as palavras pouco utilizadas e a memória prospectiva (REUTER-LORENZ *et al.* 2000; ROBTSEK *et al.* 2008).

Apesar de ser uma ideia razoavelmente disseminada, a diminuição do número e do tamanho dos neurônios ou da proporção da área que eles ocupam não parece ser uma das causas da piora na memória verificada no envelhecimento, como mostraram os estudos comparativos da formação hipocampal e do córtex entorrinal de macacos rhesus (*M. mulatta*) adultos e idosos, conduzidos, respectivamente, por Keuker e colaboradores (2003) e por Merrill e colaboradores (2000). Outras causas propostas para o déficit na memória em idosos seriam a diminuição da velocidade dos processamentos; a redução das capacidades de atenção e de inibição de representações paralelas e irrelevantes (BALOTA *et al.* 2000); as mudanças no suprimento de sangue para o cérebro (KEUKER *et al.* 2003); a expressão menos eficiente de proteínas funcionais pelos neurônios (MERRIL *et al.* 2000) e o afinamento das camadas do córtex, principalmente no lobo pré-frontal (SALAT *et al.* 2004); as alterações na morfologia dos dendritos e na conectividade entre as células (BURKE & BARNES 2007), entre outras. Já o déficit na memória espacial se deve, principalmente, à disfunção hipocampal (WINOCUR *et al.* 2010).

Convém mencionar que nem todos os tipos de memória são afetados igualmente pelo envelhecimento. A evocação de informações que foram captadas num período de dias tem um declínio maior, assim como a memória declarativa e, dentro desta, a memória episódica parece sofrer uma piora consideravelmente maior que a semântica (BALOTA *et al.* 2000). O mesmo pode ser dito das diferentes regiões corticais: nem todas são influenciadas igualmente pelo avanço da idade. Os lobos frontais são os mais afetados, inclusive em relação à lateralização (WEST 1996). Reuter-Lorenz (2000) e colaboradores conduziram um estudo utilizando a técnica de imagem de tomografia de emissão de pósitrons (PET), no qual adultos jovens e idosos respondiam a tarefas de memória operacional fonológica e visuo-espacial. Os

resultados mostraram que, em jovens, informações fonológicas foram codificadas predominantemente no hemisfério esquerdo e as espaciais, no direito. Entretanto, em idosos, as regiões pré-frontais de ambos os hemisférios foram ativadas na presença dos dois tipos de informações, o que pode ocorrer como uma forma de recrutamento compensatório de estruturas neurais (CABEZA *et al.* 2002, 2004).

O efeito da positividade

Laura Carstensen e seu grupo de pesquisa desenvolveram a teoria da Seletividade Socioemocional. Segundo ela, as metas de cada indivíduo são formuladas de acordo com seu contexto temporal, ou seja, dependem de como cada um percebe o tempo que ainda lhe resta. Enquanto os jovens percebem o futuro como um tempo longo e são motivados pela procura de conhecimento, os idosos (e pessoas com doenças terminais) tem a percepção de que lhes resta pouco tempo e tomam decisões baseadas predominantemente na procura de experiências significativamente emotivas, alocando mais recursos cognitivos para alcançá-las. É preciso salientar que explicações alternativas, como a atrofia diferenciada das áreas cerebrais com a idade pode também influenciar estes resultados (CARSTENSEN & MIKELS 2005).

Entretanto, as diferentes valências emocionais não influenciam os processos cognitivos dos idosos da mesma maneira. Após vários estudos empíricos, Carstensen e seus colegas desenvolveram a hipótese do Efeito da Positividade, segundo a qual, ao longo do envelhecimento, a memorização de eventos positivos se torna melhor do que a de eventos negativos (CARSTENSEN & MIKELS 2005; MIKELS *et al.* 2005; PETRICAN *et al.* 2008). Em uma destas pesquisas (MIKELS *et al.* 2005), sobre memória operacional, sujeitos jovens (18-28 anos) e idosos (60-84 anos) deveriam comparar os alertamentos emocional ou visual de pares de estímulos. Na primeira condição – “emoção” – era apresentada uma figura com conteúdo emocional por um breve período de tempo. Após um período de atraso, uma nova imagem era apresentada e os sujeitos deveriam dizer se a emoção provocada por esta era mais ou menos intensa do que a gerada pela anterior. Eram apresentados pares de imagens de valências positivas ou negativas. Na segunda condição – “brilho” –, em vez de imagens com conteúdo emocional, eram apresentadas figuras com diferentes brilhos e, seguindo o mesmo procedimento, os participantes deveriam dizer se a segunda apresentava um brilho mais ou menos intenso. Desta maneira, a memória operacional era testada com ou sem a influência do fator emocional. Os resultados confirmaram as hipóteses dos autores, pois na condição “brilho”, o desempenho dos jovens foi significativamente superior. Já na condição “emoção”,

não houve diferenças no desempenho, ou seja, a presença do componente emocional reduziu os déficits esperados na memória operacional dos idosos. Ao se comparar as valências, o desempenho dos jovens foi melhor para imagens negativas e o dos idosos, para as positivas, mais uma vez, dando suporte ao Efeito da Positividade (MIKELS *et al.* 2005).

Em outra pesquisa (CHARLES *et al.* 2003), foi pedido a jovens e idosos que descrevessem as imagens apresentadas 15 minutos antes, que variavam entre positivas, negativas e neutras. Além disso, ao serem apresentados a novas imagens, eles deveriam indicar quais já haviam sido mostradas anteriormente. Seus resultados mostraram que, nas duas tarefas, os jovens apresentaram melhor desempenho para as imagens negativas, enquanto que os idosos obtiveram o mesmo número de acerto para as duas valências, em comparação com as neutras. Com isso, os autores sugeriram que o avanço da idade, as informações negativas passam a ser menos importantes e, portanto, passam a ser processadas com menos eficiência. Outros trabalhos, entretanto, não corroboram a hipótese do Efeito da Positividade (ver KESINGER *et al.* 2002; DENBURG *et al.* 2003).

O Efeito da Positividade pode ser visto como uma complementação da hipótese do Viés da Negatividade, pois sugere que, durante a meia-idade, há uma inversão da influência de cada valência no processo mnemônico, ou seja, enquanto os jovens memorizam mais eficientemente os estímulos negativos, os idosos tem maior facilidade com os positivos (CARSTENSEN & MIKELS 2005).

Memória Espacial

A presença de memória espacial já foi relatada em estudos de laboratório e de campo para diversas espécies de mamíferos, incluindo primatas catarrinos, platirrinos e pró-símios. Apesar disso, os mecanismos sobre os quais a memória espacial é processada ainda não foram totalmente esclarecidos (Di FIORE & SOAREZ 2007; LÜHRS *et al.* 2009). As linhas de pesquisa em campo e em cativeiro devem levar em conta os resultados uma da outra, ou seja, é necessário levar em conta os aspectos etológicos, como propõe Cesar Ades (1993).

A memória é ecologicamente importante, pois permite que o indivíduo altere seu comportamento com base na recordação de experiências prévia e se adeque às novas situações ambientais (ADES 1993). A memória espacial contribui significativamente para isso, pois permite que o animal localize recursos dispersos (LÜHRS *et al.* 2009), preveja quais estarão disponíveis em determinado tempo (JANMAAT *et al.* 2006), navegue espacialmente (ADES

1993; REDISH & TOURETZKY 1997), represente internamente a localização de objetos no espaço (GARBER 1989), oriente seu corpo (BYRNE *et al.* 2007), reencontre onde estocou comida (KAMIL & BALDA 1990; ADES 1993), evite locais onde normalmente há predadores, se lembre de onde estão outros indivíduos da espécie (ADES 1993; BEST *et al.* 2001), entre outros.

Uma das áreas de estudo mais promissoras quanto à memória espacial são as rotas de forrageio. A determinação da rota mais curta e rápida entre diversos sítios de alimentação é uma habilidade presente em várias espécies de primatas (Di FIORE & SOAREZ 2007). Para que consigam fazer isso, eles precisam entender as relações entre os componentes espaciais do ambiente (LÜHRS *et al.* 2009). Já que este padrão de forrageio é mais seguro, eficiente e consome menos tempo e esforço do que a exploração aleatória de uma área, há uma grande pressão seletiva sobre a memória espacial (JACOBS *et al.* 1990; ADES 1993; NOSER & BYRNE 2007a). Um grande número de pesquisas conduzidas com lêmures, macacos-prego e catarrinos tem demonstrado que tais grupos apresentam excelentes conhecimentos espaciais em larga escala e também capacidade de planejamento. Noser e Byrne (2007a, b), por exemplo, estudaram rotas de viagem em babuínos (*Papio ursinus*) e mostraram que eles conseguem escolher entre vários recursos que não estão mais visíveis e se mover entre eles de maneira eficiente e orientada, o que significa que eles possuem representações mentais complexas das localidades importantes, sabendo onde elas estão e como chegar lá. Já Di Fiore e Soares (2007) mostraram que macacos-aranha (*Ateles belzebuth*) e macacos-barrigudos (*Lagothrix poeppigii*) são capazes de navegar pelo seu território de maneira eficiente na sua busca diária por comida, ou seja, eles tendem a seguir as mesmas rotas e não forragear aleatoriamente. As vantagens deste comportamento seriam, entre outras, monitorar o amadurecimento de frutos ao longo das rotas e não perder contato com os demais membros do bando (Di FIORE & SOAREZ 2007).

A memória espacial se baseia em dois tipos de referências, que agem em paralelo na sua formação e utilização: a allocêntrica e a egocêntrica. A primeira utiliza pistas advindas do ambiente externo e independentes da posição do sujeito, ao passo que a egocêntrica, utiliza as partes do corpo do próprio indivíduo como pistas de localização (BURGESS 2006; MOSCOVITCH *et al.* 2006; BYRNE *et al.* 2007). A referência egocêntrica é especialmente importante em ambientes sujeitos a constantes alterações de objetos e de gradientes de texturas e onde há similaridade entre diferentes locais. Neste tipo de habitat, é imprescindível que o animal navegue utilizando sua localização absoluta e não apenas pistas externas

(BARKLEY & JACOBS 2007). Enquanto os sistemas sensoriais clássicos são responsáveis pela referência egocêntrica, a formação hipocampal gera a referência allocêntrica (BEST *et al.* 2001; NADEL & HARDT 2004). O tamanho do hipocampo está relacionado, entre outros fatores, às pressões ambientais sobre o processamento espacial ao longo da evolução das espécies. Ou seja, organismos com comportamentos que demandam grande uso e recordação do espaço físico do ambiente tendem a ter hipocampus relativamente maiores (JACOBS *et al.* 1990).

A existência dos dois tipos de referências foi concluída com base na identificação das “células de localização” (*place cells*) na formação hipocampal – que refletem as diferentes topografias das pistas ambientais – e no desenvolvimento da teoria de que a formação hipocampal funciona como um mapa cognitivo, ou seja, uma representação do ambiente em duas dimensões, com relações de distância e ângulos entre as partes (BEST *et al.* 2001; LÜHRS *et al.* 2009). As células de localização são as unidades básicas deste mapa e podem disparar por meses, sempre que o indivíduo visita o mesmo local, mesmo que as pistas tenham sido removidas. Assim, as células de localização da formação hipocampal também são responsáveis pela memória espacial (EICHENBAUM 1997, 1999). Com isso, um animal pode voltar pelo caminho percorrido mesmo que nenhuma pista visual esteja à mostra (REDISH & TOURETZKY 1997). Isto é vantajoso, pois permite que o animal planeje seu caminho, se movimente mais eficientemente e não dependa de nenhuma outra pista sensorial ou social além da memória espacial para encontrar recursos. É possível que a representação mental das rotas seja realizada em detalhes apenas para espaços de pequena escala e com alta importância ecológica, como sítios comuns de forrageio e de pernoite, e espaços mais amplos e gerais sejam navegados com auxílio de pistas sensoriais (LÜHRS *et al.* 2009).

Influência do gênero sobre a memória

As diferenças no comportamento e nas estruturas neuronais entre os gêneros podem ser associadas à história evolutiva da espécie. Em espécies nas quais machos e fêmeas sofrem pressões evolutivas diferentes, é possível dizer que a seleção sexual é um dos fatores que moldam as habilidades cognitivas e, conseqüentemente, o comportamento (JACOBS *et al.* 1990). Jacobs e colaboradores (1990) mostraram que roedores monogâmicos nos quais ambos os sexos forrageiam juntos não apresentam diferenças significativas entre o tamanho do

hipocampo no macho e na fêmea. Isto é o oposto do que acontece em roedores poligâmicos nos quais apenas o macho forrageia, onde o hipocampo deles é maior que o das fêmeas.

A capacidade visuo-espacial é o principal objeto de estudo sobre as diferenças entre os cérebros masculino e feminino, mas o reconhecimento de expressões faciais também é bastante investigado (FIORI 2006). Apesar da crença popular, homens possuem habilidades espaciais superiores em apenas alguns testes, como a rotação mental de objetos tridimensionais, a visualização de onde orifícios em um papel dobrado irão aparecer quando ele for esticado e o reconhecimento de locais em um mapa. A navegação espacial, em geral, também é superior em homens, apesar de as mulheres terem um desempenho melhor em testes de memória espacial propriamente dita, como se lembrar de objetos deslocados (ANDREANO & CAHILL 2009). Já mulheres são mais sensíveis à identificação de expressões faciais e posturas corporais (KOLB & WHISHAW 2009a).

Apesar de ainda não haver uma definição clara de como essas diferenças no desempenho cognitivo ocorrem (se ocorrem), alguns autores acreditam que elas estejam mais relacionadas a diferenças nas estratégias cognitivas e aos tipos e concentrações dos hormônios e de seus receptores, do que a variações anatômicas (FIORI 2006). Diferenças morfológicas, entretanto, já foram demonstradas. O cérebro masculino é maior que o feminino e possui mais neurônios, apesar das variações dependendo da área que está sendo analisada. Por exemplo, o cérebro das mulheres apresenta, em geral, maior volume nas regiões associadas à fala, nas parálímbicas mediais e em algumas do lobo frontal, além de relativamente mais matéria cinzenta. Os homens, por outro lado, tem maiores regiões frontal medial e cingulada, maiores amígdala e formação hipocampal, além de mais matéria branca (revisado por KOLB & WHISHAW 2009a).

É importante ressaltar que além das diferenças anatômicas, os gêneros também diferem na funcionalidade e na assimetria cerebral. Em relação ao envelhecimento, sabe-se que o cérebro de homens e mulheres é afetado diferentemente, como a redução do volume dos lobos frontal e temporal, que é mais proeminente nos homens. Entretanto, mudanças na lateralidade afetam mais as mulheres, que passam a ter o hemisfério direito com volume maior que o esquerdo (COWELL *et al.* 1994).

Uso de primatas não-humanos em estudos sobre cognição

Primatas não-humanos compartilham várias características importantes com os humanos, tanto anatômicas e fisiológicas, quanto comportamentais. Entre elas, pode-se citar a estrutura cerebral, longo período de desenvolvimento, sistema endócrino, organização social e natureza gregária. Isto os torna excelentes modelos nos estudos comparativos, inclusive dos processos cognitivos mais complexos como a memória, inclusive para posteriores aplicações clínicas em transtornos psiquiátricos ou neurológicos (TOMAZ *et al.* 2000; LAVENEX & LAVENEX 2008).

Uma série de estudos mostra que o funcionamento do córtex pré-frontal de macacos para a memória operacional visual ocorre de maneira similar ao dos humanos (UNGERLEIDER *et al.* 1998). Além disso, a separação entre o processamento do conteúdo da imagem por meio do córtex temporal inferior e da sua localização por meio do córtex parietal superior também está presente nos dois grupos (GOLDMAN-RAKIC 1996; UNGERLEIDER *et al.* 1998).

Estudos mostram que a área de Broca possui estruturas análogas no cérebro dos primatas não-humanos e que elas controlam os movimentos da região da boca. Uma possível conclusão deste fato é que a linguagem humana teria evoluído, principalmente, da comunicação facial dos outros primatas (KOLB & WHISHAW 2009a). Assim, o uso de faces como estímulos para estes animais deve gerar resultados confiáveis. A assimetria cerebral no reconhecimento facial também ocorre de maneira similar nos humanos e nos demais primatas. Além disso, estudos de eletrofisiologia em macacos apresentados a faces humanas mostram que as áreas que respondem aos estímulos são análogas às encontradas em humanos na mesma situação (EIFUKU *et al.* 2004; PINSK *et al.* 2009).

No caso específico de estudos sobre o declínio das funções cognitivas com o avanço da idade, os roedores são bastante utilizados, pois envelhecem rápido e são de fácil acesso. Entretanto, estudos mostram que não há similaridade nas alterações de número de neurônios hipocâmpais entre eles e os humanos, ao contrário do que ocorre com outros primatas (KEUKER *et al.* 2003). Além disso, primatas não-humanos idosos apresentam similaridade com humanos idosos nas alterações comportamentais, nas concentrações de metabólitos e neurotransmissores cerebrais, nas mudanças nos dendritos e sinapses (KEUKER *et al.* 2003), além da piora nos mesmos tipos de memória (MERRIL *et al.* 2000).

Crystal (2009) resume as vantagens de se estudar cognição em animais não-humanos como poder focar exclusivamente nos critérios operacionais de cada conceito, utilizar medidas comportamentais objetivas, eliminar as experiências subjetivas que influenciam os processos cognitivos em humanos.

O macaco-prego (*Cebus libidinosus* [SPIX 1823])

Os macacos-prego são as espécies do Novo Mundo de maior similaridade biológica com as do Velho Mundo e com os humanos (TOMAZ *et al.* 2000). Onívoros, possuem ampla distribuição geográfica, do norte da Argentina a Honduras e são um dos únicos com a capacidade de utilizar ferramentas com um objetivo determinado. Vivem em bandos de cerca de 20 indivíduos, apresentando complexas comunicações sociais, por meio de vocalizações, alterações na postura e expressões faciais. Tem uma vida longa, de aproximadamente 40 anos, pesam entre 2,5kg e 3,5kg e a cauda é mais cumprida que o corpo e a cabeça (FRAGASZY *et al.* 2004).

Tem ocorrência natural no Cerrado e em Brasília e são utilizados com sucesso em estudos cognitivos sobre memória (TOMAZ *et al.* 2000; TAVARES & TOMAZ 2002). Eles se movimentam ao longo de seu território todos os dias e possuem a capacidade de ir de um sítio de alimentação ao outro de maneira programada e eficiente, sem passar por lugares repetidos. Sua memória espacial aumenta seu sucesso de forrageio, principalmente em áreas com recursos efêmeros e que podem variar em escala de dias (GARBER & PACIULLI 1997; FRAGASZY *et al.*; JANMAAT *et al.* 2006). Além disso, estas espécies possuem um dos mais altos coeficientes de encefalização de primatas não-humanos e seu padrão de fissuras cerebrais é o mais complexo dentre os platirrinos (PEREIRA-DE-PAULA *et al.* 2010). O fato de serem arbóreos torna sua memória espacial ainda mais importante, pois os dosséis das árvores dificultam consideravelmente as pistas visuais que poderiam ser utilizadas na busca por alimento (GARBER 1989).

São considerados adultos a partir dos cinco anos e idosos a partir dos 16. Indivíduos idosos se mantêm ativos social e fisicamente, desde que estejam em boas condições de saúde. Tanto em ambientes naturais, quanto em cativeiro, alguns idosos machos continuam sendo os parceiros sexuais mais procurados e não há evidência de menopausa nas fêmeas, apesar dos intervalos entre as reproduções se tornarem cada vez mais longos. Também não parece haver diferença entre adultos e idosos nas taxas de catação, exploração de novos objetos e abertura de nozes (FRAGASZY *et al.* 2004).

Justificativa

A memória espacial é de grande importância para a sobrevivência e adaptação das espécies ao seu ambiente, com funções no forrageamento, fuga, demarcação territorial, navegação espacial e outros. As reações emocionais também influenciam a sobrevivência das espécies, pois geram alterações fisiológicas que propiciam comportamentos adequados às diferentes situações ambientais, aumentando a sobrevivência do indivíduo e a comunicação social (DAMÁSIO 2000). O estudo da memória espacial em animais de cativeiro é importante para a construção de hipóteses sobre as diferenças espécie-específicas na anatomia cerebral, nas habilidades de aprendizagem e nos padrões de utilização de recursos e do território (GARBER 1989).

O estudo da memória e de como ela é influenciada por fatores emocionais, em especial, as expressões faciais, pode auxiliar na compreensão das adaptações do macaco-prego a diferentes nichos ecológicos e à vida em bando (FRAGASZY *et al.* 2004). A compreensão dos déficits na memória espacial de macacos idosos pode facilitar a escolha de uma nova localidade para a recolocação de bandos, pois novas rotas ambientais deverão ser aprendidas por todos os indivíduos. Além disso, algumas espécies do gênero *Cebus* estão ameaçadas de extinção (IUCN 2010) e conhecer melhor suas características pode ajudar na criação e melhoria de projetos de conservação.

O estudo da memória emocional em humanos e primatas não-humanos é importante, pois essas espécies possuem um grande nicho adaptativo com relações sociais e culturais influenciadas fortemente pelas expressões faciais e pelas emoções (DOLAN 2002; HOFFMAN *et al.* 2007; MAIOR *et al.* 2010). Além disso, apesar de estudos mostrarem que eventos com conteúdo emocional são memorizados mais facilmente (DOLAN 2002), ainda há muitas controvérsias sobre a influência de cada valência (GARCIA *et al.* 2011). A comparação qualitativa entre as espécies também pode auxiliar na compreensão dos papéis ecológico e evolutivo que as emoções e as expressões faciais possuem. Além disso, o estudo das emoções em primatas não-humanos deve auxiliar na compreensão do processamento das emoções tanto em indivíduos saudáveis quanto em pacientes com transtorno psiquiátrico ou neurológico (LEDOUX 1992).

A memória operacional é fundamental para o bom funcionamento de vários outros processos cognitivos e sua piora com o avanço da idade leva ao declínio destas outras habilidades. Apesar disso, pouco se conhece sobre como a memória operacional é deteriorada

no envelhecimento normal (REUTER-LORENZ *et al.* 2000). A comparação entre os efeitos do envelhecimento em humanos e primatas não-humanos pode permitir uma melhor compreensão deste fenômeno bem como o desenvolvimento de novos modelos experimentais e possíveis tratamentos para doenças observadas no envelhecimento normal e patológico (PODLISNY *et al.* 1991; LEDOUX 1994; KEUKER *et al.* 2003; LABAR & CABEZA 2006;). Grande parte dos estudos sobre a Doença de Alzheimer é realizada em cérebros humanos *postmortem*, entretanto, algumas análises bioquímicas não são possíveis na autópsia. Uma alternativa proposta foi a utilização de roedores. Estes animais, porém, não apresentam acúmulo da proteína β -amiloide no cérebro ao longo do envelhecimento, processo reconhecido como um dos eventos patológicos precursores da Doença de Alzheimer, e que também ocorre em menor escala durante o envelhecimento humano saudável. Em algumas espécies de primatas não-humanos, por outro lado, já foi demonstrado um processo similar de acúmulo desta proteína, o que as torna modelos relevantes para estudos sobre a Doença de Alzheimer e também sobre a perda de memória com avanço da idade (PODLISNY *et al.* 1991).

Reuter-Lorenz e colaboradores (2000) mostraram que a lateralização dos sistemas da memória operacional em humanos idosos é significativamente menor do que em jovens, entretanto, os dados para o sistema fonológico se mostraram mais robustos do que os do sistema visuo-espacial.

A média de idade da população mundial está aumentando e a manutenção da saúde mental é de extrema importância para uma boa qualidade de vida, logo estudos sobre os mecanismos cerebrais que levam à deterioração cognitiva com a idade são fundamentais e podem auxiliar na manutenção da saúde mental destas pessoas (RAPP *et al.* 2003; BURKE & BARNES 2007). Além disso, informações sobre como o conteúdo emocional influencia na memória de idosos pode levar a propagandas e anúncios mais eficientes (CARSTENSEN & MIKELS 2005; MIKELS *et al.* 2005). A maioria dos estudos sobre envelhecimento trata dos processos cognitivos ou dos emocionais, mas raramente eles são investigados conjuntamente (CARSTENSEN & MIKELS 2005), assim muitas questões sobre o envelhecimento cognitivo não estão respondidas, incluindo as alterações na memória espacial e a influência do conteúdo emocional na memória de idosos. A cognição em platirrinos começou a ser estudada apenas nos últimos dez anos e, apesar do macaco-prego vir sendo validado como modelo para estudos gerontológicos, a maior parte das pesquisas ainda foca em espécies do Velho Mundo, principalmente o macaco rhesus (KEUKER *et al.* 2003). Além disso, como a disponibilidade

de sujeitos idosos para testes é rara, a oportunidade de se estudar os espécimes idosos (entre 20 e 34 anos de idade) presentes no Centro de Primatologia da UnB precisa ser explorada.

OBJETIVOS

Objetivo geral:

Investigar a influência de estímulos com diferentes valências emocionais no desempenho (humanos e macacos-prego) e no processamento cortical (humanos) de adultos e idosos em um teste de memória operacional visuo-espacial.

Objetivos específicos:

- Comparar o desempenho no teste de memória operacional visuo-espacial em função da categoria do estímulo, do gênero e da faixa etária do indivíduo, para humanos e macacos.
- Analisar possíveis interações entre gênero, faixa etária e categoria de estímulos, para o desempenho de humanos e macacos.
- Comparar o mapa da atividade elétrica cortical ao longo do teste em função da categoria do estímulo, do gênero e da faixa etária do indivíduo, para humanos.
- Analisar possíveis interações entre gênero, faixa etária e categoria do estímulo para o mapa da atividade elétrica cortical, para os humanos.
- Relacionar o desempenho no teste de memória operacional visuo-espacial com a frequência de ondas cerebrais nas diferentes regiões em humanos.
- Comparar qualitativamente os resultados de humanos e de macacos.

MATERIAL E MÉTODOS

Aspectos éticos

Este projeto foi submetido e aprovado por três comitês de ética da Universidade de Brasília: Comitê de Ética no Uso Animal do Instituto de Ciências Biológicas (UnBDOC n° 63853/2011); Comitê de Ética no Uso Animal da Faculdade de Medicina (UnBDOC n° 73780/2011); e Comitê de Ética em Pesquisa da Faculdade de Ciências da Saúde (projeto n° 097/11). Os certificados encontram-se nos anexos (1, 2 e 3) deste texto.

Sujeitos

Macacos-prego

Originalmente, seriam utilizados os quatro indivíduos idosos presentes no Centro de Primatologia (CP) da UnB, dois machos e duas fêmeas, todos com idade estimada entre 20 e 34 anos e já utilizados em testes de memória. Para que as análises estatísticas fossem possíveis, optou-se por utilizar também quatro animais adultos, dois machos e duas fêmeas, com experiência prévia.

A observação das primeiras coletas de dados, entretanto, revelou que alguns animais não conseguiriam ser modelados no tempo disponível para projetos de mestrado (ver sessão de Resultados para explicações mais detalhadas). A configuração dos animais foi, então, alterada para: uma fêmea idosa com aproximadamente 36 anos de idade; três machos adultos com aproximadamente 11, 13 e 15 anos de idade; e duas fêmeas adultas com aproximadamente 15 e 16 anos de idade. Este número relativamente pequeno de primatas utilizados é similar ao de vários estudos na literatura e não afeta a qualidade dos resultados obtidos (COSBY 2003).

Humanos

Os sujeitos humanos foram voluntários de ambos os sexos que cumpriam os critérios de inclusão de ter entre 18 e 24 anos ou mais de 60 anos e de serem alfabetizados. Os critérios de exclusão eram: possuir histórico de diagnóstico de doenças neurológicas ou psiquiátricas; possuir conhecimento prévio sobre os objetivos da pesquisa; ingerir remédios psicotrópicos;

ter ingerido bebidas alcoólicas ou feito uso de drogas ilícitas nas 24 horas anteriores ao teste. Indivíduos canhotos foram excluídos das análises de EEG, pois seu padrão de lateralidade normalmente é diferenciado dos destros, mas foram utilizados nas análises de desempenho. Não foram realizados exames de acuidade visual, mas os sujeitos que possuíam algum distúrbio deste tipo fizeram o teste com o uso de óculos ou lente de contato.

O grupo jovem foi composto por 27 indivíduos (13 homens; idade média=21,26 anos; desvio padrão=2,03) e o grupo idoso, por 25 indivíduos (14 homens; idade média=69,72 anos; desvio padrão=6,35). Os jovens eram alunos da Universidade de Brasília. Parte dos idosos (quatro homens e sete mulheres) foi selecionada dentre os sujeitos do grupo controle utilizados em um estudo prévio do Laboratório de Neurociências e Comportamento da UnB que objetivou avaliar se há facilitação da memória declarativa em pacientes com doença de Alzheimer ao se usar estímulos visuais de valor emocional (SATLER & TOMAZ 2011). Além destes, também foi selecionada uma idosa paciente do Centro de Medicina do Idoso do Hospital Universitário de Brasília – CMI/HUB (com as devidas autorizações do comitê de ética do hospital e do chefe do CMI) que não apresentava problemas neurológicos ou psiquiátricos. Foram ainda selecionados idosos alunos do Grupo de Estudo e Pesquisa sobre Atividade Física para Idosos – GEPAFI – da UnB (sete homens e cinco mulheres), sob supervisão da professora Marisete Safons, que não apresentavam dependência de auxílio na realização de tarefas cotidianas, doenças neurológicas ou psiquiátricas. Três homens, parentes de colegas do laboratório, também participaram.

Para a verificação do estado de saúde mental dos sujeitos, foram aplicados pela pesquisadora, no dia da coleta de cada sujeito, a Anamnese Histórico-clínica, a Escala de Depressão Geriátrica (EDG) e os testes neurocognitivos: Mini-exame do Estado Mental (MEEM) e Avaliação Cognitiva Breve de Filadélfia (PBAC). Com exceção da EDG, os jovens também responderam aos testes neurocognitivos (detalhados na sessão “Instrumentos”).

Locais de coleta de dados

Macacos

O Centro de Primatologia da UnB (número de registro IBAMA 1/53/1999/000006-2), localizado na Fazenda Água Limpa (16°30’S, 46°30’O) segue todas as normas do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis – IBAMA. Os animais

foram mantidos em viveiros com condições naturais de luminosidade, temperatura e umidade. Cada recinto, com dimensões de 4mX2mX2,5m (profundidade, largura e altura, respectivamente), possui uma caixa ninho que funciona como local de proteção para os animais, sistema de bebedouro automático, comedouro e poleiros, além de cordas e pneus usados para fins de enriquecimento ambiental. Os recintos estão situados em meio à mata de galeria e contêm, no teto, uma parte coberta para proteção de chuva e uma parte aberta para a entrada de sol.

Humanos

Os testes foram realizados no Laboratório de Neurociências e Comportamento do Departamento de Ciências Fisiológicas, no Instituto de Ciências Biológicas da Universidade de Brasília - campus Darcy Ribeiro. As datas e horários dos testes foram agendados com cada participante de acordo com sua disponibilidade e preferência e não houve interrupções externas durante o procedimento. O tipo de experimento realizado não era invasivo e não oferecia nenhum risco à saúde dos indivíduos. As sessões ocorreram em uma sala reservada do Laboratório equipada com uma Gaiola de Faraday (259cm X 223cm X 396cm), de modo a reduzir a interferência de sinais eletromagnéticos externos. A luminosidade do ambiente e o nível de ruído foram minimizados durante o teste utilizando persianas e placas sinalizadoras de “silêncio”.

Protocolo experimental

Teste de Reconhecimento Espacial com Atraso

O teste utilizado neste estudo, apresentado aos sujeitos de ambas as espécies em um monitor com tela sensível ao toque (LG Studio Works 440, Microtouch), foi o Teste de Reconhecimento Espacial com Atraso (TREA. Em inglês, *Spatial Delayed Recognition Span Task* - SDRST), que usa o programa computacional SYSMEN. Este programa foi desenvolvido em linguagem Delphi por Ricardo S. Chiba em 2004 para o Laboratório de Neurociências e Comportamento da UnB. A tarefa dos sujeitos consistia em discriminar um estímulo em uma nova localização da tela do monitor, dentro de um número crescente de estímulos idênticos apresentados sequencialmente em várias localizações (ver BEASON-HELD *et al.* 1999 e LACREUSE *et al.* 2000, 2002, 2005). O estímulo era apresentado em algum

ponto das 16 possibilidades da tela (determinado aleatoriamente pelo programa computacional) e o sujeito deveria tocá-lo. O estímulo desaparecia após o toque na tela e, após um intervalo de tempo determinado pelo experimentador, o sujeito era apresentado a dois estímulos idênticos ao original, um na mesma posição anteriormente apresentada e outro em uma nova posição. O sujeito deveria tocar o estímulo na nova posição. O número de estímulos seguia crescendo até atingir oito (Figura 4). Em caso de respostas corretas, o sujeito ouvia um som agudo e, no caso dos macacos, estes também recebiam uma recompensa alimentar que fosse de alta palatabilidade para ele. Respostas erradas eram seguidas de um som grave uma nova tentativa recomeçava com um único estímulo.

Cada sequência crescente de estímulos (1 a 8) correspondia a uma tentativa e um conjunto de 45 tentativas seguidas correspondia a uma sessão. Este teste mede a memória operacional visuo-espacial do sujeito, pois a informação da localização dos estímulos é relevante apenas durante aquela tentativa, uma vez que a localização dos estímulos não se repetia entre as tentativas (LACREUSE *et al.* 2005).

Os estímulos utilizados no TREA consistiam de imagens geométricas e afetivas, de valências positiva, negativa e neutra. Este arranjo visou investigar a influência da emoção na memória operacional visuo-espacial dos sujeitos, já que diferenças nos desempenhos dos sujeitos em cada categoria representavam a interação entre emoção e cognição, como descrito por Garcia e colaboradores (2011). Os estímulos geométricos corresponderam a quadrados e círculos coloridos medindo 2cm de altura/diâmetro, sempre apresentadas sobre um fundo branco. Os estímulos afetivos foram compostos por fotografias de faces humanas cedidas pelo laboratório do grupo do Professor Doutor Hisao Nishijo da Universidade de Toyama no Japão, representando algumas das chamadas emoções básicas da teoria de Ekman (1971).

