



**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
FACULDADE DE CIÊNCIAS DA SAÚDE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS DA SAÚDE**

CARLOS ENRIQUE URIBE VALENCIA

**CORRELATOS ELETROENCEFALOGRÁFICOS DOS PROCESSOS DE
CODIFICAÇÃO E RECONHECIMENTO NUM TESTE DE MEMÓRIA EMOCIONAL**

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

Orientador: Prof. Dr. Carlos Alberto Bezerra Tomaz

Brasília
2011



CARLOS ENRIQUE URIBE VALENCIA

**CORRELATOS ELETROENCEFALOGRÁFICOS DOS PROCESSOS DE
CODIFICAÇÃO E RECONHECIMENTO NUM TESTE DE MEMÓRIA EMOCIONAL**

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

Aprovada em 22 de julho de 2011

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Carlos Alberto Bezerra Tomaz (Presidente)
Universidade de Brasília – UnB

Prof. Dr. João Ricardo Sato (Examinador Externo)
Universidade Federal do ABC – UFABC

Prof. Dr. Valdir Filgueiras Pessoa (Examinador Interno)
Universidade de Brasília – UnB

Prof. Dr. Sérgio Leme da Silva (Examinador Externo)
Universidade de Brasília – UnB

Prof. Dr. Joaquim Pereira Brasil Neto (Examinador Interno)
Universidade de Brasília – UnB

*A Adriana e Valentina.
Por vocês, com vocês e para vocês.
Sempre.*

AGRADECIMENTOS

Estas linhas foram reservadas às pessoas que de uma ou outra maneira contribuíram para a realização desta tese. Mesmo aparecendo o nome de um só autor, por favor, sintam-se parte desta conquista. A todos deixo aqui os meus sinceros agradecimentos.

Agradeço ao Prof. Dr. Carlos Tomaz, meu orientador, por seu apóio incondicional desde minha chegada ao Brasil. Seu acolhimento e seu incentivo constante para meu desenvolvimento serão traços inapagáveis na minha memória. Sou grato por isto e pela liberdade de ação que me ofereceu no decorrer da pós-graduação. Sem eu estar plenamente consciente, o senhor estava me treinando da melhor forma possível para a vida acadêmica.

A todos meus colegas estudantes e professores do laboratório pelas mostras diárias de companheirismo que, sem dúvida, fizeram mais felizes as jornadas. Gostaria de agradecer, especialmente, à Ana Garcia que embarcou junto comigo na empreitada de reabrir esta linha de pesquisa no laboratório, e aos meus colegas Sergio Conde, Iazsmin Bauer e Filipe Moura por terem ajudado na coleta de dados e por participarem do processo de aprimoramento das técnicas de registro e análise.

Meus profundos agradecimentos a toda minha família, na Colômbia e no Brasil, por ter preenchido todas as necessidades econômicas e afetivas necessárias para que este estudante de doutorado conseguisse finalizar sua tese e iniciar a formação da sua própria família.

Finalmente, quero deixar meu efusivo agradecimento ao grupo de pesquisa do *Swartz Center for Computational Neuroscience* dirigido por Scott Makeig, pelo desenvolvimento e distribuição do *software* para o processamento e análise do EEG (EEGLAB). Seu trabalho desinteressado foi uma ferramenta absolutamente indispensável para a elaboração desta tese. Parabéns e muito, muito obrigado.

RESUMO

O conteúdo e o contexto emocional facilitam a memória declarativa por meio da modulação dos mecanismos de codificação e evocação da informação. Durante a codificação, estudos neurofisiológicos têm mostrado consistentemente o efeito de memória subsequente nas oscilações Teta e Gama para estímulos visuais em geral, e em janelas de tempo com latências superiores a 300 ms nos potenciais relacionados a eventos para estímulos visuais de conteúdo emocional em particular. No entanto, os efeitos do contexto emocional sobre a memória permanecem inexplorados. A hipótese é que as oscilações eletroencefalográficas Teta e Gama devem mostrar maior atividade evocada e induzida durante a codificação e o reconhecimento de estímulos visuais associados a contexto emocional. Assim, no presente estudo, registraram-se os potenciais evocados durante a execução de um teste auditivo-visual de memória emocional de 26 voluntários usando um arranjo de 21 eletrodos no escalpo. Considerou-se como evento referência a apresentação dos estímulos visuais durante a sessão de codificação e reconhecimento. Calcularam-se os potenciais relacionados a eventos e as perturbações espectrais relacionadas a eventos em cada voluntário, além dos desempenhos comportamentais nos testes de recordação e reconhecimento. Os resultados obtidos demonstram que o contexto emocional facilitou a memória declarativa. Durante a codificação o contexto emocional induziu diferenças nos potenciais e nas perturbações espectrais relacionadas a eventos. O potencial relacionado a eventos mostrou um componente negativo mais acentuado na região anterior bilateral entre 80 e 140 ms. A atividade Teta foi maior no hemisfério esquerdo entre -50 e 300 ms. A atividade Gama evocada e induzida mostrou uma distribuição que se sobrepôs parcialmente à atividade Teta. Durante a sessão de reconhecimento, diferenças nos potenciais e perturbações espectrais apareceram novamente. O contexto emocional mostrou efeito em três janelas de tempo (200, 400 e 800 ms) dos potenciais relacionados a eventos. As oscilações Teta, Beta e Gama também apresentaram aumento durante o reconhecimento de estímulos associados a contexto emocional, principalmente nas latências em torno de 200 e 500 ms. Estes resultados sugerem que a facilitação da memória declarativa pelo conteúdo e pelo contexto emocional depende de processos eletrofisiológicos similares. É discutida a possível participação de

mecanismos de controle *top-down* durante a codificação e o reconhecimento dos estímulos visuais. A análise tempo/frequência mostrou ser vantajosa no estudo da atividade relacionada a eventos comparada aos métodos de análise tradicionais. Os resultados do presente estudo aportam novas evidências a respeito do processamento dos estímulos relevantes do ambiente por parte do sistema de memória declarativa. Finalmente discutem-se as limitações do estudo e propõem-se diretrizes de trabalhos futuros.

Palavras chave: Memória emocional; Contexto emocional; Codificação; Reconhecimento; EEG; Potenciais relacionados a eventos; Perturbações espectrais relacionadas a eventos.

ABSTRACT

Emotional content/context enhances declarative memory through modulation of encoding and retrieval mechanisms. At encoding, neurophysiological studies have consistently demonstrated the subsequent memory effect in theta and gamma oscillations for visual stimuli in general, and in time windows with latencies higher than 300 ms in the event-related potentials for visual stimuli with emotional content particularly. Nonetheless, the effects of emotional context on memory are still unexplored. The hypothesis is that theta and gamma oscillations should show higher evoked/induced activity during the encoding of visual stimuli associated with emotionally arousing context. Therefore, in the present study, the event-related potentials during the performance of an audio-visual test of emotional memory were recorded from 26 healthy volunteers using a 21 scalp electrodes montage. Visual stimulus onset was used as the time-locking event. Grand-averages of the evoked potentials and event-related spectral perturbations were calculated for each volunteer, in addition to behavioral performance on the recall and recognition tests. The results show that emotional context facilitated the declarative memory. At encoding, emotional context induced differences in potentials and event-related spectral perturbations. Event-related potentials showed a deeper negative deflection from 80 to 140 ms bilaterally at anterior locations. Theta activity was higher in the left hemisphere from -50 to 300 ms. Evoked and induced gamma activity displayed a spatial distribution that partially overlapped with the theta activity. During the recognition session, differences in event-related potentials and spectral perturbations appeared again. The emotional context effect was found in three time windows (200, 400 and 800 ms) of the event-related potentials. Theta, Beta and Gamma oscillations also increased during the recognition of stimuli associated with emotional context, especially at latencies around 200 and 500 ms. These results suggest that declarative memory enhancement for both emotional content and emotional context is supported by similar electrophysiological mechanisms. The possible involvement of top-down control mechanisms at both encoding and recognition of visual stimuli is discussed. Time/frequency analysis proved to be advantageous for the study of event-related activity when compared to the traditional methods of analysis. The

results found here add new evidence about the processing of relevant stimuli from the environment by the declarative memory system. Finally, limitations of the present study are discussed and proposals for future work are presented.

Keywords: Emotional memory; Emotional context; Encoding; Recognition; EEG; Event-related potentials; Event-related spectral perturbations.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 CLASSIFICAÇÃO DA MEMÓRIA..	3
FIGURA 2 REPRESENTAÇÃO DA EMOÇÃO NO ESPAÇO BI-DIMENSIONAL DA VALÊNCIA E O ALERTAMENTO..	9
FIGURA 3 EXEMPLO DE UM EXPERIMENTO DE ERP..	14
FIGURA 4 IMAGEM-ERP.	16
FIGURA 5 IMAGEM DA INTERFACE GRÁFICA PARA A SELEÇÃO DOS CI.....	18
FIGURA 6 REPRESENTAÇÃO ESQUEMÁTICA DO PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL.	29
FIGURA 7 SISTEMA 10/20 PARA O POSICIONAMENTO DOS ELETRODOS DE REGISTRO EM NEUROFISIOLOGIA CLÍNICA.	31
FIGURA 8 IMAGEM DA INTERFACE GRÁFICA PARA O PROCEDIMENTO DE REJEIÇÃO AUTOMÁTICA DE ÉPOCAS.	33
FIGURA 9 POTENCIAIS RELACIONADOS A EVENTOS (<i>GRAND-AVERAGE</i>) DURANTE A PRIMEIRA SESSÃO.	37
FIGURA 10 PERTURBAÇÕES ESPECTRAIS RELACIONADAS A EVENTOS NA BANDA DE FREQUÊNCIA TETA (4 – 7Hz) DURANTE A PRIMEIRA SESSÃO..	38
FIGURA 11 PERTURBAÇÕES ESPECTRAIS RELACIONADAS A EVENTOS NA BANDA DE FREQUÊNCIA ALFA (7 – 13 Hz) DURANTE A PRIMEIRA SESSÃO ..	39
FIGURA 12 PERTURBAÇÕES ESPECTRAIS RELACIONADAS A EVENTOS NA BANDA DE FREQUÊNCIA GAMA (30 – 50 Hz) DURANTE A PRIMEIRA SESSÃO.	41
FIGURA 13 POTENCIAIS RELACIONADOS A EVENTOS (<i>GRAND-AVERAGE</i>) DURANTE A SEGUNDA SESSÃO	42
FIGURA 14 PERTURBAÇÕES ESPECTRAIS RELACIONADAS A EVENTOS NAS BANDAS DE FREQUÊNCIA TETA E ALFA (4 – 13 Hz) DURANTE A SEGUNDA SESSÃO.....	44
FIGURA 15 PERTURBAÇÕES ESPECTRAIS RELACIONADAS A EVENTOS NAS BANDAS DE FREQUÊNCIA BETA (13 – 30 Hz) DURANTE A SEGUNDA SESSÃO ..	45
FIGURA 16 PERTURBAÇÕES ESPECTRAIS RELACIONADAS A EVENTOS NAS BANDAS DE FREQUÊNCIA GAMA (30 – 50 Hz) DURANTE A SEGUNDA SESSÃO.	46

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 – MÉDIA \pm EP DOS RESULTADOS COMPORTAMENTAIS PARA CADA GRUPO.	36
--	----

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

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

EEG – Eletroencefalograma

ERP – *Event-Related Potentials*, Potenciais Relacionados a Eventos

ICA – *Independent Components Analysis*, Análise de Componentes Independentes

PCA – *Principal Components Analysis*, Análise de Componentes Principais

CI – Componentes Independentes

ERSP – *Event-Related Spectral Perturbations*, Perturbações Espectrais Relacionadas a Eventos

ERD – *Event-Related Desynchronization*, Dessincronização Relacionada a Eventos

LPP – *Late Positive Potential*, Potencial Positivo Tardio

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	1
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	2
2.1	MEMÓRIA	2
2.1.1	Definição	2
2.1.2	Classificação	3
2.1.3	Fases da memória	5
2.1.4	Esquecimento	6
2.2	EMOÇÃO	7
2.2.1	Definição	7
2.2.2	Dimensões da experiência emocional	8
2.3	MEMÓRIA E EMOÇÃO	9
2.4	ELETROENCEFALOGRAFIA - POTENCIAIS RELACIONADOS A EVENTOS	11
2.4.1	Novas técnicas de análise	13
2.4.1.1	Visualização <i>Multi-Trial</i>	15
2.4.1.2	Análise de componentes independentes – ICA	15
2.4.1.3	Análises tempo/frequência	17
2.5	CORRELATOS ELETROFISIOLÓGICOS DE PROCESSOS COGNITIVOS	19
2.5.1	Processamento de estímulos emocionais	19
2.5.2	Memória episódica	21
2.5.3	Memória emocional	22
2.6	ESTADO DA ARTE	23
3	HIPÓTESES	25
4	OBJETIVOS	26
4.1	GERAL	26
4.2	ESPECÍFICOS	26

5	MATERIAIS E MÉTODOS	27
5.1	PARTICIPANTES	27
5.2	TESTE DE MEMÓRIA EMOCIONAL	27
5.3	REGISTROS DE EEG	30
5.4	PROCEDIMENTO	30
5.5	PROCESSAMENTO DOS DADOS	32
5.5.1	Decomposição por ICA	32
5.5.2	Cálculo dos ERP e ERSP	32
5.6	ANÁLISES ESTATÍSTICAS	34
6	RESULTADOS	35
6.1	COMPORTAMENTO	35
6.2	ATIVIDADE CEREBRAL	35
6.2.1	Primeira sessão	35
6.2.1.1	Potenciais relacionados a eventos	35
6.2.1.2	Atividade oscilatória - Perturbações espectrais relacionadas a eventos	36
6.2.1.2.1	Banda de frequência Teta (4 – 7 Hz)	36
6.2.1.2.2	Banda de frequência Alfa (7 – 13 Hz)	38
6.2.1.2.3	Banda de frequência Gama (30 – 50 Hz)	40
6.2.2	Segunda sessão	40
6.2.2.1	Potenciais relacionados a eventos	40
6.2.2.2	Atividade oscilatória – Perturbações espectrais relacionadas a eventos	43
6.2.2.2.1	Bandas de frequência Teta e Alfa (4 – 13 Hz)	43
6.2.2.2.2	Banda de frequência Beta (13 – 30 Hz)	43
6.2.2.2.3	Banda de frequência Gama (30 – 50 Hz)	46
7	DISCUSSÃO	48
7.1	RESULTADOS COMPORTAMENTAIS	48
7.1.1	Alertamento e valência	48
7.1.2	Recordação e reconhecimento	49
7.2	RESULTADOS DA ATIVIDADE CEREBRAL	51
7.2.1	Primeira sessão	51
7.2.1.1	Potenciais evocados	51

7.2.1.2	Atividade oscilatória	53
7.2.1.2.1	<i>Banda de frequência Teta</i>	53
7.2.1.2.2	<i>Banda de frequência Alfa</i>	54
7.2.1.2.3	<i>Banda de frequência Gama</i>	56
7.2.1.2.4	<i>Interações entre Teta e Gama</i>	56
7.2.1.3	Conclusões sobre a sessão de codificação	57
7.2.2	Segunda sessão	58
7.2.2.1	Potenciais relacionados a eventos.....	58
7.2.2.2	Atividade oscilatória	60
7.2.2.2.1	<i>Bandas de frequência Teta e Alfa</i>	60
7.2.2.2.2	<i>Banda de frequência Beta</i>	61
7.2.2.2.3	<i>Banda de frequência Gama</i>	62
7.2.2.2.4	<i>Interação entre bandas de frequência</i>	62
7.2.2.3	Conclusões sobre a sessão de reconhecimento	63
7.3	LIMITAÇÕES DO ESTUDO	64
7.4	CONCLUSÃO GERAL	65
7.5	PERSPECTIVAS FUTURAS	65
8	REFERÊNCIAS	67
ANEXO A – ESCALA DE DEPRESSÃO DE BECK		76
ANEXO B - ESCALA DE ANSIEDADE DE BECK		80
ANEXO C – SLIDES E TEXTO DA NARRAÇÃO DO TESTE DE MEMÓRIA EMOCIONAL		82
ANEXO D – SELF- ASSESSMENT MANIKIN		86
ANEXO E – FIGURAS DO IAPS UTILIZADAS COMO DISTRATORES NA SESSÃO DE RECONHECIMENTO		88
ANEXO G – APROVAÇÃO DO COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA		99

1 INTRODUÇÃO

Por que conseguimos lembrar tão bem de onde estávamos no momento que recebemos a notícia da morte de um amigo íntimo? Por que não nos esquecemos do que estávamos fazendo quando soubemos dos atentados do dia 11 de setembro de 2001 nos Estados Unidos? E por que é tão difícil lembrar o que fizemos no dia seguinte ou um ano depois desses acontecimentos? Provavelmente consideramos esses acontecimentos muito relevantes e fora do comum porque o contexto associado a esses fatos (a notícia) teve um forte impacto emocional. Estas perguntas exemplificam claramente que o conteúdo emocional das experiências facilita a formação da memória declarativa.