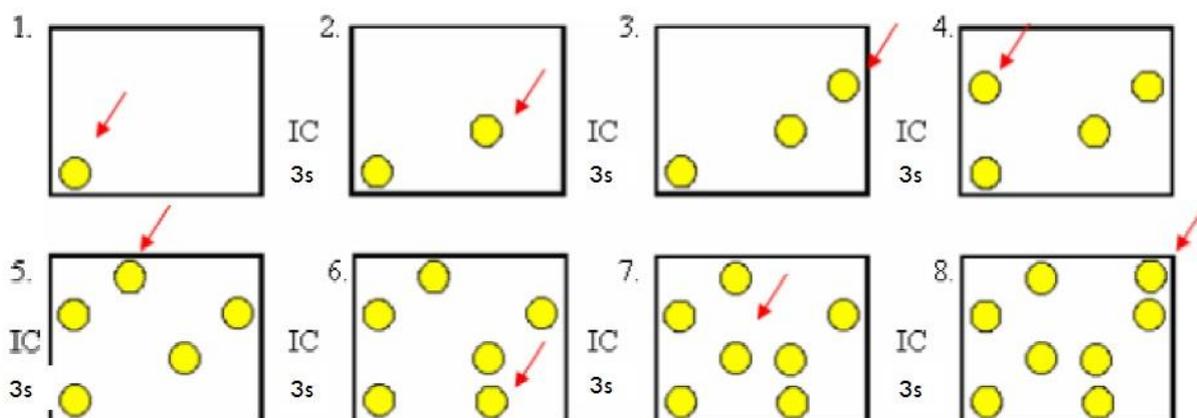


Figura 4. Esquema do TREA. A tarefa dos sujeitos era identificar a última localização na qual o estímulo tinha sido apresentado.

Fotografias reais, em vez de faces esquemáticas, constituem estímulos com maior validade ecológica (HODSOLL *et al.* 2011) e diminuem a chance da sua codificação ser realizada por um aspecto único da imagem (PINKHAM *et al.* 2010). As fotos utilizadas no presente estudo foram constituídas por quatro modelos humanos adultos (três homens e uma mulher) simulando seis expressões faciais distintas: surpresa, felicidade, raiva, tristeza, nojo e expressão neutra. Todas as fotos tinham o mesmo tamanho (3cm de largura por 4cm de altura) e foram manipuladas de modo a mostrar apenas a face, sem interferência do fundo, do pescoço ou do cabelo.

Maior e colaboradores (2010) demonstraram, por meio de um estudo neurofisiológico em indivíduos de macacos japoneses (*M. fuscata*), que primatas não-humanos conseguiram examinar as faces contidas neste conjunto de fotografias e identificar eficientemente sua valência emocional. Com base nesta evidência, no presente estudo optou-se por utilizar o mesmo conjunto de fotografias em vez de fotos de humanos ocidentais ou de primatas não-humanos.

Estudo piloto

Apesar das evidências descritas na literatura de que as expressões faciais de emoções básicas são realizadas e reconhecidas da mesma maneira por pessoas independentemente de sua região e cultura (ver item 1.4.1.), optou-se pela realização de um teste piloto para verificação empírica desta premissa. Todas as faces fornecidas pela Universidade de Toyama foram aleatoriamente apresentadas a 30 sujeitos, entre 19 e 65 anos de idade (12 homens), por três segundos cada, o que correspondia ao tempo em que o estímulo ficaria visível no TREA. Aos sujeitos, solicitou-se que marcassem em uma tabela (Apêndice 2) qual emoção estava sendo expressa pela fotografia. Incluímos as opções de “medo” e “outras” para evitar uma escolha forçada pelos sujeitos. Apenas as fotografias que obtiveram o mínimo de 90% de concordância entre os sujeitos foram utilizadas no TREA, com o objetivo de obter o maior respaldo possível para a escolha das imagens. As imagens selecionadas foram as seguintes (Figura 5):

Felicidade



Surpresa



Neutro



Raiva



Figura5. Fotografias que obtiveram no mínimo 90% de concordância na identificação da expressão facial no teste piloto e que foram selecionadas para o TREA.

Como as faces de surpresa não tem valência definida, foram utilizadas no TREA apenas as demais categorias. Das 43 fotografias cedidas pela Universidade de Toyama, apenas 16 obtiveram uma concordância de no mínimo 90% entre os sujeitos testados. Este resultado foi inesperado, pois segundo as teorias de Ekman (1972), as emoções básicas deveriam ser executadas e compreendidas de maneira similar por todas as sociedades. Já a predominância das faces de felicidade entre as corretamente identificadas está de acordo com resultados anteriores que mostram que os participantes tem maior facilidade em identificar expressões de felicidade em diferentes situações (HESS *et al.* 1997).

Testes Neuropsicológicos

Para averiguar se os sujeitos possuíam algum declínio ou distúrbio cognitivo que pudesse afetar os resultados da pesquisa, anteriormente à apresentação do TREA foram aplicados os testes neuropsicológicos Mini Exame do Estado Mental, segunda edição, versão expandida, formulário azul (MEEM-2) (FOLSTEIN *et al.* 2010); e a Avaliação Cognitiva Breve de Filadélfia (PBAC) (PEREIRA *et al.* 2012) (Anexos 4 e 5). O MEEM é um instrumento de rastreio amplamente difundido que avalia diversas funções cognitivas, entre elas orientação espacial e temporal, cálculo, atenção, aquisição e evocação de informações (BRUCKI *et al.* 2003). Já o uso do PBAC é importante na verificação de déficits nas funções executivas, na memória operacional e nas habilidades visuo-espaciais (PEREIRA *et al.* 2012).

Todos os sujeitos também responderam à Anamnese Histórico-Clínica (Anexo 6) (adaptada do Protocolo de Entrevista Clínica do CMI/HUB), que consistia em perguntas sobre hábitos cotidianos, medicamentos receitados recentemente e histórico de doenças. Os idosos também responderam à Escala de Depressão Geriátrica (EDG) na versão de 30 pontos (Anexo 7) (SHEIKH & YESAVAGE 1986), que é o instrumento mais empregado para avaliação de sintomas depressivos nesta população (SOUSA *et al.* 2007).

Eletoencefalograma (EEG)

O registro da atividade cerebral por meio de imagens é uma técnica que vem ganhando popularidade devido a suas imensas contribuições para as neurociências. Esta abordagem é complementar – e não substituta - aos estudos comportamentais (FIORI 2006), já que desempenhos semelhantes podem ser gerados por processos cerebrais e ativações distintos (KOCH *et al.* 2007). O principal objetivo de técnicas de neuroimagem é medir a atividade de um grupo de neurônios de maneira direta ou indireta, ou seja, refletir a atividade neural resultante de processos mentais. Testes feitos durante cirurgias compararam os registros do EEG com os realizados diretamente no tecido cerebral e comprovaram a similaridade entre eles (KOLB & WHISHAW 2009b).

Uma das técnicas diretas, que medem as variações nos campos magnéticos e nas correntes elétricas decorrentes das sinapses, é o EEG, utilizado neste projeto. Este consiste na colocação precisa de eletrodos no escalpo dos participantes e no registro, pelo aparelho, das

frequências e amplitudes das ondas cerebrais e da diferença de potencial elétrico entre dois pontos (FIORI 2006). Não é possível medir a atividade dos neurônios individualmente, apenas de um grupo de alguns milhares, mas isso não impede que o EEG seja usado em estudos sobre sono, epilepsia, lesões cerebrais e funcionamento normal do cérebro, entre outros (KOLB & WHISHAW 2009b).

O aparelho utilizado no presente experimento (Neuron-Spectrum-4/EP, Neurosoft, Rússia, 2006) possui 21 canais que foram posicionados à parte externa da cabeça dos sujeitos humanos, em locais pré-determinados de acordo com o sistema internacional 10-20 de referência (Figura 6). Destes, dois eletrodos de referência foram colocados nos mastóides direito e esquerdo. Os eletrodos foram fixados com uma pasta condutora (Ten20, Weaver and Company, Estados Unidos) própria para EEG, após a limpeza da área da cabeça com um creme abrasivo (Nuprep, Weaver and Company, Estados Unidos). O aparelho foi manipulado por uma equipe treinada e procurou-se manter a impedância dos eletrodos abaixo de $5k\Omega$.

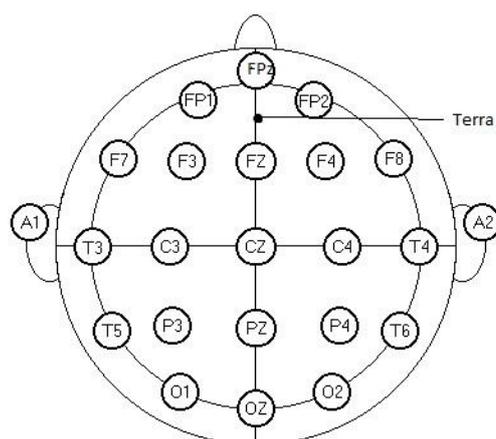


Figura 6. Posicionamento dos eletrodos no escalpo segundo sistema internacional 10-20. Adaptado de <http://enscer.com.br/pesquisas/tecnica/eeg/eeg.html>

A variação das frequências e amplitudes das ondas cerebrais medidas pelo EEG gera padrões já reconhecidos, tais como as ondas delta (1-4Hz), teta (4-8hz), alfa (8-13Hz), beta (13-30Hz) e gama (30-70Hz). Em estudos sobre cognição, é possível comparar as amplitudes e frequências das diferentes regiões cerebrais exibidas pelo indivíduo sob avaliação eletroencefalográfica em momentos diferentes do teste (GARCIA *et al.* 2011).

Procedimento

Macacos-prego

Os macacos realizaram os testes dentro de seus próprios viveiros, evitando, assim, o estresse de captura e contenção (Figura 7). Eles não foram privados de comida, água ou movimento. Todos os testes ocorreram pela manhã entre 8h e 12h de modo a minimizar a influência de variações hormonais, de temperatura e de luminosidade.

Antes do início dos testes, houve uma etapa de habituação, na qual os experimentadores foram ao CP para interagir com os animais e permitir a sua adaptação a eles.

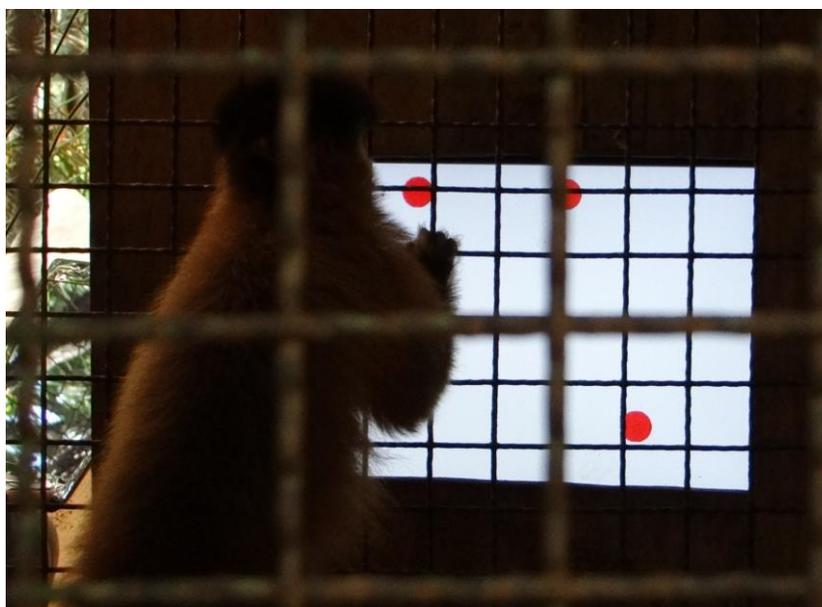


Figura 7. Vista interna do viveiro com um animal (*C. libidinosus*) realizando o TREA.

A coleta de dados começou pela modelagem, na qual os animais aprenderam as regras do teste. As sessões experimentais da modelagem ocorreram de três a quatro vezes por semana com 45 tentativas em cada sessão. Para que os sujeitos passassem para as próximas fases da modelagem, eles deveriam atingir o critério de aprendizagem, definido com base na experiência anterior da equipe do laboratório, de 18 tentativas corretas em 20 realizadas, em duas sessões consecutivas. A primeira fase da modelagem consistia em uma prévia do teste com sequência máxima de apenas dois estímulos. A fase seguinte contava com sequência máxima de três estímulos e, assim por diante, até oito estímulos. Para a modelagem, foram utilizados apenas estímulos geométricos.

Para o teste propriamente dito, foram utilizadas as quatro categorias de estímulo (geométricos, faces negativas, faces neutras e faces positivas), cada uma apresentada em 250 tentativas com sequência máxima de oito estímulos cada. As tentativas foram divididas em sessões que aconteciam quatro vezes por semana e não ultrapassavam 45 tentativas, de modo a não fatigar os animais. Uma nova categoria de estímulo só era apresentada quando as 250 tentativas da categoria anterior eram concluídas (Figura 8). Essa divisão teve como objetivo verificar a influência de cada valência emocional separadamente no desempenho do animal.

Todos os animais realizaram o teste nas quatro categorias, o que configura este estudo como um “delineamento com medidas repetidas”. Este método apresenta várias vantagens, como possibilitar o recrutamento de um número menor de sujeitos e a garantia de que a variabilidade nos resultados devida a diferenças individuais é minimizada (COSBY 2003). Algumas desvantagens, entretanto, podem ser citadas, como “efeito de prática” e “efeito de fadiga”, que se referem a quando a ordem de apresentação das variáveis independentes (no caso, as categorias do estímulo) interfere na variável dependente, ou seja, o sujeito poderia obter um desempenho melhor nas últimas etapas do teste devido ao maior conhecimento sobre o procedimento e ao treinamento das fases anteriores; ou poderia obter um desempenho pior devido ao cansaço. Para minimizar estes efeitos, a ordem das categorias faciais neste projeto foi aleatorizada entre os animais (COSBY 2003).

	Até o critério de aprendizagem	250 tentativas	250 tentativas	250 tentativas	250 tentativas
Macacos	Modelagem	Estímulos faciais 1	Estímulos faciais 2	Estímulos faciais 3	Estímulos geométricos

Figura 8. Procedimento utilizado para o teste com os macacos. Cada animal realizou 250 tentativas de até oito estímulos em cada uma das categorias de estímulos. Cada bloco de estímulos faciais corresponde a uma valência emocional das faces (neutra, negativa e positiva) e foram pseudo-aleatorizadas entre os animais.

O intervalo entre as apresentações dos estímulos e entre as tentativas do TREA foi de três segundos. Tanto na modelagem quanto no TREA, todos os estímulos dentro de uma mesma tentativa representavam a mesma figura, porém duas tentativas seguidas nunca tinham a mesma imagem. Este delineamento objetivou tornar claro para o sujeito que uma nova tentativa estava se iniciando e que as informações espaciais da tentativa anterior não eram mais necessárias.

As sessões eram encerradas antes do término das 45 tentativas caso o animal não respondesse ao teste por no mínimo 15 minutos ininterruptos, ou caso ele levasse mais que 10 segundos para dar uma resposta.

Humanos

Os humanos realizaram o TREA, individualmente, nos mesmos moldes do realizado pelos macacos, porém sem a necessidade da fase de modelagem.

Por questões práticas e de modo a assegurar que os sujeitos realizariam todo o teste, cada sujeito foi testado em apenas um dia, durante cerca de 120 minutos. Primeiramente, os participantes liam e assinavam o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) (Apêndice 1). De modo a evitar influências psicológicas sobre o desempenho dos participantes, este documento não informava que o objetivo do trabalho era o estudo da memória em função da valência emocional dos estímulos. Ao fim do teste, todos os participantes receberam as explicações completas e verídicas sobre o estudo.

Após a assinatura do TCLE, os participantes respondiam ao formulário de Anamnese e, depois, eram submetidos ao MEEM e, logo em seguida, ao PBAC. Quando solicitado pelo sujeito, o TCLE e a Anamnese eram lidos em voz alta pelo experimentador.

O experimentador, então, colocava os eletrodos, conectados ao aparelho de EEG, no escalpo dos participantes utilizando uma massa especial para este protocolo, visando captar a atividade neural ao longo do teste. O sujeito, então, mantinha-se imóvel e com os olhos fechados por 60 segundos, que consistiria na linha de base para as futuras análises. Após esse período de tempo, o participante recebia explicações sobre o funcionamento da tela de toque e também do EEG, além de uma instrução padrão para o teste (“Você deverá pressionar a nova localização do estímulo na tela, ou seja, a imagem mais recente, que apareceu por último”). De modo a possibilitar que a comparação entre os resultados dos humanos e dos macacos fosse a mais válida possível, inicialmente os humanos também não receberiam instruções (LAVENEX & LAVENEX 2010). Entretanto, um piloto realizado com duas senhoras idosas indicou que o tempo necessário para que elas aprendessem a regra por si só inviabilizaria a realização do teste em uma única tarde. Assim, foi decidido fornecer esta instrução simples e genérica. Houve ainda uma sessão de treinamento para que os sujeitos entendessem como deveriam pressionar a tela e para que aprendessem as regras do teste. Esta sessão era encerrada quando o sujeito acertava duas tentativas completas seguidas ou após 20 tentativas.

Caso o sujeito apresentasse dúvidas, o experimentador fornecia explicações extras sobre a regra a ser aprendida.

O teste foi dividido nas quatro categorias, cada uma composta por dez tentativas de oito elementos cada e três segundos de intervalo entre as configurações e as tentativas (tal qual foi feito para os macacos). Dentro de uma mesma etapa só havia elementos de uma categoria (geométrico, facial neutro, facial positivo, facial negativo), que não se repetiam em duas tentativas seguidas (Figura 9). A ordem das sessões com estímulos de categorias faciais variou aleatoriamente entre os sujeitos pelos motivos expostos no item anterior. Da mesma maneira, para que a fadiga e o tédio fossem minimizados e não interferissem no desempenho, houve um período de descanso de cerca de trinta segundos entre cada etapa do teste no qual era solicitado ao sujeito que mantivesse os olhos fechados. Este período não pôde ser maior, pois os sujeitos estavam com os eletrodos ainda na cabeça e por isso deveriam permanecer o mais imóvel possível.

Ao longo do teste, um dos experimentadores, localizado fora do campo de visão do sujeito, anotava quantas vezes o estímulo aparecia antes que o sujeito respondesse, assim como qualquer comportamento diferente que este apresentasse. Estas anotações foram levadas em consideração para as análises dos dados de modo a tornar o cálculo do desempenho mais preciso.

	Até o critério de aprendizagem ou 20 tentativas	10 tentativas	10 tentativas	10 tentativas	10 tentativas
Humanos	Treino	Estímulos geométricos	Estímulos faciais 1	Estímulos faciais 2	Estímulos faciais 3

Figura 9. Procedimento utilizado para o teste com os humanos. Cada sujeito realizou 10 tentativas de até oito estímulos em cada uma das categorias de estímulos. Cada bloco de estímulos faciais corresponde a uma valência emocional das faces (neutra, negativa e positiva) e foram pseudo-aleatorizados entre os sujeitos.

Ao fim do teste, cada participante era solicitado a informar qual expressão facial havia reconhecido em cada uma das que haviam sido apresentadas, exatamente como realizado no estudo piloto (ver próximo item). O objetivo disto era confirmar se as expressões haviam sido reconhecidas de acordo com a valência que queríamos transmitir. Além disso, cada sujeito respondeu a três perguntas gerais sobre o teste: (1) “o que você achou do teste?”; (2) “as imagens trouxeram a você algum sentimento ou pensamento?”; (3) “você utilizou alguma estratégia para responder ao teste?”. Estas perguntas foram elaboradas de acordo com a

experiência prévia de outros pesquisadores do laboratório e as respostas foram levadas em conta para exclusão de algum participante da amostra final.

Análise de dados

Dados comportamentais

O desempenho no teste foi medido de acordo com duas variáveis: a média do número de respostas corretas antes de uma resposta errada em cada sessão (BEASON-HELD *et al.* 1999); e o tempo de resposta (TR), que correspondeu ao intervalo de tempo entre a apresentação do estímulo e a resposta do sujeito. Ambos foram registrados automaticamente pelo programa computacional do TREA e posteriormente acrescidos das observações manuais. Em função da impossibilidade de controle da atenção e concentração dos macacos, que se mantêm constantemente vigilantes ao ambiente externo, o TR foi analisado apenas para os humanos.

Estes dados foram comparados entre vários grupos e categorias: (a) macacos machos X macacos fêmeas; (b) macacos adultos X fêmea idosa; (c) homens X mulheres; (d) humanos adultos X humanos idosos; (e) estímulos geométricos X estímulos faciais; (f) faces neutras X faces com valência emocional; (g) faces com valência negativa X faces com valência positiva. Além disso, foi realizada uma comparação qualitativa entre as espécies.

O modo como as faces foram utilizadas neste estudo pode ser classificado como “*judgment approach*” sugerida por Ekman (1991), no qual as expressões faciais são consideradas estímulos e o sujeito julgar a emoção com base nesse estímulo. Com este método é possível inferir análises sobre o julgamento e reconhecimento das faces pelos sujeitos e se há diferenças entre os sujeitos em relação a estes quesitos.

As análises estatísticas do desempenho foram realizadas no programa SPSS (*Statistical Package for Social Sciences*) versão 18.0 (SPSS, inc., Chicago, IL, 2009). Para determinar se o desempenho no TREA havia sido acima do esperado ao acaso, foi necessário calcular o valor da probabilidade do sujeito acertar todos os estímulos da tentativa. Este cálculo foi feito somando-se a probabilidade de acertar o primeiro estímulo (1,0), com a de acertar o segundo estímulo (1,0 x 0,5), o terceiro estímulo (1,0 x 0,5 x 0,33) e assim por diante, até oito, resultando no valor de 1,72. Para o desempenho ser considerado acima do acaso, a média de estímulos escolhidos corretamente antes de um erro deveria ser maior do que este valor (ver BEASON-HELD *et al.* 1999 e LACREUSE *et al.* 2005). Para os macacos,

devido ao número amostral reduzido, foi utilizado o teste não-paramétrico de Mann-Whitney para comparação dos grupos e das categorias e o teste de Friedman seguido do de Wilcoxon para a correlação entre o desempenho e a sessão experimental. Para os humanos, foram utilizados os testes de Análise de Variância (ANOVA) fatorial seguida de comparações par-a-par com correção de Bonferroni para a comparação das categorias de estímulos, sendo o gênero e a faixa etária os fatores, além de testes t pareados e não-pareados para comparação de grupos e de pares de categorias. O nível de significância para todos os testes foi definido como 0,05.

Dados eletrofisiológicos

Para o processamento dos dados do EEG, foi utilizado o programa computacional livre e de código aberto EEGLAB 9.0.4.5. (DELORME & MAKEIG 2004), que funciona em linguagem MATLAB. Os registros foram coletados com uma taxa de amostragem de 2000Hz, mas no processamento, essa taxa foi reamostrada para 500Hz, com o objetivo tornar a análise mais rápida. Como as faixas de frequências mais altas a serem analisadas eram as ondas Gama (30-70Hz), a reamostragem não afetou os resultados.

Como o registro do EEG foi feito de maneira contínua ao longo do teste, para o processamento dos dados, ele foi recortado de acordo com os tempos de início e fim de cada sessão. Além disso, os registros foram re-referenciados para os eletrodos A1 e A2, localizados nas apófises mastoideas, de modo a descartar os dados das atividades que acontecem na região da cabeça e pescoço e que não interessam ao estudo.

A maioria da atividade elétrica registrada pelo EEG é proveniente das áreas corticais, entretanto, outras fontes também ocorrem. Por isso, foi realizada a Análise de Componentes Independentes (ICA, na sigla em inglês) por meio do algoritmo *runica* do EEGLAB, que identifica as várias fontes que compuseram o registro final. Componentes originados de movimento ocular, contração muscular e pulsação apresentam distribuição espacial, aspecto de ondas e densidade espectral (*power spectrum*) característicos e foram retirados do registro segundo esses critérios. A ICA foi gerada para o conjunto de registros de um mesmo sujeito, de modo que a retirada dos componentes fosse a mesma em todas as categorias daquele participante e não houvesse prejuízos à análise pareada.

As atividades nas faixas de frequência de onda Teta (4-8Hz), Alfa (8-13Hz), Beta (13-30Hz) e Gama (30-70Hz) em cada área cortical foram comparadas em função do grupo (gênero e faixa etária) e da categoria do estímulo. A comparação estatística das atividades

elétricas corticais foi feita por meio das ferramentas estatísticas paramétricas do EEGLAB com testes t pareados e não-pareados e ANOVA com correção pelo método das taxas de descobertas falsas (FDR, na sigla em inglês *False Discovery Rate*) (STOREY 2010). O nível de significância para todos os testes foi definido como 0,05.

RESULTADOS

Macacos

Fase de modelagem

As sessões de modelagem se iniciaram em dias diferentes para cada macaco, de acordo com o que era observado na etapa de habituação.

Inicialmente, foram escolhidos oito animais, conforme tabela abaixo (Tabela 1).

Tabela 1. Macacos (<i>C. libidinosus</i>) primeiramente selecionados para o estudo		
Nome	Faixa etária	Sexo
Edmundo	Idoso >30 anos	Macho
Kiko	Adulto ±11 anos	Macho
Minha Flor	Idosa ± 35 anos	Fêmea
Minha Rosa	Idosa ± 35 anos	Fêmea
Pingo	Adulto ±13 anos	Macho
Salete	Adulta ±19 anos	Fêmea
Salomé	Adulta ±15 anos	Fêmea
Túlio	Idoso >30 anos	Macho

Entretanto, devido a particularidades e idiosincrasias dos próprios animais, algumas dificuldades foram encontradas. (1) Em nenhum momento, Salete apresentou motivação para participar dos testes. (2) Túlio, como vem acontecendo com todos os outros testes no CP, também não foi muito colaborativo, pois só se aproximou da situação de teste uma vez ou outra e quando o fez, foi por alguns minutos apenas. (3) Edmundo, apesar de demonstrar grande interesse em participar, não conseguiu realizar a primeira fase da modelagem, pois tocava aleatoriamente a mão na tela, mas não diretamente sobre o estímulo. (4) Minha Rosa simplesmente não encostou a mão na tela de toque. Devido a tais dificuldades, algumas alterações foram realizadas e a configuração final dos animais foi a seguinte (Tabela 2):

Nome	Faixa etária	Sexo
Belo	Adulto ± 15 anos	Macho
Kiko	Adulto ± 11 anos	Macho
Minha Flor	Idosa >35 anos	Fêmea
Pingo	Adulto ± 13 anos	Macho
Ronaldinha	Adulta ± 16 anos	Fêmea
Salomé	Adulta ± 15 anos	Fêmea

Na primeira fase da modelagem, com sequência máxima de dois estímulos, o nível do acaso era de 1,5 ($1,0 + [1,0 \times 0,5]$); na segunda fase, com sequência máxima de três estímulos, o nível era 1,667 ($1,0 + [1,0 \times 0,5] + [1,0 \times 0,5 \times 0,33]$); e na terceira fase, com sequência máxima de quatro estímulos, o nível era 1,708 ($1,0 + [1,0 \times 0,5] + [1,0 \times 0,5 \times 0,33] + (1,0 \times 0,5 \times 0,33 \times 0,25)$).

Na primeira fase, apenas Minha Flor não alcançou o critério de aprendizagem (CA), entretanto, seu desempenho foi acima do nível do acaso (média=1,542; $t=4,955$; $gl=75$; $p<0,001$) e, portanto, apesar de este animal não ter realizado outras fases da modelagem, ele também passou pela fase de teste. Por outro lado, Belo não realizou o teste acima do nível do acaso (média=1,537; $t=1,220$; $gl=14$; $p=0,243$), mas alcançou o CA. Os demais animais, tanto alcançaram o CA quanto tiveram o desempenho acima do acaso (Pingo: média=1,572; $t=3,100$; $gl=18$; $p=0,003$. Salomé: média=1,744; $t=6,102$; $gl=2$; $p=0,026$. Kiko: média=1,575; $t=6,653$; $gl=68$; $p<0,001$. Ronaldinha: média=1,601; $t=7,950$; $gl=51$; $p<0,001$). Na segunda fase da modelagem, todos os sujeitos realizaram o teste acima do acaso (Pingo: média=2,188; $t=25,146$; $gl=99$; $p<0,001$. Salomé: média=2,277; $t=39,609$; $gl=87$; $p<0,001$. Kiko: média=2,119; $t=14,602$; $gl=46$; $p<0,001$. Ronaldinha: média=2,076; $t=17,367$; $gl=44$; $p<0,001$. Belo: média=1,788; $t=7,379$, $gl=57$, $p<0,001$). Apesar disso, apenas três animais atingiram o CA e realizaram a terceira etapa da modelagem, com até quatro estímulos. Ambas as fêmeas apresentaram desempenho acima do acaso, mas o macho não (Pingo: média=2,468; $t=8,422$; $gl=1$; $p=0,075$. Salomé: média=2,659; $t=20,322$; $gl=23$; $p<0,001$. Ronaldinha: média=2,357; $t=6,225$; $gl=2$; $p=0,026$).

Para verificar se o desempenho havia melhorado ou piorado ao longo das sessões, foram feitas análises de regressão linear (Figura 10) entre o desempenho em cada sessão e o número da sessão; e também comparações entre as primeiras 30 sessões e as últimas 30. Todos os animais apresentaram melhora no desempenho, porém nem sempre significativa.

Após cerca de 10 meses de coleta e de 80 a 125 sessões experimentais para cada animal, foi observado que os desempenhos de Salomé, de Ronaldinha, de Pingo e de Kiko, eram similares aos descritos na literatura para macacos rhesus de meia idade (BEASON-HELD *et al.* 1999; LACREUSE *et al.* 2000, 2005). Além disso, o trabalho de Lacreuse e colaboradores (2000) utilizou o teste com a quantidade máxima de quatro estímulos, apenas, e foi bem sucedido. Com base nestas referências, decidimos iniciar os testes independentemente dos animais haverem chegado à oitava fase da modelagem.

Fase de teste

Na fase de teste, cada animal realizou 250 tentativas do TREA com sequência máxima de oito estímulos em cada uma das quatro categorias de estímulo (geométrico, faces neutras, faces negativas e faces positivas), resultando em 1000 tentativas totais. Isto foi obtido em aproximadamente 25 sessões experimentais com cada animal.

Os cinco animais adultos apresentaram desempenho acima do acaso de 1,72 em todas as categorias, mas a fêmea idosa não (Tabela 3). A figura 11 mostra a curva de aprendizagem para cada indivíduo em cada categoria. Não houve alteração significativa para nenhum animal em nenhuma categoria ($r < 0,200$; $p > 0,05$), ou seja, eles mantiveram o desempenho constante ao longo de cada teste.

Não houve diferenças entre machos e fêmeas em nenhuma das categorias de estímulo (Geométrico: $z = -0,577$; $p = 0,800$. Neutro: $z = -0,577$; $p = 0,800$. Negativo: $z = -0,577$; $p = 0,800$. Positivo: $z = 0,001$; $p = 0,99$).

Os resultados mostraram que não houve diferenças quanto ao desempenho do grupo de animais frente às diferentes categorias de estímulo ($\chi^2 = 3,960$; $gl = 3$; $p = 0,266$) (Figura 12). Também não houve diferença entre o desempenho na categoria de estímulos geométricos e o conjunto de estímulos faciais ($z = -1,483$; $p = 0,188$), entre a face neutra e as faces emocionais ($z = -0,994$; $p = 0,345$) ou entre a valência negativa e a positiva ($z = -0,135$; $p = 0,893$). Estas análises não levaram em conta os dados de Minha Flor, já que ela não respondeu o teste acima do nível do acaso.

Tabela 3. Comparações do desempenho de *C. libidinosus* (n=6) no teste TREA para diferentes categorias de estímulo com o nível de acaso de 1,72.

Animal	Geométrico			Faces neutras			Faces negativas			Faces positivas						
	Média	t	gl	p	Média	t	gl	p	Média	t	gl	p				
Minha Flor	1,82	1,786	248	0,075	1,80	1,447	246	0,149	1,63	-1,687	242	0,093	1,71	-0,114	229	0,909
Belo	2,00	4,438	244	<0,001	2,00	4,383	248	<0,001	2,06	4,706	248	<0,001	1,98	4,150	249	<0,001
Kiko	2,93	13,270	245	<0,001	2,36	7,594	236	<0,001	2,33	7,761	243	<0,001	2,44	9,031	240	<0,001
Pingo	2,97	12,795	246	<0,001	2,64	9,833	243	<0,001	2,80	12,224	262	<0,001	2,70	11,787	247	<0,001
Ronaldinha	2,41	9,007	221	<0,001	2,39	7,990	224	<0,001	2,42	8,522	223	<0,001	2,12	5,623	227	<0,001
Salomé	2,62	12,223	246	<0,001	2,57	11,559	246	<0,001	2,57	11,258	241	<0,001	2,64	11,859	248	<0,001

t = valor do escore T; gl = graus de liberdade; p = nível de significância.

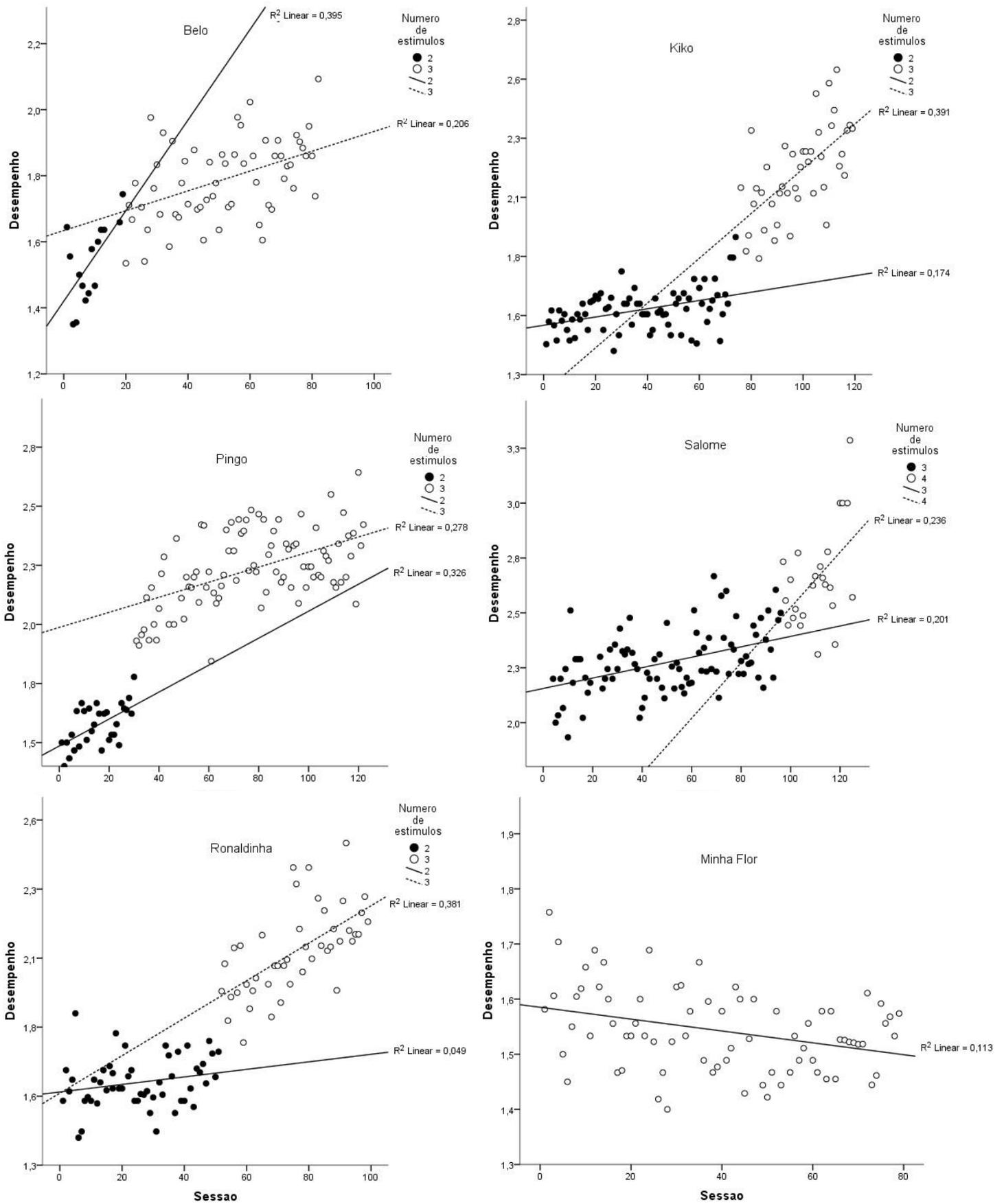


Figura 10. Regressão linear para *C. libidinosus* (n=6) nas fases de modelagem do TREA com dois e três estímulos.

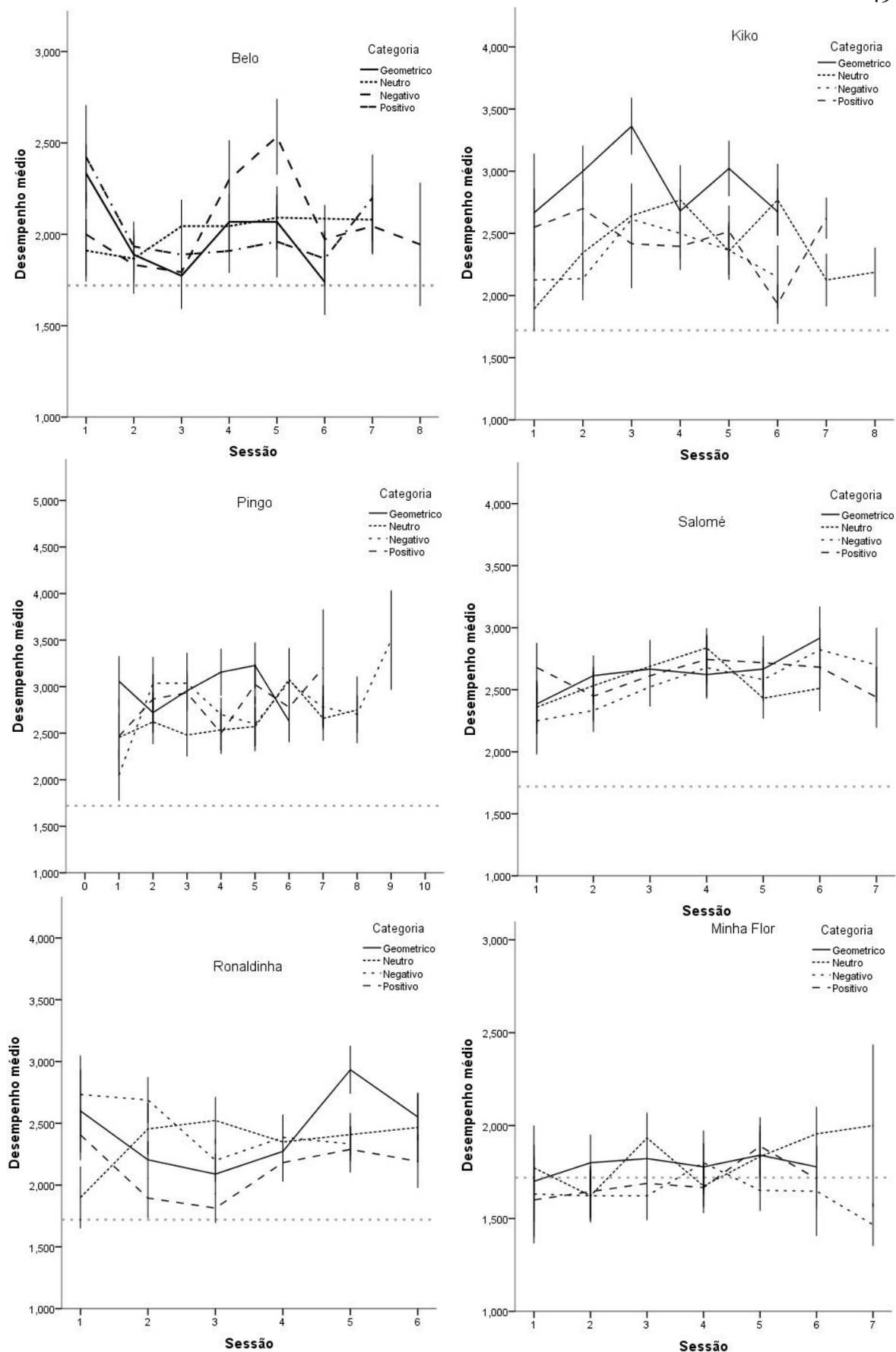


Figura 11. Curvas de desempenho apresentadas por *C. libidinosus* (n=6) na fase de teste do TREA frente às quatro categorias de estímulo. A linha pontilhada horizontal representa o nível do acaso.

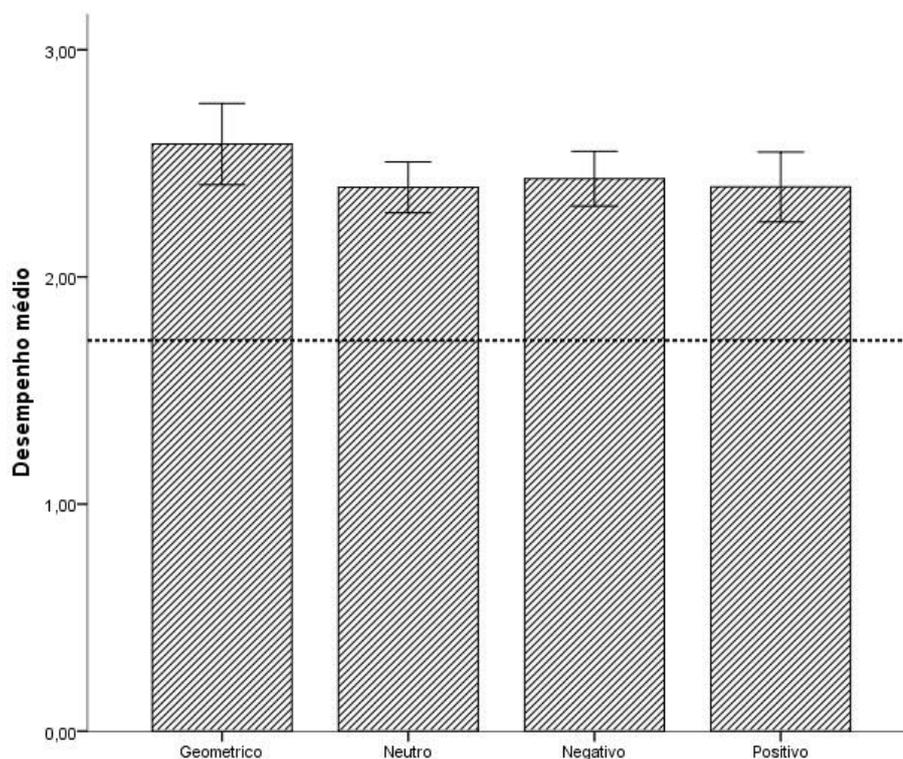


Figura 12. Média do desempenho de *C. libidinosus* adultos ($n=5$; 3 machos, 2 fêmeas) frente a cada categoria de estímulo no TREA. A linha pontilhada representa o nível do acaso. Todas as categorias foram respondidas acima do acaso, mas não houve diferenças significativas entre elas.

A comparação do desempenho entre as categorias para cada animal analisado separadamente indicou que apenas Kiko ($f=8,954$; $gl=3$; $p<0,001$) e Ronaldinha ($f=3,612$; $gl=3$; $p=0,013$) apresentaram diferenças significativas (Pingo: $f=1,520$; $gl=3$; $p=0,208$. Belo: $f=0,366$; $gl=3$; $p=0,778$. Salomé: $f=0,149$; $gl=217$; $p=0,925$. Minha Flor: $f=1,440$; $gl=3$; $p=0,230$). Para Kiko, a categoria geométrica levou ao melhor desempenho em comparação a todas as categorias faciais; para Ronaldinha, a categoria positiva gerou pior desempenho do que a negativa e a geométrica. A comparação entre a categoria de estímulos geométricos e o conjunto de estímulos faciais, mostrou que, além de Kiko, Pingo também teve um melhor desempenho frente aos estímulos geométricos ($t=2,031$; $gl=246$; $p=0,043$). A comparação entre a face neutra e as faces emocionais não gerou diferenças em nenhum indivíduo (Belo: $t=-0,201$; $gl=248$; $p=0,841$. Ronaldinha: $t=1,144$; $gl=224$; $p=0,252$. Pingo: $t=-1,028$. $gl=226$; $p=0,305$. Salomé: $t=0,107$; $gl=246$; $p=0,915$. Kiko: $t=-0,85$; $gl=233$; $p=0,932$). A comparação entre as valências negativa e positiva mostrou diferenças apenas para Ronaldinha, como já havia sido mencionado (Belo: $t=0,789$; $gl=246$; $p=0,431$. Ronaldinha: $t=2,492$; $gl=216$; $p=0,013$. Pingo: $t=-0,194$. $gl=226$. $p=0,847$. Salomé: $t=-0,653$. $gl=230$; $p=0,515$. Kiko: $t=-0,713$; $gl=234$; $p=0,477$).

Humanos

A tabela demográfica dos humanos submetidos ao teste a seguir apresenta os valores médios da idade e da escolaridade de cada faixa etária e gênero. A escolaridade dos jovens e dos idosos era estatisticamente igual, assim como as idades dos homens e mulheres dentro de cada faixa etária (Tabela 4).

Tabela 4. Características da amostra de sujeitos humanos

	Jovens		Idosos		Significância
	Homens n=13	Mulheres n=14	Homens n=14	Mulheres n=11	
Idade (anos)	21,31±2,05	21,21±2,08	69,07±6,51	70,55±6,35	J: t=-0,116; gl=26; p=0,908. I: t=-0,448; gl=25; p=0,658
Escolaridade (anos)	14,08±1,32	14,18±2,05	15,64±3,57	12,60±4,48	f=2,654; gl=52; p=0,059

Valores são médias ± desvio padrão. f = valor do escore F; gl = graus de liberdade.

Testes neuropsicológicos

A tabela 5 apresenta as pontuações de cada gênero e faixa etária nos testes neuropsicológicos realizados antes do TREA, segundo a pontuação geral e a de cada item.

Tabela 5. Pontuação geral e por item nos testes neurocognitivos

	Jovens		Idosos		Significância
	Homens (HJ) n=13	Mulheres (MJ) n=14	Homens (HI) n=14	Mulheres (MI) n=11	
EDG, n/30			3,61±1,36	5,73±3,06	z=-1,66; p=0,100
<i>MEEM</i>					
Pontuação geral/90	57,54±5,03	64,5±5,10	47,38±5,61	44,23±4,38	f=45,91; gl=52; p<0,001. MJ>HJ>HI=MI
Registro/3	3,00±0,00	3,00±0,00	3,00±0,00	3,00±0,00	

Tabela 5. (continuação)

Orientação Temporal/5	4,62±0,87	5,00±0,00	4,86±0,36	4,92±0,28	f=1,57; gl=53; p=0,209.
Orientação especial/5	4,77±0,83	5,00±0,00	4,64±0,50	4,46±0,66	f=2,07; gl=53; p=0,116.
Recuperação/3	2,61±0,65	2,64±0,50	2,29±0,82	2,15±0,80	f=1,59; gl=53; p=0,205.
Atenção e cálculo/5	4,61±0,65	4,71±0,61	3,93±0,92	3,85±1,14	f=3,78; gl=53; p=0,016. HJ=MJ=HI=MI
Nomeação/2	2,00±0,00	2,00±0,00	2,00±0,00	2,00±0,00	
Repetição/1	0,85±0,38	0,93±0,27	0,71±0,47	0,69±0,48	f=1,03; gl=53; p=0,385.
Compreensão/3	3,00±0,00	3,00±0,00	3,00±0,00	3,00±0,00	
Leitura/1	1,00±0,00	1,00±0,00	1,00±0,00	1,00±0,00	
Escrita/1	1,00±0,00	1,00±0,00	1,00±0,00	1,00±0,00	
Desenho/1	1,00±0,00	1,00±0,00	1,00±0,00	0,92±0,28	f=1,05; gl=53; p=0,377.
Memória de história/25	9,15±3,67	14,36±4,01	7,50±3,48	8,08±2,87	f=10,86; gl=53; p<0,001. MJ>HJ=HI=MI
Velocidade de processamento/35	19,77±2,77	20,93±3,47	11,23±3,48	8,07±2,87	f=51,49; gl=52; p<0,001. HJ=MJ>HI=MI
<i>PBAC</i>					
Pontuação geral/60	56,13±2,64	55,46±3,20	51,24±4,92	49,34±3,83	f=9,85; gl=51; p<0,001 HJ=MJ>HI=MI
AV/6	5,85±0,37	6,00±0,00	5,57±0,65	5,46±0,78	f=2,88; gl=53; p=0,045. HJ=MJ=HI=MI
Fluência de letras/6	5,15±0,80	5,07±1,00	4,71±1,07	4,85±1,14	f=0,542; gl=53; p=0,656.
AV Evocação/6	4,69±1,70	5,00±0,88	3,21±1,72	3,77±1,64	f=4,05; gl=53; p=0,012. MJ>HI.

Tabela 5. (continuação)

AV Reconhecimento/6	5,81±0,32	5,82±0,54	5,64±0,46	5,65±0,72	f=0,45; gl=53; p=0,719.
Nomeação/6	5,92±0,28	5,93±0,27	6,00±0,00	6,00±0,00	f=0,67; gl=53; p=0,575.
Questão semântica/6	6,00±0,00	5,50±1,60	5,38±1,45	5,46±1,20	f=0,70; gl=53; p=0,558.
Figura Complexa de Rey Cópia/26	26,00±0,00	25,86±0,53	25,85±0,55	25,15±1,46	f=2,79; gl=52; p=0,050.
Linhas/6	5,61±0,77	5,21±0,89	4,79±1,25	3,92±1,75	f=4,60; gl=53; p=0,006. HJ>MI
Figura Complexa de Rey Evocação/26	23,58±3,05	24,00±2,63	19,77±6,10	17,25±6,58	f=5,64; gl=51; p=0,002. HJ=MJ>MI
Teste de trilhas orais/6	5,46±0,97	5,61±0,65	4,36±1,22	3,87±1,42	f=7,58; gl=51; p<0,001. HJ=MJ>HI=MI

Valores são médias ± desvio padrão. EDG = escala de depressão geriátrica; MEEM = minixame do estado mental; PBAC = Avaliação cognitiva breve de Filadélfia; AV = aprendizagem verbal; Linhas = Discernimento de orientação de linhas. z = valor do escore Z, teste de Mann-Whitney; t = valor do escore T; f = valor do escore F, ANOVA não-pareada; gl = graus de liberdade. Comparações par-a-par com correção de Bonferroni, nível de significância = 0,05. Pontuações mais altas nos testes indicam desempenhos melhores, exceto na EDG.

Os valores obtidos na EDG mostraram que, como grupo, os idosos não apresentavam sintomas de depressão (SOUSA *et al.* 2007). Individualmente, apenas uma idosa obteve pontuação dois pontos maior do que o valor indicativo da doença.

Os jovens obtiveram desempenhos superiores aos idosos na pontuação geral dos testes MEEM e PBAC. Além disso, para o MEEM, as mulheres jovens foram melhores que os homens jovens. Na comparação por itens, as mulheres jovens superaram os outros grupos no teste de memória para história; os jovens superaram os idosos nos testes de velocidade de processamento e de trilhas orais; as mulheres jovens foram melhores que os homens idosos no teste de evocação de palavras; os homens jovens foram melhores que as mulheres idosas no

teste de discernimento de orientação de linhas; e os jovens foram melhores que as mulheres idosas no teste de evocação da Figura de Rey.

Houve alta correlação entre os desempenhos no PBAC e no MEEM ($r=0,626$; $p<0,001$). Foram feitas correlações entre as pontuações nos testes neuropsicológicos e o desempenho no TREA. Para os jovens, foram observadas correlações negativas fortes entre a pontuação geral no MEEM e o número de acertos em todas as categorias do TREA ($-0,621<r<-0,764$; $p>0,002$), ao passo que isto não ocorreu para os idosos ($-0,164<r<0,196$; $p>0,05$). Já para o PBAC, não houve correlações entre sua pontuação geral e o número de acertos no TREA para os jovens, mas sim para os idosos na categoria geométrica ($r=0,503$; $p=0,017$). Além disso, nos idosos, houve correlações negativas médias entre a pontuação na EDG tanto com o número de acertos na categoria negativa do TREA ($r=-0,463$ $p=0,030$) quanto com o TR geral ($r=-0,476$; $p=0,022$)

A análise por itens mostrou, para os jovens, tendência à correlação entre o Discernimento de Orientação de Linhas e o número de acertos na categoria neutra ($r=0,533$; $p=0,009$); tendência à correlação negativa entre o teste de Recuperação no MEEM e o número de tentativas ($r=-0,431$; $p=0,045$); tendência à correlação negativa entre a Memória de História e os acertos no conjunto de categorias faciais ($r=-0,422$; $p=0,045$), mas não na geométrica ($r=-0,362$; $p=0,082$); e tendência à correlação negativa entre a Velocidade de Processamento e o número de acertos nas categorias emocionais ($r=-0,461$; $p=0,027$). Para os idosos, houve tendências a correlações positivas entre o item da Recuperação do MEEM e o número de acertos na categoria geométrica ($r=0,559$; $p=0,003$) e no conjunto de faces emocionais ($r=0,460$; $p=0,031$); tendência à correlação entre o teste da Aprendizagem Verbal do PBAC e os acertos em todas as categorias (geométrica: $r=0,455$; $p=0,029$. neutra: $r=0,617$; $p=0,003$. negativa: $r=0,530$; $p=0,011$), exceto na facial positiva ($r=0,302$; $p=0,172$); tendência à correlação entre a Cópia da Figura Complexa de Rey e o número de acertos na categoria positiva ($r=0,436$; $p=0,048$); tendência à correlação entre o Teste das Trilhas Orais com a categoria geométrica ($r=0,413$; $p<0,05$).

Com relação ao TR, houve, para os jovens, tendência a correlações entre a Memória de História no MEEM e o TR em todas as categorias de estímulo ($0,397<r<0,486$; $p>0,036$); e tendência à correlação negativa entre a Questão Semântica do PBAC e o TR nas categorias faciais ($r=-0,426$; $p=0,030$), mas não na geométrica ($r=-0,360$; $p=0,070$). Já para os idosos, houve tendência à correlação apenas entre a Aprendizagem verbal do PBAC e o TR geral ($r=0,451$; $p=0,031$).

Desempenho

A comparação entre o número de acertos de jovens e idosos mostrou que, para ambos os gêneros, os jovens foram superiores (Geométrico: $t=6,074$; $gl=50$; $p<0,001$. Neutro: $t=5,442$; $gl=49$; $p<0,001$. Negativo: $t=5,949$; $gl=50$; $p<0,001$. Positivo: $t=5,876$; $gl=50$; $p<0,001$). Já para o Tempo de Resposta, houve diferenças apenas para as mulheres, sendo que as jovens foram mais rápidas nas categorias de estímulos geométricos e faciais neutros (Mulheres: Geométrico: $t=-2,209$; $gl=23$; $p=0,043$. Neutro: $t=-2,105$; $gl=22$; $p=0,047$. Negativo: $t=-1,983$; $gl=23$; $p=0,059$. Positivo: $t=-1,544$; $gl=23$; $p=0,136$. Homens: Geométrico: $t=-1,077$; $gl=24$; $p=0,292$. Neutro: $t=-0,478$; $gl=24$; $p=0,638$. Negativo: $t=-0,346$; $gl=24$; $p=0,732$. Positivo: $t=-0,196$; $gl=24$; $p=0,846$) (Figura 13).

A comparação entre gêneros, em ambas as faixas etárias, não revelou nenhuma diferença significativa no número de acertos (Geométrico: $t=-0,033$; $gl=50$; $p=0,974$. Neutro: $t=-0,554$; $gl=49$; $p=0,585$. Negativo: $t=0,296$; $gl=50$; $p=0,768$. Positivo: $t=0,457$; $gl=50$; $p=0,650$) e nem no TR (Geométrico: $t=-0,885$; $gl=49$; $p=0,380$. Neutro: $t=-1,265$; $gl=48$; $p=0,212$. Negativo: $t=-1,441$; $gl=49$; $p=0,156$. Positivo: $t=-1,630$; $gl=49$; $p=0,110$) para nenhuma categoria (Figura 14).

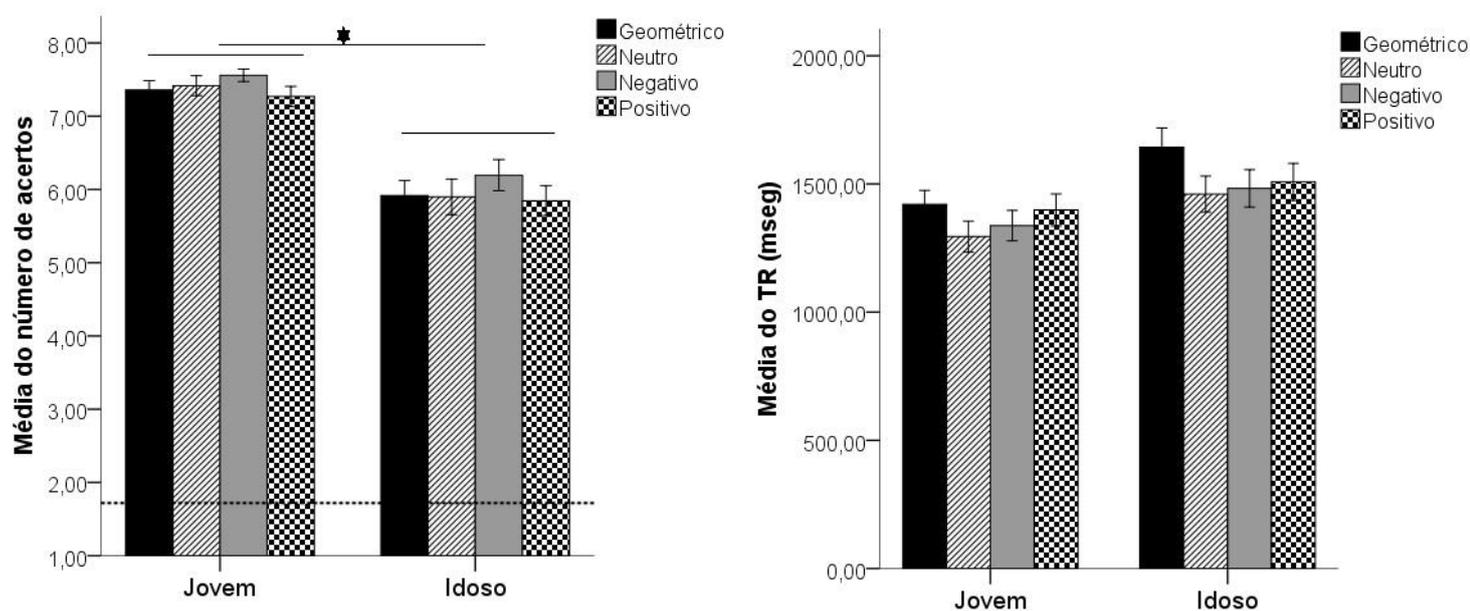


Figura 13. Comparações entre as médias do número de acertos e do Tempo de Resposta para humanos jovens ($n=27$) e idosos ($n=25$) frente a cada categoria de estímulo no TREA. A linha pontilhada horizontal representa o nível do acaso. Barras de erro representam erro padrão. * $p<0,05$

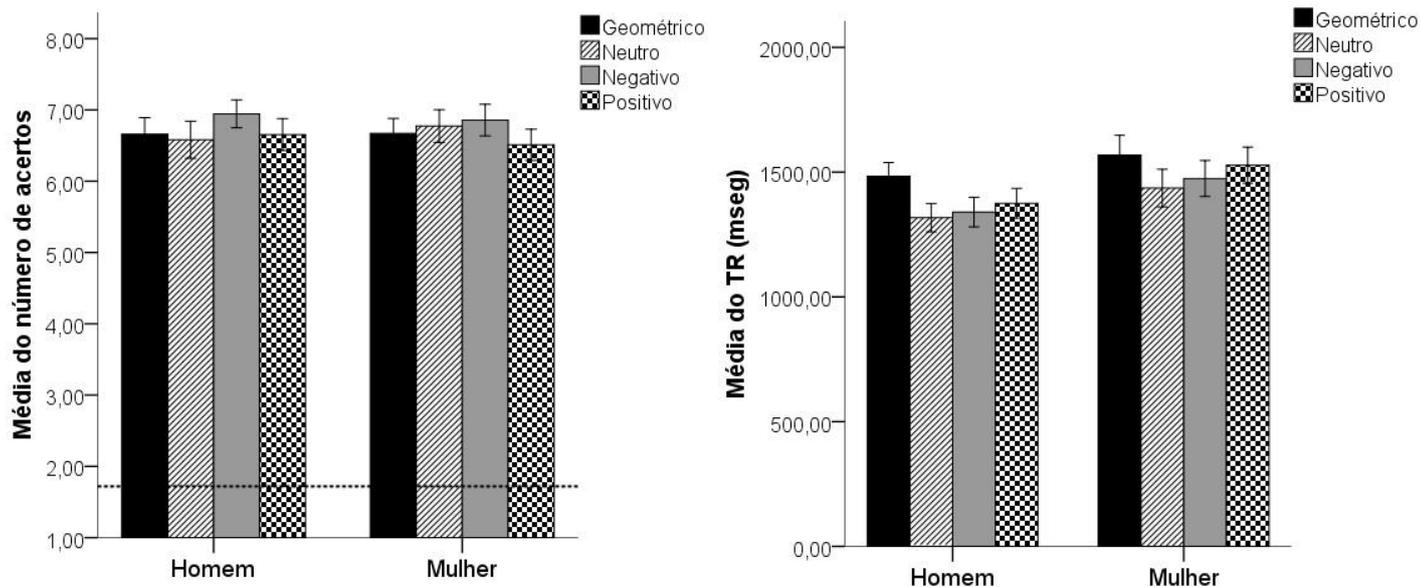


Figura 14. Comparações entre as médias do número de acertos e do Tempo de Resposta de homens ($n=27$) e mulheres ($n=25$) frente a cada categoria de estímulo no TREA. A linha pontilhada horizontal representa o nível do acaso. Barras de erro representam erro padrão.

A comparação entre o desempenho na categoria geométrica e no conjunto das categorias faciais mostrou que não houve diferenças significativas para o número de acertos ($t=0,760$; $gl=1$; $p=0,451$) e não houve influência do gênero ($t=0,032$; $gl=1$; $p=0,993$), da faixa etária ($t=0,207$; $gl=1$; $p=0,837$) ou dos dois fatores combinados ($t=1,848$; $gl=1$; $p=0,071$). Entretanto, foram observadas diferenças significativas para o TR, onde os sujeitos levaram mais tempo para responder aos estímulos geométricos do que aos faciais ($t=4,833$; $gl=1$; $p<0,001$). Este resultado aconteceu independentemente da faixa etária ($t=1,729$; $gl=1$; $p=0,090$), do gênero ($t=0,970$; $gl=1$; $p=0,337$) ou dos dois fatores combinados ($t=0,118$; $gl=1$; $p=0,905$) (Figura 15).

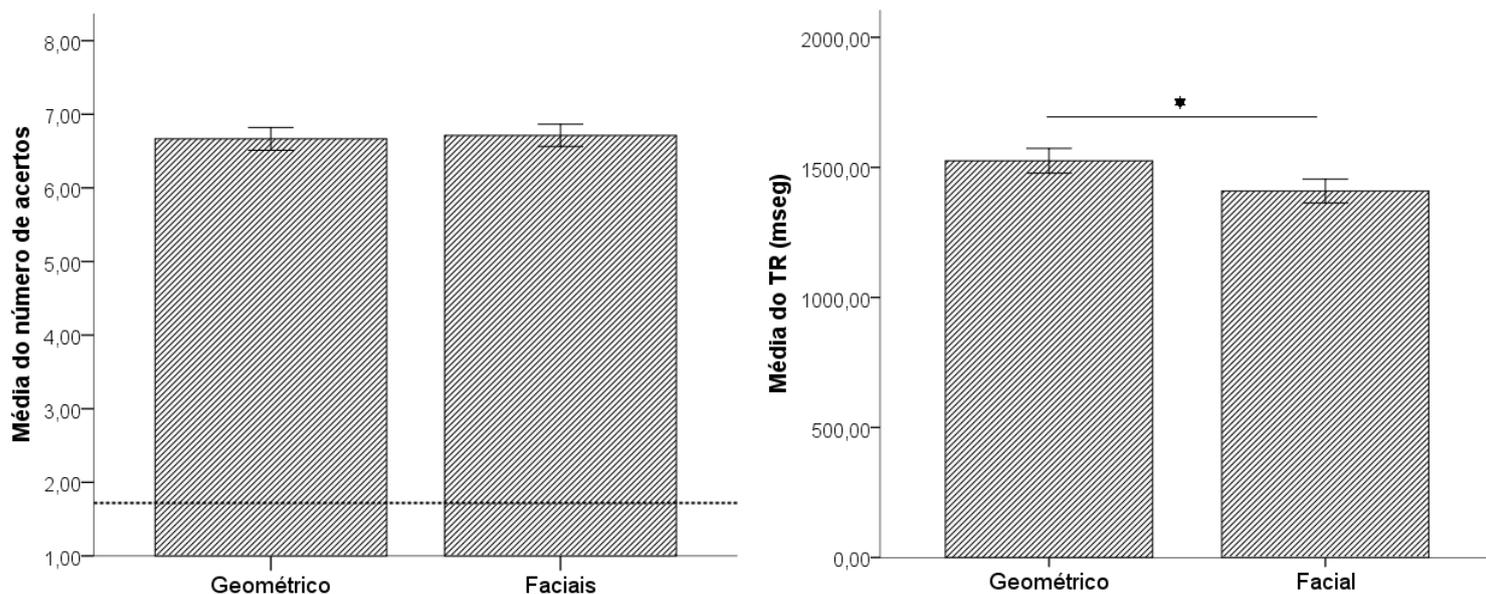


Figura 15. Comparações entre as médias, para todos os sujeitos ($n=52$), do número de acertos e do Tempo de Resposta frente aos estímulos geométricos e aos faciais no TREA. A linha pontilhada horizontal representa o nível do acaso. Barras de erro representam erro padrão. $*p<0,05$

A comparação entre o desempenho com a face neutra e com as faces emocionais (negativas e positivas) mostrou que não houve diferenças significativas no número de acertos ($t=0,251$; $gl=1$; $p=0,804$) independentemente da faixa etária dos sujeitos ($t=0,694$; $gl=1$; $p=0,491$). Os gêneros apresentaram tendências significativamente opostas ($t=2,456$; $gl=1$; $p=0,018$), com um número maior de acertos para os homens nas categorias emocionais (negativa e positiva) e para as mulheres, na categoria neutra, embora estas diferenças dentro dos grupos não tenham sido significativas (Homens: média neutro=6,58; média emocionais=6,80; $t=-1,981$; $p=0,058$. Mulheres: média neutro=6,77; média emocionais=6,60; $t=1,578$; $p=0,128$). Em relação ao TR, as faces emocionais eliciaram maior tempo para serem respondidas do que as faces neutras ($t=6,622$; $gl=1$; $p=0,013$) independentemente da faixa etária ($t=0,663$; $gl=1$; $p=0,420$), do gênero ($t=0,325$; $gl=1$; $p=0,571$) ou dos dois fatores combinados ($t=0,064$; $gl=1$; $p=0,801$) (Figura 16).