Este fenômeno é amplamente descrito na literatura e seu estudo contribui para o entendimento dos processos pelos quais nosso cérebro seleciona as informações e facilita os processos de memória para aquelas que serão permanentemente gravadas no nosso sistema de memória de longo prazo. A compreensão do funcionamento desses processos em condições normais e patológicas como, por exemplo, no Transtorno de Estresse Pós-Traumático terá afinal grande impacto no bem-estar das pessoas.

A cada dia o número de pesquisas acerca dos processos de memória emocional, tanto em sujeitos normais como em pacientes, vem aumentando e são cada vez mais diversas nas metodologias utilizadas. Porém, as aproximações experimentais que têm demonstrado os resultados mais relevantes, são aquelas que levam em consideração os aspectos psicológicos e neurobiológicos (fisiológicos e bioquímicos) envolvidos nos processos de aquisição, armazenamento e evocação da informação emocional. Uma dessas aproximações experimentais, o teste de memória emocional, tem sido amplamente utilizado por nosso grupo de pesquisa em voluntários sadios e também em pacientes. O uso de técnicas de avaliação da atividade cerebral durante a execução desse teste no ambiente do laboratório proporcionará, sem dúvida, uma melhor compreensão de como nosso cérebro reage a estímulos e situações emocionalmente relevantes e presentes no meio ambiente.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 MEMÓRIA

2.1.1 Definição

Uma das habilidades características dos seres vivos é a capacidade para adquirir, reter e utilizar informação. Esta habilidade é a memória, uma habilidade que proporciona ao indivíduo a capacidade de situar-se no presente, passado e futuro, assim como a capacidade de usar informação adquirida previamente na solução de novos problemas (1). A memória é um processo fundamental do ser humano, pois as nossas lembranças determinam em grande parte quem somos (1, 2). Possui, também, importância evolutiva por permitir ao indivíduo escolher as respostas mais adequadas frente às situações que lhe apresenta o meio que o rodeia (2-4). Sem este processo contínuo de aquisição de novas informações seríamos capazes unicamente de respostas reflexas e comportamentos estereotipados.

A memória é considerada um fenômeno complexo, que se desenvolve a partir de processos de ordem psicológica e fisiológica, já que se encontra relacionada com todas as atividades do cérebro (e.g. vigília, atenção) e, além disso, com fatores de motivação ou inibição. Os resultados dos estudos observacionais e experimentais com lesões demonstram que a memória é uma função cerebral distinta e dissociável de outras habilidades perceptuais ou cognitivas do indivíduo (5, 6).

2.1.2 Classificação

O acúmulo de observações e evidências experimentais tanto em animais como em humanos tem levado à formulação teórica de conceitos e à classificação da memória atendendo às diversas características deste fenômeno. A Figura 1 fornece um esquema geral da classificação mais amplamente aceita.

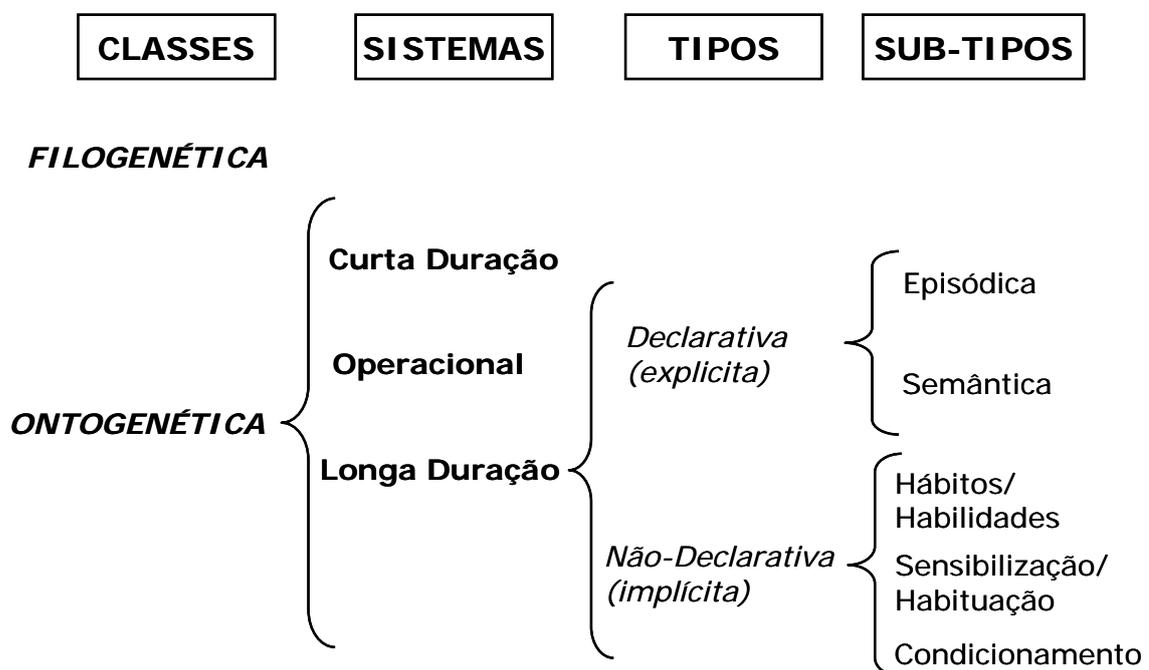


Figura 1 Classificação da memória. Adaptado de (7).

A primeira diferenciação parte de análises etológicas e neurobiológicas do comportamento e refere-se às duas classes de memória: filogenética e ontogenética (4). A memória filogenética é específica para cada espécie, inata (transmitida geneticamente) e pouco flexível. A classe de memória chamada ontogenética é a memória adquirida por cada indivíduo por meio do processo de aprendizagem, de forma que depende da experiência do indivíduo e não pode ser transmitida de geração em geração.

Dentro da memória ontogenética considera-se a existência de vários sistemas: memória de curto prazo, memória de longo prazo e a memória operacional

(4). A memória de curto prazo mantém disponíveis para sua utilização, pequenas quantidades de informação durante um período de tempo limitado. Sua característica funcional é a reverberação da informação dentro do sistema de memória. Neste sistema de memória, o tempo é uma variável crítica, pois leva ao decréscimo da retenção da informação. O sistema de longo prazo possui a capacidade de armazenar grandes quantidades de informação por um período indefinido de tempo. Recentemente, veio a ser reconhecido um terceiro sistema: a memória operacional (ou de trabalho), que se refere àquela memória que codifica o contexto temporal específico da informação e que pode ser apagada depois de ter sido utilizada.

Dentro do sistema de memória de longo prazo podem diferenciar-se dois tipos de memória. O primeiro, a memória implícita ou não-declarativa, recebe esse nome devido à incapacidade ou dificuldade de verbalização das informações contidas neste tipo de memória. Este tipo de memória representa habilidades não conscientes adquiridas pelo treino e pela repetição. O segundo tipo, a memória explícita ou declarativa, é o que popularmente se conhece como memória (5). Refere-se à lembrança de fatos e eventos e pode subdividir-se em memória semântica e memória episódica. A memória semântica representa conhecimentos gerais, linguagem e informação não relacionada à experiência própria do indivíduo, isto é, sem contexto autobiográfico. Segundo Tulving (8) a memória episódica refere-se à habilidade do indivíduo para lembrar eventos passados e representa o último patamar na evolução dos sistemas de memória. O armazenamento da informação em ordem cronológica e relacional é característico deste subtipo de memória, assim, as informações têm um sentido autobiográfico e são associadas de forma lógica com outros fatos vivenciados. Evidência neuroanatômica suporta esta subdivisão dentro da memória declarativa, e sugere que as memórias de tipo episódico são ainda mais dependentes do correto funcionamento das estruturas do lóbulo temporal medial (6, 9-11).

2.1.3 Fases da memória

Se as memórias de curto e longo prazo são etapas sequenciais de um mesmo processo (Hebb, 1949 (apud 12)) ou processos independentes atuando em paralelo (McGaugh, 1966 (apud 12)) sempre foi e continua sendo tema de discussão.

A consolidação de novas memórias no sistema de memória de longo prazo é um processo tempo-dependente que inicia com a aquisição da informação através dos sistemas sensoriais. A atividade induzida no sistema nervoso por estes estímulos recebe o nome de codificação do estímulo, e daí estende-se o nome de fase de codificação para este processo. Neste momento, o processamento da informação nas áreas corticais e subcorticais (reverberação segundo Hebb (1949 apud 12)) mantêm as informações disponíveis no sistema de memória de curto prazo, porém, para que esta informação perdure é preciso que seja transferida para o sistema de longo prazo. Este processo chama-se consolidação.

A consolidação, diferentemente da codificação, não é um processo imediato e sim gradativo e, portanto, influenciável. Assim, a formação de memória de longo prazo para informações recentemente adquiridas pode ser modulada mediante mecanismos físicos, químicos, ou cognitivos por meio, da ativação de circuitos neurais diferentes que modifiquem o processo de consolidação. Esta modulação pode levar à melhora ou prejuízo do processo de consolidação.

Por último, existe a fase de evocação que se refere à recuperação da informação previamente armazenada nos sistemas de memória. O processo de evocação da memória declarativa pode ser estudado mediante tarefas de reconhecimento. Neste tipo de tarefa é pedido aos indivíduos que julguem se uma informação que se lhes apresenta já tinha sido apresentada ou não (13-15). Classicamente, se considera que as tarefas de reconhecimento envolvem dois mecanismos: A recordação (*recollection*) e a familiaridade (13, 15). O primeiro é um processo mais elaborado que inclui a recuperação do contexto específico (outras informações sensoriais, emoção, etc) no qual a informação foi apresentada. Por outro lado, o segundo processo refere-se à sensação de que a informação já tinha

sido apresentada, mas sem detalhes específicos a respeito dessa informação. Considera-se que durante a recordação o estado mental em que aconteceu a codificação é restabelecido, o que não aconteceria durante o reconhecimento por familiaridade (13-15).

2.1.4 Esquecimento

Vale lembrar que dentro das características dos sistemas de memória encontra-se o esquecimento, que é considerado a capacidade de filtrar e selecionar a informação útil e descartar informações não relevantes com o propósito de fazer mais eficazes os processos de memória (12, 16). Surge então a preocupação de identificar as variáveis que participam neste processo de “seleção”. Levando em consideração as fases do processo de formação da memória anteriormente citadas, pode-se inferir que esta seleção deve estar presente em pelo menos uma dessas fases. No processo de captação da informação, a seleção daria como resultado a codificação ou não dos estímulos. Isto dependerá em última instância das próprias características destas informações ou das características associadas a elas. Algumas características que têm sido identificadas como favorecedoras do processo de codificação são: a esquisitice, o alertamento e a valência emocional (16-19). Estas duas últimas características são consideradas propriedades dos estímulos emocionais e serão consideradas com mais detalhe na próxima secção.

Já na fase de consolidação, muitos trabalhos têm demonstrado a facilitação ou inibição do passo das informações do sistema de memória de curto prazo para o sistema de memória de longo prazo mediante diferentes manipulações. Estes métodos podem ser fármacos que modulem os sistemas de neurotransmissores, métodos de treinamento (exposição repetitiva aos estímulos), ou diferentes tipos de manobras comportamentais (e.g. mnemotécnica, manipulação do contexto, etc) (20). Os fatores anteriormente nomeados vão influenciar a probabilidade de que as informações percebidas sejam permanentemente armazenadas no sistema de memória de longo prazo.

2.2 EMOÇÃO

2.2.1 Definição

O conceito de emoção tem significado um desafio para a ciência. Não existe consenso acerca da definição ou teoria das emoções que delimite o fenômeno emocional de uma forma útil que permita relacionar os fenômenos a substratos neurais (21, 22). Uma definição um tanto simplista a descreve como o conjunto de reações psicomotoras e neurovegetativas que acontecem como resposta a um estímulo determinado. As experiências emocionais são eventos ricos em conteúdo que emergem no nível psicológico, mas são baseados em processos neurobiológicos, de forma que qualquer teoria da experiência emocional deve abranger estes dois aspectos (23, 24).

Estas experiências implicam padrões complexos de respostas fisiológicas e comportamentais que permitem ao indivíduo confrontar as situações da forma mais eficaz e adaptativa (16). Atualmente os pesquisadores dessa área explicam a emoção como um fenômeno complexo no qual se inter-relacionam resultados de processos fisiológicos, a interpretação cognitiva destes processos e as circunstâncias nas quais se desenvolvem. Os fenômenos fisiológicos apresentam-se como resposta aos estímulos internos e externos, e configurariam um estado de ativação que promove ou facilita a experiência emocional. Estas interações entre processos sociais, cognitivos e biológicos na emoção são cada vez melhor compreendidas e atualmente são pesquisadas com êxito mediante a colaboração interdisciplinar (25).

A evidência aponta à idéia de que as manifestações centrais (cerebrais) e periféricas das emoções não dependem exclusivamente da percepção consciente dos estímulos (8, 26, 27), o que significa que o processamento consciente do estímulo não é um requisito prévio das manifestações periféricas dos estados emocionais e confere à análise destas respostas fisiológicas e comportamentais grande importância para o entendimento dos fenômenos emocionais (28). Isto,

porém, não exclui a possibilidade de que o processamento consciente module a expressão de tais manifestações periféricas (29).

Existe também abundante evidência experimental que relaciona a amígdala, uma estrutura chave no processamento da informação emocional, tanto à avaliação de estímulos emocionais como à expressão das manifestações autonômicas de resposta aos estímulos emocionais (6, 30-32). Alguns destes autores discutem também sobre a convergência de vias corticais e subcorticais em direção a esta estrutura (33).