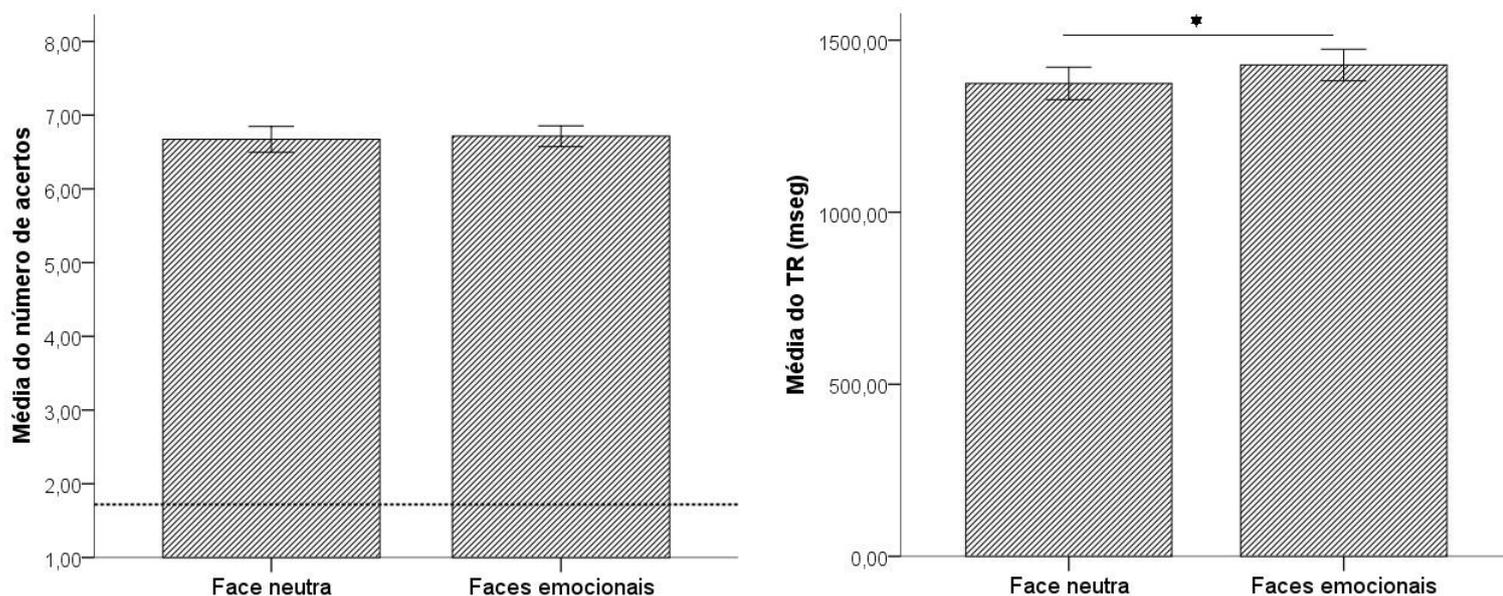


Figura 16. Comparações entre as médias, para todos os sujeitos ($n=52$), do número de acertos e do Tempo de Resposta frente aos estímulos faciais neutros e emocionais do TREA. A linha pontilhada horizontal representa o nível do acaso. Barras de erro representam erro padrão. $*p<0,05$

A comparação entre o desempenho com estímulos de valência negativa e positiva mostrou que o número de acertos foi maior para as faces negativas ($t=3,543$; $gl=1$; $p=0,001$) para ambas as faixas etárias ($t=0,327$; $gl=1$; $p=0,745$) e para ambos os gêneros ($t=0,247$; $gl=1$; $p=0,794$). Já quanto ao TR, não foram observadas diferenças ($t=1,925$; $gl=1$; $p=0,086$) e não houve influência nem da faixa etária ($t=0,730$; $gl=1$; $p=0,469$), do gênero ($t=0,307$; $gl=1$; $p=0,760$) ou dos fatores combinados ($t=0,359$; $gl=1$; $p=0,721$) (Figura 17).

A correlação entre os TRs e os números de acertos se mostrou significativa apenas na categoria neutra, para os idosos homens, na qual quanto maior o TR, maior o número de acertos ($\rho=0,719$; $p=0,006$). Para as demais categorias e demais grupos, não houve correlações significativas.

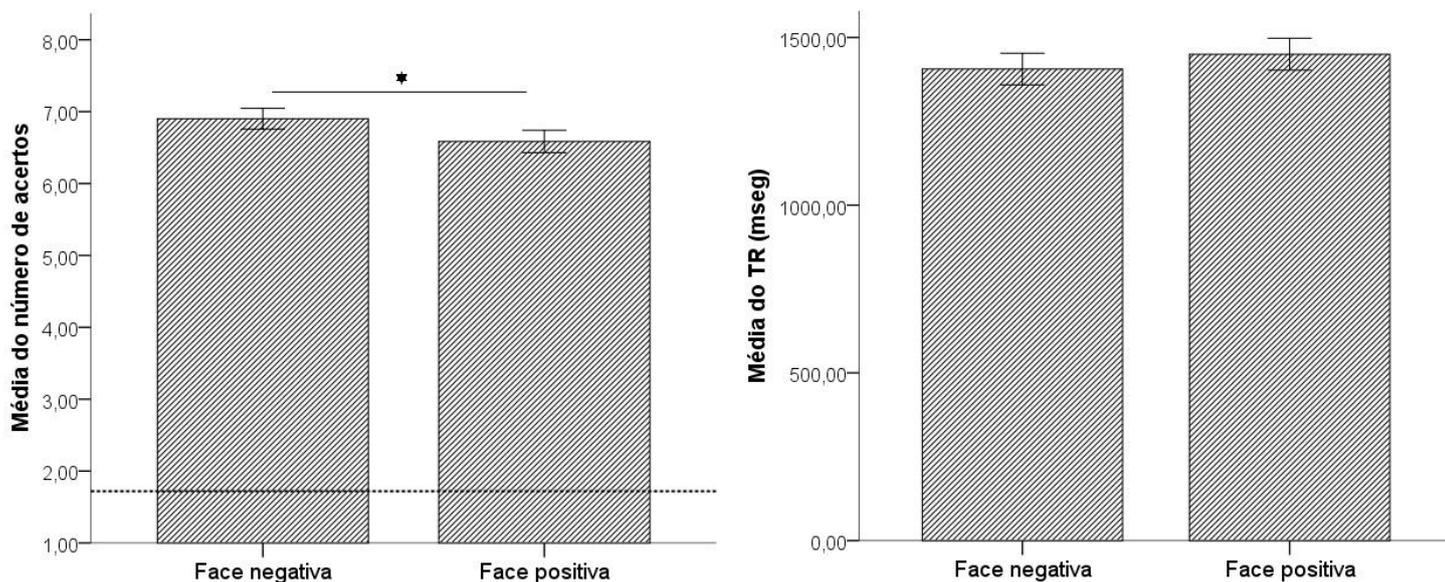


Figura 17. Comparações entre as médias, para todos os sujeitos ($n=52$), do número de acertos e do Tempo de Resposta frente às faces negativas e positivas no TREA. A linha pontilhada horizontal representa o nível do acaso. Barras de erro representam erro padrão. $*p<0,05$

Eletrofisiologia

Comparação entre grupos. A atividade da banda teta foi maior para os jovens em relação aos idosos em todas as categorias de estímulo nas regiões ao redor do eletrodo Cz. A comparação entre os gêneros mostrou diferenças em cada categoria de estímulo. Na categoria geométrica, houve maior ativação para as mulheres nas áreas parietal esquerda e occipital direita. Na neutra, maior atividade nas mulheres nas áreas frontal esquerda e occipital direita. Na positiva, maior ativação para as mulheres na área frontal esquerda (Figura 18).

Já a banda alfa apresentou diferença entre maior ativação nos jovens, também para todas as categorias, na região da linha média frontal e parietal e em regiões central e posterior do hemisfério direito. Para a comparação entre gêneros, na categoria geométrica houve maior ativação nas mulheres nas áreas frontal central e temporal anterior direita, parietais direita e esquerda e occipital direita. Em termos das categorias faciais, houve maior ativação para as mulheres nas áreas frontal esquerda e temporal anterior direita (Figura 19).

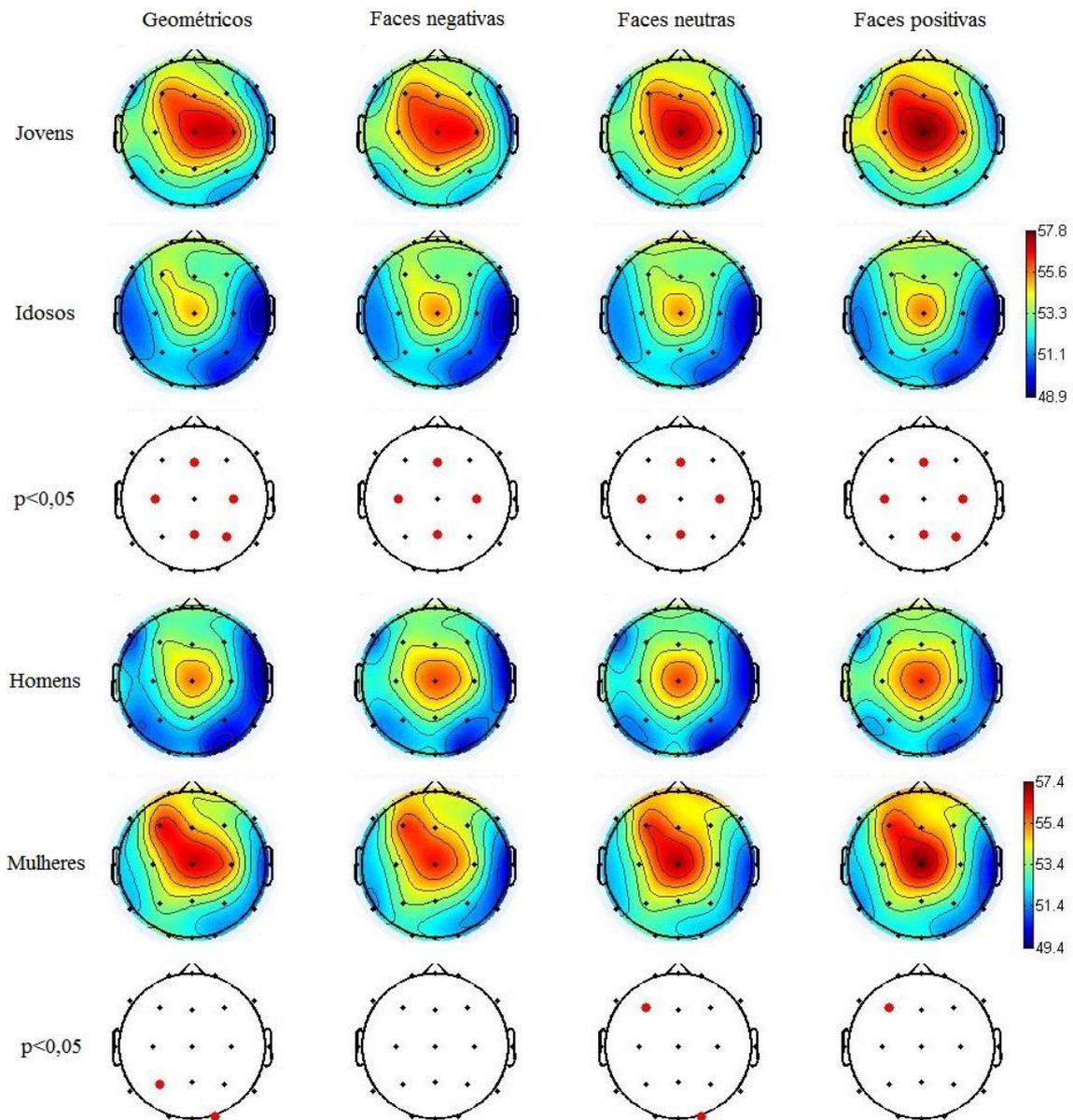


Figura 18. Mapas topográficos para ativação na banda teta (4-8 Hz). As linhas representam os grupos e as colunas representam as categorias de estímulo. Os pontos vermelhos mostram as diferenças estatisticamente significativas entre os grupos das linhas superiores. n (jovens) = 27; n (idosos) = 25; n (homens) = 27; n (mulheres) = 25.

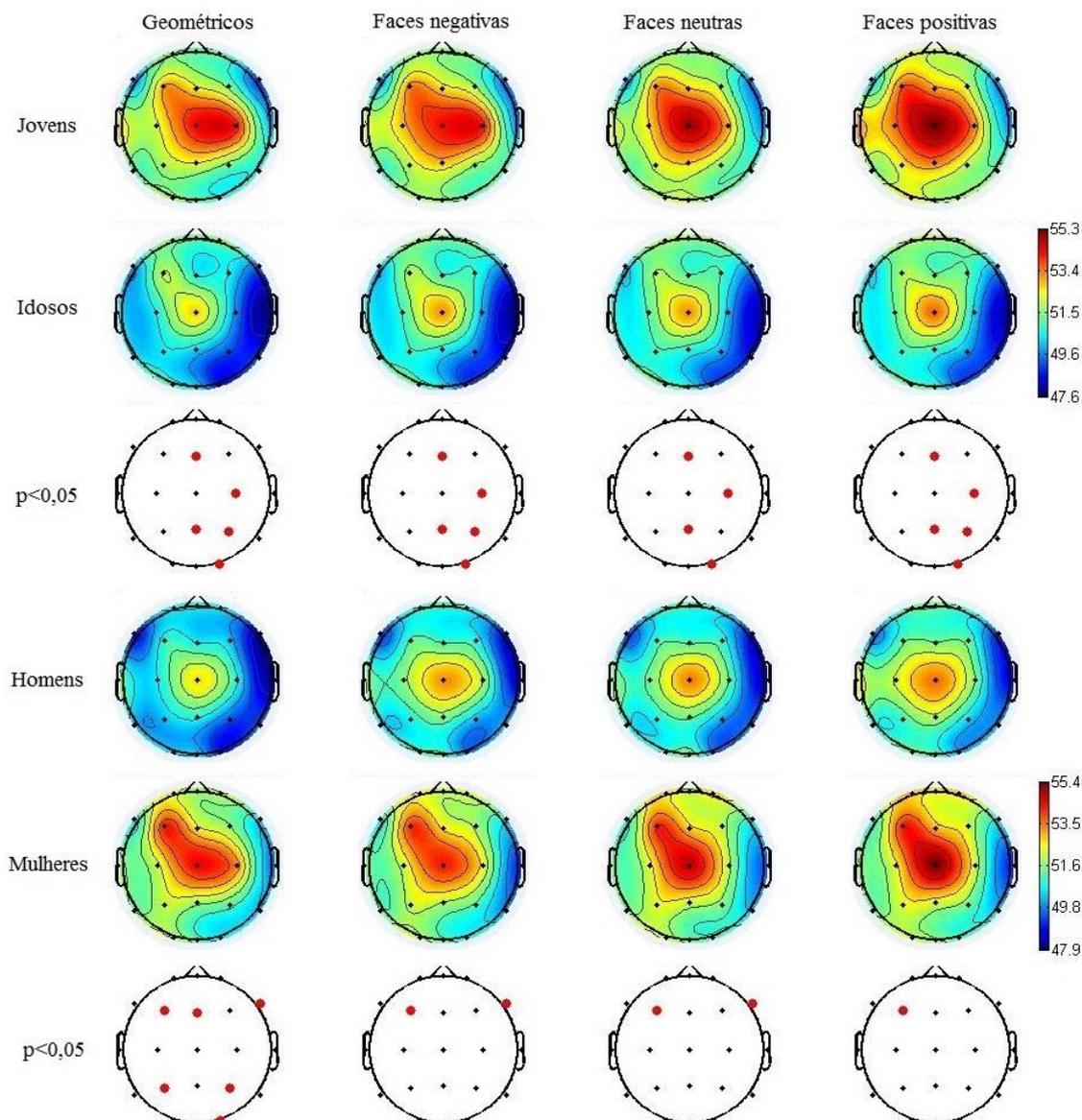


Figura 19. Mapas topográficos para ativação na banda alfa (8-13 Hz). As linhas representam os grupos e as colunas representam as categorias de estímulo. Os pontos vermelhos mostram as diferenças estatisticamente significativas entre os grupos das linhas superiores. n (jovens) =27; n (idosos) = 25; n (homens)=27; n (mulheres) = 25.

A banda beta apresentou diferenças entre os grupos apenas para as categorias negativa e neutra na região pré-frontal esquerda. O maior número de diferenças entre os gêneros apareceu na banda beta. Na categoria geométrica, houve maior atividade nas mulheres em toda a área pré-frontal, frontal, parietal e occipital. Nas categorias faciais negativa e neutra, as diferenças apareceram na área pré-frontal, frontal e em parte da parietal. Já na categoria positiva, foram observadas diferenças apenas no eletrodo F3 na região frontal (Figura 20).

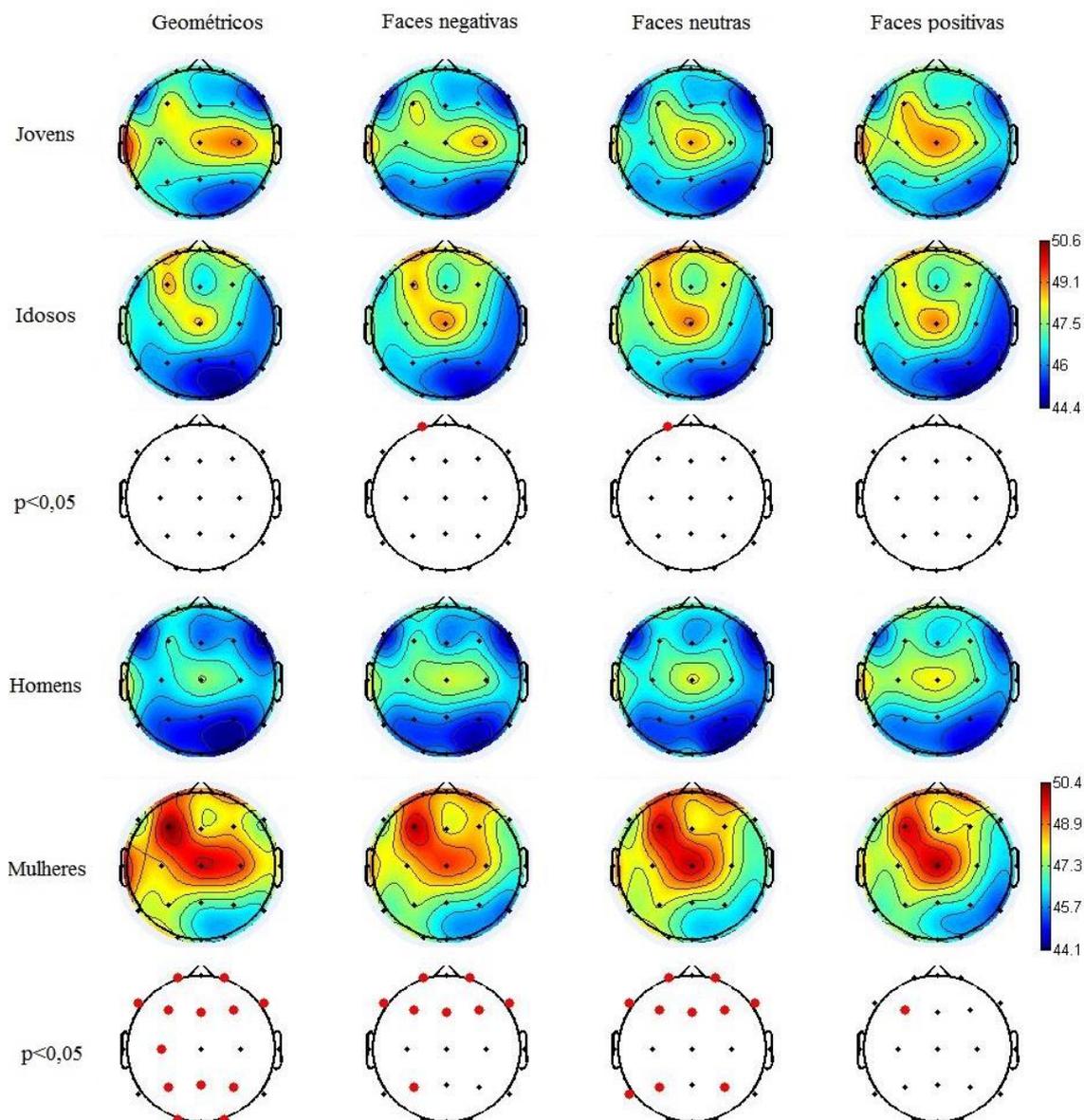


Figura 20. Mapas topográficos para ativação na banda beta (13-30 Hz). As linhas representam os grupos e as colunas representam as categorias de estímulo. Os pontos vermelhos mostram as diferenças estatisticamente significativas entre os grupos das linhas superiores. n (jovens) =27; n (idosos) = 25; n (homens)=27; n (mulheres) = 25.

Por outro lado, a banda gama apresentou diferenças entre os grupos apenas na categoria geométrica, nas regiões temporal esquerda e central direita. A atividade da banda gama não diferiu entre os gêneros na categoria positiva. Nas outras, as mulheres apresentaram maior atividade na área frontal, além da área pré-frontal direita (Figura 21).

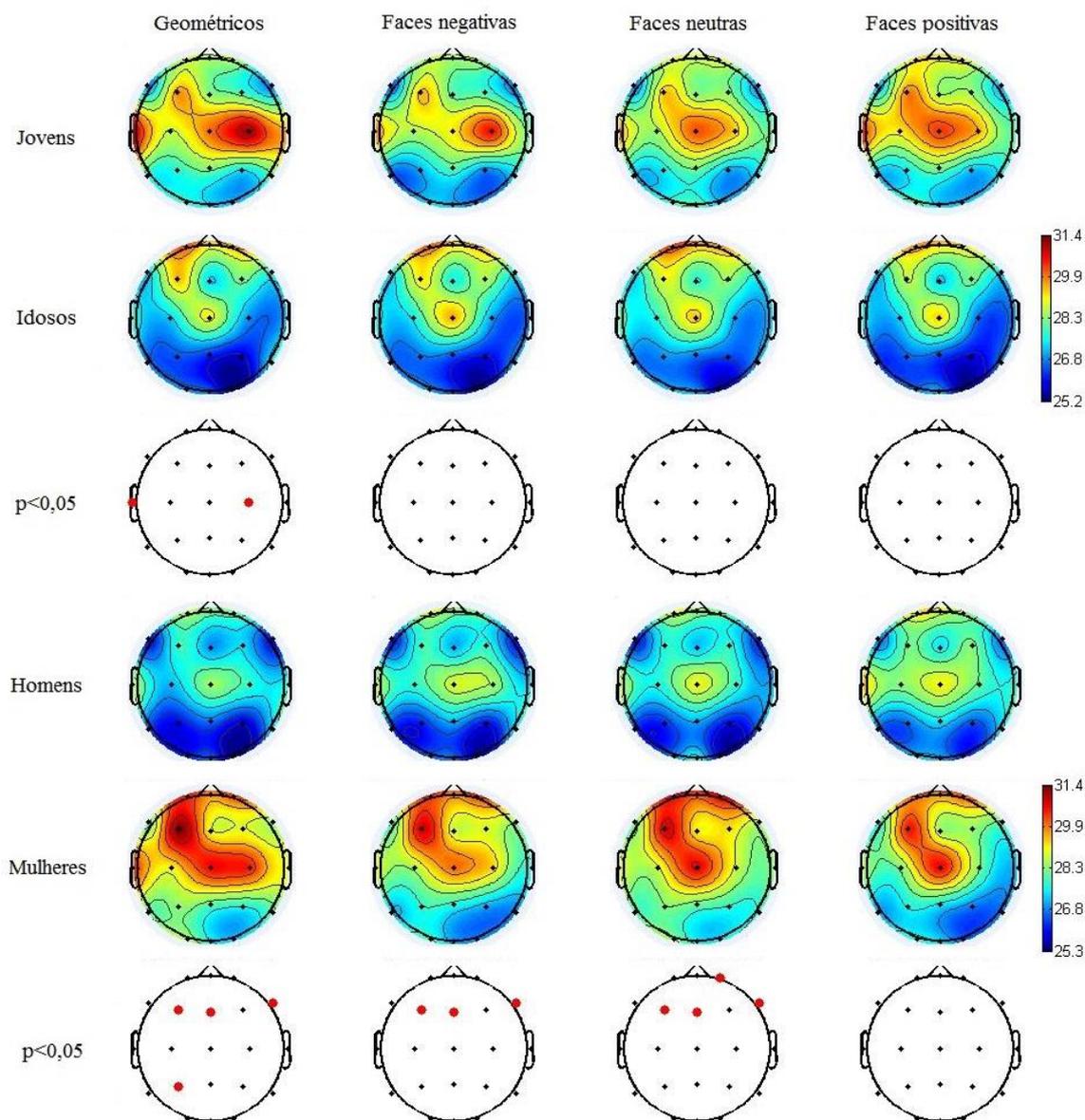


Figura 21. Mapas topográficos para ativação na banda gama (30-70 Hz). As linhas representam os grupos e as colunas representam as categorias de estímulo. Os pontos vermelhos mostram as diferenças estatisticamente significativas entre os grupos das linhas superiores. n (jovens) =27; n (idosos) = 25; n (homens)=27; n (mulheres) = 25.

Comparação entre categorias de estímulos. Na banda teta, não foram observadas diferenças entre a categoria geométrica e o conjunto das categorias faciais (Figura 22). Para a banda alfa, houve diferenças em parte das regiões pré-frontal e frontal com maior ativação nas categorias faciais (Figura 23). Para as bandas beta e gama, houve diferenças apenas na região do eletrodo T4, com maior ativação para a categoria geométrica (Figuras 24 e 25). Não foram observadas diferenças entre os estímulos faciais neutros e emocionais (negativos e positivos) para as bandas teta, alfa e beta (Figuras 26, 27 e 28). Para a banda gama, houve diferenças

apenas na região do eletrodo Oz (Figura 29). Não foram observadas diferenças entre as ativações para as faces de valência negativa e positiva (Figuras 30, 31, 32 e 33).

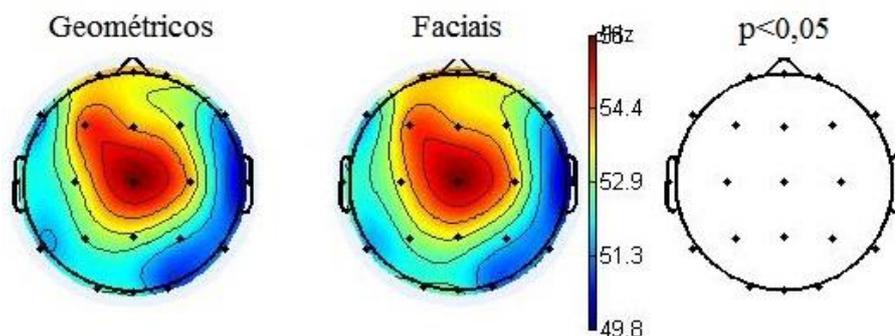


Figura 22. Mapas topográficos para ativação na banda teta (4-8 Hz) frente a estímulos geométricos e faciais. Não houve diferenças significativas. n=52

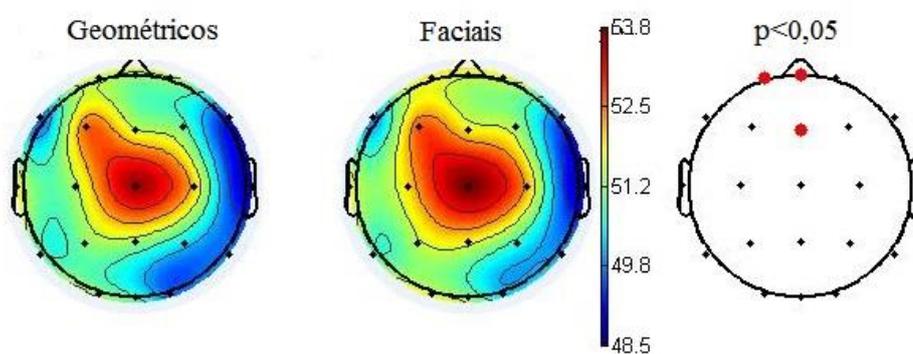


Figura 23. Mapas topográficos para ativação na banda alfa (8-13 Hz) frente a estímulos geométricos e faciais. Os pontos vermelhos mostram diferenças significativas. n=52

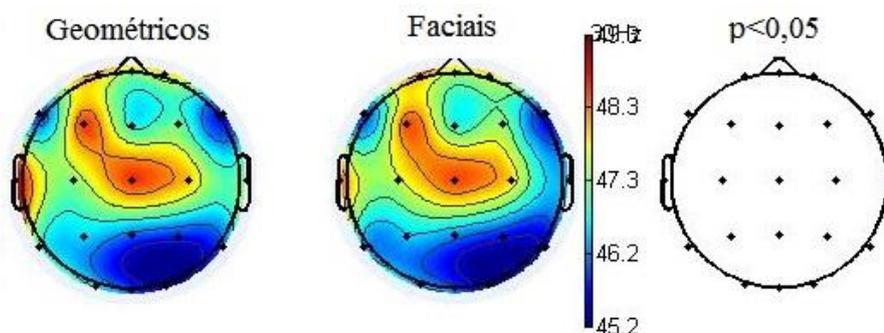


Figura 24. Mapas topográficos para ativação na banda beta (13-30 Hz) frente a estímulos geométricos e faciais. O ponto vermelho mostra diferenças estatisticamente significativas. n=52

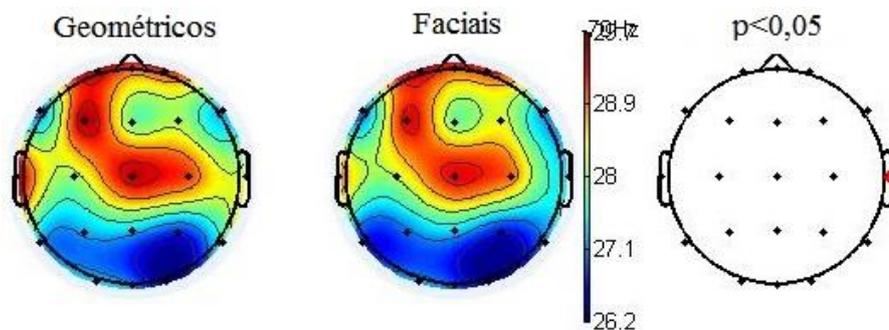


Figura 25. Mapas topográficos para ativação na banda gama (30-70 Hz) frente a estímulos geométricos e faciais. O ponto vermelho mostra diferenças estatisticamente significativas. n=52

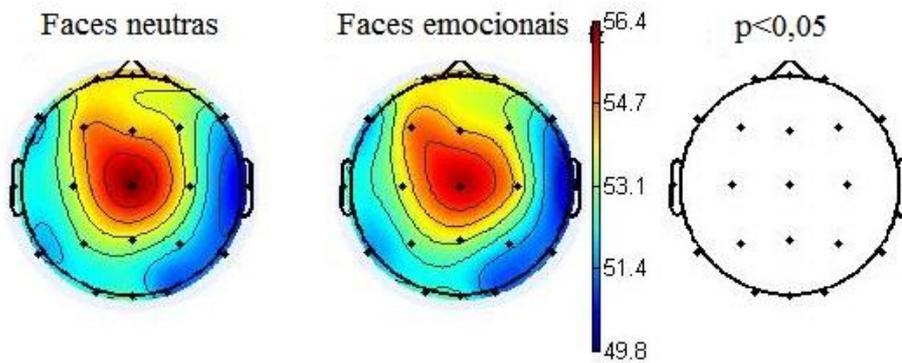


Figura 26. Mapas topográficos para ativação na banda teta (4-8 Hz) frente a estímulos faciais neutros e emocionais. Não houve diferenças significativas. n=52

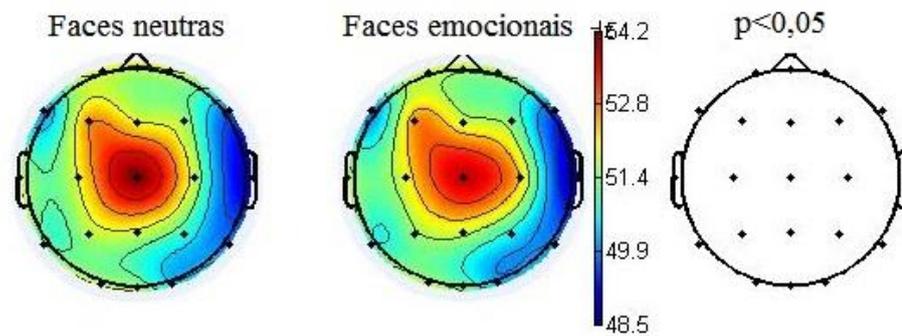


Figura 27. Mapas topográficos para ativação na banda alfa (8-13 Hz) frente a estímulos faciais neutros e emocionais. Não houve diferenças significativas. n=52

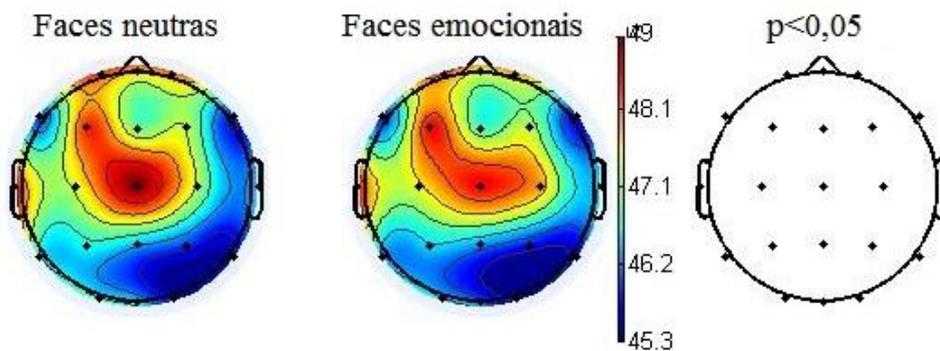


Figura 28. Mapas topográficos para ativação na banda beta (13-30 Hz) frente a estímulos faciais neutros e emocionais. Não houve diferenças significativas. n=52