2.2.2 Dimensões da experiência emocional

As vivências pessoais e as emoções ligadas a elas mostram a grande diversidade dessas experiências, fato que é evidente pela facilidade com que os indivíduos podem diferenciar uma experiência de outras.

A teoria mais amplamente aceita propõe que estas diferenças tanto entre experiências emocionais, como entre experiências emocionais e não emocionais – e conseqüentemente, também estímulos – podem ser categorizadas em duas dimensões (18).

A dimensão da valência refere-se à qualidade de induzir uma sensação apetitiva ou aversiva, isto é, ser prazerosa ou desagradável. A valência da emoção pode variar desde altamente positiva a altamente negativa. A dimensão do alertamento descreve a intensidade da experiência e abrange desde situações totalmente calmas até situações altamente excitantes ou perturbadoras (17, 34). Segundo este referencial, existem experiências negativas altamente perturbadoras, positivas muito excitantes, positivas pouco excitantes, etc (Figura 2). Do anterior se conclui que toda experiência emocional pode ser classificada em termos das suas dimensões de alertamento e valência.

Um grande número de pesquisas que trabalham diretamente o tema das emoções ou utilizam a experiência emocional como ferramenta na investigação de outros fenômenos associados baseiam-se neste marco conceitual que define as características das emoções. Uma das vantagens desta abordagem é que permite a quantificação da experiência subjetiva. Esta quantificação subjetiva tem demonstrado, mediante a classificação sistemática de estímulos, ser altamente reproduzível e confiável (17, 34, 35), sendo de grande utilidade por facilitar a comparabilidade entre estudos.

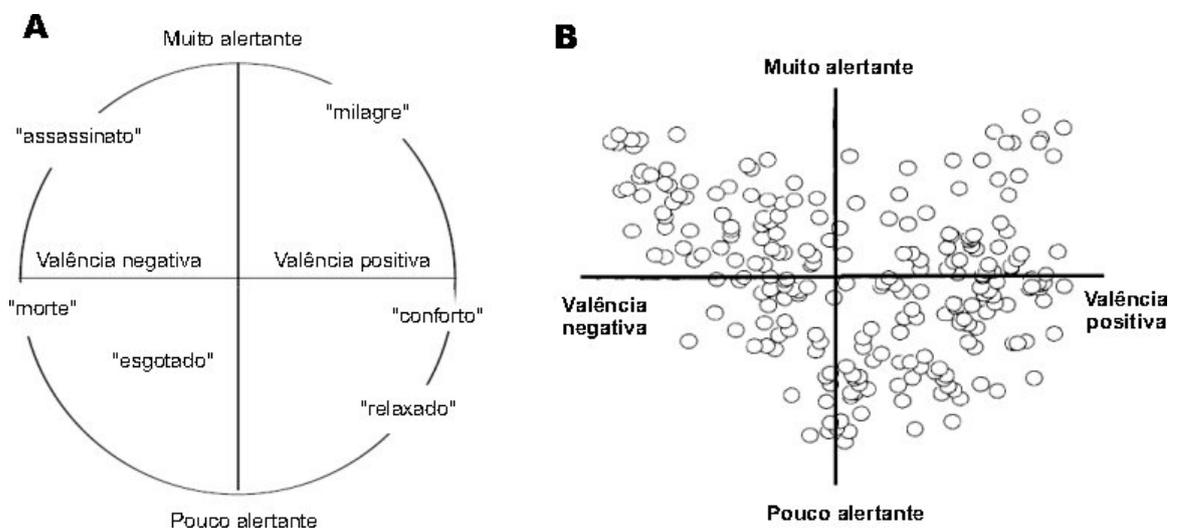


Figura 2 Representação da emoção no espaço bi-dimensional da valência e o alertamento. **A.** Representação esquemática de diferentes experiências emocionais (Modificado de Kensinger, 2004). **B.** Distribuição das classificações bi-dimensionais de 240 *slides* pertencentes ao Sistema Internacional de Imagens Afetivas (*International Affective Picture System, IAPS*). Observa-se uma distribuição em forma de U, sugerindo uma correlação entre valores extremos de valência e alto nível de alertamento. Modificado de (17).

2.3 MEMÓRIA E EMOÇÃO

A memória é o campo da cognição onde a influência da emoção é mais bem compreendida. A facilitação da memória para eventos com valor emocional permite melhores predições das consequências de relevância para o indivíduo no momento

de confrontar-se com eventos similares no futuro (16, 19, 36). O fenômeno é chamado de potenciação da memória pela emoção.

Esta relação entre emoção e memória tem sido estudada em trabalhos observacionais de campo e em trabalhos experimentais de laboratório (16). Pesquisas recentes têm estudado o funcionamento dos sistemas de memória encontrando relações entre o nível de alerta emocional referido pelos sujeitos e retenção da informação, demonstrando que alguns eventos de conteúdo emocional se mantêm por mais tempo disponíveis à evocação (4, 37-39).

O estudo dos sistemas de memória emocional em humanos, definidos como aqueles relacionados com a aquisição, armazenamento e evocação da informação relacionada com o significado emocional da experiência (22) tem utilizado diferentes instrumentos: fotografias impactantes e neutras, expressões faciais das emoções, filmes com conteúdos emocionais opostos, histórias neutras e impactantes. Estes delineamentos experimentais têm demonstrado o papel facilitador do conteúdo emocional nos processos de memória (25).

A maior parte da literatura dedicada a este tema está baseada no estudo da influência do nível de alerta produzido pelo estímulo emocional na potenciação da memória para esta informação. Porém, a dimensão da valência emocional exerce influência no fenômeno de potenciação também (17, 18).

Tradicionalmente, o fenômeno de potenciação ou facilitação da memória devido a estímulos emocionais tem sido explicado em função da percepção, da atenção e do processamento consciente preferencial desta informação, como foi tratado na seção anterior acerca do esquecimento (40). Esta proposta é congruente com uma perspectiva evolucionista, já que estímulos que induzem sentimentos de prazer ou desconforto estão geralmente associados com situações que favorecem ou desfavorecem a sobrevivência do indivíduo e, por conseguinte da espécie (16).

Existe também abundante evidência experimental que relaciona a amígdala, uma estrutura chave no processamento da informação emocional, à avaliação de estímulos emocionais e à expressão das manifestações autonômicas de resposta

aos estímulos emocionais. (6, 30-32). Alguns destes autores discutem também sobre a convergência de vias corticais e subcorticais em direção a esta estrutura e partindo desta (30, 32, 33). O modelo mais aceito para explicar o funcionamento do sistema de memória emocional propõe que as estruturas responsáveis pela codificação, armazenamento e evocação da memória de longo prazo (declarativa e não declarativa) estão envolvidas também nos processos de memória emocional (19, 36, 41, 42). Estudos de neuroimagens demonstram que outras estruturas, principalmente a amígdala, estão ativadas durante a codificação de informações associadas a conteúdo emocional (42-45). Tais trabalhos sugerem que a amígdala potencializaria a codificação e o armazenamento da memória no sistema de longo prazo agindo diretamente sobre as estruturas que medeiam o processamento de memórias não associadas a conteúdo emocional.

2.4 ELETROENCEFALOGRAFIA - POTENCIAIS RELACIONADOS A EVENTOS

Esta técnica baseia-se no registro da atividade elétrica cortical do cérebro, medida sobre o escalpo mediante um eletroencefalógrafo. Os potenciais elétricos registrados correspondem aos potenciais pós-sinápticos de neurônios corticais.

Uma das grandes vantagens desta técnica é que ela permite a mensuração direta da atividade neuronal, pois registra o fenômeno de despolarização ou hiperpolarização da membrana celular dos corpos neurais. Além disso, a técnica oferece uma definição temporal superior a qualquer técnica de neuroimagem. Porém, a definição espacial desta técnica é muito limitada, apesar dos esforços por aumentar o número de canais de registro e o aperfeiçoamento dos métodos de análise do sinal registrado. Outras desvantagens são que o registro da atividade está limitado às regiões corticais e também que a pequena intensidade e grande variabilidade do sinal faz necessária uma grande quantidade de registros para obter um sinal de boa qualidade.

Uma aplicação da técnica são os chamados Potenciais Evocados (*Evoked Potentials*), termo que foi criado por volta de 1960, momento reconhecido como o início da era moderna das pesquisas nesta área (46). Os potenciais evocados representam a atividade elétrica cortical produzida em resposta à estimulação por qualquer modalidade sensorial, que se contrapõe à atividade espontânea, chamada também “de fundo” ou *ongoing*, do eletroencefalograma (EEG). O termo Potenciais Relacionados a Eventos (ERP, *Event-related Potentials*) derivou da definição anterior, pela observação de que não só os estímulos externos induziam mudanças nos potenciais registrados. Movimentos voluntários e processos cognitivos podem também gerar potenciais que mantêm relações temporais estáveis com um evento referência definido (e.g. atividade motora, seleção de resposta, etc) (46).

A metodologia tradicional para a avaliação dos ERP cognitivos (46, 47) começa com o registro do EEG nos sujeitos durante a realização de uma tarefa cognitiva (Figura 3A). Uma vez que o evento referência aparece (e.g. estímulo visual, resposta) o sistema de registro do EEG grava um indicador ou marca do momento exato de ocorrência do evento. Este procedimento dá origem à estrutura básica do estudo de ERP, o chamado *Trial* ou Época, que consiste na atividade cortical registrada tendo um evento como referência (Figura 3B). Após o registro de várias épocas, a sessão de registro finaliza, todas as épocas registradas são separadas e é feita uma média simples da atividade registrada em cada latência. Estas latências estão alinhadas, ou sincronizadas (*time-locked*) com o evento referência (Figura 3C). O resultado deste procedimento é uma sequência de deflexões positivas e negativas da voltagem que são chamadas de picos (*peaks*) e recebem nomes dependendo da sua latência, polaridade e do tipo de evento ao qual está relacionado (Figura 3D). A análise dos resultados obtidos baseia-se na comparação de latências e amplitudes dos picos de interesse.

A lógica por trás desta abordagem é que, 1) a atividade induzida pelo evento referência tem características fixas de polaridade e latência ao longo das épocas analisadas, isto é, o cérebro responde sempre ou quase sempre da mesma forma a um determinado estímulo, 2) os potenciais não relacionados com o evento referência, por sua característica de aleatoriedade, serão “zerados” após calcular a

média da atividade nas épocas, e 3) que os outros potenciais registrados no EEG não são afetados pelo evento referência, (46, 48, 49).

Contudo, esta análise no domínio do tempo continua sendo muito popular devido à facilidade de realização e porque os resultados são compreendidos de forma mais intuitiva em comparação com outros tipos de análise. Além disso, por ser uma técnica amplamente utilizada, facilita a comparação de resultados entre diferentes estudos.

2.4.1 Novas técnicas de análise

A abordagem relatada acima é produto das limitações técnicas da época do início dos trabalhos sobre ERP. Atualmente, apesar dos avanços tecnológicos disponíveis para o registro (e.g. arranjos de eletrodos de alta densidade) e análise dos sinais biológicos (e.g. computadores digitais), a maior parte dos pesquisadores ainda está limitada a esta comparação de latências e amplitudes (48).

No entanto, nas últimas décadas vários pesquisadores têm aplicado aos registros de EEG técnicas de análise desenvolvidas originalmente para a engenharia e a teoria da informação, incluindo a decomposição em tempo/frequência. Estas técnicas têm revelado que outros processos registrados no EEG também estão relacionados com os eventos referência, mas não são vistos utilizando a metodologia tradicional de análise dos ERP (48-50). Sendo assim, em algumas situações a atividade evocada calculada pela média (*gran-average* no domínio do tempo) pode não mostrar diferenças, enquanto a atividade oscilatória evocada (domínio da frequência) pode encontrar diferenças (47).

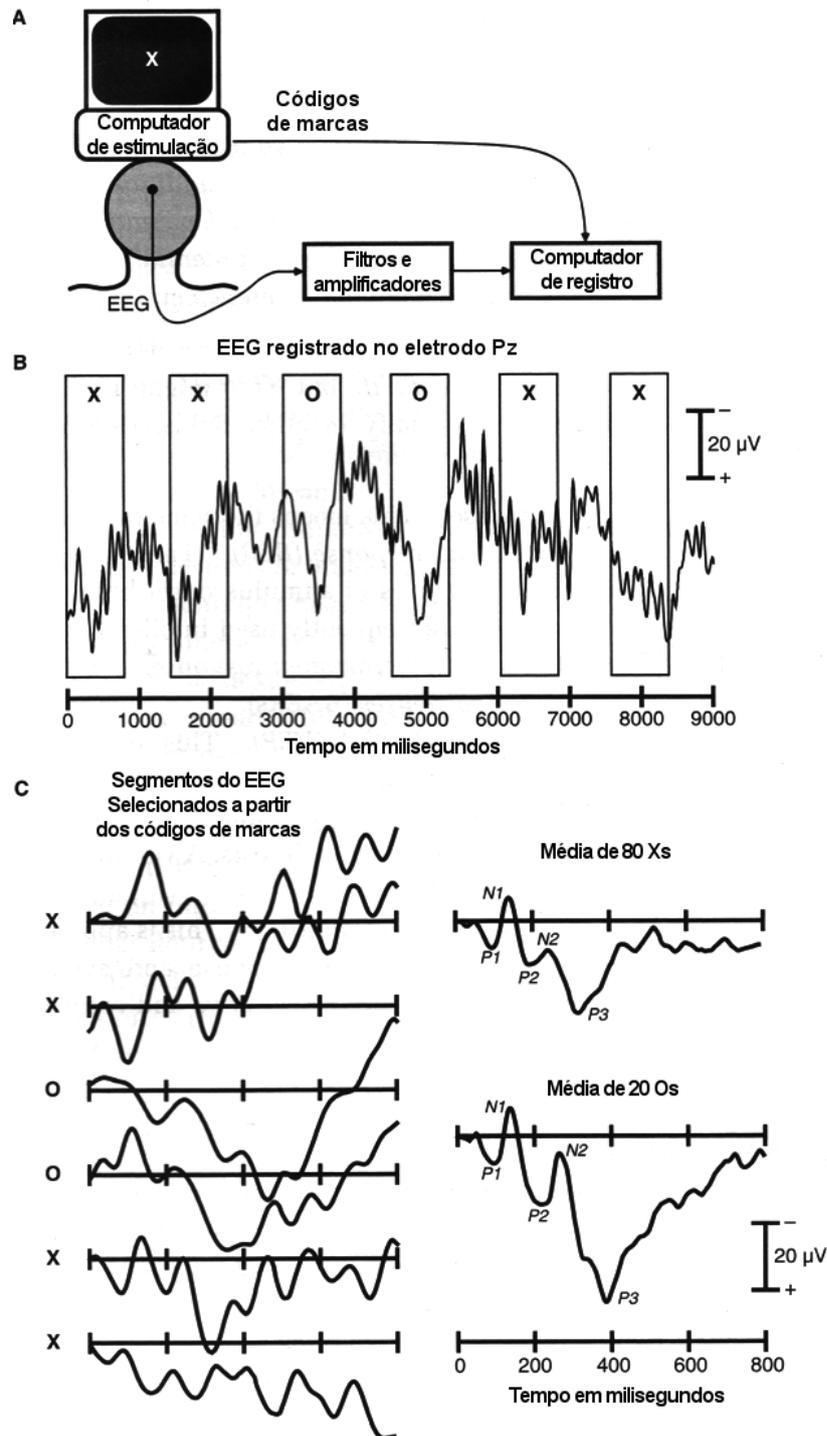


Figura 3 Exemplo de um experimento de ERP. Neste exemplo dois tipos de estímulos são utilizados em um paradigma experimental chamado *Oddball*. **A.** Os sujeitos atendem a estímulos frequentes (X) e infrequentes (O) apresentados em um monitor enquanto o EEG é registrado no eletrodo Pz. O sinal é filtrado e amplificado. **B.** Os retângulos apresentam épocas de 800 ms com início no momento de apresentação dos estímulos. **C.** Pode ser observada grande variabilidade entre épocas do EEG, porém, as médias das épocas para cada tipo de estímulo apresentam menos variabilidade. Note-se que o eixo Y está invertido, como é frequente nos gráficos de resultados deste tipo de estudos. Modificado de (46).

A ferramenta EEGLAB é um *software* livre que permite o processamento de dados de EEG utilizando análise de componentes independentes (ICA, *Independent Components Analysis*) e análises espectrais por decomposições tempo/frequência, além da metodologia tradicional de promediação no domínio do tempo. O *software* inclui também métodos de visualização avançados, conhecidos como visualização *Multi-Trial* ou imagem-ERP, que facilitam a interpretação dos resultados. As vantagens do uso dessas técnicas de análise têm sido amplamente demonstradas (49, 51-53).

2.4.1.1 Visualização *Multi-Trial*

A análise dos dados eletrofisiológicos tem sido dominada pela análise de médias de ERP unidimensionais (amplitude vs latência em cada canal). A imagem-ERP é uma representação bidimensional dos dados (amplitude vs latência através das épocas) ordenados segundo uma variável de interesse (tempo de coleta, fase, amplitude, etc).

Uma imagem-ERP é um retângulo colorido no qual cada linha horizontal representa o potencial registrado durante uma época (Figura 4). As cores em cada linha representam o valor do potencial registrado em cada ponto. Esta forma de visualização dos dados pode ser aplicada aos valores originais do traçado (potencial), aos resultados da ICA e aos resultados da decomposição tempo/frequência.

2.4.1.2 Análise de componentes independentes – ICA

Os algoritmos de ICA têm provado sua capacidade de isolar fontes de atividade neuronal e artefatos (51). Atualmente a ICA é usada corriqueiramente para detectar e remover artefatos de movimentos oculares, atividade muscular e ruído da

linha elétrica. Na prática, este tipo de análise mostrou que pode também identificar as fontes de atividade neural cuja atividade está relacionada com fenômenos comportamentais ou eventos referência.

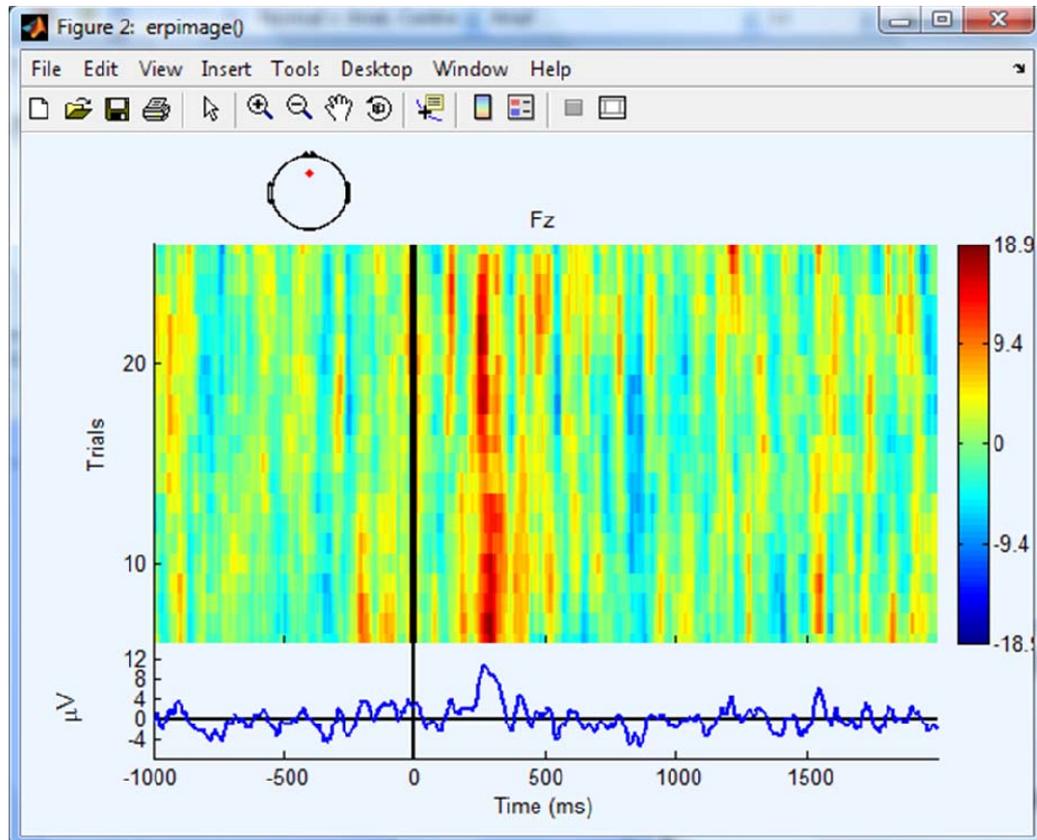


Figura 4 Imagem-ERP. Na parte superior é representado o local de registro sobre o escalpo (ponto vermelho). O retângulo colorido na parte central representa a atividade registrada ao longo das épocas, neste caso entre -1000 e 2000 ms. Cada linha representa a atividade em uma época. As cores representam o potencial (μV) ou o poder (dB) registrado em cada latência tendo como referências a barra de cores na lateral direita. Quando são utilizados os dados de ERP, a atividade média (*Grand-average*) é apresentada na parte inferior do gráfico.

Resumidamente, este tipo de análise pode ser vista como uma alternativa à decomposição por componentes principais (*Principal Components Analysis*, PCA). O PCA procura atribuir a cada componente a maior quantidade de atividade não correlacionada com o componente determinado anteriormente. Por outra parte, a ICA procura encontrar as fontes de atividade (componentes) mais independentes possíveis. Este tipo de análise é aplicado atualmente a muitos sinais biomédicos, como imagens de ressonância magnética funcional e análise de voz (48). A

aplicação da ICA a dados de EEG é útil quando feita em conjuntos de dados com 128 ou 256 canais. Contudo, pode ser de utilidade também em conjuntos de dados com 32 canais ou menos (48).

O resultado final da ICA é um conjunto de componentes independentes (CI) igual ao número de canais registrados. Quanto menor o índice do componente, maior a atividade – proveniente do EEG ou de artefatos – que representa no traçado. A plataforma EEGLAB permite ao usuário ver a contribuição de cada componente no traçado original, no espectro e no ERP de todos os canais ou nos canais selecionados para determinar quais componentes são relevantes para o pesquisador e deverão ser selecionados para serem investigados (Figura 5).

2.4.1.3 Análises tempo/frequência

O EEGLAB utiliza técnicas de decomposição tempo/frequência para avaliar perturbações na amplitude, fase e coerência do espectro a partir dos dados brutos (potencial) ou dos resultados da ICA. As medidas utilizadas são o espectro médio das épocas ou da linha de base e três medidas de tempo/frequência relacionadas a eventos:

1. Perturbações espectrais relacionadas a eventos (*Event-Related Spectral Perturbations*, ERSP), que medem as mudanças médias no espectro de frequências em um canal ou componente.
2. Coerência *Inter-Trial* (*Inter-Trial Coherence*, também chamada fator *phase locking*), em canais ou componentes.
3. Coerência cruzada relacionada a eventos (*Event-Related Cross-Coherence*) entre canais ou componentes.

As ERSP são gráficos normalizados pela linha de base que representam as mudanças relacionadas a eventos no espectro. Este tipo de representação vem sendo cada vez mais utilizada para visualizar as mudanças no espectro ao longo do tempo em um amplo intervalo de frequências. Este tipo de representação é uma

generalização da técnica de Dessincronização relacionada a eventos (*Event-Related Desynchronization*, ERD) e Sincronização relacionada a eventos (*Event-Related Synchronization*) que avaliava as mudanças no espectro em bandas de frequência estreitas e determinadas pelo pesquisador (47, 48).

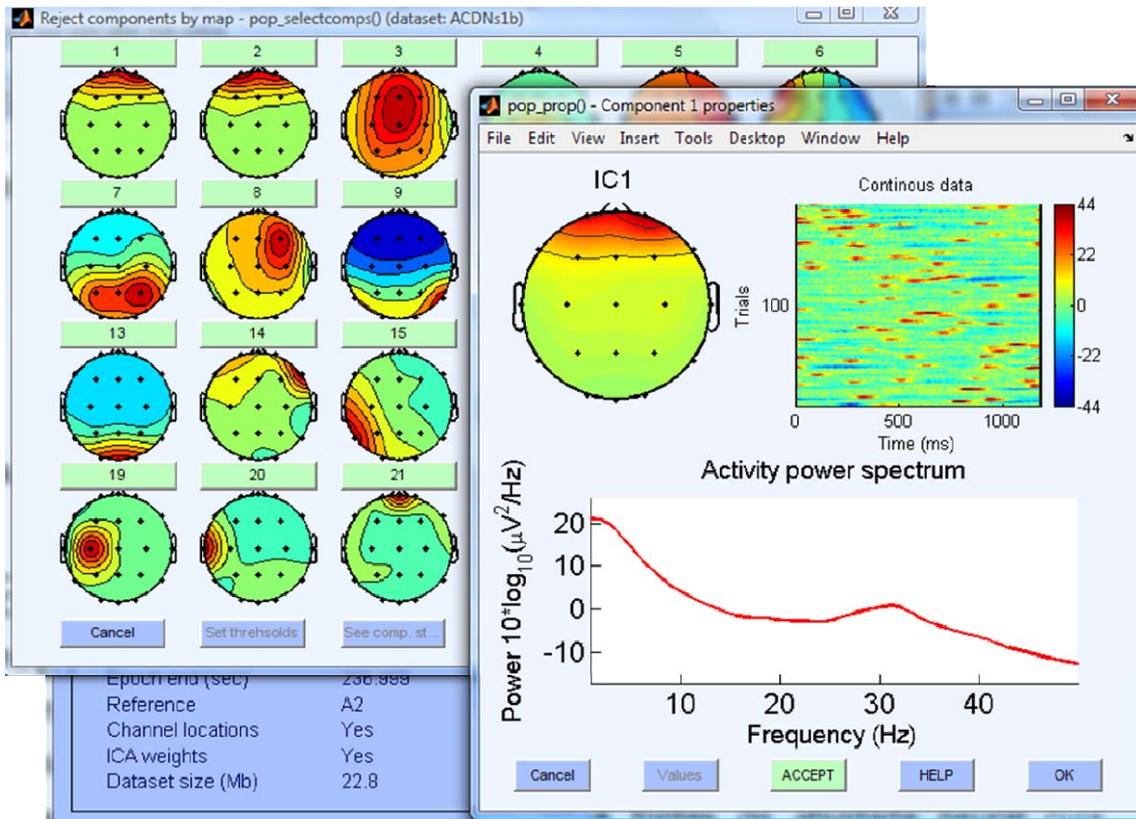


Figura 5 Imagem da interface gráfica para a seleção dos CI. Na janela em segundo plano, aparecem os mapas de atividade para cada um dos CI extraídos pela ICA (neste caso 21). Quando um desses componentes é selecionado, aparece uma nova janela (primeiro plano) que apresenta o mapa de atividade no canto superior esquerdo, a imagem-ERP desse componente no canto superior direito, e o espectro de atividade na parte inferior. No exemplo é apresentado um CI relacionado a movimentos oculares (*eye blinks*). Note a distribuição da atividade no pólo anterior perto dos olhos, a atividade paroxística e o espectro de atividade composto principalmente por frequências muito baixas (< 3 Hz).

Para determinar as ERSP é necessário o cálculo do poder espectral em janelas de latência deslizantes e sua promediação ao longo das épocas. A escolha padrão é utilizar uma versão de um *wavelet* senoidal na qual o número de ciclos é aumentado lentamente conforme a frequência aumenta. Isto permite uma melhor resolução nas altas frequências, quando comparada com a resolução obtida com

wavelets de ciclos constantes (48). A cor de cada pixel no gráfico final representa o poder (dB) em cada frequência e na latência relativa ao tempo do evento referência.

Finalmente, cabe ressaltar que existe uma grande variabilidade na metodologia utilizada não só para analisar os dados finais do EEG, mas também no pré-processamento do sinal. A taxa de amostragem, qualidade do registro, tipo de referência utilizado para o registro, entre outros detalhes, podem ser os responsáveis pelas diferenças encontradas em cada estudo e dificultam a comparação direta dos resultados entre eles.

2.5 CORRELATOS ELETROFISIOLÓGICOS DE PROCESSOS COGNITIVOS

Mesmo depois de anos de desenvolvimento e dos grandes avanços durante a chamada “Década do cérebro”, as neurociências ainda enfrentam seu problema central: o entendimento dos mecanismos pelos quais o imenso número de neurônios do cérebro humano interage para produzir as funções mentais superiores. A análise da atividade elétrica cerebral e suas frequências naturais abriram novas portas para a análise combinada das funções sensoriais e cognitivas (47). Este novo olhar deixa de lado a visão anterior de áreas corticais especializadas que participavam de processos cognitivos discretos e sugere a integração funcional do cérebro mediada pelas oscilações dos potenciais elétricos de áreas funcionalmente relacionadas (47, 54, 55).

2.5.1 Processamento de estímulos emocionais

Nos últimos anos os pesquisadores têm mostrado interesse na possibilidade do registro de ERP durante o processamento de estímulos visuais de conteúdo emocional (19, 56), principalmente, das imagens do IAPS (40, 57) e de expressões emocionais faciais (58, 59). Esta área de pesquisa é dominada pela análise dos ERP no domínio do tempo, sendo poucos os estudos publicados (59, 60) que utilizam

outras técnicas de análise. Os estudos de ERP têm concentrado esforços na análise de dois componentes: o componente P300 (potencial positivo que aparece aproximadamente após 300 ms a apresentação dos estímulos) e o potencial positivo tardio (*Late Positive Potential*, LPP que aparece mais tardiamente e se mantém por mais tempo) (61-63).

O componente P300 tem sido tradicionalmente associado por alguns autores a processos de atenção (57, 61), porém, há maior consenso sobre seu envolvimento no processo de seleção de respostas em paradigmas experimentais como o *Oddball* (64-66). No entanto, os resultados de vários tipos de medidas indicam que os estímulos emocionais capturam automaticamente nossa atenção. Múltiplos estudos de ERP mostraram que os estímulos emocionais induzem aumentos dos potenciais registrados em latências entre 200 e 300 ms em eletrodos da região posterior do escalpo (57, 61, 62, 67). Este fenômeno tem sido chamado de “atenção motivada”. Na área de ERP é considerado que os estímulos emocionais são, pelas suas características, “alvos naturais”, isto é, estímulos relevantes para qualquer tarefa (61, 68).