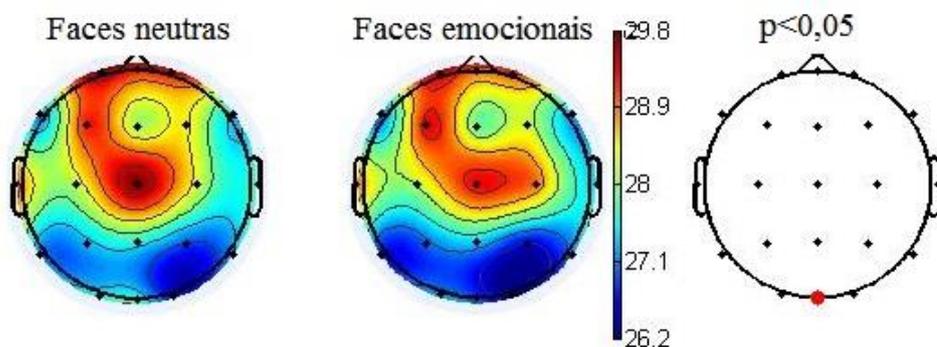


Figura 29. Mapas topográficos para ativação na banda gama (30-70 Hz) frente a estímulos faciais neutros e emocionais. O ponto vermelho indica diferenças estatisticamente significativas. n=52

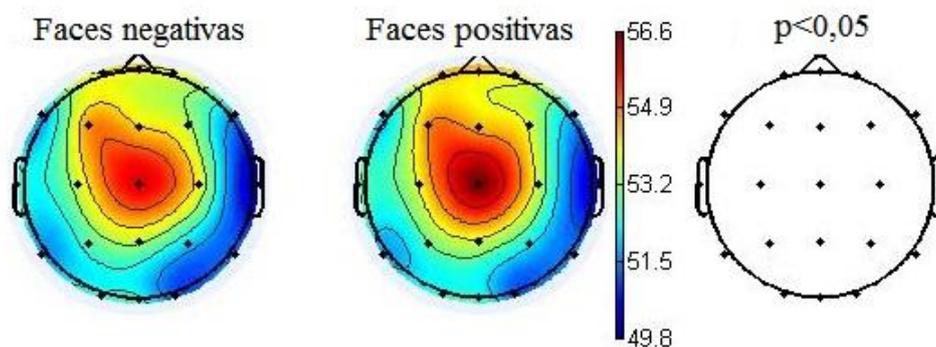


Figura 30. Mapas topográficos para ativação na banda teta (4-8 Hz) frente a estímulos faciais negativos e positivos. Não houve diferenças significativas. n=52

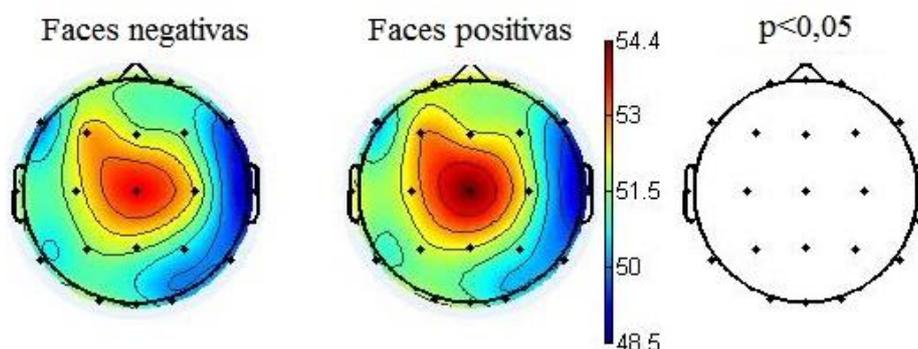


Figura 31. Mapas topográficos para ativação na banda alfa (8-13 Hz) frente a estímulos faciais negativos e positivos. Não houve diferenças significativas. n=52

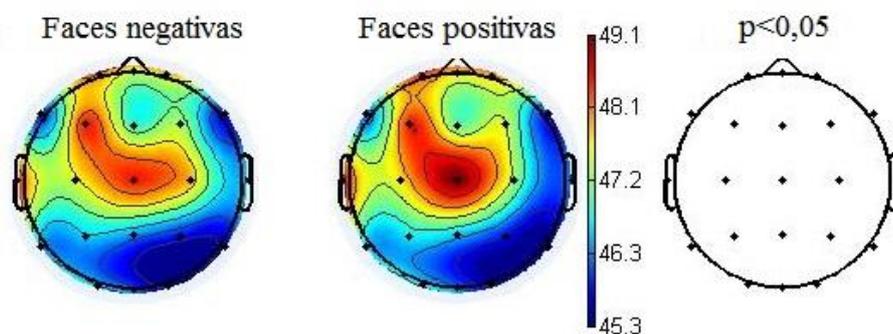


Figura 32. Mapas topográficos para ativação na banda beta (13-30 Hz) frente a estímulos faciais negativos e positivos. Não houve diferenças significativas. n=52

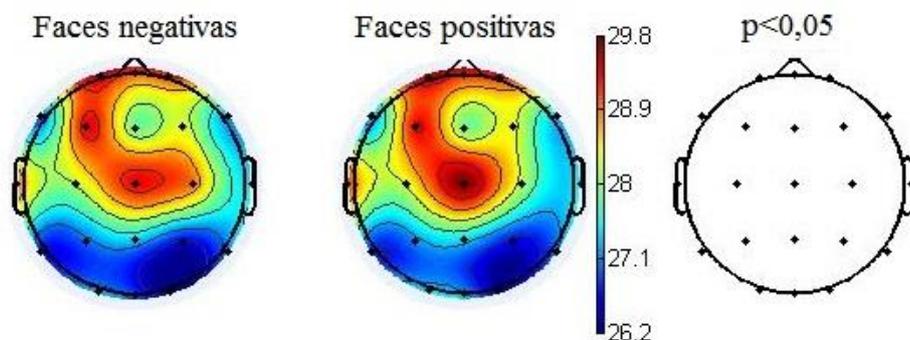


Figura 33. Mapas topográficos para ativação na banda gama (30-70 Hz) frente a estímulos faciais negativos e positivos. Não houve diferenças significativas. n=52

DISCUSSÃO

Este trabalho teve, como objetivo geral, avaliar a influência da valência emocional de estímulos faciais na memória operacional de humanos e macacos-prego adultos e idosos em um teste computadorizado.

Macacos

Nahm e colaboradores (1997) argumentam que o uso de fotografias de faces é interessante em estudos cognitivos com animais, pois estes exibem menos comportamentos aversivos ou de medo como seria provável que acontecesse frente a vídeos. Como os olhos são a característica mais importante na identificação da expressão facial e como um dos primeiros indícios de comportamento aversivo é o desvio do olhar, o uso de fotografias favorece que os animais prestem mais atenção às imagens e com isso, os resultados são possivelmente mais confiáveis.

O desempenho acima do nível do acaso dos animais adultos demonstra que eles foram capazes de aprender e realizar com sucesso este teste computadorizado de memória operacional visuo-espacial. Isto indica que esta espécie pode ser utilizada em estudos que dependam de equipamentos eletrônicos como monitores sensíveis ao toque.

A baixa correlação entre o desempenho médio em cada sessão e o número da sessão indica que a quantidade de tentativas foi adequada para detecção do desempenho dos animais, já que eles não demonstraram sinais de fadiga. Entretanto, isto também sugere que não houve aprendizagem ao longo do experimento, ou seja, os macacos atingiram seu desempenho máximo já durante as sessões de modelagem.

Estudos mostram que, no caso de fêmeas de primatas não-humanos, as alterações hormonais decorrentes do envelhecimento afetam a cognição (LACREUSE *et al.* 2000, 2002; RAPP *et al.* 2003). A fêmea idosa utilizada neste trabalho apresenta ciclos menstruais anormais e baixos níveis de estradiol e progesterona (RODRIGUES 2011). Portanto, ainda que a amostra de macacos idosos deste estudo ter sido reduzida e não seja possível generalizar esta discussão para toda a espécie, como esta fêmea foi a única a não conseguir realizar o teste acima do nível do acaso, pode-se sugerir que o declínio na memória operacional visuo-espacial em função da idade pode estar presente também em macacos-prego, tal qual já foi mostrado em humanos (REUTER-LORENZ *et al.* 2000, LaBAR & CABEZA 2006) e outros

primatas (LeDOUX 1994, VECCHI & CORNOLDI 1999; KEUKER *et al.* 2003, LACREUSE *et al.* 2005).

Não foram encontradas diferenças significativas entre os desempenhos de machos e fêmeas no teste. De acordo com a *range size hypothesis*, a memória espacial é usualmente melhor em machos de espécies poligínicas nas quais este gênero tem um maior território (JONES *et al.* 2003; LACREUSE *et al.* 2005; PERDUE *et al.* 2011). Nestas espécies, machos sofrem pressão seletiva para explorar uma área maior e maximizar seu sucesso reprodutivo (BARKLEY & JACOBS *et al.* 2007). Entretanto, os padrões de forrageio de macacos-prego diferem em alguns aspectos segundo o gênero do animal. Por exemplo, apesar de ambos os gêneros passarem a mesma quantidade de tempo ingerindo comida, as fêmeas forrageiam por um tempo maior a cada dia. Além disso, machos despendem mais tempo comendo presas animais (revisado por FRAGASZY *et al.* 2004).

Outra questão a ser considerada é que existem espécies de macacos-prego nas quais são as fêmeas que lideram os movimentos dos grupos, mesmo quando os machos são dominantes. Em *C. capucinus*, por exemplo, foi sugerido que, devido a sua maior demanda energética, as fêmeas liderem os grupos para conseguir prioridade de acesso aos recursos encontrados. Outra explicação para a liderança das fêmeas é que, em muitas espécies platirrinas, apenas as fêmeas possuem visão tricromática, o que lhes confere uma possível vantagem na detecção e seleção de frutas e outros recursos (ARAÚJO *et al.* 2008; MELIN *et al.* 2008). Tais fatores poderiam explicar as similaridades encontradas entre os gêneros no presente estudo.

Além do que já foi mencionado, uma possível limitação do presente estudo que pode ter contribuído para a similaridade no desempenho de machos e fêmeas foi a idade dos animais adultos. Apesar de ainda não serem considerados idosos, quatro dos cinco macacos adultos tinham aproximadamente 15 anos de idade. Lacreuse e colaboradores (2005) mostraram, em um estudo sobre memória operacional visuo-espacial em macacos rhesus, que machos adultos jovens apresentam desempenho superior ao das fêmeas adultas jovens, mas que essa diferença não mais existe nos animais com idade avançada. É possível que os sujeitos do presente estudo já estejam na faixa etária na qual não são mais observadas diferença entre os gêneros. Seria interessante repetir este experimento com macacos logo após a sua maturação sexual para analisar possíveis diferenças nos resultados. O que o trabalho de Lacreuse e colaboradores (2005) também mostrou é que fêmeas são mais beneficiadas por treinamento na tarefa do que os machos. Seria interessante repetir o presente experimento

com animais inexperientes para ver se este padrão também ocorre em macacos-prego. Outra questão é a maneira como o teste foi conduzido. A fim de evitar o estresse de captura e contenção, os testes foram realizados nos próprios viveiros dos animais, sem isolamento visual ou auditivo. Apesar de não ter sido medido o tempo de resposta ou feitas comparações objetivas entre os comportamentos dos machos e das fêmeas durante o teste, do ponto de vista biológico, machos tendem a ser mais vigilantes ao ambiente do que as fêmeas (ROSE & FEDIGAN 1995; STOJAN-DOLAR & HEYMANN 2010). Já que o TREA é um teste que exige concentração, o desempenho dos machos pode ter sido mais afetado por influências externas ou sociais (JUDGE & BRUNO 2012), como comportamentos direcionados a eles por outros macacos, animais vocalizando próximo ao local de estudo, barulho do vento, entre outros.

A similaridade de desempenhos em função da categoria dos estímulos faciais está de acordo com o encontrado em estudo prévio do CP/UnB realizado por Abreu e colaboradores (2006), que aplicaram testes de Escolha Diferente do Modelo utilizando estímulos geométricos e fotografias de faces de macacos-prego com expressões positivas, negativas ou neutras (de acordo com o julgamento de primatólogos). O teste foi realizado em monitor sensível ao toque e o desempenho das cinco fêmeas e dos dois machos não diferiu frente aos estímulos de diferentes valências (ABREU *et al.* 2006).

Dois dos três machos, entretanto, apresentaram melhor desempenho frente a estímulos geométricos em comparação ao conjunto de estímulos faciais, enquanto que, para as fêmeas e para o macho Belo, não foram observadas diferenças entre essas categorias. As expressões faciais são importantes pistas para a interação entre um indivíduo e outro do bando. Machos tendem a ser dominantes no bando e, portanto, mais vigilantes aos demais membros (ROSE & FEDIGAN 1995; STOJAN-DOLAR & HEYMANN 2010). Estudos mostram que estímulos com alto impacto social ou afetivo prejudicam o desempenho em testes cognitivos nos quais a informação a ser lembrada (no caso, a posição do estímulo na tela) não envolve o conteúdo da imagem (ABREU *et al.* 2006; SATLER & TOMAZ 2011). Assim, pode se supor que estes dois machos tiveram o desempenho prejudicado pelo conteúdo emocional das fotografias, o que não aconteceu com as fêmeas. James e colaboradores (2007) demonstraram que a impulsividade e a curiosidade eram inversamente proporcionais ao desempenho em testes de memória espacial em macacos-verdes (*Chlorocebus aethiops sabaues*), logo, a diferença do Belo para os outros machos pode, talvez, ser explicada pelas características individuais no comportamento dos animais.

Humanos

Testes neuropsicológicos

No presente estudo, os testes neuropsicológicos aplicados foram utilizados como fator de exclusão para os sujeitos. Foram retiradas da amostra duas idosas que não conseguiram realizar os testes de desenho do MEEM e a cópia da Figura Complexa de Rey do PBAC, pois ambas as tarefas exigem habilidades visuo-espaciais.

Para o PBAC, todos os grupos apresentaram desempenhos acima do mínimo esperado em todos os itens, assim como o encontrado em um recente estudo realizado no Brasil (PEREIRA *et al.* 2012). Para os itens de memória operacional e busca mental, foram observadas diferenças significativas entre as faixas etárias para o teste de trilhas orais, que mensura a capacidade de manutenção de atenção e de alternância entre estímulos relevantes (CAPOVILLA 2007); mas não no teste de Fluência de Letras, que exige bastante das funções executivas, pois o sujeito deve buscar as palavras mentalmente ao mesmo tempo em que as mantém na memória operacional para evitar repetições (LIBON *et al.* 2009). Para os itens que avaliam habilidades visuo-espaciais, os jovens foram superiores às mulheres idosas no teste de evocação da Figura Complexa de Rey, que também avalia capacidade de planejamento (OLIVEIRA *et al.* 2004); e os homens jovens foram melhores que as mulheres idosas no teste de discernimento de orientação de linhas.

A pontuação geral no MEEM obtida pelos jovens de ambos os sexos está igual ou acima do valor definido no manual fornecido pela editora do teste de acordo com a faixa etária e a escolaridade (FOLSTEIN *et al.* 2010) e também é similar ao encontrado em um estudo com população brasileira (BRUCKI *et al.* 2003; PEREIRA *et al.* 2012). Tais resultados também ocorreram para os homens idosos. Já as mulheres idosas obtiveram pontuação inferior ao descrito no manual. Entretanto, a pontuação de idosas do presente estudo está igual ou acima dos níveis de corte definidos por vários autores para populações brasileiras desta faixa etária com alta escolaridade (revisado por DINIZ *et al.* 2006) e foi similar aos valores encontrados em outros estudos no Brasil (BRUCKI *et al.* 2003; LENARDT *et al.* 2009; PEREIRA *et al.* 2012).

A correlação positiva encontrada entre as pontuações gerais do MEEM e do PBAC indicam que os testes avaliaram de maneira similar as habilidades cognitivas dos sujeitos. A pontuação na EDG mostrou que quando maior o índice de depressão do sujeito, menor o

número de acertos na categoria negativa do TREA e maior o TR para responder ao teste. A correlação negativa entre a pontuação geral no MEEM e o número de acertos no TREA para os jovens é um resultado surpreendente, já que este teste cognitivo mede capacidades necessárias para a realização do TREA, logo, era de se esperar que os indivíduos com melhor desempenho no MEEM também obtivessem o melhor desempenho no TREA.

Desempenho

Como esperado, já que o envelhecimento saudável gera pioras no sistema cognitivo, inclusive na memória operacional (BALOTA *et al.* 2000; PALMER *et al.* 2002; CARSTENSEN & MIKELS 2005), o presente estudo demonstrou que os idosos acertaram significativamente menos que os jovens em todas as categorias de estímulos apresentadas no TREA. Diferenças no TR entre as faixas etárias foram encontradas apenas para as mulheres, o que está de acordo com um estudo prévio que descreveu que mulheres idosas são mais lentas que as jovens para responder a um teste de memória operacional visuo-espacial em tela de toque (REUTER-LORENZ *et al.* 2000).

Montello e colaboradores (1999) argumentam que é importante estudar as diferenças entre os gêneros no desempenho em testes cognitivos para que seja possível aprimorar e especificar as intervenções educacionais, científicas e sociológicas. No presente estudo não foram encontradas diferenças entre o desempenho de homens e mulheres, em nenhuma faixa etária, nem para o número de acertos e nem para o TR. Da mesma maneira, não foram encontradas diferenças entre os gêneros nos itens de habilidades visuo-espaciais dos testes neuropsicológicos (ver tópico anterior). Várias pesquisas vêm demonstrando uma superioridade masculina em tarefas de habilidade e memória espacial a ponto de esta vantagem já ser considerada como senso comum (MONTELLO *et al.* 1999; LAVENEX & LAVENEX 2010). Há autores, entretanto, que distinguem entre tipos de habilidades espaciais e encontram superioridade de um dos gêneros em apenas algumas delas. Voyer e colaboradores (1995) fizeram um estudo de meta-análise sobre o assunto e concluíram que, apesar de significativa, a diferença entre os gêneros é altamente heterogênea, ou seja, varia em função do objetivo da tarefa e do modo como ela é conduzida, além da idade da amostra (GEARY *et al.* 2000). A superioridade dos homens aparece mais fortemente, apenas em testes que exigem a rotação mental de um objeto (VOYER *et al.* 1995; MONTELLO *et al.* 1999; GEARY *et al.* 2000; ANDREANO & CAHILL 2009), que não é o caso do TREA.

Montello e colaboradores (1999) compararam os desempenhos dos gêneros em uma série de tarefas de habilidades espaciais. Foi encontrada superioridade dos homens apenas em testes de rotação mental e de descrição de espaços no campus da universidade. Já a precisão na leitura de mapas e a descrição de uma rota aprendida durante o estudo não foram diferentes entre os gêneros. Foi observado um desempenho melhor das mulheres nas tarefas em que deveriam se lembrar da posição de objetos em uma sala. Lavenex e Lavenex (2010) aplicaram testes de memória espacial nos quais os sujeitos deveriam percorrer uma sala a procura de um objeto previamente mostrado e seus resultados mostraram que não há diferenças entre os gêneros na memória espacial. Eles argumentam que os estudos da literatura anteriores possuíam variáveis ocultas, como o tipo de tarefa, as estratégias utilizadas por cada gênero e o processamento visual, e que as diferenças encontradas no desempenho em testes de cognição espacial devem ser decorrentes desses aspectos e não de diferenças na própria habilidade espacial. Além disso, os autores mostraram, assim como Montello e colaboradores (1999), que as mulheres tendem a ter uma menor autoestima e autoconfiança em tarefas nas quais o senso comum diz que os homens são superiores, o que também pode ter influenciado nos resultados anteriores.

No teste da descrição de rotas de Montello e colaboradores (1999), foi verificado que, apesar do desempenho ter sido igualmente preciso entre os gêneros, houve diferenças verbais, pois os homens relataram melhor as distâncias e as mulheres se lembraram melhor dos pontos de referência. A partir disso, foi concluído que é incorreto generalizar que as habilidades espaciais dos homens são superiores às das mulheres e que é importante ressaltar que os gêneros podem utilizar estratégias diferentes para solucionar o mesmo problema (LAVENEX & LAVENEX 2010). Tal possibilidade é melhor explorada com uso de técnicas de neuroimagem, conforme discutido no próximo tópico deste trabalho.

A análise da influência das categorias de estímulo na memória operacional visuo-espacial mostrou, em resumo, que (1) estímulos faciais melhoraram o desempenho dos participantes em relação aos estímulos geométricos, pois o TR para estes foi maior; (2) estímulos faciais emocionais pioraram o desempenho em comparação às faces neutras, pois o TR para estas foi menor; (3) entre as valências emocionais, as faces negativas facilitaram o desempenho em relação às positivas, pois o número de acertos para estas foi menor; e (4) ambos os gêneros e ambas as faixas etárias se comportaram da mesma maneira.

Como se supunha, houve facilitação da memória pelos estímulos faciais em relação aos geométricos. Faces, com expressões de todas as valências, são os estímulos visuais mais

significativos, tanto em termos biológicos como sociais, logo seu processamento recebe mais atenção e recursos cognitivos (PALERMO & RHODES 2007). Suzuki e Cavanagh (1995), por exemplo, demonstraram isto ao pedir a sujeitos que identificassem uma linha com curvatura para baixo em um conjunto de linhas com curvaturas para cima em duas condições. Na primeira, as curvas estavam arranjadas de três em três sem formar nenhuma imagem e na segunda, elas formavam faces esquemáticas. Seus resultados mostraram que a busca pela linha levou mais tempo quando ela estava no arranjo facial, ou seja, a detecção de um estímulo facial parece ser obrigatória, mesmo quando seria mais produtivo ignorá-lo (PALERMO & RHODES 2007).

Além disso, a existência de uma área cerebral considerada especializada no processamento facial (Área Facial Fusiforme – FFA) colabora para a facilitação do processamento destes estímulos em relação aos geométricos. Ishai e colaboradores (2005) mostraram que a simples visualização de faces, sem a realização de nenhuma tarefa, já é suficiente para a ativação significativa da FFA e de outras áreas relacionadas ao processamento destes estímulos. Alguns autores argumentam que a FFA, entretanto, pode não ser adaptada unicamente a faces, mas sim a estímulos nos quais o indivíduo é especialista. Por exemplo, Gauthier e colaboradores (1999, 2000) mostraram que, em pessoas com alto conhecimento sobre um determinado grupo de elementos, como carros, a FFA é mais ativada quando eles são apresentados a estes elementos do que a outros. Haan e colaboradores (2002) investigaram se os padrões de atividade cerebral frente a faces eram os mesmos em adultos e em crianças com seis meses de idade. Eles concluíram que alguns dos elementos eram similares, mas outros não, ou seja, algumas das vias neurais já estão adaptadas ao processamento de estímulos faciais desde os primeiros meses de vida, enquanto outras dependem do treinamento natural que ocorre ao longo da vida. De qualquer maneira, em adultos com desenvolvimento típico, nenhum objeto gera maior ativação na FFA do que faces, já que, devido a sua importância evolutiva descrita anteriormente neste trabalho, há um desenvolvimento natural de *expertise* no reconhecimento delas (HAAN *et al.* 2002), o que facilita o desempenho em tarefas cognitivas. Grill-Spector e colaboradores (2004), entretanto, correlacionaram a ativação na FFA quando os sujeitos com e sem experiência em carros eram apresentados a imagens de automóveis, de faces e de flores e obtiveram valores positivos apenas para as faces, indo de encontro à hipótese de que esta região estaria envolvida com *expertise*.

Outra possível explicação para a melhora do desempenho frente a faces em comparação com os estímulos geométricos é a familiaridade. Estudos sugerem que quanto maior a frequência de encontros com um determinado tipo de estímulo, mais eficiente se torna o processamento dele (OHMAN *et al.* 2001a; LEPPANEN & HIETANEN 2004). No caso, faces são bem mais frequentemente vistas pelos sujeitos em suas vidas do que figuras geométricas bidimensionais, o que tornaria o processamento destes mais difícil e, conseqüentemente, pioraria o desempenho.

A expressão facial, principalmente quando não há um contexto situacional como no TREA, é vista como uma medida direta do estado emocional do indivíduo, conforme demonstrado pelo estudo de Hess e colaboradores (1997), no qual os participantes deveriam avaliar o grau de raiva, tristeza, felicidade e nojo que o ator da foto estava sentindo. Houve uma correlação linear forte entre o grau avaliado e a intensidade da expressão que havia sido manipulada pelos experimentadores. O maior TR demonstrado pelos sujeitos para as faces positivas e negativas em relação às neutras pode ser explicado da seguinte maneira. Como o processamento das emoções é tido como automático e independente do foco consciente da atenção (PESSOA 2005; HODSOLL *et al.* 2011), os estímulos faciais emocionais podem ter distraído a atenção da localização da imagem, mesmo que os sujeitos soubessem que deveriam se recordar da posição e não do estímulo em si. Ou seja, os sujeitos precisaram de um tempo maior para voltar sua atenção à localização do estímulo quando ele era emocional do que quando era neutro. Isto também aconteceu no estudo de Hodsoll e colaboradores (2011), por exemplo, que mostraram que faces, tanto positivas quanto negativas, distraem os sujeitos quando eles devem responder a uma tarefa que independe da emoção, como identificar uma face com gênero diferente das demais. É importante salientar que em situações reais é adaptativo que a atenção seja focada em expressões emocionais mesmo quando o indivíduo está realizando outra atividade não relacionada. Isso porque a não percepção dos estados emocionais das pessoas ao redor pode gerar comportamentos socialmente negativos (HODSOLL *et al.* 2011).

O melhor desempenho para as faces com expressões negativas em relação às com positivas está de acordo com a hipótese do Viés da Negatividade, explicada na introdução deste trabalho, segundo a qual estímulos aversivos tendem a ser mais memorizados em função de sua influência para o valor adaptativo do indivíduo. Além disso, dentre as expressões faciais, as de valência negativa são, em geral, as que mais recebem atenção, são mais rapidamente detectadas e geram uma resposta mais prontamente, pois indicam ambientes que

devem ser evitados, comportamentos agressivos iminentes e possibilidade de contaminação (PALERMO & RHODES 2007; ESTES & ADELMAN 2008). Os experimentos de Hansen e Hansen (1988) e Fox e colaboradores (2000) descritos na introdução deste trabalho, nos quais faces negativas eram mais rapidamente detectadas em meio a faces neutras ou positivas do que o contrário, corroboram esta hipótese.

O TREA exige que os participantes se lembrem das posições ocupadas pelos estímulos, o que parece ser facilitado pela valência negativa. Mogg e Bradley (1999), por exemplo, investigaram se faces com valência negativa atraíam mais atenção para o local onde haviam sido apresentadas do que as demais valências. Utilizaram, para isso, uma versão modificada do teste *dot-probe covert attention*, na qual um par de faces com diferentes valências emocionais era apresentado em uma tela por 14 msecs e, em seguida, um ponto aparecia em uma das duas localizações. O sujeito deveria pressionar um botão que indicava onde o ponto havia aparecido. Os resultados mostraram que o tempo de reação era significativamente menor quando o ponto era apresentado onde antes havia uma face de valência negativa. Tais conclusões foram replicadas em outros estudos (ARMONY & DOLAN 2002; POURTOIS *et al.* 2004, 2005; SANTESSO *et al.* 2008), sugerindo que estímulos faciais de valor aversivo capturam a atenção para sua localização em relação a estímulos positivos. Tais comportamentos ocorrem também quando os estímulos emocionais não são faces. Ohman e colaboradores (2001b) mostraram que estímulos de valência negativa (no caso, cobras e aranhas) atraem a atenção para o local onde foram apresentados de maneira mais rápida e até mesmo inconsciente. Os autores concluíram que, enquanto a busca por estímulos negativos é automática, a busca pelos positivos é sistemática e seriada.

Outra possível explicação para o maior número de acertos frente a faces negativas em relação às positivas é a diferença nas características de processamento destes tipos de expressões. Leppanen e Hietanen (2004) mostraram que expressões faciais positivas, tanto reais quanto esquemáticas, são categorizadas mais rapidamente que expressões negativas. Isto aparentemente vai de encontro ao que foi discutido nos parágrafos anteriores deste trabalho, entretanto, os autores argumentam que os processos de “detectar” e de “categorizar” são diferentes. Enquanto as faces negativas chamam a atenção para sua localização mais rapidamente, a análise do conteúdo da expressão é mais eficiente nas faces positivas. Como a emoção apresentada pelo estímulo tende a prejudicar a memória operacional e o TREA é um teste rápido, estas características distintas podem ter influenciado no desempenho. Ou seja, uma possível explicação para os resultados do presente estudo é que ambas as valências

geraram TRs similares, mas na categoria negativa, quando o estímulo aparecia, sua localização era primeiramente detectada. Já na categoria positiva, o conteúdo da imagem era primeiramente categorizado, o que dificultava a memorização da posição do estímulo na tela.

O estado emocional no qual um indivíduo se encontra também influencia sua cognição. Gray e colaboradores (2001, 2002) induziram estados emocionais negativos e positivos em seus participantes por meio de, respectivamente, filmes de comédia e filmes de terror e, em seguida, submeteram os indivíduos a um teste de memória operacional visuo-espacial. Os participantes que haviam assistido ao filme de terror apresentaram desempenho significativamente superior aos que haviam assistido ao filme de comédia, mostrando que este tipo de memória é facilitado por emoções negativas. No presente estudo, vários sujeitos reportaram, ao fim do teste, terem se sentido felizes com as faces positivas e irritados ou angustiados com as faces negativas. Isto pode ter colaborado igualmente para o melhor desempenho na categoria negativa e pior na positiva.

Nossos resultados, entretanto, não foram de acordo com a hipótese do Efeito da Positividade, já que a melhora do desempenho frente a faces negativas aconteceu tanto para os jovens quanto para os idosos. Carstensen e Mikels (2005) argumentam que, enquanto o domínio cognitivo é claramente afetado pelo avanço na idade, o processamento das expressões não o é. Assim, é esperado que as habilidades preservadas sejam recrutadas para compensar as que não apresentam funcionamento tão eficiente. Os estudos com o teste *dot-probe* citados anteriormente foram realizados com universitários. Mather e Carstensen (2003) utilizaram esta mesma metodologia a jovens e a idosos e seus resultados mostraram que idosos respondiam mais rapidamente quando o ponto era apresentado na posição oposta às faces negativas, ou seja, eles tenderiam a desviar a atenção dos estímulos negativos, enquanto que para os jovens, a valência da imagem não influenciou. Thomas e Hasher (2006) pediram a jovens e idosos que indicassem se algarismos eram pares ou ímpares quando eram apresentados junto a uma palavra de valência neutra, negativa ou positiva. Após o teste, pediram aos sujeitos que falassem todas as palavras das quais se lembravam. Eles verificaram que, apesar de a memória para os estímulos positivos ter sido maior para idosos, não houve diferenças nos níveis de atenção ao teste, ou seja, as palavras de valências diferentes causaram o mesmo nível de distração entre os grupos. No presente estudo, também não foram verificadas diferenças no TR entre jovens e idosos, portanto, o mesmo padrão de desempenho dos dois grupos frente às categorias de estímulos pode ter ocorrido porque os idosos conseguiram manter o nível atencional ao longo do teste.

Uma possível limitação do TREA, levantada por Haley e colaboradores (2009) é que os estímulos são apresentados em um espaço restrito, o que não exige a movimentação espacial do sujeito e que permite que o problema seja resolvido sem a movimentação de nenhuma parte do corpo exceto o braço. Além disso, a apresentação de todos os estímulos em um único campo visual não incorpora as referências aloentricas da memória espacial, apenas as egocêntricas (LAVENEX & LAVENEX 2010).

Dados eletrofisiológicos

Nesta sessão, serão discutidos, primeiramente, os padrões gerais de atividade cortical obtidos para os diferentes grupos e categorias e, em seguida, os resultados para cada banda de frequência mais especificamente.

De maneira geral, a atividade cortical registrada no presente estudo foi predominante nos córtices pré-frontal e frontal e na região central do escalpo. Além disso, a atividade nos lobos temporal e parietal e no córtex frontal foram maiores no hemisfério esquerdo. A memória operacional está relacionada a atividades nas áreas pré-frontal, frontal, temporal e parietal (SPECK *et al.* 2000; JONIDES *et al.* 2005). Além disso, o córtex pré-frontal também está relacionado com a manutenção da representação de uma face na memória operacional (HAXBY *et al.* 1995; COURTNEY *et al.* 1996), com a utilização de regras previamente aprendidas para a realização de uma tarefa (SQUIRE 2009) e com o processamento afetivo devido a suas ligações com o sistema límbico (revisado por GOLDMAN-RAKIC 1996). Já o córtex parietal é importante para a cognição espacial, principalmente quando a tarefa envolve referências egocêntricas, como é o caso do TREA (BYRNE *et al.* 2007).

Parte dos estudos com neuroimagem mostra que a ativação frente a tarefas visuo-espaciais é maior no hemisfério direito, enquanto que as tarefas de processamento verbal geram maior ativação no hemisfério esquerdo (GEVINS *et al.* 1997; SARNTHEIN *et al.* 1998; GREZES & DECET 2001; GARAVAN *et al.* 2002; GRAY *et al.* 2002; CLEMENTS *et al.* 2004). Isto, entretanto, pode variar entre indivíduos (JENSEN & TESCHE 2002). A predominância do hemisfério esquerdo na área frontal encontrada no presente estudo indica que, apesar do TREA exigir processamento visuo-espacial, houve influências de regiões envolvidas na linguagem (CANLI *et al.* 2002). Isto pode ter ocorrido pelo uso de mecanismos internos de verbalização pelos sujeitos para a resolução de cada tentativa (ANDREANO & CAHILL 2009). Haxby e colaboradores (1995) também encontraram maior ativação no hemisfério esquerdo em testes de memória operacional. Propuseram que a ativação deste hemisfério,

principalmente nas regiões frontal, temporal e parietal, produz mais associações entre as características do estímulo, o que torna a manutenção das imagens mais eficiente.

No presente estudo, a observação dos mapas topográficos de jovens e idosos permite perceber que, principalmente para as frequências beta e gama, nos idosos, as diferenças entre os hemisférios são menos evidentes, apesar de haver predominância do hemisfério esquerdo em ambos os grupos. Este resultado está de acordo com o modelo HAROLD (*Hemispheric Assymetry Reduction in Older Adults*) proposto por Roberto Cabeza, no qual a assimetria cerebral de idosos é reduzida durante a realização de testes cognitivos (CABEZA *et al.* 2004). Este padrão também já havia sido mostrado em estudos anteriores, como o de Reuter-Lorenz e colaboradores (2000), segundo os quais, a ativação cerebral dos idosos frente a tarefas de memória operacional tende a ser mais bilateral e a dos jovens, mais unilateral.

A explicação para este resultado seria o uso compensatório pelos idosos do outro hemisfério. Ou seja, enquanto que para os jovens, uma determinada tarefa pode ser concluída utilizando recursos cognitivos unilaterais, os idosos precisam evocar outras áreas. Isto poderia levar a um aumento no tempo de resposta de idosos frente a testes cognitivos, mas os resultados do presente estudo não evidenciaram tal padrão, já que o TR de ambas as faixas etárias foi estatisticamente o mesmo para todas as categorias de estímulo. Madden e colaboradores (1999), ao avaliarem os fluxos sanguíneos de jovens e idosos durante um teste de memória, também observaram ativação bilateral do córtex pré-frontal em idosos e assimétrica em jovens e concluíram que isto está relacionado a uma alocação forçada contínua de atenção para as tarefas, o que, nos jovens, não seria tão necessária. Cabeza e colaboradores (2002) mediram a atividade no córtex pré-frontal de idosos realizando tarefas de memória e viram que quanto melhor o desempenho, maior a ativação bilateral da região. Isto é mais uma evidência de que o recrutamento de ambos os hemisférios compensa os déficits cognitivos relacionados com a idade. Reuter-Lorenz e colaboradores (2000) também reforçam que o padrão diferente de ativação entre os grupos não se deve ao uso de estratégias diferentes, mas apenas a compensação de recursos pelos idosos. Isto foi analisado segundo os relatos de participantes após os testes e pela observação de que ambos os grupos erram mais tentativas de memória espacial quando os estímulos estão próximos uns dos outros (REUTER-LORENZ *et al.* 2000). Este padrão de erros foi igualmente verificado no presente estudo, com ambos os grupos relatando terem mais dificuldade em responder à tarefa quando os estímulos estavam próximos.

Para as bandas alfa e teta, a ativação na região frontal central foi significativamente maior em jovens do que em idosos em todas as categorias de estímulo. Chao e Knight (1997) obtiveram um resultado semelhante ao pedir aos sujeitos que comparassem estímulos ao mesmo tempo em que eram distraídos por outros estímulos. Idosos apresentaram desempenho pior, logo a ativação na região frontal neste grupo estaria relacionada com a diminuição na eficiência dos seus mecanismos inibitórios e da atenção sustentada. Isto pode ter influenciado para o menor número de acertos dos idosos no presente estudo em todas as categorias, já que eles tiveram mais dificuldade em prestar atenção na posição dos estímulos e retirar o foco das demais características deles. A piora na manutenção da atenção e nos mecanismos inibitórios com o aumento da idade também já foi demonstrada em outros estudos e vem sendo explicada com base nas falhas do córtex pré-frontal (revisado por WEST 1996).

É importante salientar que há afinamento das camadas do córtex em idosos, principalmente no lobo pré-frontal (SALAT *et al.* 2004) e também diminuição dos níveis do fluxo sanguíneo cerebral, o que pode ter influenciado nos resultados do EEG (REUTER-LORENZ *et al.* 2000).

Poucos estudos que investigam a influência do gênero na atividade elétrica cortical durante a interação entre emoção e cognição (HAMANN & CANLI 2004; KOCH *et al.* 2007), por isso, o presente trabalho é importante na geração de novos dados. No presente estudo, foi observada maior lateralização para o hemisfério esquerdo, na região anterior do escalpo, para as mulheres. Diferenças entre gêneros eram esperadas, pois mulheres parecem ser mais emotivas que homens e tendem a classificar imagens negativas com maior grau de alertamento, o que pode gerar diferenças na memorização delas (CANLI *et al.* 2002; GALLI *et al.* 2011).

A alta ativação do hemisfério direito durante o processamento facial parece ser uma tendência maior dos homens (BOURNE 2005; PROVERBIO *et al.* 2006; BOURNE & MAXWELL 2010). Entretanto, outros estudos utilizando técnicas de neuroimagem chegaram a resultados diferentes e até mesmo opostos. Por exemplo, Clements e colaboradores (2004) compararam a ativação cerebral de homens e mulheres frente a uma tarefa cognitiva de processamento visuo-espacial (apesar de não envolver o componente mnemônico) e seus resultados mostraram que a maior lateralização para o hemisfério direito aparecia nas mulheres, enquanto que os homens apresentavam ativação centralizada. Já Haut e Barch (2006) utilizaram testes de memória operacional para faces e obtiveram o mesmo padrão de lateralização para ambos os gêneros.

Njemanze (2007), por outro lado, mediu o fluxo cerebral nos hemisférios de homens e mulheres enquanto memorizavam uma face neutra e constatou que homens eram lateralizados para o hemisfério direito e as mulheres para o esquerdo. O mesmo resultado foi encontrado ao comparar estruturas cerebrais (amígdala, tálamo e ínsula) dos gêneros durante a visualização de imagens emocionais (CANLI *et al.* 2004) e ao analisar as formações hipocâmpais de homens e mulheres durante uma atividade de memória espacial (FRINGS *et al.* 2006). Estas ativações estão relacionadas com a consolidação dos estímulos na MLP (ANDREANO & CAHILL 2009).

Uma hipótese que vem sendo levantada por diversos estudos recentes para explicar as diferentes lateralizações entre os gêneros diz que mulheres usam mais estratégias cognitivas relacionadas com o hemisfério esquerdo, ou seja, com a verbalização, mesmo quando a tarefa não envolve estímulos fonológicos (SPECK *et al.* 2000; WELSH & ELLIOTT 2001; CANLI *et al.* 2002; FRINGS *et al.* 2006). Isto pode estar relacionado também com o resultado do presente estudo no qual as mulheres foram melhores que os homens no teste neurocognitivo de Memória de História, que avalia justamente a aquisição e o processamento de informações verbais.

Há duas teorias para explicar os padrões de lateralidade no processamento emocional. A hipótese do hemisfério direito diz que todas as emoções são processadas predominantemente por este hemisfério. Já a hipótese da valência emocional diz que as emoções negativas são processadas no hemisfério esquerdo e as positivas no direito (ADOLPHS 2002; CANLI *et al.* 2002; GRAY *et al.* 2002; BOURNE & MAXWELL 2010). Mogg e Bradley (1999) utilizaram o teste *dot-probe* com faces de diferentes valências emocionais e mostraram que as diferenças entre os TRs gerados pelas valências eram maiores quando o ponto aparecia no campo visual esquerdo. Com isso, foi sugerido que o processamento de faces emocionais é mediado principalmente pelo hemisfério direito (ARMONY & DOLAN 2002; POURTOIS *et al.* 2004). O mesmo padrão, medido por testes comportamentais, apareceu durante o processamento facial do estudo de Bourne e Maxwell (2010). Eles mostraram pares de faces quimerizadas a participantes de maneira que cada emoção estivesse em um campo visual, e lhes pediram que indicassem qual face parecia mais emotiva. Calcularam o índice de lateralidade de acordo com qual face era escolhida e seus resultados mostraram que, para todas as seis emoções básicas, as faces do campo visual esquerdo foram mais escolhidas, sugerindo uma lateralização para o hemisfério direito do processamento facial. Outras pesquisas, entretanto, não mostraram superioridade do

hemisfério direito frente a faces. Canli e colaboradores (2002), por exemplo, apresentaram imagens de valência negativa a participantes e mediram sua atividade cortical, revelando maior ativação no hemisfério esquerdo. Gray e colaboradores (2002) aplicaram testes de memória operacional com estímulos faciais e mostraram que a ativação no córtex pré-frontal esquerdo foi maior com as faces negativas e a ativação no lado direito foi maior com as faces positivas.

Assim, os resultados do presente estudo não evidenciaram padrões de atividade diferentes em termos de lateralidade para as valências negativa e positiva, indicando que elas devem ser processadas em regiões similares, de acordo com a hipótese do hemisfério direito. É importante ressaltar que os estudos citados envolveram o processamento de imagens, mas não a memória operacional, portanto, é possível que estes diferentes mecanismos cognitivos gerem padrões de ativação diferentes (GALLI *et al.* 2011).

Banda teta. A atividade teta durante o TREA foi observada maior nas regiões central, pré-frontal e frontal principalmente no hemisfério esquerdo; além disso, as regiões temporal e parietal foram mais ativadas no lado esquerdo do que no direito. A maior atividade na região parietal esquerda em comparação à direita e a preponderância desta banda na região central do escalpo são resultados que estão de acordo com o encontrado por Jacobs e colaboradores (2006), que mediram as oscilações em todo o escalpo durante um teste de memória operacional. Os autores encontraram alta atividade em teta na região parietal esquerda, que os fez concluir que esta frequência nesta região está relacionada à memória operacional. A alta atividade desta banda na região central os levou a concluir que esta frequência nesta região está relacionada ao planejamento e à tomada de decisões. Isto faz sentido no presente estudo, pois o TREA é um teste que exige ambas as habilidades. A presença da banda teta na linha média do escalpo está relacionada também com atenção, concentração e memória de curto-prazo (ONTON *et al.* 2007), todos processos envolvidos na resolução do TREA.

As faixas etárias diferiram quanto à ativação da banda teta nas regiões ao redor da área central, e na região parietal direita em algumas categorias, sempre com os jovens demonstrando maior ativação. A comparação entre os gêneros mostrou resultados diferentes em função da categoria de estímulo que estava sendo apresentada, mas sempre com as mulheres apresentando maior ativação para esta banda. Para a categoria geométrica, as diferenças estavam nos eletrodos P3 e O2; na neutra, no F3 e no O2; e na positiva, no F3. As comparações entre as ativações frente a estímulos geométricos e a faciais, a faces neutras e emocionais, e a faces positivas e negativas não mostraram diferenças significativas. Em todas

as categorias de estímulo, foi observada maior atividade em teta na região central do escalpo para os jovens em relação aos idosos. Como esta frequência nessa região está relacionada ao planejamento e à tomada de decisões (JACOBS *et al.* 2006), a menor atividade nos idosos pode ter contribuído para seu pior desempenho, pois eles não conseguiram se preparar para os novos estímulos e nem decidir eficientemente qual era o estímulo a ser escolhido.

A banda teta é a banda de EEG mais frequentemente relacionada à memória (ONTON *et al.* 2007), pois está fortemente relacionada com a codificação das informações e com a integração de regiões necessária para o processo mnemônico (revisado por DUZEL *et al.* 2010). Estudos na formação hipocampal de roedores e de humanos realizando testes em ambientes virtuais mostrou que a banda teta está relacionada à memória espacial e à movimentação corporal, pois o disparo das células de localização e parte da atividade na região pré-frontal são moduladas por estas frequências (TESCHE *et al.* 2000; EKSTROM *et al.* 2003). A banda teta está relacionada com a memória operacional, pois contribui para a coordenação de representações corticais dos estímulos a cada nova ocorrência (TESCHE *et al.* 2000) e, na região frontal, está ligada aos processos de atenção (JENSEN & TESCHE 2002). Jensen e Tesche (2002) apresentaram uma série com um, três, cinco ou sete algarismos a sujeitos e, após um intervalo de tempo, pediram para que indicassem se um novo algarismo apresentado estava ou não na lista. Foi observada atividade teta na área frontal do escalpo e ela foi maior conforme o aumento da carga. A ativação aumentou durante a visualização da lista, manteve-se forte no intervalo e na última fase. Além disso, esta banda também colabora para a memória operacional por meio da sincronização entre as regiões temporal e occipital e entre as regiões pré-frontal e posterior, que facilitam a integração das características gerais e detalhadas de estímulos visuais e a manutenção da informação na mente (SARNTHEIN *et al.* 1998; DUZEL *et al.* 2010). A presença da atividade em teta na região frontal e na linha média do escalpo durante todo o TREA, no presente estudo, já havia sido encontrada no trabalho de Givens e colaboradores (1997), que propuseram que isto estaria relacionado a tarefas que exigem atenção e esforço mental.

Banda alfa. A banda alfa foi observada maior nas áreas central e nas regiões pré-frontal e frontal do hemisfério esquerdo; além disso, a região temporal mostrou maior ativação no lado esquerdo do que no direito. No presente estudo, as faixas etárias se diferenciaram principalmente na região posterior do hemisfério direito, com os jovens mostrando ativação maior. A comparação entre os gêneros mostrou resultados diferentes se o estímulo era geométrico ou facial, sempre com as mulheres apresentando maior ativação. Para

os estímulos geométricos, as diferenças ocorreram nas áreas frontal e parietal, além da occipital direita. Para as faces, houve diferenças nos eletrodos F3 e F8. A comparação entre as ativações frente a estímulos geométricos e a faciais mostrou diferenças na ativação das regiões frontal central e pré-frontal central e esquerda, com maior ativação para as faces. As comparações entre as faces emocionais e a face neutra e entre as faces positiva e negativa não mostraram diferenças.

A maior ativação na região frontal esquerda na frequência alfa para faces em comparação com os estímulos geométricos está de acordo com Haut e Barch (2006), que utilizaram testes de memória operacional com faces e palavras e mostraram maior ativação das regiões pré-frontal e parietal para faces. Também está de acordo com Haxby e colaboradores (1995), que, utilizando testes de memória operacional com estímulos faciais e não faciais, encontraram que o córtex frontal esquerdo está mais relacionado à memória operacional para faces e o direito, a objetos. A maior atividade da banda alfa frente aos estímulos faciais pode estar relacionada com a dificuldade da tarefa. O TR para os estímulos geométricos foi maior, logo, os sujeitos tiveram mais dificuldade em responder a esta categoria de estímulo no TREA. Gevins e colaboradores (1997) obtiveram uma relação inversa entre a atividade em alfa e a dificuldade da tarefa, ou seja, quanto mais difícil para o sujeito, menor a atividade cortical nesta frequência. Além disso, o córtex pré-frontal está relacionado com o uso de uma regra previamente aprendida para a realização de uma tarefa (SQUIRE 2009), logo, a maior ativação da banda alfa nesta região para os estímulos faciais pode ter contribuído para o menor TR nestes estímulos, já que os sujeitos conseguiam utilizar a regra do TREA de maneira mais eficiente.

Jones e Wilson (2005) aplicaram um teste de memória operacional espacial em ratos e mediram a ativação elétrica no córtex pré-frontal e na formação hipocampal. Descobriram que havia sincronia entre as regiões tanto em banda alfa como em teta e sugeriram que tais bandas estão relacionadas com a integração entre as estruturas. Ou seja, elas são necessárias para que a tomada de decisões no córtex pré-frontal ocorra de acordo com as informações espaciais registradas na formação hipocampal. Em outro estudo sobre memória operacional, Jockish e Jensen (2007) mostraram ativação da banda alfa nas tarefas em que os sujeitos deveriam se lembrar da identidade da face apresentada e concluíram que esta frequência estava relacionada ao foco da atenção em determinada parte da tarefa e inibição do foco em partes não importantes.

Banda beta. A banda beta teve maior atividade em toda a linha central do escalpo, na região pré-frontal, na área frontal esquerda e na região do eletrodo T3. As faixas etárias diferiram apenas na área pré-frontal esquerda para as categorias negativa e neutra, com os idosos apresentando maior ativação. A comparação entre os gêneros, na categoria positiva, apareceu apenas no eletrodo F3. Para as demais faces, em toda a região frontal e pré-frontal e em parte da parietal. Já para os estímulos geométricos, houve diferenças em toda a região anterior e posterior do escalpo. A comparação entre as ativações frente a estímulos geométricos e a faciais mostrou diferenças apenas na região do eletrodo T4, com maior ativação frente aos estímulos geométricos. As demais comparações entre faces neutras e emocionais e entre faces positivas e negativas não mostram diferenças.

Esta banda está relacionada, assim como a teta, com a manutenção de informações na memória operacional, pois é importante na coordenação de diferentes regiões corticais e na representação dos estímulos a cada nova ocorrência (DUZEL *et al.* 2010). Além disso, Onton e colaboradores (2007) mostraram que a banda beta está relacionada com a representação interna do estímulo visualizado e com a consolidação de memórias durante o sono.

Banda gama. A atividade da banda gama foi bem elevada na região pré-frontal, na área frontal esquerda e em toda a linha central, principalmente no hemisfério direito; além de uma ativação localizada na região do eletrodo T3. As faixas etárias mostraram diferenças apenas na categoria geométrica, com os jovens tendo maior ativação nas áreas dos eletrodos T3 e C4. A comparação entre os gêneros não revelou diferenças significativas na categoria positiva. Para as demais, houve diferenças na área frontal, com as mulheres mostrando maior ativação. Assim como na banda beta, houve diferenças no registro entre os estímulos geométricos e faciais apenas na região do eletrodo T4, com maior ativação com os estímulos geométricos. A comparação entre as faces emocionais e neutras mostrou maior ativação para as faces neutras na região do eletrodo Oz. Já a comparação entre as valências emocionais não mostrou diferenças.

A banda gama está relacionada com processos mnemônicos, pois contribui para a codificação da memória e para a integração de regiões cerebrais (revisado por DUZEL *et al.* 2010). Durante o processo mnemônico, as bandas gama e teta funcionam de maneira conjunta (SIEGEL *et al.* 2009) e esta coerência de fases no lobo temporal medial durante a aquisição prediz o desempenho na evocação (FELL *et al.* 2001). A sobreposição dos ciclos das bandas gama, de alta frequência, e teta, de baixa, também parece ser uma das responsáveis pela definição do limite de itens sequenciais a serem mantidos na memória operacional (JENSEN &

LISMAN *et al.* 2005). Além disso, a banda gama no córtex pré-frontal e no lobo temporal esquerdo está relacionada com a codificação de estímulos visuais (DUZEL *et al.* 2010). Ela também está relacionada com a manutenção de informação espacial na memória operacional e com a atenção (JACOBS *et al.* 2006; JOCKISH & JENSEN 2007).

Considerações finais

É possível fazer algumas sugestões para pesquisas futuras baseado nos resultados e nas limitações do presente estudo.

Considerando que macacos-prego idosos sofrem alterações comportamentais, hormonais e anatômicas similares às que ocorrem em humanos idosos, estudos utilizando um maior número de macacos idosos dos dois gêneros será importante para avaliar se as alterações cognitivas também são similares entre as espécies. Seria interessante uma definição mais precisa das faixas etárias dos animais, para investigação das diferenças que ocorrem entre cada fase da vida.

Já foi demonstrado que a interação entre emoção e cognição em humanos é fortemente influenciada por diferenças individuais, como os níveis de ansiedade e a extroversão (HAMANN & CANLI 2004). Seria interessante, em pesquisas futuras, depurar as análises do presente trabalho de maneira mais refinada e levando em conta tais características. Além disso, Sutton e Davidson (2000) mostraram que as diferenças individuais na lateralidade cerebral influenciam o comportamento frente a estímulos afetivos. Estes autores mediram a ativação dos hemisférios esquerdo e direito na região anterior do escalpo de sujeitos durante o repouso e, semanas depois, lhes pediram para avaliar a valência e o alertamento de estímulos. Observaram que as pessoas com maior ativação no hemisfério esquerdo tendiam a classificar os estímulos como mais positivos, enquanto que as com maior ativação no hemisfério direito, tendiam a classificar os estímulos como mais negativos. Em estudos futuros, seria interessante relacionar a atividade cortical medida nos sujeitos do presente estudo durante a Linha de Base com o desempenho nas diferentes categorias do TREA.

Sobre os estímulos utilizados, já foi demonstrado que faces de raiva com a boca aberta fazem parte dos sinais agonísticos para primatas não-humanos. É possível que faces com a boca fechada não gerem reações tão aversivas (NAHM *et al.* 1997). Portanto, seria interessante a utilização de faces com expressões de raiva com a boca apresentada nas duas configurações, para comparação de como esta característica influencia no desempenho e no mapeamento cortical tanto dos macacos quanto dos humanos.

Enquanto que, para humanos, as expressões faciais são divididas em negativas, neutras e positivas, alguns autores argumentam que, para os outros primatas, a classificação deveria ser feita sobre um eixo de dominância-submissão. Logo, algumas classificações poderiam diferir entre os grupos. Medo e raiva, por exemplo, ficariam juntas como valência negativa para humanos, porém ficariam em pontas opostas do eixo dominância-submissão (HOFFMAN *et al.* 2007). O presente estudo utilizou apenas faces de raiva, como estímulos negativos, portanto este aspecto não teve influência sobre os resultados, mas seria interessante repetir o experimento com faces negativas, mas de submissão para investigar como estes parâmetros influenciam na memória dos animais.

Hess e colaboradores (1997) observaram que a acurácia na identificação de expressões faciais é dependente do gênero da pessoa que está realizando a expressão. Assim, seria útil a análise do desempenho no TREA também em função do gênero da face apresentada na fotografia.

Ohman e colaboradores (2001a) relatam que há diferenças no desempenho em testes cognitivos quando o estímulo facial utilizado é de raiva ou de tristeza. Ou seja, mesmo ambas apresentando valência negativa, as faces de raiva evocariam uma reação inconsciente de medo, atraindo mais atenção e facilitando a memorização deste tipo de estímulo. Já Estes e Adelman (2008) mostraram, para palavras, que a captação de atenção varia entre valências, mas não entre tipos de emoções dentro de uma mesma valência (por exemplo, tristeza e raiva). Seria interessante, portanto, em próximos estudos, verificar se esta diferença entre estímulos de valência negativa existe ou não e se ela se repete para idosos.

Tanto o desempenho quanto as oscilações da atividade elétrica cortical podem ser influenciadas pela carga cognitiva, ou seja, pela quantidade de informação que o sujeito está mantendo na memória em um dado momento (JACOBS *et al.* 2006). Seria interessante analisar os registros de EEG dividindo-os entre os períodos com poucos (1 a 4) e muitos (5 a 8) estímulos na tela.

Sobre o EEG, podem ser avaliados os potenciais relacionados a eventos – ERP, principalmente o N170, que vem sendo relacionado ao processamento facial (ADOLPHS 2002) e verificar as diferenças entre as diferentes valências e entre as idades. Também seria importante analisar mais detalhadamente o córtex pré-frontal dos sujeitos. Haxby e colaboradores (1995; COURTNEY *et al.* 1996) propõem que o arcabouço visuo-espacial da memória operacional utiliza estruturas cerebrais distintas quando a informação envolve faces e é espacial. Ou seja, o córtex pré-frontal estaria envolvido em ambas, mas a parte ventral

estaria relacionada ao processamento facial e a dorsal, ao espacial (GOLDMAN-RAKIC 1996). Seria interessante utilizar o protocolo do TREA do presente estudo com técnicas que permitissem avaliar as duas porções desta região, de maneira a estudar mais aprofundadamente a influência da valência emocional no processamento cognitivo.

No Laboratório de Neurociências e Comportamento da UnB ainda não estão disponíveis a técnica e os aparelhos necessários para se conduzir estudos eletrofisiológicos nos macacos do Centro de Primatologia. Este tipo de investigação, entretanto, já vem sendo feito em outros centros, como no próprio estudo de Maior e colaboradores (2010), realizado na Universidade de Toyama, Japão, e seria útil de modo a permitir maiores comparações entre os primatas humanos e não-humanos.

CONCLUSÕES

Os resultados obtidos neste estudo sugerem que macacos-prego são capazes de desempenhar com sucesso tarefas cognitivas em equipamentos computadorizados. Seu desempenho acima do acaso para os estímulos emocionais apesar do treinamento apenas com estímulos geométricos sugere que eles conseguem transferir regras previamente aprendidas para novas tarefas e que eles podem ser utilizados em estudos sobre a interação entre emoção e cognição.

O desempenho inferior da fêmea idosa e o pior desempenho dos humanos idosos comparado aos jovens sugerem que ambas as espécies passam por déficits na memória operacional visuo-espacial com o avanço da idade. É importante, no entanto, realizar os estudos com um número mais elevado de macacos idosos.

O teste utilizado foi suficientemente sensível para detectar diferenças na atividade elétrica cortical entre jovens e idosos. A menor ativação em algumas áreas para os idosos, assim como a menor assimetria, parecem estar relacionadas ao pior desempenho deste grupo.

Foram encontradas várias diferenças na atividade cerebral entre os gêneros humanos durante o TREA, entretanto, seus desempenhos foram estatisticamente semelhantes, tanto em relação ao número de acertos quanto ao TR. Isto indica que homens e mulheres utilizam estratégias cognitivas diferentes, mas igualmente eficientes para resolução da tarefa em questão, o que pode também ocorrer para os macacos, já que não foram observadas diferenças no desempenho de machos e fêmeas.

Para os humanos, o tipo de estímulo – facial ou geométrico –, sua afetividade – faces neutras e emocionais – e sua valência – negativo e positivo – influenciaram a memória operacional visuo-espacial, corroborando a forte interação entre emoção e cognição.

A memória operacional visuo-espacial recrutou ativações no lobo occipital que refletem os componentes visuais; no lobo parietal, que refletem por sua vez os componentes espaciais; e no lobo pré-frontal devido à coordenação e à coordenação das funções cognitivas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABREU CT, TAVARES MCH, MARCHETTI A, d'ONOFRIO A, GASBARRI A & TOMAZ C. 2006. A novel working-memory test using capuchin monkeys (*Cebus apela*) emotional faces. *Neurobiologia* 69: 1-4.
- ADES C. 1993. Por uma história natural da memória. *Psicologia USP*. 4(1/2): 25-47.
- ADOLPHS R, TRANEL D, HAMANN S, YOUNG AW, CALDER AJ, PHELPS EA, ANDERSON A, LEE GP & DAMÁSIO AR. 1999. Recognition of facial emotion in nine individuals with bilateral amygdala damage. *Neuropsychologia* 37: 1111-1117.
- ADOLPHS R. 2002. Neural systems for recognizing emotions. *Current Opinion in Neurobiology* 12: 1-9.
- ANDREANO JM & CAHILL L. 2009. Sex differences on the neurobiology of learning and memory. *Learning and Memory* 16: 248-266.
- ARAÚJO AC, DIDONET JJ, ARAÚJO CS, SALETTI PG, BORGES TRJ & PESSOA VP. 2008. Color vision in the black howler monkey (*Alouatta caraya*). *Visual Neuroscience* 25: 243-248.
- ARMONY JL & DOLAN RJ. 2002. Modulation of spatial attention by fear-conditioned stimuli: an event-related fMRI study. *Neuropsychologia* 40: 817-826.
- ATKINSON RC & SHIFFRIN RM. 1968. *Human memory: A proposed system and its control processes*. In: KW Spence & JT Spence. *The Psychology of Learning and Motivation* (vol 2). New York: Academic Press.
- BADDELEY A. 1986. *Working Memory*. Oxford: Oxford University Press.
- _____. 1996. Exploring the central executive. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*. 49A(1): 5-28.
- _____. 2000. The episodic buffer: a new component of working memory? *Trends in Cognitive Sciences*. 4(11): 417-423.
- _____. 2002. Is working memory still working? *European Psychologist*. 7(2): 85-97.
- _____. 2004. *The psychology of memory*. p. 1-13. In: AD Baddeley, MD Kopelman & BA Wilson (Eds.). New Jersey: John Wiley & Sons.
- BADDELEY AD & HITCH G. 1974. *Working Memory*. In: GH Bower. *The Psychology of Learning and Motivation* (vol 8). New York: Academic Press.
- BALOTA DA, DOLAN PO & DUCHEK JM. 2000. *Memory changes in healthy young and older adults*. p. 1-34. In: E Tulving & FIM Craik. *The Oxford Handbook of Memory*. New York: Oxford University Pres. 700 p.
- BARKLEY CL & JACOBS LF. 2007. Sex and species differences in spatial memory in food-storing kangaroo rats. *Animal Behavior*. 73: 321-9.

- BAUMEISTER RF, BRATSLAVSKY E, FINKENAUER C & VOHS KD. 2001. Bad is stronger than good. *Review of General Psychology*. 5: 323-370.
- BEASON-HELD LL, ROSENE DL, KILLIANY RJ & MOSS MB. 1999. Hippocampal formation lesions produce memory impairment in the rhesus monkey. *Hippocampus* 9: 562-574.
- BECKER-ASANO C & WACHSMUTH I. 2010. Affective computing with primary and secondary emotions in virtual human. *Autonomus Agents and Multi-Agent System*. 20(1): 32-49.
- BEST PJ, WHITE AM & MINAI A. 2001. Spatial processing in the brain: the activity of hippocampal place cells. *Annual Review in Neurosciences*. 24: 459-86.
- BOURNE VJ. 2005. Lateralised processing of positive facial emotion: sex differences in strength of hemispheric dominance. *Neuropsychologia* 43: 953-956.
- BOURNE VJ & MAXWELL AM. 2010. Examining the sex difference in lateralisation for processing facial emotion: does biological sex psychological gender identity matter? *Neuropsychologia* 48:1289-1294.
- BRUCKI SMD, NITRINI R, CARAMELLI P, BERTOLUCCI PHF & OKAMOTO IH. 2003. Sugestões para o uso do Mini-exame do Estado Mental no Brasil. *Arquivos de Neuropsiquiatria*. 61(3-B): 777-781.
- BURGESS N. 2006. Spatial memory: how egocentric and allocentric combine. *Trends in Cognitive Sciences*. 529: 1-7.
- BURKE SN & BARNES CA. 2007. Neural plasticity in the ageing brain. *Nature* 7: 30-40.
- BURNETT S, THOMPSON S, BIRD G & BLAKEMORE SJ. 2011. Pubertal development of the understanding of social emotions: implications for education. *Learning and Individual Differences* 21: 681-689.
- BYRNE P, BECKER S & BURGESS N. 2007. Remembering the past and imagining the Future: a neural model of spatial memory and imagery. *Psychological Review*. 114(2): 340-75.
- CABEZA R, ANDERSON ND, LOCANTORE JK, McINTOSH AR. 2002. Aging gracefully: compensatory brain activity in high-performing older adults. *NeuroImage* 17: 1394-1402.
- CABEZA R, DASELAAR SM, DOLCOS F, PRINCE SE, BUDDER M & NYBERG L. 2004. Task-independent and task-specific age effects on brain activity during working memory, visual attention and episodic retrieval. *Cerebral Cortex* 14: 364-375.
- CANLI T, DESMOND JE, ZHAO Z & GABRIELI JDE. 2002. Sex differences in the neural basis of emotional memory. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 99(16): 10789-10794.

- CAPOVILLA AGS. 2007. Contribuições da neuropsicologia cognitiva e da avaliação neuropsicológica à compreensão do comportamento cognitivo humano. *Cadernos de Psicologia* 6(11): 1-13.
- CARSTENSEN LL & MIKELS JA. 2005. At the intersection of emotion and cognition: aging and the positivity effect. *Current Directions in Psychological Sciences*. 14(3): 117-121.
- CELANI G, BATTACCHI MW & ARCIDIACONO L. 1999. The understanding of the emotional meaning of facial expressions in people with autism. *Journal of Autism and Developmental Disorders*. 29(1): 57-66.
- CHAO LL & KNIGHT RT. 1997. Prefrontal deficits in attention and inhibitory control with aging. *Cerebral Cortex* 7: 63-69.
- CHARLES ST, MATHER M & CARSTENSEN LL. 2003. Aging and emotional memory: the forgettable nature of negative images for older adults. *Journal of Experimental Psychology* 132(2): 310-324.
- CLEMENTS AM, RIMRODT SL, ABEL JR, BLANKNER JG, MOSTOFKY SH, PEKAR JJ, DENCKLA MB & CUTTING LE. 2006. Sex differences in cerebral laterality of language and visuospatial processing. *Brain and Language* 98: 150-158.
- COSBY PC. 2003. *Delineamento experimental: objetivos e ciladas*. p. 127-36. In _____. Métodos de pesquisa em ciências do comportamento. São Paulo: Atlas.
- COURTNEY SM, UNGERLEIDER LG, KEIL K & HAXBY JV. 1996. Object and spatial visual working memory activate separate neural systems in human cortex. *Cerebral Cortex* 6 39-49.
- COWELL PE, TURETSKY BI, GUR RC, GROSSMAN RI, SHTASEL DL & GUR RE. 1994. Sex differences in aging of the human frontal and temporal lobes. *The Journal of Neuroscience*. 14(8): 4748-4755.
- CRYSTAL JD. 2009. Elements of episodic-like memory in animal models. *Behavioural Processes* 80: 269-277.
- DAMÁSIO A. 2000. O Mistério da Consciência: do Corpo e das Emoções ao Conhecimento de Si. Tradução de LT Motta. São Paulo: Companhia das Letras. 474p. Título original: The Feeling of What Happens: Body and Emotion in the Making of Consciousness.
- DARWIN C. 1872. The Expression of the Emotions in Man and Animals. London: Murray.
- DELORME A & MAKEIG S. 2004. EEGLAB: an open source toolbox for analysis of single-trial EEG dynamics including independent component analysis. *Journal of Neuroscience Methods* 134: 9-21.
- DENBURG NL, BUCHANAN TW, TRANEL D & ADOLPHS R. 2003. Evidence for preserved emotional memory in normal older persons. *Emotion*. 3: 239-253.