Estudos mais recentes têm descrito também a presença do LPP durante o processamento de estímulos emocionais em eletrodos de regiões superiores e posteriores (40, 62, 67). Assim como os resultados do P300 têm sido interpretados como um aumento transitório na atenção orientada a estímulos relevantes, o LPP parece manter essa atenção e facilitar o processamento desse tipo de estímulos. Este tipo de processamento tem sido associado à codificação da memória (63).

No entanto, os resultados destes trabalhos devem ser considerados com cautela porque a metodologia utilizada para a análise destes potenciais varia muito entre os grupos de pesquisa (56, 61). Além disso, pode existir também confusão devida ao tipo de estímulo utilizado. Mesmo dentro dos estudos que utilizaram imagens do IAPS, o controle da valência e do alertamento dos estímulos é fundamental para a interpretação dos resultados, pois o efeito de cada dimensão da emoção parece diferente. A valência do estímulo modula componentes de latências menores (100 – 250 ms) e o alertamento potenciais de latências maiores (200 – 1000 ms) (56).

Resumindo, a amplitude de vários componentes dos ERP é modulada pelas dimensões emocionais dos estímulos visuais em diferentes janelas de tempo que vão desde aproximadamente 100 ms até vários segundos após a apresentação dos estímulos. A latência dos componentes, no entanto, não parece ser afetada. A valência e o alerta podem modular de forma independente os componentes dos ERP. Sendo assim, o processamento dos estímulos emocionais começa rapidamente, está ativo durante longos períodos de tempo e envolve vários estágios de processamento.

2.5.2 Memória episódica

Estudos por neuroimagens funcionais e EEG durante a codificação de estímulos têm revelado algumas estruturas cerebrais e mecanismos críticos para a formação da memória episódica. Apesar de algumas divergências, a maior parte da evidência sugere que durante a codificação da informação a atividade do hemisfério esquerdo está aumentada, especialmente nas estruturas do lobo temporal medial e o córtex pré-frontal (69-71).

A evidência mais consistente é dada pelos estudos da atividade relacionada a eventos que utilizaram análises tempo/frequência. Estes estudos demonstraram que as oscilações Teta e Gama estão aumentadas durante a codificação de estímulos que serão posteriormente lembrados, quando comparadas com as oscilações presentes durante a codificação de estímulos que não serão lembrados (69, 70, 72-75). Este é o chamado efeito de memória subsequente (*subsequent memory effect*). As oscilações Alfa têm sido estudadas também, porém, existe menos consenso a respeito do seu papel durante a codificação da memória, principalmente porque grande parte dos estudos está orientada à avaliação da memória semântica (76-79).

Os estudos sobre atividade oscilatória associada à evocação da memória são menos abundantes (80). Estes estudos avaliam principalmente dois efeitos: o chamado efeito Velho/Novo (*Old/New effect*) que compara a atividade relacionada à

apresentação de estímulos vistos na sessão anterior e corretamente reconhecidos, com a atividade relacionada ao processamento de estímulos novos; e o efeito de reconhecimento que compara a atividade relacionada ao reconhecimento de estímulos apresentados na sessão anterior (*hits*), com a atividade relacionada aos estímulos não reconhecidos, contudo, apresentados na sessão anterior (*misses*). Os resultados desses estudos mostram que as oscilações em Teta e Gama em áreas frontais estão relacionadas à evocação de informação em tarefas de reconhecimento (69, 73, 76, 80-82) quando analisado tanto um como outro efeito.

Por outro lado, os resultados de estudos de ERP que avaliaram a atividade durante a codificação e durante o reconhecimento dos estímulos utilizando técnicas de análise no domínio do tempo têm mostrado grande variabilidade nas janelas de tempo, os componentes e o tipo de efeito (54, 68, 83-85). Uma característica comum à maioria dos componentes relacionados ao correto reconhecimento dos estímulos é sua distribuição sobre áreas anteriores do hemisfério esquerdo (83). Provavelmente as diferenças nos tipos de estímulos utilizados, os tipos de tarefas e as técnicas utilizadas para quantificar os ERP sejam as responsáveis pelas divergências (54, 78, 83).

2.5.3 Memória emocional

Os estudos a respeito do efeito da emoção sobre a codificação da memória episódica demonstraram que a informação emocional possui acesso privilegiado aos recursos neurais que levaria a um processamento facilitado e finalmente à formação de memória de forma mais eficiente (34, 60, 62, 63). Estes trabalhos estão centrados na avaliação do efeito do conteúdo emocional dos estímulos visuais e encontraram que a atividade evocada e induzida é modulada pelas características dos estímulos, principalmente, seu nível de alerta. Foi demonstrado o efeito de memória subsequente em janelas de tempo com latências curtas (400 a 600 ms) e longas (600 a 800 ms) para os estímulos de conteúdo emocional comparados aos estímulos neutros (63). Este efeito foi encontrado em eletrodos centrais da linha média.

Os trabalhos que avaliaram a evocação de estímulos de conteúdo emocional utilizaram, principalmente, o chamado efeito Velho/Novo. Os resultados destes trabalhos mostram que o efeito Velho/Novo está presente no LPP (ou chamado também *Late Positive Complex*) encontrado em eletrodos parietais entre 500 e 800 ms (86, 87). Para alguns autores este potencial está relacionado ao processo de recordação (*recollection*). Outros dois potenciais de latências menores estão associados com a evocação da informação através do mecanismo de familiaridade (86, 87). O primeiro é um potencial negativo na linha média frontal que tende a ser maior para estímulos novos em comparação a estímulos velhos que é chamado FN400, encontrado entre 300 e 500 ms após a apresentação do estímulo. O segundo é um potencial positivo com latência ainda menor (100 a 300 ms) observado em eletrodos frontais e que toma a forma do componente P2.

O efeito do contexto emocional sobre a codificação ou evocação da informação tem sido abordado em poucos estudos. Um desses estudos encontrou que a apresentação de estímulos neutros dentro de contexto emocional está associada a LPP (400 a 700 ms) maiores durante a codificação. O efeito foi encontrado quando os ERP foram comparados com os potenciais registrados durante a apresentação de estímulos neutros em um contexto misto (neutro) (88). No entanto, nesse estudo o contexto emocional foi criado pelos próprios estímulos emocionais, usando para isto a apresentação de blocos de estímulos com a mesma valência emocional. Além disso, o estudo não avaliou se o contexto teve algum efeito sobre a formação de memória – efeito de memória subsequente.

2.6 ESTADO DA ARTE

O estudo dos sistemas de memória emocional tem demonstrado o efeito facilitador do conteúdo emocional utilizando estímulos visuais. Os resultados sobre o contexto emocional sugerem que este facilita também a formação de memória, porém, existe pouca quantidade de estudos publicados e estes possuem algumas limitações metodológicas. Os resultados de trabalhos que utilizaram avaliações da

atividade cerebral por neuroimagens durante a codificação de informação de conteúdo emocional demonstram a participação de estruturas chaves na avaliação das emoções além das estruturas envolvidas no processamento de memórias não associadas a conteúdo emocional. No entanto, algumas perguntas permanecem em aberto: que tipo de interação existe entre estas estruturas? Essas estruturas e interações estão presentes durante a fase de evocação? O contexto emocional facilita a formação de memória por meio dos mesmos mecanismos que o conteúdo emocional?

Finalmente, cabe ressaltar que as análises realizadas nos estudos a respeito do efeito da emoção sobre a memória durante a codificação ou a evocação, têm utilizado unicamente técnicas no domínio do tempo. Entretanto, as análises tempo/frequência podem ser mais adequadas para a descrição destes efeitos.

3 HIPÓTESES

Com base no estado atual da arte, propõem-se as seguintes hipóteses:

1. O contexto emocional criado por informações auditivas induz facilitação da memória declarativa para estímulos visuais.
2. A codificação de estímulos visuais em um contexto emocional induz atividade aumentada em estruturas relacionadas à codificação da memória declarativa.
3. A atividade durante a codificação de estímulos visuais em um contexto emocional reflete facilitação na comunicação entre áreas corticais e no processamento sensorial dos estímulos.
4. Os estímulos visuais codificados em um contexto emocional são reconhecidos mais facilmente em uma sessão posterior.
5. O contexto emocional induz diferenças na atividade cerebral relacionada ao reconhecimento de estímulos visuais.

4 OBJETIVOS

4.1 GERAL

Investigar o efeito do contexto emocional sobre a memória declarativa por meio de técnicas de registro da atividade cerebral (EEG) durante a execução de um teste de memória emocional.

4.2 ESPECÍFICOS

1. Avaliar, por meio de tarefas de recordação e reconhecimento, se o contexto emocional induz o efeito de facilitação da memória declarativa episódica.
2. Investigar a atividade cortical relacionada a eventos por meio de técnicas tradicionais de análise do EEG no domínio do tempo.
3. Descrever a dinâmica da atividade cortical utilizando métodos de decomposição tempo/frequência que permitam uma melhor análise em comparação às técnicas tradicionais para a análise de dados eletroencefalográficos.
4. Analisar a atividade elétrica cortical durante a codificação de estímulos visuais em um contexto emocional.
5. Analisar a atividade elétrica cortical durante o reconhecimento de estímulos visuais associados a um contexto emocional.

5 MATERIAIS E MÉTODOS

5.1 PARTICIPANTES

Vinte e seis sujeitos (13 mulheres) destros (preferência manual referida pelos sujeitos) com idade média de $23,3 \pm 0,9$ anos foram recrutados mediante anúncio no campus Darcy Ribeiro da Universidade de Brasília. Nenhum participante apresentou antecedentes de doença neurológica ou psiquiátrica, uso atual de medicamentos de qualquer tipo ou deficiência auditiva. Os sujeitos que declararam defeitos visuais de refração faziam uso de lentes corretivas. Antes de qualquer procedimento foi obtido o consentimento informado de cada participante. Estes voluntários não receberam dinheiro ou qualquer outro incentivo em troca da sua participação. Os participantes não tinham conhecimento dos objetivos reais do estudo, porque antes da primeira sessão se explicava que o trabalho pretendia avaliar a atividade cerebral decorrente da apresentação de estímulos auditivos e visuais. No entanto, ao finalizar a segunda sessão, os pesquisadores explicavam os objetivos reais do estudo. Todos os participantes preencheram as versões dos inventários de Beck para depressão (*Beck Depression Inventory*; ANEXO A) e ansiedade (*Beck Anxiety Inventory*; ANEXO B) adaptados à população brasileira (89). Nenhum dos participantes obteve escores iguais ou superiores aos pontos de corte em cada inventário (20 e 10 respectivamente).

5.2 TESTE DE MEMÓRIA EMOCIONAL

O teste desenvolvido originalmente por Cahill e McGaugh (38) foi adaptado à população brasileira por nosso grupo (4). No presente estudo foi utilizada a versão em língua portuguesa. O teste consiste na projeção de uma série de 11 *slides* iguais para as duas versões do teste, acompanhados de uma narração 'neutra' ou 'emocional' (de conteúdo com ou sem alertamento emocional) de acordo com o

grupo experimental (ANEXO C). Segundo Cahill *et al.* (26, 38), este teste pode dividir-se em três fases (Figura 6A):

- 1 *Slides* um a quatro (1-4), onde a narração que acompanha os *slides* é igual para as duas versões. Doravante, estes *slides* serão chamados de Fase 1.
- 2 *Slides* cinco a oito (5-8), nas quais a narração difere entre as duas versões. Nesta fase é onde a versão emocional apresenta a narração de conteúdo com alertamento. Esta fase será chamada de Fase 2.
- 3 *Slides* nove a onze (9-11), onde a narração tende a um final comum para as duas versões, com conteúdo emocional similar. O conjunto destes *slides* é chamado Fase 3.

Os *slides* foram apresentados em um monitor de tela plana de 17", a uma distância aproximada de 60 cm do participante. A narração foi apresentada por meio de fones de ouvido. Com o intuito de evitar o processamento concorrente das informações auditivas e visuais, a narração foi apresentada antes do *slide* correspondente enquanto era apresentada na tela uma cruz de fixação (Figura 6B). Os estudos de potenciais evocados precisam de uma quantidade mínima de estímulos para fazer uma média (*averaging*). Por isso, cada *slide* foi apresentado duas vezes.

Depois da apresentação dos estímulos, pediu-se aos sujeitos que avaliassem o conteúdo da história nas dimensões de valência e alertamento utilizando o *Self Assessment Manikin* (90) (ANEXO D).

O teste finalizou uma semana depois quando os participantes retornaram e realizam uma tarefa de recordação da história. Foi pedido aos participantes que escrevessem tudo o que conseguissem lembrar a respeito da história (informação auditiva e visual) que foi apresentada na sessão anterior. Os pesquisadores se retiraram do local e deixaram o participante escrevendo seu relato durante o tempo que fosse necessário. A avaliação da tarefa de recordação foi feita segundo os critérios adotados por Frank e Tomaz (4).

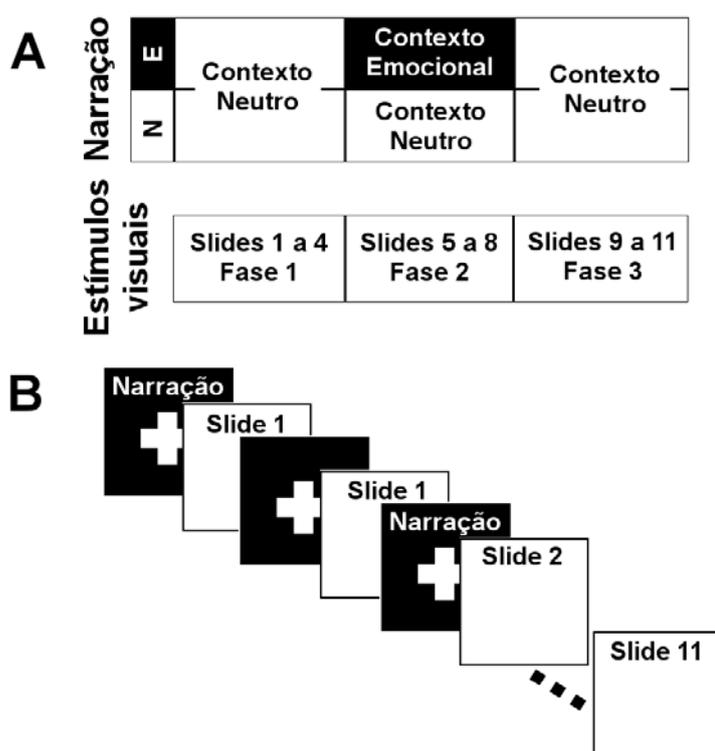


Figura 6 Representação esquemática do procedimento experimental. **A.** Material visual e auditivo. As imagens foram iguais para ambas as versões do teste e foram agrupadas em três fases. A narração que acompanhou os *slides* da Fase 2 foi diferente para cada versão. **B.** Sequência de apresentação dos *slides*. A narração não foi concomitante com a apresentação dos *slides* e precedeu a imagem da cena que descrevia. Como mostrado, cada *slide* foi apresentado duas vezes.