- Di FIORE A. & SUAREZ SA. 2007. Route-based travel and shared routes in sympatric spider and woolly monkeys: cognitive and evolutionary implications. *Animal Cognition* 10 (3): 317-329.
- DIMBERG U, THUNBERG M & ELMEHED K. 2000. Unconscious facial reactions to emotional facial expressions. *Psychological Science*. 11(1): 86-89.
- DINIZ SO, VOLPE FM & TAVARES AR. 2007. Nível educacional e idade no desempenho no Miniexame do Estado Mental em idosos residentes na comunidade. *Revista de Psiquiatria Clínica* 34(1): 13-17.
- DOLAN RJ. 2002. Emotion, cognition and behavior. *Science*. 298: 1191-4.
- DUZEL E, PENNY WD, BURGESS N. 2010. Brain oscillations and memory. *Current Opinion in Neurobiology* 20: 143-149.
- EICHENBAUM H. 1997. How does the brain organize memories? *Science*. 277(5324): 330-332.
- EICHENBAUM H, DUDCHENKO P, WOOD E, SHAPIRO M & TANILA H. 1999. The hippocampus, memory and place cells: is it spatial memory or a memory space. *Neuron*. 23: 209-26.
- EIFUKU S, De SOUZA WC, TAMURA R, NISHIJO H & ONO T. 2004. Neuronal correlates of face identification in the monkey anterior temporal cortical areas. *Journal of Neurophysiology*. 91: 358-371.
- EKMAN P. 1972. *Universals and cultural differences in facial expressions of emotions*. p. 207-82. In: J Cole. Nebraska Symposium of Motivation: Cultural Psychology. Lincoln: University of Nebraska press.
- _____. 1994. *All emotions are basic*. p. 15-19. In: P Ekman & R Davidson (Eds.). The Nature of Emotion: Fundamental Questions. London: Oxford University Press. 512 p.
- EKMAN P & FRIESEN WV. 1971. Constants across cultures in the face and emotion. *Journal of Personality and Social Psychology*. 17(2): 124-9.
- EKSTROM AD, KAHANA MJ, CAPLAN JB, FIELDS TA, ISHAM EA, NEWMAN EL & FRIED I. 2003. Cellular networks underlying human spatial navigation. *Nature* 425: 184-188.
- ELFENBEIN HA & AMBADY N. 2002. On the universality and cultural specificity of emotion recognition: a meta-analysis. *Psychological Bulletin* 128(2): 203-235.
- ERICSSON KA & KINTSCH W. 1995. Long-term working memory. *Psychological Review*. 102: 211-245.
- ESTES Z & ADELMAN JS. 2008. Automatic vigilance for negative words is categorical and general. *Emotion* 8(4): 453-457.

- FELL J, KLAVER P, LEHNERTZ K, GRUNWALD T, SCHALLER C, ELGER CE & FERNADEZ G. 2001. Human memory formation is accompanied by rhinal-hippocampal coupling and decoupling. *Nature Neuroscience* 4: 1259-1264.
- FIORI N. 2006. As Neurociências Cognitivas. Tradução de SMS Fuhrmann. Petrópolis: Vozes. 230p. Título original: Les Neurosciences Cognitives.
- FOLSTEIN MF, FOLSTEIN SE, WHITE T & MESSER MA. 2010. MMSE-2: Mini-mental state examination 2nd Edition. Psychological Assessment Resources, Inc., Lutz, FL.
- FOX E, RUSSO R, BOWLES RJ, PICHLER A & DUTTON K. 2000. Facial expressions of emotions: Are angry faces detected more efficiently? *Cognition and Emotion*. 14(1): 61-92.
- FRAGASZY DM, VISALBERGHI E & FEDIGAN LM. 2004. The Complete Capuchin: the Biology of the Genus *Cebus*. Cambridge: University Press. 339p.
- FRANK JE & TOMAZ C. 2000. Enhancement of declarative memory associated with emotional content in a Brazilian sample. *Brazilian Journal of Medical and Biological Research*. 33: 1483-9.
- FRIED I, MACDONALD KA & WILSON CL. 1997. Single neuron activity in human hippocampus and amygdala during recognition of faces and objects. *Neuron*. 18:753-65.
- FRINGS L, WAGNER K, UNTERRAINER J, SPREER J, HALSBAND U & SCHULZE-BONHANGE A. 2006. Gender-related differences in lateralisation of hippocampal activation and cognitive strategy. *NeuroReport* 17(4): 417-421.
- GALLI G, WOLPE N & OTTEN LJ. 2011. Sex differences in the use of anticipatory brain activity to encode emotional events. *The Journal of Neuroscience* 31(34): 12364-12370.
- GARAVAN H, ROSS TJ, MURPHY K, ROCHE RA & STEIN EA. 2002. Dissociable executive functions in the dynamic control of behavior: inhibition, error detection and correction. *Neuroimage*. 17(4): 1820-1829.
- GARBER PA. 1989. Role of spatial memory in primate foraging patterns: *Saguinus mystax* and *Saguinus fuscicollis*. *American Journal of Primatology*. 19:203-216.
- GARBER PA & LAVALLE A. 1999. *Experimental approaches to the study of primate cognition in natural and near-to-wild field settings*. p. 71-98. In: PA Garber & S Leigh (Eds.). *Readings in the Biological Bases for Human Behavior*. 4ed. Boston: Pearson Custom Publishing. 289p.
- GARBER PA & PACIULLI LM. 1997. Experimental field study of spatial memory and learning in wild capuchin monkeys (*Cebus capucinus*). *Folia Primatologica*. 68:236-253.

- GARCIA A, URIBE CE, TAVARES MCH & TOMAZ C. 2011. EEG and autonomic responses during performance of matching and non-matching to sample working memory tasks with emotional content. *Frontiers in Behavioral Neuroscience*. 5(82). doi: 10.3389/fnbeh.2011.00082
- GAUTHIER I; TARR MJ, ANDERSON AW, SKUDLARSKI P & GORE JC. 1999. Activation of the middle fusiform “face area” increases with objects expertise in recognizing novel objects. *Nature Neuroscience* 2 (6): 568-573.
- GAUTHIER I, SKUDLARSKI P, GORE JC & ANDERSON AW. 2000. Expertise for cars and birds recruits brain areas involved in face recognition. *Nature Neuroscience* 3 (2): 191-197.
- GEARY DC, SAULTS SJ, LIU F & HOARD MK. 2000. Sex differences in spatial cognition, computational fluency, and arithmetical reasoning. *Journal of Experimental Child Psychology* 77: 337-353.
- GEVINS A, SMITH ME, McEVOY L & YU D. 1997. High-resolution EEG mapping of cortical activation related to working memory: effects of task difficulty, type of processing and practice. *Cerebral Cortex* 7: 374-385.
- GILBOA-SCHECHTMAN E, FOA EB & AMIR N. 1999. Attentional biases for facial expressions in social phobia: the Face-in-the-crowd Paradigm. *Cognition and Emotion*. 13(3): 305-18.
- GRAY JR. 2001. Emotional modulation of cognitive control: approach-withdraw states double-dissociate spatial from verbal two-back task performance. *Journal of Experimental Psychology* 130(3): 436-452.
- GRAY JR, BRAVER TS & RAICHLE ME. 2002. Integration of emotion and cognition in the lateral prefrontal cortex. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 99(6): 4115-4120.
- GREZES J & DECETY J. 2001. Functional anatomy of execution, mental simulation, observation and verbal generation of actions: a meta-analysis. *Human Brain Mapping*. 12: 1-19.
- GRILL-SPECTOR K, KNOUF N & KANWISHER N. 2004. The fusiform face area subserves face perception, not generic within-category identification. *Nature Neuroscience*. 7(5): 555-562.
- GOLDMAN-RAKIC PS, COOLS AR & SRIVASTAVA K. 1996. The prefrontal landscape: implications of functional architecture for understanding human mentation and the central executive. *Philosophical Transactions: Biological Sciences* 351(1346): 1445-1443.
- GUO K, ROBERTSON RG, MAHMOODI S, TADMOR Y & YOUNG MP. 2003. *Experimental Brain Research* 150: 363-374.

- HAAN M, PASCALIS O & JOHNSON MH. 2002. Specialization of neural mechanisms underlying face recognition in human infants. *Journal of Cognitive Neuroscience*. 14(2): 199-209.
- HALEY GE, LANDAUER N, RENNER L, WEISS A, HOOPER K, URBANSKI HF, KOHAMA SG, NEURINGER M & RABER J. 2009. Circadian activity associated with spatial learning and memory in aging rhesus monkeys. *Experimental Neurology* 217(1): 55-62.
- HAMANN S & CANLI T. 2004. Individual differences in emotion processing. *Current Opinion in Neurobiology* 14: 233-238.
- HANSEN CH & HANSEN RD. 1988. Finding the face in the crowd: an anger superiority effect. *Journal of Personality and Social Psychology*. 54(6): 917-24.
- HAUT KM & BARCH DM. 2006. Sex influences on material-sensitive functional lateralisation in working and episodic memory: men and women are not all that different. *NeuroImage* 32: 411-422.
- HAXBY JV, UNGERLEIDER LG, HORWITZ B, RAPOPORT SI & GRADY CL. 1995. Hemispheric differences in neural systems for face working memory: a PET-rCBF study. *Human Brain Mapping* 3: 68-82.
- HESS U, BLAIRY S & KLECK RE. 1997. The intensity of emotional facial expressions and decoding accuracy. *Journal of Nonverbal Behavior* 21(4): 241-257.
- HODSOLL S, VIDING E & LAVIE NILLI. 2011. Attentional capture by irrelevant emotional distractor faces. *Emotion* 11(2): 346-353.
- HOFFMAN KL, GOTHARD KM, SCHMID MC & LOGOTHETIS NK. 2007. Facial-expression and gaze-selective expression in the monkey amygdala. *Current Biology*. 17: 766-72.
- ISHAI A, HAXBY JA & UNGERLEIDER LG. 2002. Visual imagery of famous faces: effects of memory and attention revealed by fMRI. *NeuroImage*. 17: 1729-1741.
- ISHAI A, SCHMIDT CF & BOESIGER P. 2005. Face perception is mediated by a distributed cortical network. *Brain Research Bulletin* 67: 87-93.
- IUCN 2012. *The IUCN red list of threatened species*. Versão 2012.2. www.iucnredlist.org. Acessado em 8 ago 2012.
- JACOBS J, HWANG G, CURRAN T & KAHANA MJ. 2006. EEG oscillations and recognition memory: theta correlates of memory retrieval and decision making. *NeuroImage* 32: 978-987.
- JACOBS LF, GAULIN SJC, SHERRY DF, HOFFMAN GE. 1990. Evolution of spatial cognition: sex-specific patterns of spatial behavior predict hippocampal size. *Proceedings of the National Academy of Sciences*. 87: 6349-52.

- JAMES AS, GROMAN SM, SEU E, JORGENSEN M, FAIRBANKS LA & JENTSCH JD. 2007. Dimensions of impulsivity are associated with poor spatial working memory performance in monkeys. *The Journal of Neuroscience* 27(52): 14358-14364.
- JANMAAT KRL, BYRNE RW & ZUBERBÜHLER K. 2006. Evidence for a spatial memory of fruiting states of rainforest trees in wild mangabeys. *Animal Behavior*. 72: 797-807.
- JENSEN O & TESCHE CD. 2002. Frontal theta activity in human increases with memory load in a working memory task. *European Journal of Neuroscience* 15: 1395-1399.
- JENSEN O & LISMAN JE. 2005. Hippocampal sequence-encoding driven by a cortical multi-item working memory buffer. *Trends in Neuroscience* 28(2): 67-72.
- JOCKISH D & JENSEN O. 2007. Modulation of Gamma and Alpha activity during a working memory task engaging the dorsal or ventral stream. *The Journal of Neuroscience* 27(12): 3244-3251.
- JONES MW & WILSON MA. 2005. Theta rhythms coordinate hippocampal-prefrontal interactions in a spatial memory task. *PLoS Biology* 3(12): 2187-2199.
- JONIDES J, LACEY SC & NEE DE. 2005. Processes of working memory in mind and brain. *Current Directions in Psychological Sciences* 14(1): 2-5.
- JUDGE PG & BRUNO S. 2012. Transport of functionally appropriate tools by capuchin monkeys (*Cebus apella*). *American Journal of Primatology* 74: 199-209.
- KAMIL A & BALDA RP. 1990. Spatial memory in seed-catching corvids. *The Psychology of Learning and Motivation: Advances in Research and Theory*. 26:1-25.
- KANWISHER N, MCDERMOTT J & CHUN MM. 1997. The fusiform face area: a module in human extrastriate cortex specialized for face perception. *The Journal of Neuroscience*. 17(11): 4302-11.
- KESINGER EA, BRIERLEY B, MEDFORD N, GROWDON JH & CORKIN S. 2002. Effects of normal aging and Alzheimer's disease on emotional memory. *Emotion*. 2:118-134.
- KEUKER JIH, LUITEN PGM & FUCHS E. 2003. Preservation of hippocampal neuron numbers in aged rhesus monkeys. *Neurobiology of Aging*. 24: 157-65.
- KIRITA T & ENDO M. 1994. Happy face advantage in recognizing facial expressions. *Acta Psychologica*. 89: 149-63.
- KOCH K, PAULY K, KELLERMANN T, SEIFERTH NY, RESKE M, BACKES V, STOCKER T, SHAH NJ, AMUNTS K, KIRCHER T, SCHNEIDER F & HABEL U. 2007. Gender differences in the cognitive control of emotion: an fMRI study. *Neuropsychologia* 45: 2744-2754.
- KOLB B & WHISHAW IQ. 2009a. *Variations in Cerebral Asymmetry*. p. 309-349. In _____ & _____. *Fundamentals of Human Neuropsychology*. 6^a ed. New York: Worth Publishers. 892p.

- _____. & _____. 2009b. *Imaging the Brain's Activity*. p. 132-162. In _____ & _____. *Fundamentals of Human Neuropsychology*. 6^a ed. New York: Worth Publishers. 892p.
- LaBAR KS & CABEZA R. 2006. Cognitive neuroscience of emotional memory. *Nature Reviews*. 7: 54-64.
- LA CERRA P & BINGHAM R. 1998. The adaptive nature of the human neurocognitive architecture: an alternative model. *Proceedings of the National Academy of Sciences*. 95: 11290-4.
- LACREUSE A, HERNDON JG & MOSS MB. 2000. Cognitive function in aged ovariectomized female rhesus monkeys. *Behavioral Neuroscience* 114(3): 506-513.
- LACREUSE A, WILSON ME & HERNDON JG. 2002. Estradiol, but not raloxifene, improves aspects of spatial working memory in aged ovariectomized rhesus monkeys. *Neurobiology of Aging* 23: 589-600.
- LACREUSE A, KIM CB, ROSENE DL, KILLIANY RJ, MOSS MB, MOORE TL, CHENNAREDDI L & HERNDON JG. 2005. Sex, age and training modulate spatial memory in the rhesus monkey (*Macaca mulatta*). *Behavioral Neuroscience*. 119(1): 118-26.
- LANGFORD DJ. *et al.* 2010. Coding of facial expressions of pain in the laboratory mouse. *Nature Methods*. 7(6): 447-452.
- LAVENEX PB & LAVENEX P. 2008. Spatial memory and the monkey hippocampus: not all space is created equal. *Hippocampus* 19: 8-19.
- _____ & _____. 2010. Spatial relational learning and memory abilities do not differ between men and women in real-world, open field environment. *Behavioral Brain Research* 207(1): 125-137.
- LeDOUX JE. 1992. *Emotion and the amygdala*. p. 339-351. In: JP Aggleton (Ed.). *The amygdala: neurobiological aspects of emotion, memory, and mental dysfunction*. New York: John Wiley & Sons., Inc. 615p.
- LENARDT MH, MICHEL T, WACHHOLZ PA, BORGHI AS & SEIMA MD. 2009. O desempenho de idosos institucionalizadas no miniexame do estado mental. *Acta Paulista de Enfermagem* 22(5): 638-644.
- _____. 1994. Emotion, memory and the brain. *Mysteries of the Mind*. 6: 68-75.
- LENT R. 2010a. *Pessoas com história: As bases neurais da memória e da aprendizagem*. p. 643-677. In: _____. *Cem bilhões de neurônios? Conceitos fundamentais de neurociências*. 2ed. Rio de Janeiro: Atheneu. 765p.
- _____. 2010b. *Mentes emocionais, mentes racionais: As bases neurais da emoção e da razão*. p. 715-746. In: _____. *Cem bilhões de neurônios? Conceitos fundamentais de neurociências*. 2ed. Rio de Janeiro: Atheneu. 765p.

- LEPPANEN JM & HIETANEN JK. 2004. Positive facial expressions are recognized faster than negative facial expressions, but why? *Psychological Research* 69: 22-29.
- LIBON DJ, McMILLAN C, GUNAWARDENA D, POWERS C, MASSIMO L, KHAN A, MORGAN B, FARAG C, RICHMOND L, WEINSTEIN J, MOORE P, COSLETT HB, CHATTERJEE A, AGUIRRE G & GROSSMAN M. 2009. Neurocognitive contributions to verbal fluency deficits in frontotemporal lobar degeneration. *Neurology* 73: 535-542.
- LÜHRS ML, DAMMHAHN M, KAPPELER PM & FICHTEL C. 2009. Spatial memory in the grey mouse lemur (*Microcebus murinus*). *Animal Cognition*. 12: 599-609.
- MADDEN DJ, TURKINGTON TG, PROVENZALE JM, DENNY LL, HAWK TC, GOTTLÖB LR & COLEMAN RE. 1999. Adult age differences in the functional neuroanatomy of verbal recognition memory. *Human Brain Mapping* 7: 115-135.
- MAIOR RS, HORI E, TOMAZ C, ONO T & NISHIJO H. 2010. The monkey pulvinar neurons differentially respond to emotional expressions of human faces. *Behavioral Brain Research*. 215:129-35.
- MATHER M & CARSTENSEN LL. 2003. Aging and attentional biases for emotional faces. *Psychological Science* 14: 409-415.
- MELIN AD, FEDIGAN LM, HIRAMATSU C. 2008. Polymorphic color vision in white-faced capuchins (*Cebus capucinus*): Is there foraging niche divergence among phenotypes? *Behavioral Ecology of Sociobiology* 62: 659-670.
- MERRIL DA, ROBERTS JA & TUSZYNSKI MH. 2000. Conservation of neuron number and size in entorhinal cortex layers II, III and V/VI of aged primates. *The Journal of Comparative Neurology*. 422: 396-401.
- MIKELS JA, LARKIN GR, REUTER-LORENZ PA & CARSTENSEN LL. 2005. Divergent trajectories in the aging mind: changes in working memory for affective versus visual information with age. *Psychology and Aging*. 20(4): 542-553.
- MOGG K & BRADLEY BP. 1999. Orienting of attention to threatening facial expressions presented under conditions of restricted awareness. *Cognition and Emotion* 13(6): 713-740.
- MONTELLO DR, LVELACE KL, GOLLEDGE RG & SELF CM. 1999. Sex-related differences and similarities in geographic and environmental spatial abilities. *Annals of the Association of American Geographers* 89(3): 515-534.
- MORRIS JS, FRISTON, KJ, BÜCHEL C, FRITH CD, YOUNG AW, CALDER AJ & DOLAN RJ. 1998. A neuromodulatory role for the human amygdala in processing emotional facial expressions. *Brain*. 121: 47-57.
- MOSCOVITCH M, NADEL L, WINOCUR G, GILBOA A & ROSEMBAUN RS. 2006. The cognitive neuroscience of remote episodic, semantic and spatial memory. *Current Opinion in Neurobiology*. 16: 179-90

- NADEL L & HARDT O. 2004. The spatial brain. *Neuropsychology*. 18(3): 473-6.
- NAHM FKD, PERRET A, AMARAL DG & ALBRIGHT TD. 1997. How do monkeys look at faces? *Journal of Cognitive Neuroscience*. 9(5): 611-623.
- NJEMANZE PC. 2007. Cerebral lateralisation for facial processing: gender-related cognitive styles determined using Fourier analysis of mean cerebral blood flow velocity in the middle cerebral arteries. *Laterality* 12(1): 31-49.
- NOSER R & BYRNE RW. 2007a. Travel routes and planning of visits to out-of-sight resources in wild chacma baboons, *Papio ursinus*. *Animal Cognition* 73: 257-266.
- NOSER R & BYRNE RW. 2007b. Mental maps in chacma baboons (*Papio ursinus*): using inter-group encounters as a natural experiment. *Animal Cognition* 10:331-340.
- OHMAN A, LUNDQVIST D & ESTEVES F. 2001a. The face in the crowd revisited: A threat advantage with schematic stimuli. *Journal of Personality and Social Psychology* 80(3): 381-396.
- OHMAN A, FLYKT A & ESTEVES F. 2001b. Emotion drives attention: Detecting the snake in the grass. *Journal of Experimental Psychology* 130(3): 466-478.
- OLIVEIRA M, RIGONI M, ANDRETTA I & MORAES JF. 2004. Validação do teste figuras complexas de Rey na população brasileira. *Avaliação Psicológica* 3(1): 33-38.
- ONTON J, DELORME A & MAKEIG S. 2007. Frontal midline EEG dynamics during working memory. *NeuroImage* 27: 341-356.
- PALERMO R & RHODES G. 2007. Are you always on my mind? A review of how face perception and attention interact. *Neuropsychologia* 45: 75-92.
- PALMER K, WANG H, BACKMAN L, WINBLAD B & FRATIGLIONI L. 2002. Differential evolution of cognitive impairment in nondemented older persons: results from the Kungsholmen Project. *American Journal of Psychiatry* 159: 436-442.
- PAPEZ JW. 1937. A proposed mechanism of emotion. *Archives of Neurology and Psychiatry*. 38: 725-743.
- PARR LA, WINSLOW JT & HOPKINS WD. 1999. Is the inversion effect in rhesus monkeys face-specific? *Animal Cognition* 2: 123-129.
- PERDUE BM, SNYDER RJ, ZHIHE Z, MARR MJ & MAPLE TR. 2011. Sex differences in spatial ability: a test of the range size hypothesis in the order Carnivora. *Biology Letters*. doi: 10.1098/rsbl.2010.1116.
- PEREIRA DA, SATLER C, MEDEIROS L, PEDROSO R & TOMAZ C. 2012. Philadelphia Brief Assessment of Cognition in healthy and clinical Brazilian sample. *Arquivos de Neuro-psiquiatria*, 70 (3): 175-179.

- PEREIRA-DE-PAULA J, Do PRADO YCL, TOMAZ C & AVERSI-FERREIRA TA. 2010. Anatomical study of the main sulci and gyri of the *Cebus libidinosus* brain (Rylands, 2000). *Neurobiologia*. 73(2): 65-78.
- PESSOA L. 2005. To what extent are emotional visual stimuli processed without attention and awareness? *Current Opinion in Neurobiology* 15: 188-196.
- PETRICAN R, MOSCOVITCH M & SCHIMMACK U. 2008. Cognitive resources, valence, and memory retrieval of emotional events in older adults. *Psychology and Aging* 23(3): 585-594.
- PHELPS EA. 2004. Human emotion and memory: interactions of the amygdala and hippocampal complex. *Current Opinion in Neurobiology* 14: 198-202.
- PINKHAM AE, GRIFFIN M, BARON R, SASSON NJ & GUR RC. 2010. The face in the crowd effect: anger superiority when using real faces and multiple identities. *Emotion* 10(1): 141-146.
- PINSK MA, ARCARO M, WEINER KS, KALKUS JF, INATI SJ, GROSS CG & KASTNER S. 2009. Neural representations of faces and body parts in macaque and human cortex: a comparative fMRI study. *Journal of Neurophysiology* 101: 2581-2600.
- PODLISNY MB, TOLAN DR & SELKOE DJ. 1991. Homology of the Amyloid Beta Protein precursor in monkey and human supports a primate model for Beta Amyloidosis in Alzheimer's Disease. *American Journal of Pathologists*. 138(6): 1423-35.
- POURTOIS G, GRANDJEAN D, SANDER D & VUILLEUMIER P. 2004. Electrophysiological correlates of rapid spatial orienting towards fearful faces. *Cerebral Cortex* 14(6): 619-633.
- PORTOIS G, THUT G, PERALTA RG, MICHEL C & VUILLEUMIER P. 2005. Two electrophysiological stages of spatial orienting towards fearful faces: early temporo-parietal activation preceding gain control in extrastriate visual cortex. *NeuroImage* 26: 149-163.
- PROVERBIO AM, BRIGNONE V, MATARAZZO S, Del ZOTTO M & ZANI A. 2006. Gender differences in hemispheric asymmetry for face processing.
- RAPP PR, MORRISON JH & ROBERTS JA. 2003. Cyclic estrogen replacement improves cognitive function in aged ovariectomized rhesus monkeys. *The Journal of Neuroscience*. 23(13): 5708-5714.
- REDISH AD & TOURETZKY DS. 1997. Cognitive maps beyond the hippocampus. *Hippocampus*. 7: 15-35.
- REUTER-LORENZ PA, JONIDES J, SMITH EE, HARTLEY A, MILLER A, MARSHUETZ C & KOEPPE RA. 2000. Age differences in the frontal lateralisation of verbal and spatial working memory revealed by PET. *Journal of Cognitive Neuroscience*. 12(1): 174-87.

- ROBTSEK RJ, FORTIN NJ, KOH MT, GALLAGHER M & EICHEMBAUN H. 2008. Cognitive aging: a common decline of episodic recollection and spatial memory in rats. *The Journal of Neuroscience*. 28(36): 8945-54.
- RODRIGUES, RC. *Ciclo reprodutivo de macacos-prego (Cebus libidinosus) em cativeiro: aspectos comportamentais e hormonais*. 2011. 70 f. Dissertação (Mestrado em Ciências da Saúde) – Faculdade de Ciências da Saúde, Universidade de Brasília, Brasília.
- ROLLS ET. 2000. Functions of the primate temporal lobe cortical visual areas in invariant visual object and face recognition. *Neuron*. 27: 205-218.
- ROSE LM & FEDIGAN LM. 1995. Vigilance in white-faced capuchins, *Cebus capucinus*, in Costa Rica. *Animal Behavior* 49: 63-70.
- ROZIN P & ROIZMAN E. 2001. Negativity bias, negativity dominance and contagion. *Personality and Social Psychology Review*. 5: 296-320.
- SALAT DH, BUCKNER RL, SNYDER AZ, GREVE DN, DESIKAN RSR, BUSA E, MORRIS JC, DALE AM & FISCHL B. 2004. Thinning of cerebral cortex in aging. *Cerebral Cortex*. 14: 721-730.
- SANTESSO DL, MEURET AE, HOFMANN SG, MUELLER EM, RATNER KG, ROESCH EB & PIZZAGALLI DA. 2008. Electrophysiological correlates of spatial orienting towards angry faces: a source localization study. *Neuropsychologia* 46: 1338-1348.
- SARMIENTO ELP, GARRIDO LMM, CONDE C & TOMAZ C. 2007. Emoção e memória: inter-relações psicobiológicas. *Brasília Médica*. 44(1): 24-39.
- SARNTHEIN J, PETSCHER H, RAPPELSBERGER P, SHAW GL & Von STEIN A. 1998. Synchronization between prefrontal and posterior association cortex during human working memory. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 95: 7092-7096.
- SATLER C & TOMAZ C. 2011. Emotional working memory in Alzheimer's disease patients. *Dementia and Geriatric Cognitive Disorders*. 1:124-138.
- SCHACTER DL. 1990. *Memory*. p. 683-725. In: MI Posner. *Foundations of Cognitive Science*. Cambridge: The MIT Press. 888p.
- SCHLOSBERG H. 1954. Three dimensions of emotion. *The Psychological Review*. 61(2): 81-88.
- SCOVILLE WB & MILNER B. 1957. Loss of recent memory after bilateral hippocampal lesions. *Journal of Neurology, Neurosurgery and Psychiatry*. 20(11): 11-21.
- SHEIKH JI & YESAVAGE JA. 1986. Geriatric Depression Scale (GDS): recent evidence and development of a shorter version. *Clinical Gerontology*, 5(1/2): 165-173.

- SIEGEL M, WARDEN MR & MILLER EK. 2009. Phase-dependent neuronal coding of objects in short-term memory. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 106(50): 21341-21346.
- SIMON HA & KAPLAN CA. 1990. *Foundations of cognitive science*. p. 1-47. In: MI Posner. *Foundations of Cognitive Science*. Cambridge: The MIT Press. 888p.
- SPECK O, ERNST T, BRAUN J, KOCH C, MILLER E & CHANG L. 2000. Gender differences in the functional organization of the brain for working memory. *NeuroReport* 11(3): 2581-2585.
- SQUIRE LR. 2009. Memory and brain systems: 1969-2009. *The Journal of Neuroscience*. 29(41): 12711-6.
- SOUSA RL, MEDEIROS JGM, MOURA ACL, SOUZA CLM & MOREIRA IF. 2007. Validade e fidedignidade da Escala de Depressão Geriátrica na identificação de idosos deprimidos em um hospital geral. *Jornal Brasileiro de Psiquiatria*. 56(2): 102-107.
- STOJAN-DOLAR M & HEYMANN EW. 2010. Vigilance of mustached tamarins in single-species and mixed-species groups – the influence of group composition. *Behavioral Ecology of Sociobiology* 64: 325-335.
- STOREY JD. 2010. *False discovery rates*. In: M Lovric (Ed.). *International Encyclopedia of Statistical Sciences*. 1 ed. Berlin: Springer. 636p.
- SUTTON SK & DAVIDSON RJ. 2000. Prefrontal brain electrical asymmetry predicts the evaluation of affective stimuli. *Neuropsychologia* 38: 1723-1733.
- SUZUKI S & CAVANAGH P. 1995. Facial organization blocks access to low-level features: an object inferiority effect. *Journal of Experimental Psychology* 21(4): 901-913.
- TAVARES MCH & TOMAZ C. 2002. Working memory in Capuchin Monkeys (*Cebus apella*). *Behavioral Brain Research*. 131: 131-7.
- TESCHE CD & KARHU J. 2000. Theta oscillations index human hippocampal activation during a working memory task. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 97(2): 919-924.
- THAGARD P. 2006a. *Mental Mechanisms*. p.3-10. In: _____. *Hot Thought: Mechanisms and Applications of Emotional Cognition*. London: The MIT Press. 301 p.
- _____. 2006b. *How Molecules Matter to Mental Computation*. p. 115-131. In: _____. *Hot Thought: Mechanisms and Applications of Emotional Cognition*. London: The MIT Press. 301 p.
- THAGARD P & WAGAR B. 2006. *Spiking Phineas Gage: A Neurocomputational Theory of Cognitive-Affective Integration in Decision Making*. p. 87-114. In: P Thagard. *Hot Thought: Mechanisms and Applications of Emotional Cognition*. London: The MIT Press. 301 p.

- THOMAS RC & HASHER L. 2006. The influence of emotional valence on age differences in early processing and memory. *Psychology and Aging* 21(4): 821-825.
- TOMAZ C. 1993. *Amnésia*. p. 175-184. In: FG Graeff & ML Brandão (Eds). *Neurobiologia das Doenças Mentais*. São Paulo: Lemos Editora. 254 p.
- TOMAZ C, TAVARES MCH & CALDAS ALR. 2000. *Memória operacional no macaco-prego (Cebus apella)*. In: C Alonso & A Langguth (Eds). *A Primatologia no Brasil*, volume 7. João Pessoa: Editora Universitária UFPB.
- TOMAZ C, FRANK JE & CONDE C. 2003. *Integrative function of the amygdala in emotional memory storage*. In: T Ono, T Matsumoto, G Llinas, RR Norgren & R Nishijo. *Cognition and Emotion in the Brain*. Amsterdam: Elsevier.
- TULVING E. 1987. Multiple memory systems and conscientiousness. *Human Neurobiology*. 6: 67-80.
- UNGERLEIDER L, COURTNEY S & HAXBY JV. 1998. A neural system for human visual working memory. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 95:883-890.
- VOYER D, VOYER S & BRYDEN MP. 1995. Magnitude of sex differences in spatial abilities: a meta-analysis and consideration of critical variables. *Psychological Bulletin* 117(2): 250-270.
- WELSH TN & ELLIOTT D. 2001. Gender differences in a dichotic listening and movement task: lateralization or strategy? *Neuropsychologia* 39: 25-35.
- WEST RL. 1996. An application of prefrontal cortex function theory to cognitive aging. *Psychological Bulletin* 120(2): 272-292.
- WINOCUR G, MOSCOVITCH M, ROSENBAUM RS & SEKERES M. 2010. A study of remote spatial memory in aged rats. *Neurobiology of Aging*. 31: 143-50.
- WINSTON JS, HENSON RNA, FINE-GOULDEN MR & DOLAN RJ. 2004. fMRI-adaptation reveals dissociable neural representations of identity and expression in face perception. *Journal of Neurophysiology*. 92: 1830-1839.

APÊNDICES

APÊNDICE 1: TCLE

Universidade de Brasília
Departamento de Ciências Fisiológicas
Laboratório de Neurociências e Comportamento

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

O(a) senhor(a) está sendo convidado(a) a participar, de forma voluntária, como sujeito de pesquisa de um projeto desenvolvido pelo Laboratório de Neurociências e Comportamento.

O estudo compreende a aplicação de testes para identificação de imagens em sequência com auxílio de uma tela de computador sensível ao toque, realizado em uma sala do laboratório, com duração aproximada entre 1 (uma) hora e 1h30 (uma hora e trinta minutos). Este período será dividido em quatro sessões, cada uma com duração aproximada de 10 (dez) minutos e um intervalo de cerca de 5 (cinco) minutos entre elas. Com o objetivo de medir sua atividade neuronal durante o teste, alguns sensores serão posicionados na parte externa da sua cabeça. Este procedimento é totalmente indolor e não gera qualquer tipo de desconforto. Todos os métodos utilizados neste trabalho são não-invasivos, não oferecendo riscos à saúde ou à integridade física dos participantes.

A equipe responsável pela execução do projeto garante a guarda dos dados, o sigilo e a confidencialidade das informações dos participantes. Os resultados da pesquisa serão apresentados como resumo de dados sendo que a identidade dos participantes não será revelada e a sua privacidade será garantida. Os resultados da pesquisa constarão no corpo da dissertação de mestrado da responsável pelo projeto e serão publicados no banco de dissertações do Programa de Pós-Graduação em Biologia Animal/UnB, assim como em periódicos científicos de circulação internacional.

Informações sobre o projeto podem ser obtidas antes e durante o curso da pesquisa, a recusar alguma etapa experimental, caso esta lhe proporcione algum constrangimento, e a desistir da sua participação no estudo sem qualquer penalidade.

Para o esclarecimento de qualquer dúvida, a responsável pelo projeto encontra-se ao inteiro dispor no Laboratório de Neurociências e Comportamento, Departamento de Ciências Fisiológicas, Instituto de Biologia, no Campus Darcy Ribeiro da Universidade de Brasília (UnB) na cidade de Brasília – DF, também pelo telefone (61)33445502/(61)99731600 e e-mail flaviasb@uol.com.br. Adicionalmente, os participantes podem entrar em contato com o Comitê de Ética em Pesquisa da Faculdade de Ciências da Saúde pelo telefone (61) 3107-1947.