Uma vez terminada esta parte do teste, os pesquisadores aplicaram um teste de reconhecimento dos *slides* apresentados na sessão anterior. Este procedimento não é parte do teste de memória emocional e foi incorporado no presente estudo com a intenção de avaliar a atividade cerebral durante o reconhecimento das imagens. Foram apresentados os onze *slides* da sessão anterior (iguais para os dois grupos) junto com 36 imagens extraídas do Sistema Internacional de Imagens Afetivas (IAPS, (91)). As imagens do IAPS foram escolhidas pelos pesquisadores pelo critério de semelhança com o conteúdo da história de teste de memória emocional (ANEXO E). Cada imagem foi apresentada quatro vezes sendo no total 188 estímulos apresentados de forma aleatória. Os participantes tiveram que julgar cada imagem apertando um botão de resposta cada vez que reconhecessem um dos *slides* apresentados na sessão anterior.

Após a tarefa de reconhecimento das imagens foi aplicado o questionário de reconhecimento. Este questionário, que faz parte da metodologia padrão do teste de memória emocional, é composto de 65 perguntas de múltipla escolha onde se interroga acerca de fatos concretos referentes à história apresentada (ANEXO F).

5.3 REGISTROS DE EEG

Os sinais eletroencefalográficos foram registrados utilizando o sistema NeuronSpectrum 4/EP (Neurosoft, Rússia) com 21 eletrodos, filtro passa-banda padrão (0,5 – 75 Hz) para registro eletroencefalográfico e taxa de amostragem de 1000 Hz. O equipamento tem a capacidade de fazer um registro contínuo durante a apresentação de estímulos auditivos e visuais e fazer a marcação do momento de aparição do estímulo visual em um canal separado. Os eletrodos de registro estavam localizados nas posições normatizadas de acordo com o Sistema Internacional 10/20 (92) (Figura 7) e utilizaram como referência os eletrodos mastóideos unidos. O local de registro foi limpo e preparado com um gel abrasivo (Nuprep, Weaver and Company, USA). Uma pasta condutora (Ten20, Weaver and Company, USA) fixou os eletrodos e manteve as impedâncias abaixo de 5 K Ω durante toda a sessão.

5.4 PROCEDIMENTO

Todos os participantes foram convidados a cumprir com a totalidade do protocolo experimental e pediu-se não comentar com ninguém o visto ou ouvido durante as sessões, já que ao provir da mesma população poderiam influir com seus relatos no desempenho de outros sujeitos que participaram do estudo. Os pesquisadores tentaram manter constantes as condições de luminosidade e volume do áudio, assim como as instruções dadas aos participantes.

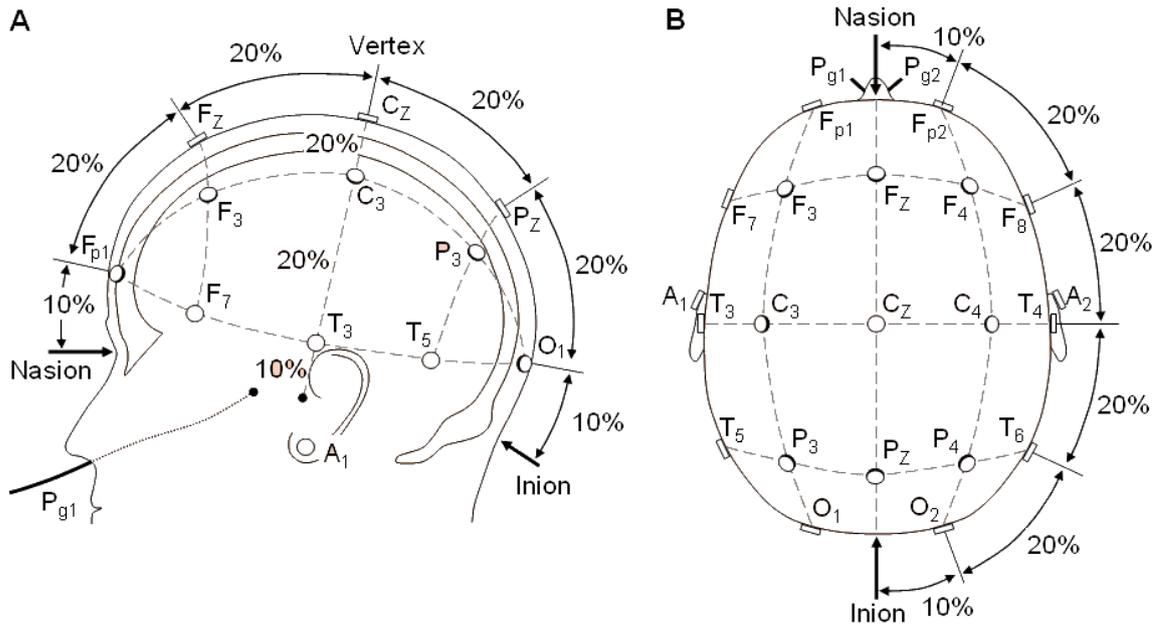


Figura 7 Sistema 10/20 para o posicionamento dos eletrodos de registro. A. Vista lateral. B. Vista superior.

O local de realização dos experimentos foi o Laboratório de Neurociências e Comportamento - Instituto Central de Ciências da Universidade de Brasília. Logo após chegar à sala experimental, solicitou-se ao sujeito sentar-se e descansar para permitir a adaptação ao novo ambiente. Neste momento foi preenchido o termo de consentimento livre e esclarecido e aplicados os inventários de Ansiedade e Depressão de Beck. Os eletrodos de registro foram instalados, explicando a cada passo o procedimento aos participantes. Após a instalação de todos os eletrodos, o registro foi iniciado e obteve-se uma linha de base em repouso durante os três (3) minutos iniciais. O registro foi interrompido e os participantes foram alocados por sorteio em um dos grupos experimentais (Emocional – E, $n=13$; ou Neutro – N, $n=13$). Foram dadas indicações de assistir à apresentação de *slides* como se fosse seu programa favorito de televisão e de permanecerem quietos, devido ao fato de que o movimento poderia alterar os registros fisiológicos. Em seguida deu-se início à apresentação do teste de memória emocional na versão indicada para cada grupo experimental. Terminada a apresentação, foi feito um registro em repouso durante três (3) minutos. Logo após, foi pedida a avaliação do conteúdo emocional da história e foi agendada a segunda sessão de registro.

Na segunda sessão, uma semana depois, os participantes foram recebidos no mesmo local. Após completarem a tarefa de recordação, os eletrodos foram instalados mais uma vez e foram dadas as instruções para a tarefa de reconhecimento das imagens. Posteriormente, foi aplicado o questionário de reconhecimento e finalmente foi esclarecido o objetivo real do estudo.

5.5 PROCESSAMENTO DOS DADOS

Todo processamento e análise dos dados de EEG foram feitos usando o EEGLAB v9.0.0.0b, um *toolbox* gratuito (disponível no endereço <http://sccn.ucsd.edu/eeglab/>) apropriado para o tratamento deste tipo de dados nas plataformas Matlab® e Octave (48). Todos os registros foram re-amostrados (*re-sampling*) a 200 Hz.

5.5.1 Decomposição por ICA

Para todos os eletrodos foram utilizadas as coordenadas padrão do modelo *BEM dipfit*. As decomposições por ICA foram realizadas mediante a aplicação do algoritmo Infomax (*runica*) (93). Os registros de EEG foram decompostos em 21 componentes independentes (CI). O piscar de olhos e os movimentos sacádicos estiveram sempre representados por 2 ou 3 CI que foram selecionados e eliminados do registro. A reconstrução do sinal (*back projections*) a partir dos CI restantes deu origem aos registros sem artefatos que foram usados para todas as análises.

5.5.2 Cálculo dos ERP e ERSP

As marcas correspondentes aos eventos (início da apresentação das imagens) foram extraídas e utilizadas para indicar o tempo 0 de cada época. Foi subtraída a

linha de base (-1000 a 0 ms) de cada época. As épocas foram submetidas a vários métodos automáticos de rejeição aplicados aos dados dos 21 canais do EEG (Figura 8). Todas as épocas com valores extremos (superiores a $|75| \mu\text{V}$), tendência anormal (pendente maior de $50 \mu\text{V}/\text{época}$ e R^2 maior que 0,3), dados improváveis (épocas com dados além de 4 DP em um ou todos os eletrodos), distribuição anormal de dados (épocas com distribuições de dados além de 5 DP) ou com espectro anormal (valores acima de $|25| \text{dB}$ no intervalo 0 – 2 Hz) foram rejeitadas.

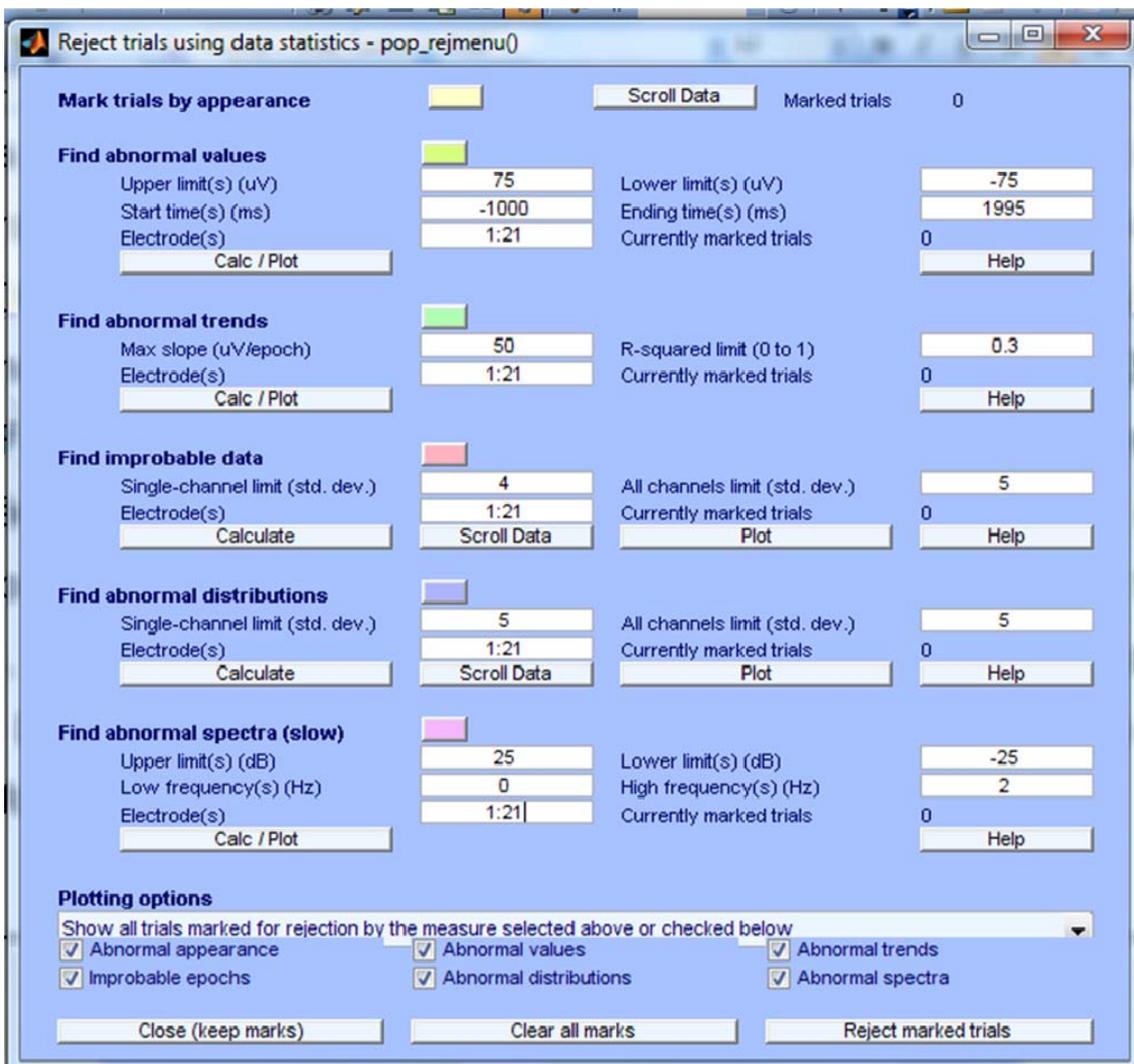


Figura 8 Imagem da interface gráfica para o procedimento de rejeição automática de épocas.

As épocas restantes foram utilizadas nas análises de ERP e ERSP. Os ERP foram calculados como a média (*grand-average*) de cada participante. As ERSP foram calculadas com base em 10 épocas utilizando 3 ciclos nas frequências

menores e 250 ciclos nas frequências maiores. A resolução de frequência foi estabelecida em 100 pontos (escala logarítmica) entre 3 e 100 Hz.

5.6 ANÁLISES ESTATÍSTICAS

As médias de idade, alertamento, valência e número de acertos na tarefa de reconhecimento das imagens (*hits*) foram comparados entre os grupos utilizando testes t para amostras independentes. Os resultados da tarefa de recordação e do questionário de reconhecimento foram separados segundo a Fase do teste à qual pertencia cada informação ou pergunta. As pontuações foram analisadas por ANOVA de desenho misto com os fatores Grupo (N ou E; entre sujeitos) e Fase (1, 2 e 3; medida repetida). As análises *pos hoc* foram feitas com testes t para amostras independentes. O nível de significância estatística foi ajustado segundo o método de Bonferroni e foi estabelecido em 5% ($p < 0,05$) para todos os testes. Os resultados são apresentados como média \pm ep.

As análises dos dados de EEG (ERP e ERSP) foram feitas com as ferramentas estatísticas paramétricas próprias da plataforma EEGLAB (teste t pareado). A análise destes dados foi focada nas comparações da atividade durante a apresentação dos *slides* da Fase 2 entre os grupos. A metodologia mais utilizada nos estudos eletrofisiológicos e de neuroimagens é o uso do efeito de memória subsequente para avaliar a codificação bem sucedida e do efeito Novo/Velho para avaliar o reconhecimento (69, 70, 75, 80). No entanto, optou-se por classificar as imagens baseados no contexto em que estavam incluídas, como tem sido feito em estudos anteriores (4, 38, 94, 95). Apesar desta metodologia não considerar o reconhecimento de cada imagem separadamente, acredita-se que a abordagem utilizada permite identificar a atividade cerebral relacionada à codificação de estímulos em contexto emocional e sua evocação na sessão de reconhecimento.

O protocolo experimental foi aprovado pelo comitê de ética da Faculdade de Ciências da Saúde (Registro 156/2008; ANEXO G).

6 RESULTADOS

6.1 COMPORTAMENTO

A idade média não foi diferente entre os grupos Emocional (E, n=13) ($21,7 \pm 0,7$) e Neutro (N, n=13) ($24,8 \pm 1,6$) ($p=0,062$). Como previsto, o escore médio para a valência foi menor e o escore médio para o alertamento foi maior no grupo E (Tabela 1). A recordação total (soma das três fases), assim como a recordação específica para as Fases 1 e 3 não foram significativamente diferentes entre os grupos. No entanto, a média de recordação para os itens da Fase 2 foi maior no grupo E (Tabela 1). Durante a segunda sessão, não houve diferença significativa na média de acertos na tarefa de reconhecimento das imagens da primeira sessão. Da mesma forma, os resultados do questionário de reconhecimento não mostraram diferenças entre os grupos. As médias da pontuação total (somas das três fases) e para cada fase de forma individual não foram estatisticamente diferentes entre os grupos E e N (Tabela 1).

6.2 ATIVIDADE CEREBRAL

6.2.1 Primeira sessão

6.2.1.1 Potenciais relacionados a eventos

Houve diferenças estatisticamente significativas entre os grupos na atividade média (*Grand-average*) registrada (Figura 9). A diferença começa a aparecer aos 80 ms nos eletrodos mais anteriores. O potencial registrado foi mais negativo no grupo E, 100 ms após a apresentação dos *slides* da Fase 2, nos eletrodos pré-frontais, frontais e centrais. Em torno de 120 ms (negatividade máxima) o eletrodo Pz

também apresenta diferença entre os grupos. Por volta de 140 ms essa atividade diferencial fica restrita aos eletrodos frontais e Cz. Algumas outras diferenças foram encontradas também em janelas de tempo posteriores. Porém, todas estas diferenças foram transitórias e nunca ultrapassaram 10 ms.

Tabela 1 – Média \pm ep dos resultados comportamentais para cada grupo.

Variável	Grupo		p-valor
	Neutro	Emocional	
Valência	5,2 \pm 0,4	2,3 \pm 0,4	<0,001
Alertamento	2,8 \pm 0,8	5,0 \pm 0,9	0,041
Recordação			
Total	15,2 \pm 2,1	12,6 \pm 0,9	0,138
Fase 1	4,7 \pm 0,6	4,8 \pm 0,6	0,853
Fase 2	2,5 \pm 0,5	6,2 \pm 0,5	<0,001
Fase 3	4,3 \pm 0,7	3,8 \pm 0,7	0,303
Reconhecimento			
Acertos	28,2 \pm 3,6	28,6 \pm 4	0,943
Questionário			
Total	42,3 \pm 2,0	44,0 \pm 1,2	0,239
Fase 1	15,7 \pm 0,7	16,0 \pm 0,8	0,385
Fase 2	15,5 \pm 1,1	17,5 \pm 0,7	0,074
Fase 3	11, \pm 0,6	10,5 \pm 0,6	0,230

6.2.1.2 Atividade oscilatória - Perturbações espectrais relacionadas a eventos

6.2.1.2.1 Banda de frequência Teta (4 – 7 Hz)

O grupo E apresentou maior atividade nesta banda de frequência em comparação ao grupo N durante a apresentação de *slides* da Fase 2 (Figura 10). A atividade diferencial mostrou lateralização ao hemisfério esquerdo. Em alguns eletrodos, essa atividade diferencial foi registrada desde antes mesmo da aparição

dos estímulos (-50 ms). Inicialmente apareceu em regiões anteriores (pré-frontais e frontais) e rapidamente se distribuiu pelo hemisfério esquerdo (exceto temporais e occipitais) e a parte mais anterior do hemisfério direito. A atividade Teta permaneceu aumentada até depois de 200 ms do início da apresentação dos *slides* nos eletrodos frontais (F3 e Fz), centrais (C3 e Cz) e parietais esquerdos (P3 e Pz). O local que manteve por mais tempo a atividade Teta aumentada (até 300 ms) foi o eletrodo C3.

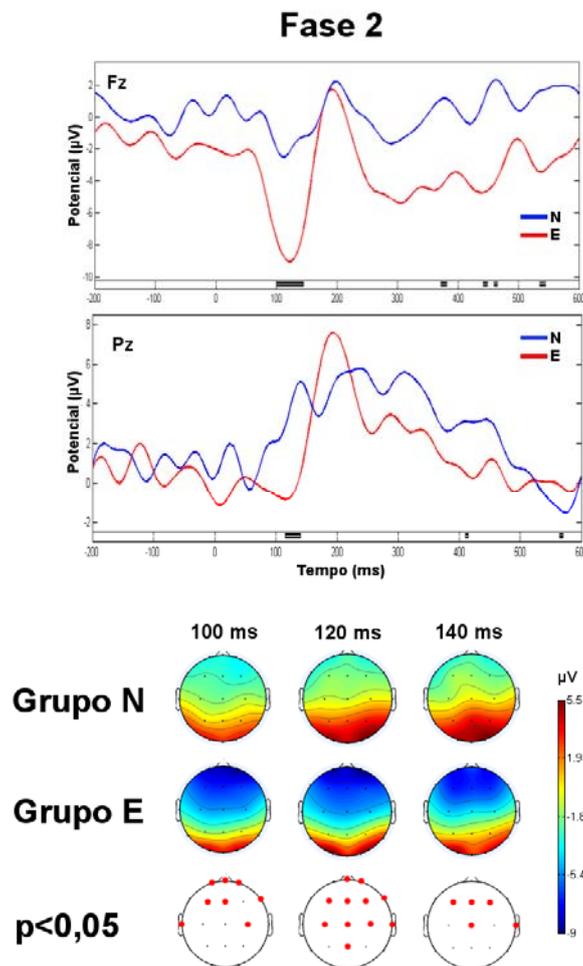


Figura 9 Potenciais relacionados a eventos (*grand-average*) durante a primeira sessão. Na parte superior é apresentada a atividade registrada entre -200 e 600 ms nos eletrodos Fz e Pz. Os blocos pretos no eixo X representam os intervalos onde houve diferença estatisticamente significativa entre os dois grupos. O gráfico representa a positividade para cima. Na parte inferior do gráfico são apresentados os mapas topográficos de atividade (21 eletrodos) nas janelas de tempo indicadas. Os pontos vermelhos na linha inferior representam os eletrodos onde foram encontradas diferenças significativas entre os grupos. N: Neuro; E: Emocional.

Os pontos vermelhos na última linha representam os locais onde foram encontradas diferenças entre os grupos. N: Neutro; E: Emocional.

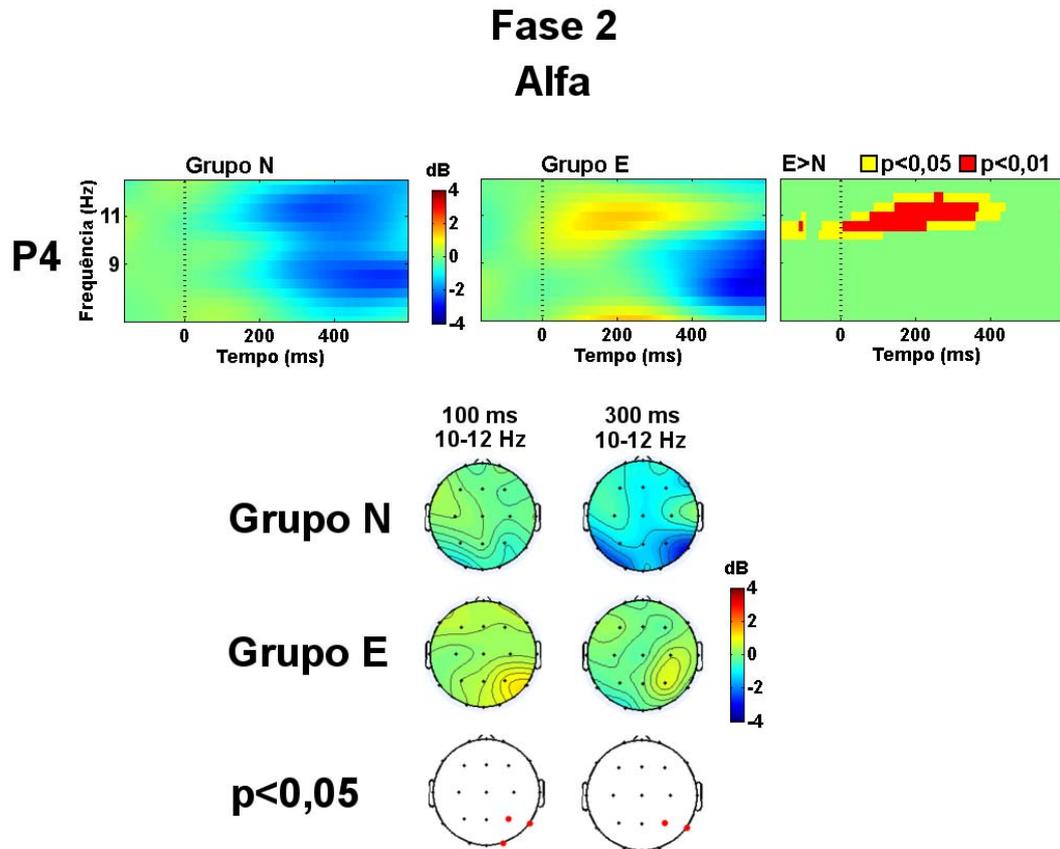


Figura 11 Perturbações espectrais relacionadas a eventos na banda de frequência Alfa (7 – 13 Hz) durante a primeira sessão. A parte superior do gráfico representa o mapa de atividade no eletrodo P4 durante o intervalo -200 a 600 ms para as frequências 7 a 13 Hz. A última coluna apresenta os pontos do mapa onde houve diferenças significativas entre os dois grupos. A parte inferior do gráfico apresenta o mapa topográfico de atividade em cada janela de tempo para as frequências 7 – 13 Hz. Os pontos vermelhos na última linha representam os locais onde foram encontradas diferenças entre os grupos. N: Neutro; E: Emocional.

Não houve diferenças estatisticamente significativas entre os grupos na faixa de frequência Beta (13 – 33 Hz).

6.2.1.2.3 Banda de frequência Gama (30 – 50 Hz)

Devido ao tamanho desta banda de frequência, decidiu-se dividi-la em Gama1 (<40 Hz) e Gama2 (\geq 40 Hz) com o intuito de facilitar a descrição e discussão dos resultados (Figura 12). O grupo N apresentou maior atividade Gama1 (35 Hz) no eletrodo T6 na janela de tempo -50 a 400 ms. Em torno de 300 ms o grupo N apresentou maior atividade nos eletrodos pré-frontais esquerdos (Fp1), centrais direitos (C4), temporais esquerdos (T3) e occipitais (O1, Oz e O2). Nos eletrodos T3 e C4 dita atividade foi mantida até 500 ms após o início da apresentação dos estímulos (latência não apresentada no mapa topográfico).

O grupo E mostrou maior atividade Gama2 (40-41 Hz) no eletrodo F7 entre 0 e 400 ms após o início dos *slides* da Fase 2. Entre 300 e 400 ms o eletrodo P3 registrou atividade aumentada (40 Hz) no grupo E. Em Gama2 (aqui representada por 47 Hz) os eletrodos occipitais (Oz e O2) e centrais direitos (C4) registraram maior atividade entre 400 e 500 ms no grupo N, e os eletrodos pré-frontais (Fp1, Fpz e Fp2) maior atividade no grupo E.

6.2.2 Segunda sessão

6.2.2.1 Potenciais relacionados a eventos

A comparação entre os potenciais registrados no grupo E e no grupo N durante o reconhecimento das imagens da Fase 2 (*slides* 4 a 8), codificadas na sessão anterior em contextos emocionais diferentes, revelou diferenças estatisticamente significativas em torno de 200, 400 e 800 ms (Figura 13). Por volta de 200 ms, a atividade registrada nos eletrodos pré-frontais (Fp1, Fpz e Fp2), frontais (F7, F3, Fz, F4 e F8), centrais (C3, Cz e C4) e parietal central (Pz) foi mais positiva no grupo E. Em torno de 400 ms a situação se inverte e então o grupo E apresenta atividade negativa nos eletrodos frontais (F3, Fz e F4), centrais (C3, Cz e

C4) e parietais (C3 e C4). Finalmente, houve também atividade diferencial em torno de 800 ms após a apresentação dos estímulos. O eletrodo pré-frontal central (Fpz) e os eletrodos frontais (F3, Fz e F4) registraram potenciais mais positivos no grupo N.

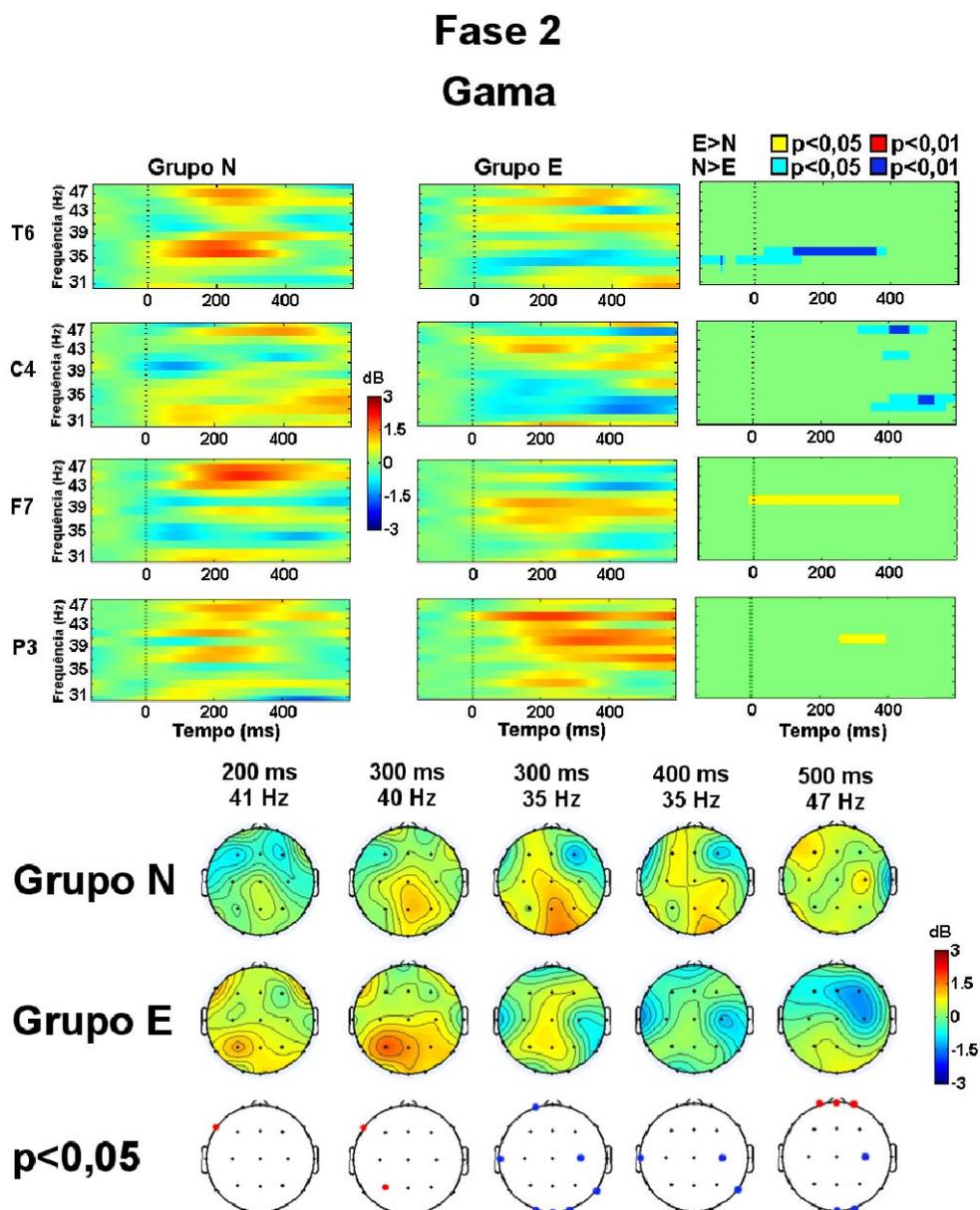


Figura 12 Perturbações espectrais relacionadas a eventos na banda de frequência Gama (30 – 50 Hz) durante a primeira sessão. A parte superior do gráfico representa o mapa de atividade nos eletrodos T6, C4, F7 e P3, durante o intervalo -200 a 600 ms, para as frequências 30 a 50 Hz. A última coluna apresenta os pontos do mapa onde houve diferenças significativas entre os dois grupos. A parte inferior do gráfico apresenta o mapa topográfico de atividade em cada janela de tempo para frequências específicas. Os pontos coloridos na última linha representam os locais onde foi encontrada maior atividade no grupo E (vermelhos) ou no grupo N (azuis). N: Neutro; E: Emocional.