Este Termo de Consentimento Livre e Esclarecido é redigido em duas vias, sendo uma entregue ao participante e outra ficando sob a guarda do pesquisador responsável.

Brasília, ____ de _____ de _____

Participante

Pesquisador Responsável

APÊNDICE 2. Planilha para o teste piloto

	Felicidade	Neutro	Nojo	Raiva	Surpresa	Tristeza	Outra
Slide 1							
Slide 2							
Slide 3							
Slide 4							
Slide 5							
Slide 6							
Slide 7							
Slide 8							
Slide 9							
Slide 10							
Slide 11							
Slide 12							
Slide 13							
Slide 14							
Slide 15							
Slide 16							
Slide 17							
Slide 18							
Slide 19							
Slide 20							
Slide 21							
Slide 22							
Slide 23							

Slide 24							
Slide 25							
Slide 26							
Slide 27							
Slide 28							
Slide 29							
Slide 30							
Slide 31							
Slide 32							
Slide 33							
Slide 34							
Slide 35							
Slide 36							
Slide 37							
Slide 38							
Slide 39							
Slide 40							
Slide 41							
Slide 42							

ANEXOS

ANEXO 1: Aprovação pelo CEP/FS

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 no CEP: 097/11

Título do Projeto: “Memória espacial em humanos e macacos-prego (*Cebus libidinosus*) adultos e idosos associada à valência emocional dos estímulos”.

Pesquisadora Responsável: Flávia Schechtman Belham

Data de Entrada: 07/07/11

Com base na Resolução 196/96, do CNS/MS, que regulamenta a ética em pesquisa com 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 097/11 com o título: “Memória espacial em humanos e macacos-prego (*Cebus libidinosus*) adultos e idosos associada à valência emocional dos estímulos”, analisado na 6ª reunião ordinária realizada no dia 16 de agosto de 2011.

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, 01 de setembro de 2011.


 Thiago Rocherda Cunha
 Vice - coordenador do CEP-FS/UnB

ANEXO 2: Aprovação pelo CEUA/IB



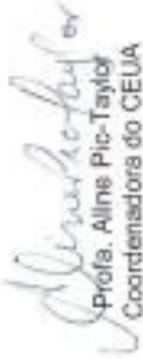
Universidade de Brasília
 Instituto de Ciências Biológicas
 Comitê de Ética no Uso Animal

DECLARAÇÃO

Brasília, 12 de setembro de 2011.



Declaramos que o projeto intitulado “MEMÓRIA ESPACIAL EM HUMANOS E MACACOS-PREGO (*CEBUS LIBIDINOSUS*) ADULTOS E IDOSOS ASSOCIADA À VALÊNCIA EMOCIONAL DOS ESTÍMULOS.”, UNBDOC n.º 63853/2011, sob responsabilidade da Profa. Maria Clotilde Henrique Tavares, foi avaliado e aprovado pela Comissão de Ética no Uso Animal (CEUA) do Instituto de Ciências Biológicas da Universidade de Brasília.



Prof. Aline Pic-Taylor
 Coordenadora do CEUA



ANEXO 3: Aprovação pelo CEUA/FM

	<p>Faculdade de Medicina Universidade de Brasília Comissão de Ética no Uso de Animais – CEUA/FM</p>	
<p>Brasília, 14 de julho de 2011</p>		
<h2>DECLARAÇÃO</h2>		
<p>Declaramos que o projeto intitulado “Memória espacial em humanos e macacos-pregos (<i>Cebus Ithidinosus</i>) adultos e idosos associada à valência emocional dos estímulos”, UnB/Doc 73780/2011, sob responsabilidade da Dra. Maria Clotilde Henriques Tavares, foi avaliado e aprovado pela Comissão de Ética no Uso de Animais (CEUA-FM) da Faculdade de Medicina da Universidade de Brasília.</p>		
		
<p>Prof. Dr. Carlos Eduardo Galo V. dos Santos Coordenador do CEUA-FM</p>		
<hr/> <p>Campus Universitário Darcy Ribeiro, Asa Norte, Próto FM/FM CEP: 70.910-900</p>		

ANEXO 4: MEEM

MEEM-2

Versão Expandida

Formulário Azul

Data do exame _____ / _____ / _____	Examinador _____
Nome _____	Idade _____ Sexo _____
Escolaridade em anos completos _____	Objetivo da avaliação _____

Avaliação do nível de consciência

Alerta/ Responsivo	Sonolento	Estupor	Comatoso/ Não responsivo
-----------------------	-----------	---------	-----------------------------

Instruções: Palavras em negrito devem ser lidas em voz alta, clara e lentamente ao examinando. As substituições do item aparecem em parênteses. A administração deverá ser conduzida em privado e na língua principal do examinando. Circule 0 se a resposta for incorreta ou 1 se a resposta for correta. Comece a introduzir o teste com a frase:

Agora, gostaria de lhe fazer algumas perguntas sobre sua memória.

REGISTRO

RESPOSTA

PONTUAÇÃO

Ouçá cuidadosamente. Eu vou lhe dizer três palavras. Você irá repeti-las depois que eu parar. Pronto? Aqui estão elas... **LEITE** [pausa], **SENSIBILIDADE** [pausa], **ANTES** [pausa]. Agora repita estas mesmas palavras para mim. [Repetir até 3 vezes, mas pontue apenas a primeira tentativa.]

LEITE	_____	0	1
SENSIBILIDADE	_____	0	1
ANTES	_____	0	1

Agora mantenha estas palavras na mente. Irei pedir a você que as diga novamente em alguns minutos.

ORIENTAÇÃO TEMPORAL

Que dia é hoje? Qual é o ...

ano?	_____	0	1
estação do ano?	_____	0	1
mês do ano?	_____	0	1
día da semana?	_____	0	1
día do mês?	_____	0	1

ORIENTAÇÃO ESPACIAL*

Onde nós estamos agora? Qual é o ...

estado?	_____	0	1
município (ou cidade)?	_____	0	1
bairro (ou região da cidade)?	_____	0	1
edifício (nome ou tipo)?	_____	0	1
andar do edifício	_____	0	1
(número do quarto ou endereço)?	_____	0	1

* Palavras alternativas de lugar que sejam apropriadas para o contexto e mais precisas podem ser substituídas e anotadas.

RECUPERAÇÃO

Quais foram as três palavras que pedi para que você se lembrasse? [Não ofereça nenhuma pista.]

LEITE	_____	0	1
SENSIBILIDADE	_____	0	1
ANTES	_____	0	1

ATENÇÃO E CÁLCULO [Serial 7]

Agora eu gostaria que você subtraísse 7 de 100. Depois, continue subtraindo 7 de cada resposta até eu pedir para você parar.

Quanto é 100 menos (tirando) 7?	[93]	_____	0	1
Se necessário, diga: Continue.	[86]	_____	0	1
Se necessário, diga: Continue.	[79]	_____	0	1
Se necessário, diga: Continue.	[72]	_____	0	1
Se necessário, diga: Continue.	[65]	_____	0	1

Atribua 1 ponto para cada resposta correta. Uma resposta é considerada correta se ela for 7 menos o número anterior, mesmo que a resposta prévia tenha sido incorreta.

NOMEAÇÃO

O que é isto? [Aponte para o olho.]	_____	0	1
O que é isto? [Aponte para a orelha.]	_____	0	1

REPETIÇÃO

Agora vou pedir para que você repita o que eu vou dizer. Pronto? **É UM DIA AGRADÁVEL E ENSOLARADO, MAS MUITO QUENTE.**

Agora você repete. [Espere que o examinando responda e registre a resposta literalmente. Repita apenas uma vez.]
É UM DIA AGRADÁVEL E ENSOLARADO, MAS MUITO QUENTE. _____ 0 1

Use a última página deste formulário. Recorte a página na linha horizontal indicada. Use a parte superior da página que tem três formas nela, como um cartão de estímulos para a tarefa de Compreensão. Use a parte do meio da página como um cartão de estímulo para a tarefa de Leitura ("FECHE SEUS OLHOS"). Use a parte de baixo da página como estímulo e use como cartão de resposta para a tarefa de Desenho (pentágonos com interseção). Use o verso do cartão destacado (em branco) como formulário de resposta para a tarefa de Escrita.

COMPREENSÃO

Ouçá cuidadosamente porque vou lhe pedir para fazer algo. [Mostre ao examinando o cartão de estímulos com as figuras geométricas]. Olhe para estas figuras e aponte o círculo, depois aponte o quadrado e depois aponte o triângulo.

Resposta correta	Resposta observada
○	
□	
△	

LEITURA

[Mostre ao examinando o cartão de estímulos com as palavras.] Por favor, faça o que aqui diz para ser feito.

FECHE SEUS OLHOS _____ 0 1

ESCRITA

[Coloque um pedaço de papel em branco em frente do examinando e lhe ofereça uma caneta ou lápis.]

Por favor, escreva uma frase. [Se o examinando não responder, diga: **Escreva sobre o local onde você mora.**]

Atribua 1 ponto se a sentença é compreensível e contém um sujeito e um verbo. Ignore erros na gramática e na ortografia. _____ 0 1

DESENHO

[Coloque o cartão de estímulos com os pentágonos com interseção e forneça uma caneta ou lápis.] Por favor, copie este desenho. Atribua 1 ponto se o desenho consistir de duas figuras com 5 lados e que a interseção forme uma figura com 4 lados. _____ 0 1

MEMÓRIA DE ESTÓRIA

Agora irei ler uma estória curta para você. Quando eu terminar, quero que você conte a estória para mim usando as mesmas palavras que eu usei. Pronto?

[Leia a estória abaixo.] Agora me conte a estória usando as mesmas palavras que eu usei. Conte-me qualquer coisa que você puder se lembrar sobre a estória, mesmo que você não tenha certeza. [Marque na caixa próxima a cada unidade da estória lembrada. Registre respostas adicionais na área identificada "Anotações". Se o examinando parecer ter terminado mas não tiver dito nada, pergunte, **É tudo o que você se lembra?**]

Some o número total de respostas corretas (marcas de seleção) e registre o total no espaço fornecido. Note que o escore máximo é 25.

Unidade da estória	✓	Respostas aceitáveis	Anotações
Sr.	<input type="checkbox"/>	Sr.	
Tales	<input type="checkbox"/>	Tales	
estava preocupado	<input type="checkbox"/>	preocupado	
porque seu cachorro,	<input type="checkbox"/>	cachorro	
Floco,	<input type="checkbox"/>	Floco	
tinha sumido	<input type="checkbox"/>	sumido	
por seis	<input type="checkbox"/>	seis	
horas.	<input type="checkbox"/>	horas	
Enquanto ele procurava	<input type="checkbox"/>	procurava / procurou / procura	
na casa,	<input type="checkbox"/>	casa	
seus amigos	<input type="checkbox"/>	amigos	
ajudavam ao	<input type="checkbox"/>	ajudavam	
chamar	<input type="checkbox"/>	chamar	
o nome do Floco	<input type="checkbox"/>	nome	
ao redor	<input type="checkbox"/>	ao redor / na	
da vizinhança.	<input type="checkbox"/>	vizinhança	
Chateado porque	<input type="checkbox"/>	chateado	
o Floco não tinha	<input type="checkbox"/>	não tinha / não havia	
voltado	<input type="checkbox"/>	voltado	
para casa,	<input type="checkbox"/>	casa	
ele fez alguns	<input type="checkbox"/>	fez	
panfletos	<input type="checkbox"/>	panfletos	
para entregar	<input type="checkbox"/>	entregar	
lá fora	<input type="checkbox"/>	fora	
e foi	<input type="checkbox"/>	foi	
ao guarda-roupas	<input type="checkbox"/>	guarda-roupas	
pegar seu casaco.	<input type="checkbox"/>	casaco / jaqueta / agasalho	
Ele ficou aliviado	<input type="checkbox"/>	aliviado / tranquilo	
ao ver	<input type="checkbox"/>	ver	
seu amado	<input type="checkbox"/>	amado	
animal de estimação	<input type="checkbox"/>	animal	
dormindo	<input type="checkbox"/>	dormindo / cochilando /	
num cobertor	<input type="checkbox"/>	cobertor	
no canto.	<input type="checkbox"/>	canto	
Total da Memória da Estória	<input type="text"/>	Se o total da Memória da Estória for > 25, registre o escore máximo de 25.	

VELOCIDADE DE PROCESSAMENTO [Codificação Dígito-Símbolo] (30 segundos)

Agora vou pedir para que você copie alguns desenhos. [Recorte o cartão de codificação de estímulos e forneça ao examinando. Aponte para a legenda do dígito-símbolo.] **Cada uma destas caixas tem um número no topo e um desenho em baixo. Cada número tem seu próprio desenho.**

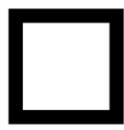
[Aponte para a grade de respostas.] **Aqui, as caixas de cima possuem números, mas as caixas de baixo estão vazias. Em cada uma das caixas vazias, esboce o desenho que combina com o número da parte de cima. [Demonstrar.] Aqui tem um 6 e o 6 tem este desenho, então eu esboço nesta caixa. Aqui tem um 2 e aqui está o desenho para o 2, então eu esboço nesta caixa.**

Agora, você preenche as caixas até esta linha mais grossa. [Corrija cada erro do item da amostra imediatamente. Para cada item respondido corretamente, diga **Sim ou Correto.**] **Comece aqui** [Aponte para a primeira caixa vazia à direita da linha grossa] **e preencha as caixas em ordem até que eu lhe peça para parar. Preencha as caixas o mais rapidamente que você puder sem cometer nenhum erro ou pular algum. Quando você terminar uma linha, vá para a próxima.** [Aponte para a primeira, segunda e terceira linha em ordem.] **Comece aqui.** [Aponte para a linha preta mais grossa.]

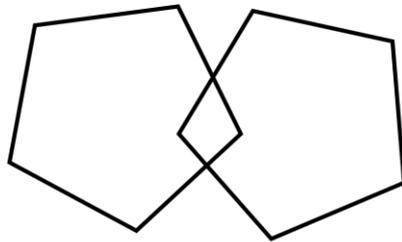
Pronto, comece. [Inicie a contagem do tempo. Ao final de 30 segundos, diga: **Ok, bom, você pode parar agora.**]

[Se o examinando omitir um item ou começar a fazer apenas um tipo, aponte para o primeiro item omitido e diga: **Faça em ordem. Não pule nenhum. Faça este seguinte.**]

Para pontuar, use o crivo correspondente de Pontuação da Velocidade de Processamento. Coloque o crivo diretamente em cima da folha da Velocidade de Processamento e alinhe as linhas de forma que as respostas no crivo (i.e., as respostas corretas) apareçam abaixo das respostas do examinando no formulário de administração. Conte o número total de respostas corretas e registre o total no espaço apropriado abaixo.



FECHE SEUS OLHOS



ANEXO 5: PBAC

Avaliação Cognitiva Breve de Filadélfia (Versão Modificada para Idosos)

PACIENTE: _____ ESCOLARIDADE: _____

AVALIADOR: _____ DATA: ___ / ___ / _____

DIAGNÓSTICO: _____ TEMPO DIAGNÓST: _____

(1) Aprendizagem Verbal (De 1 até 3 tentativas): “Eu vou ler uma lista de palavras três vezes. Por favor, ouça com atenção e, quando eu acabar, repita na ordem que você quiser” (aqui se deve repetir isso para cada tentativa: “agora eu vou ler novamente...”, “uma última vez”).

Palavra	Tentativa 1	Tentativa 2	Tentativa 3
Sapato	_____	_____	_____
Livro	_____	_____	_____
Cadeira	_____	_____	_____
Maçã	_____	_____	_____
Xícara	_____	_____	_____
Lago	_____	_____	_____

Pontuação (Máx.: 6, mínimo esperado: 5) = _____
 Avalie apenas a 3ª tentativa. *Atribuir 1 ponto para cada palavra evocada corretamente.*

(2) Fluência de Letras (letra “F”): “Por favor, diga todas as palavras que conseguir lembrar que comecem com a letra “F”. Mas por favor, não diga nomes de pessoa, como Francisca, ou nome de lugares como Fortaleza”.

15s	30s	45s	60s

Pontuação (Máx.: 6, mínimo esperado: 4) = _____ (0 = 0; 1-3 = 1; 4-6 = 2; 7-9 = 3; 10-12 = 4; 13-15 = 5; >16 = 6)

(3) Aprendizagem Verbal (Evocação) “Um tempinho atrás eu li uma lista de palavras para você. Por favor, tente lembrar as palavras, pode falar em qualquer ordem”.

(3) Evocar a lista de palavras de (1)

Atribuir 1 pt para palavra evocada corretamente.

Pontuação (Máx.: 6, mínimo esperado: 3) = _____

(4) Aprendizagem Verbal (Reconhecimento)

“Eu vou ler uma palavra para você. Se essa palavra estava na lista que eu li um tempinho atrás, por favor, diga SIM. Se não estava na lista que eu li a um tempinho atrás, diga NÃO”. Ler as palavras na ordem numérica (de 1 a 12).

1 sapato _____	2 chapéu _____
4 livro _____	3 papel _____
6 cadeira _____	5 sofá _____
7 maçã _____	8 manga _____
9 xícara _____	10 prato _____
11 lago _____	12 montanha _____

Pontuação (Máx.: 6, mínimo esperado: 4) Atribuir ½ pt para o seguinte: SIM para a palavra correta (esquerda); NÃO para a palavra enganadora (direita).

(5) **Nomeação** (1pt)

Mostre cada figura para o paciente e peça para ele nomear, dizendo: "Por favor, me diga o nome dessa figura".
1.martelo 2.caju 3.macaco 4.alicate 5.abacaxi 6.papagaio/arara
Pontuação (Máx.: 6, mínimo esperado: 5) = _____

(6) **Questão Semântica de (5)**

Peça ao paciente para agrupar os desenhos de (5), dizendo: "Por favor aponte duas figuras que tenham algo em comum"

animais _____
frutas _____
ferramentas _____

2 pt. para cada par correto, escreva os nomes nos espaços em branco para fins de correção; Pontuação: (Máx.: 6, mínimo esperado: 4) = _____

(7) **Figura de Rey (Cópia)**: Peça ao paciente para copiar a figura no espaço abaixo da mesma.

1/2 pt atribuído para cada um dos 12 itens representados na figura (ver folha de pontuação)

Retângulo grande ____ Cruz esquerda ____ Triângulo superior ____ Retângulo grande ____ Cruz esquerda ____ Triângulo superior ____
Diagonais internas ____ Círculo ____ linha triangular superior ____ Diagonais internas ____ Círculo ____ linha triangular superior ____
Linha vertical interna __ 3 linhas ____ Triângulo direito ____ Linha vertical interna __ 3 linhas ____ Triângulo direito ____
Linha horizontal direita ____ Diamante ____ Linha horizontal direita ____ Linha horizontal interna ____ Diamante ____
linha triangular superior ____

Pontuação (Máx.: 6, mínimo esperado: 5) = _____

(8) **Discernimento de Orientação de Linha**

Peça ao paciente para combinar cada uma das 6 linhas oblíquas abaixo da linha horizontal com as linhas acima da linha horizontal. ("Com qual dessas linhas aqui de baixo dessa aqui se parece? – aponte para cada uma das linhas de cima").

1 pt atribuído para cada combinação correta. Pontuação (Máx.: 6, mínimo esperado: 3) = _____

(9) **Figura de Rey (Evocação)**

Peça ao sujeito para desenhar a figura que foi mostrada a ele um tempinho atrás. Que o paciente a desenhe abaixo dos estímulos do Discernimento de Orientação de Linha. ("Agora eu quero que o Sr desenhe de cabeça aquela figura que acabou de copiar") 1/2 pt atribuído para cada um dos 12 itens representados na figura. Pontuação (Máx.: 6, mínimo esperado: 3) = _____

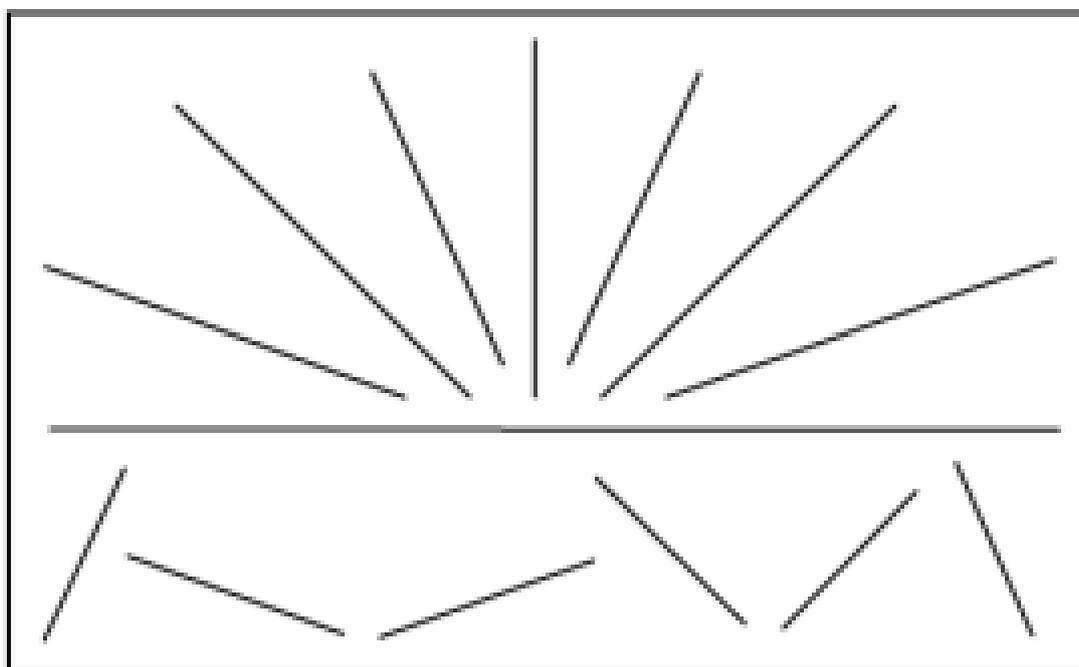
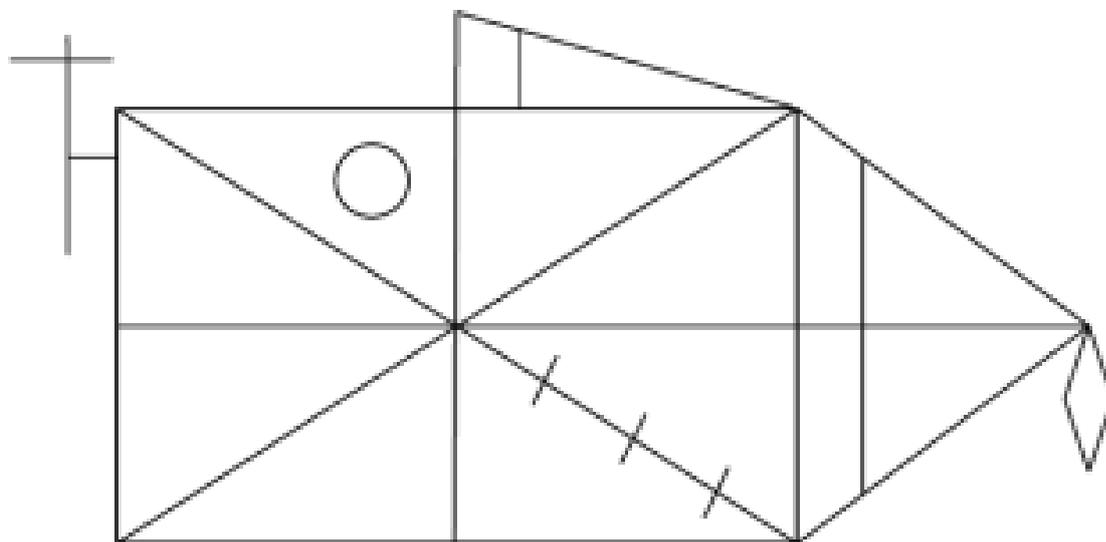
(10) **Teste de Trilhas Oral** (6pt) - limite de 60s. 1-a, 2-b, etc.

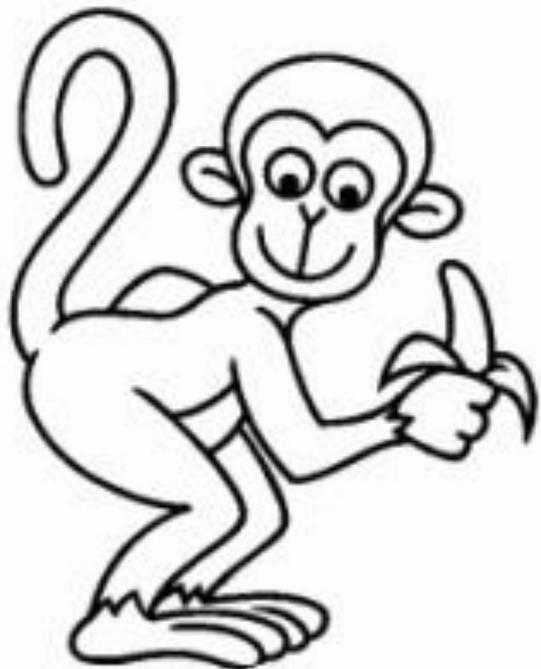
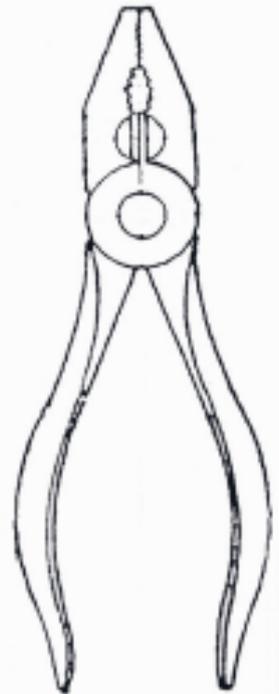
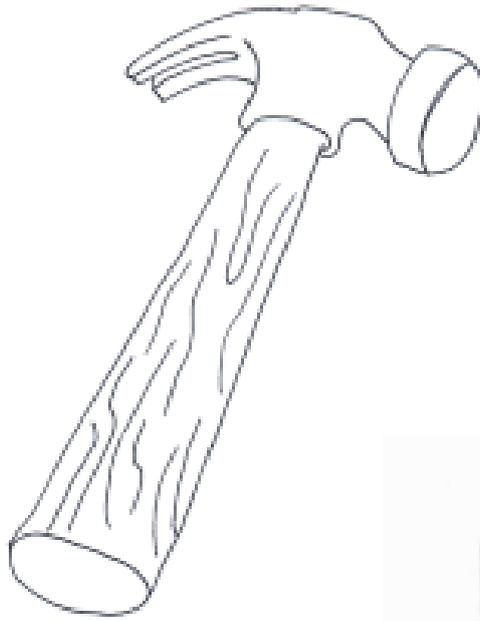
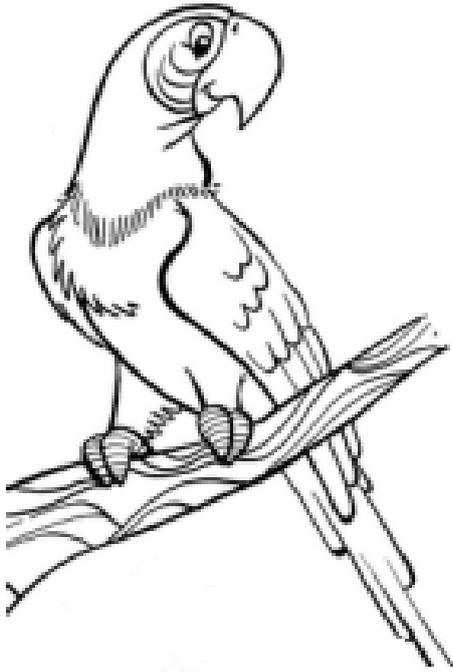
"Você sabe contar e conhece o alfabeto? Eu quero que você alterne entre um número e uma letra. Por exemplo, diga 1-A, 2-B, 3-C... e assim por diante". Pontuação (Máx.: 6, mínimo esperado: 2) = _____

PONTUAÇÃO DE TEMPO	PONTUAÇÃO DE ERRO
Até o "z" = 3 pts	O paciente recebe 3 pts no começo da tarefa, mas
Até o "r" = 2 pts	perde 1 pt para cada erro, até um máximo de 3
Até o "l" = 1 pt	perdas.
< "l" = 0 pts	

*São aceitas as omissões de K, W e Y.

1 – A	<u>10 – J</u>	19 – S
2 – B	11 – K	20 – T
3 – C	12 – L	21 – U
4 – D	13 – M	22 – V
5 – E	14 – N	23 – X
6 – F	15 – O	24 – W
7 – G	16 – P	25 – Y
8 – H	17 – Q	<u>26 – Z</u>
9 – I	<u>18 – R</u>	





ANEXO 6: Anamnese histórico-clínica

Centro de Medicina do Idoso -CMI Hospital
Universitário de Brasília – HUB/UnB
Entrevista Clínica

**I – Identificação**

Nome: _____

Data: ____/____/____

Data de nascimento: ____/____/____ Idade completa: _____ Sexo: _____

Nível de Escolaridade: _____ - ____ anos

Estado civil: Solteiro/a / Viúvo/a / Casado/a / Separado/a

Nacionalidade: _____ Natural de (cidade e Estado):

Profissão: _____ Aposentado? () Sim () Não. Ha quanto tempo?

Endereço: _____

Telefone: _____ E-mail: _____

II – Avaliação Médica

1. Está em tratamento de alguma doença?

2. Medicamentos que tomou na ultima semana?

3. Antecedentes pessoais: Diabetes; AVC (Quantas vezes ____); Hipertensão Arterial;
Angina

Pectoris; Infarto no miocárdio; Alcoolismo; Epilepsia; Tratamento psiquiátrico prévio;

Meningite; Operação (Qual: _____); Tabagismo; Doença importante:

_____ Outras drogas: _____;

Internação:

_____ Traumatismo craniano com perda de consciência (Quantas
vezes____, Quando_____); Demência na família

(Quem_____)

4. Exame clínico e neurológico: EEG; CT de crânio; Outro de imagem

Descrição de anormalidades

1. Distúrbio visual: _____ Intensidade _____

2. Distúrbio auditivo: _____ Intensidade _____

3. Exames laboratoriais e de neuroimagem complementares:

III – Informações básicas sobre o estado mental

1. Há queixa de declínio cognitiva?

2. História da queixa de declínio cognitivo (incluindo ano de início)

Os problemas surgiram de repente, mostrando uma doença repentina? () sim () não

Os sintomas surgiram aos poucos, sugerindo um declínio progressivo? () sim () não

Há quanto tempo apresenta o quadro?

_____ História familiar de
doenças sérias / neurológicas / desordens emocionais (descreva) _____

IV – Informações básicas sobre o estado emocional

Histórico de desordem emocional (descreva)

_____ Histórico afetivo da família (perdas, eventos importantes, etc)

V – Informações básicas sobre sintomas físicos e mudanças

Fraqueza; Sonolência excessiva (manhã, tarde); Tiques musculares ou contrações repentinas;

Inabilidade (inépcia, desastrado); Dor-de-cabeça (enxaqueca, quando _____ quanto
tempo _____); Dor (crônica, aguda, onde _____

quando _____); Tonteira (vertigem, onde _____

quando _____); Náusea; Problemas de paladar (não sente o gosto de algo);

Problemas de olfato; Problemas urinários ou de intestino;

Houve mudança na mobilidade () sim () não; Redução na velocidade () sim () não; Marcha

arrastrada () sim () não; Dificuldade em se levantar da cadeira () sim () não; Houve quedas
freqüentes () sim () não

ANEXO 7: EDG**ESCALA GERIÁTRICA DE DEPRESSÃO¹**

(Yesavage, 1983)

PACIENTE: _____

DATA DA AVALIAÇÃO: _____ AVALIADOR: _____

- | | | |
|---|----------------|----------------|
| 1. Você está satisfeito com sua vida? | () Sim | () Não |
| 2. Abandonou muitos de seus interesses e atividades? | () Sim | () Não |
| 3. Sente que sua vida está vazia? | () Sim | () Não |
| 4. Sente-se freqüentemente aborrecido? | () Sim | () Não |
| 5. Você tem muita fé no futuro? | () Sim | () Não |
| 6. Tem pensamentos negativos? | () Sim | () Não |
| 7. Na maioria do tempo está de bom humor? | () Sim | () Não |
| 8. Tem medo de que algo de mal vá lhe acontecer? | () Sim | () Não |
| 9. Sente-se feliz na maioria do tempo? | () Sim | () Não |
| 10. Sente-se freqüentemente desamparado, adoentado? | () Sim | () Não |
| 11. Sente-se freqüentemente intranquilo? | () Sim | () Não |
| 12. Prefere ficar em casa em vez de sair? | () Sim | () Não |
| 13. Preocupa-se muito com o futuro? | () Sim | () Não |
| 14. Acha que tem mais probl de memória que os outros? | () Sim | () Não |
| 15. Acha bom estar vivo? | () Sim | () Não |
| 16. Fica freqüentemente triste? | () Sim | () Não |
| 17. Sente-se inútil? | () Sim | () Não |
| 18. Preocupa-se muito com o passado? | () Sim | () Não |
| 19. Acha a vida muito interessante? | () Sim | () Não |
| 20. Para você é difícil começar novos projetos? | () Sim | () Não |
| 21. Sente-se cheio de energia? | () Sim | () Não |
| 22. Sente-se sem esperança? | () Sim | () Não |
| 23. Acha que os outros têm mais sorte que você? | () Sim | () Não |
| 24. Preocupa-se com coisas sem importância? | () Sim | () Não |
| 25. Sente freqüentemente vontade de chorar? | () Sim | () Não |
| 26. É difícil para você concentrar-se? | () Sim | () Não |
| 27. Sente-se bem ao despertar? | () Sim | () Não |
| 28. Prefere evitar as reuniões sociais? | () Sim | () Não |
| 29. É fácil para você tomar decisões? | () Sim | () Não |
| 30. O seu raciocínio está tão claro quanto antigamente? | () Sim | () Não |

¹ Pontuação: 0 quando for diferente da resposta em negrito

1 quando for igual à resposta em negrito

Total > 10 = suspeita de depressão