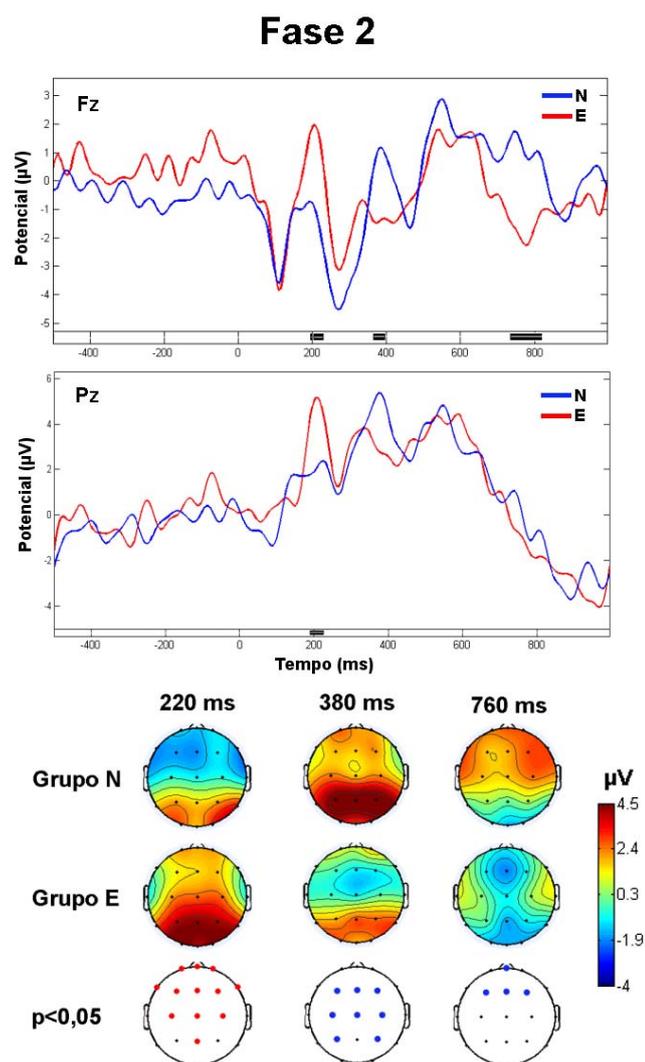


Figura 13 Potenciais relacionados a eventos (*grand-average*) durante a segunda sessão. Na parte superior é apresentada a atividade registrada entre -500 e 1000 ms nos eletrodos Fz e Pz. Os blocos pretos no eixo X representam os intervalos onde houve diferença estatisticamente significativa entre os dois grupos. O gráfico representa a positividade para cima. Na parte inferior do gráfico são apresentados os mapas topográficos de atividade (21 eletrodos) nas janelas de tempo indicadas. Os pontos coloridos na última linha representam os locais onde foi encontrada maior atividade no grupo E (vermelhos) ou no grupo N (azuis). N: Neutro; E: Emocional.

6.2.2.2 Atividade oscilatória – Perturbações espectrais relacionadas a eventos

6.2.2.2.1 *Bandas de frequência Teta e Alfa (4 – 13 Hz)*

A dinâmica da atividade relacionada à apresentação das imagens da Fase 2 apresentou padrões diferentes nos grupos E e N (Figura 14). Por ordem de latências, foi encontrada maior atividade na banda de frequência Alfa (9 – 13 Hz) no grupo N, durante o intervalo de 0 a 200 ms, nos eletrodos occipitais (O1, Oz e O2). Entre 100 e 200 ms, o grupo E apresentou maior atividade na banda de frequência Alfa (7 – 8 Hz), na área fronto-central direita (Fz, F4, Cz e C4). Em torno de 350 ms, o grupo N apresentou novamente maior atividade na banda de frequência Alfa (9 – 10 Hz), nos eletrodos F4 e F8. Finalmente, a banda de frequência Teta (4 – 6 Hz) mostrou maior atividade no grupo E durante o intervalo de 400 a 600 ms após a apresentação das imagens nos eletrodos frontal central (Fz), centrais direitos (Cz e C4) e parietais (P3, Pz e P4).

6.2.2.2.2 *Banda de frequência Beta (13 – 30 Hz)*

Foi encontrada sempre maior atividade no grupo E. Esta atividade apareceu em duas janelas de tempo, em regiões diferentes, porém, em intervalos de frequências similares (Figura 15). Entre 200 e 300 ms após a apresentação das imagens da Fase 2, o grupo E apresentou maior atividade entre 23 e 27 Hz na região parieto-occipital (O1, Oz, O2, P3, Pz e P4). Entre 500 e 700 ms, o grupo E apresentou maior atividade para as frequências 20 a 25 Hz em todos os eletrodos do escalpo, exceto F7, F8, T3 e T4.

Fase 2 Teta e Alfa

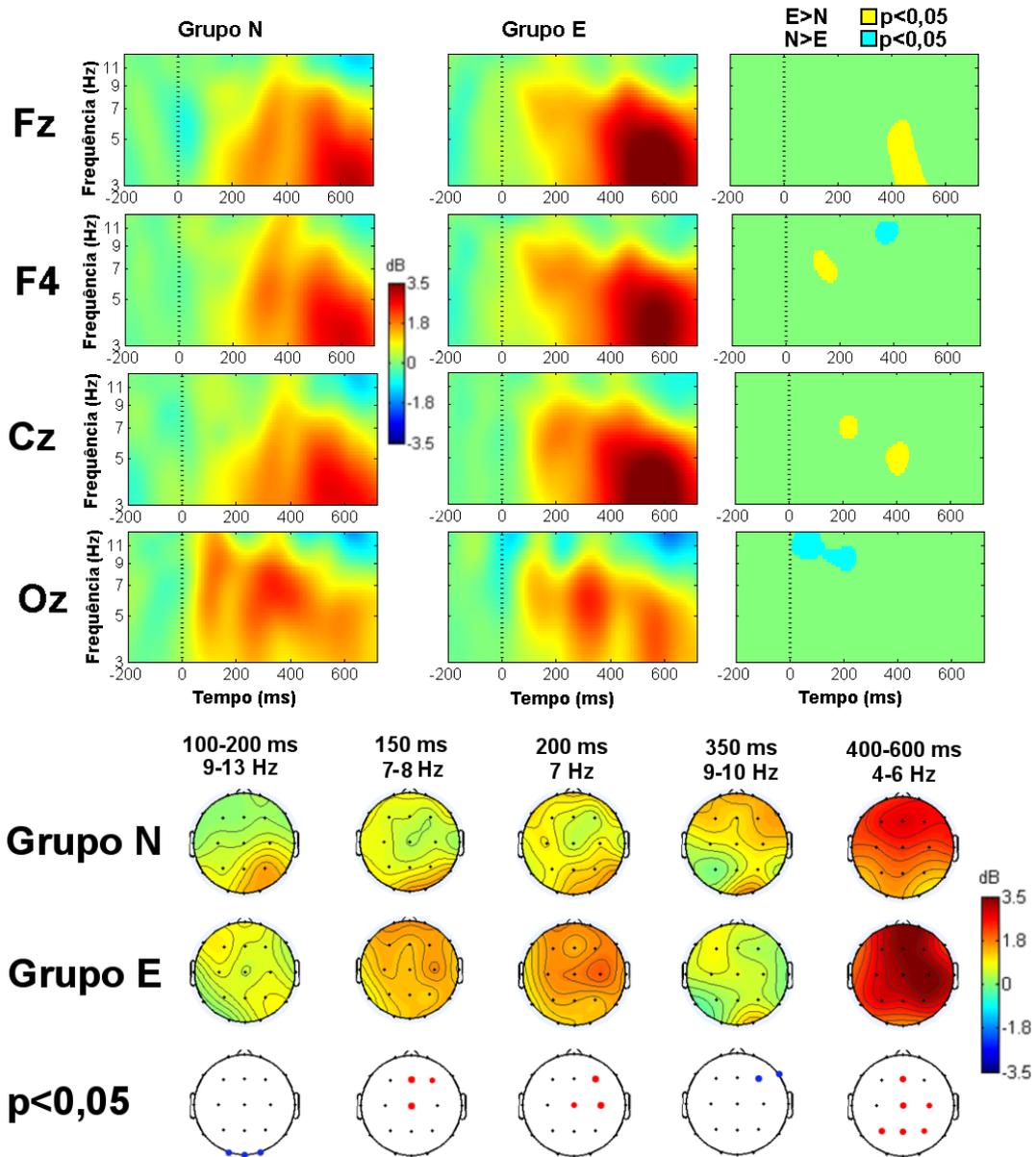


Figura 14 Perturbações espectrais relacionadas a eventos nas bandas de frequência Teta e Alfa (4 – 13 Hz) durante a segunda sessão. A parte superior do gráfico representa o mapa de atividade nos eletrodos Fz, F4, Cz e Oz, durante o intervalo -200 a 700 ms, para as frequências 4 a 13 Hz. A última coluna apresenta os pontos do mapa onde houve diferenças significativas entre os dois grupos. A parte inferior do gráfico apresenta o mapa topográfico de atividade em cada janela de tempo para frequências específicas. Os pontos coloridos na última linha representam os locais onde foi encontrada maior atividade no grupo E (vermelhos) ou no grupo N (azuis). N: Neutro; E: Emocional.

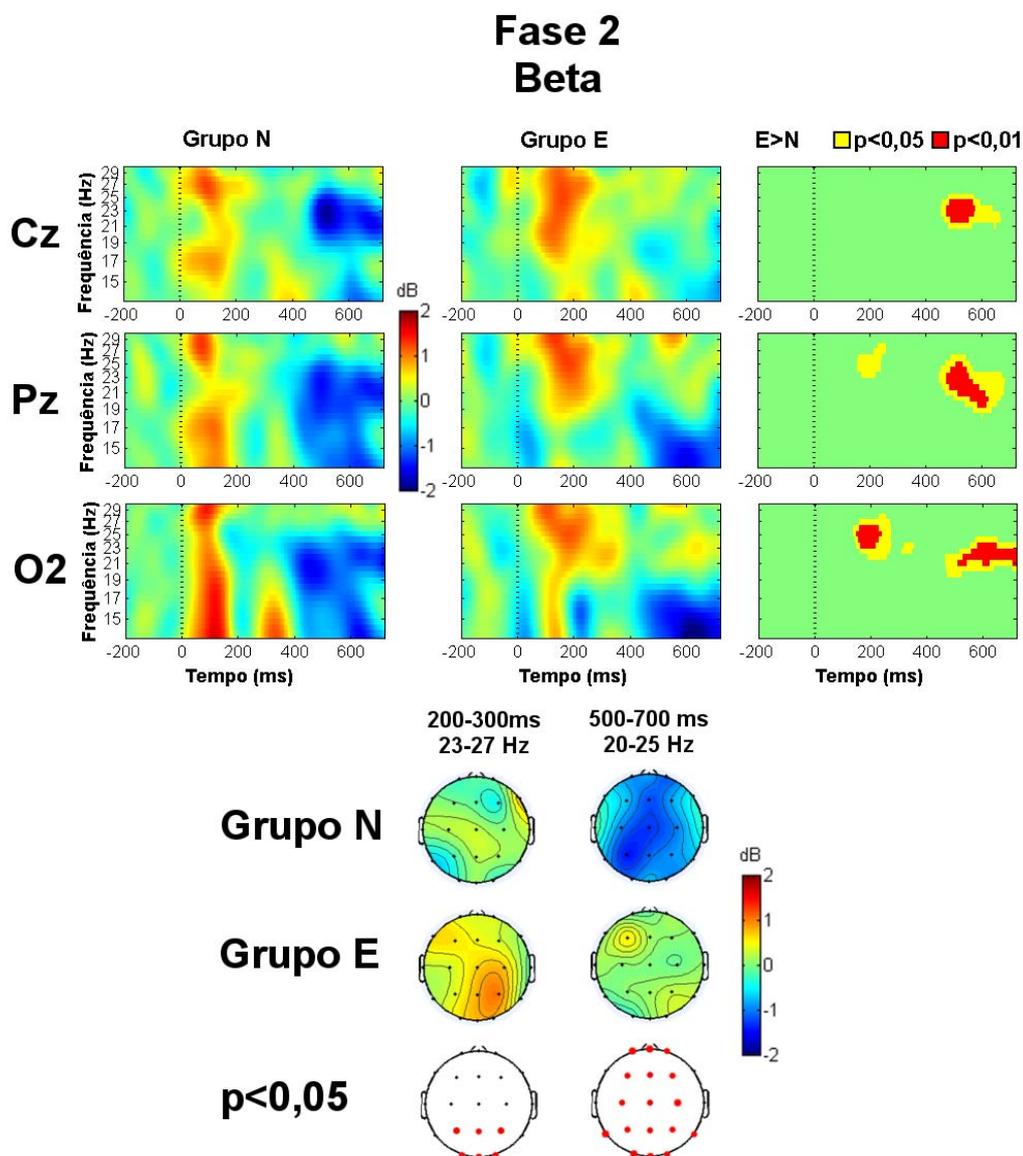


Figura 15 Perturbações espectrais relacionadas a eventos nas bandas de frequência Beta (13 – 30 Hz) durante a segunda sessão. A parte superior do gráfico representa o mapa de atividade nos eletrodos Cz, Pz e O2, durante o intervalo -200 a 700 ms, para as frequências 13 a 30 Hz. A última coluna apresenta os pontos do mapa onde houve diferenças significativas entre os dois grupos. A parte inferior do gráfico apresenta o mapa topográfico de atividade em cada janela de tempo para frequências específicas. Os pontos vermelhos na última linha representam os locais onde foi encontrada maior atividade no grupo E. N: Neutro; E: Emocional.

6.2.2.2.3 Banda de frequência Gama (30 – 50 Hz)

Foi encontrada maior atividade no grupo E em duas latências diferentes e sempre para frequências menores de 40 Hz. Entre 100 e 200 ms, os eletrodos frontais direitos (Fz e F4), centrais (C3, Cz e C4), parietais (P3, Pz e P4) e occipital esquerdo (O1) registraram maior atividade nas frequências 30 – 40 Hz. Por volta de 500 ms, o grupo E apresentou maior atividade nos eletrodos pré-frontal direito (Fp2), frontais (F3, Fz e F4), parietais (P3 e P4) e occipitais esquerdos (O1 e Oz), também nas frequências 30 – 40 Hz.

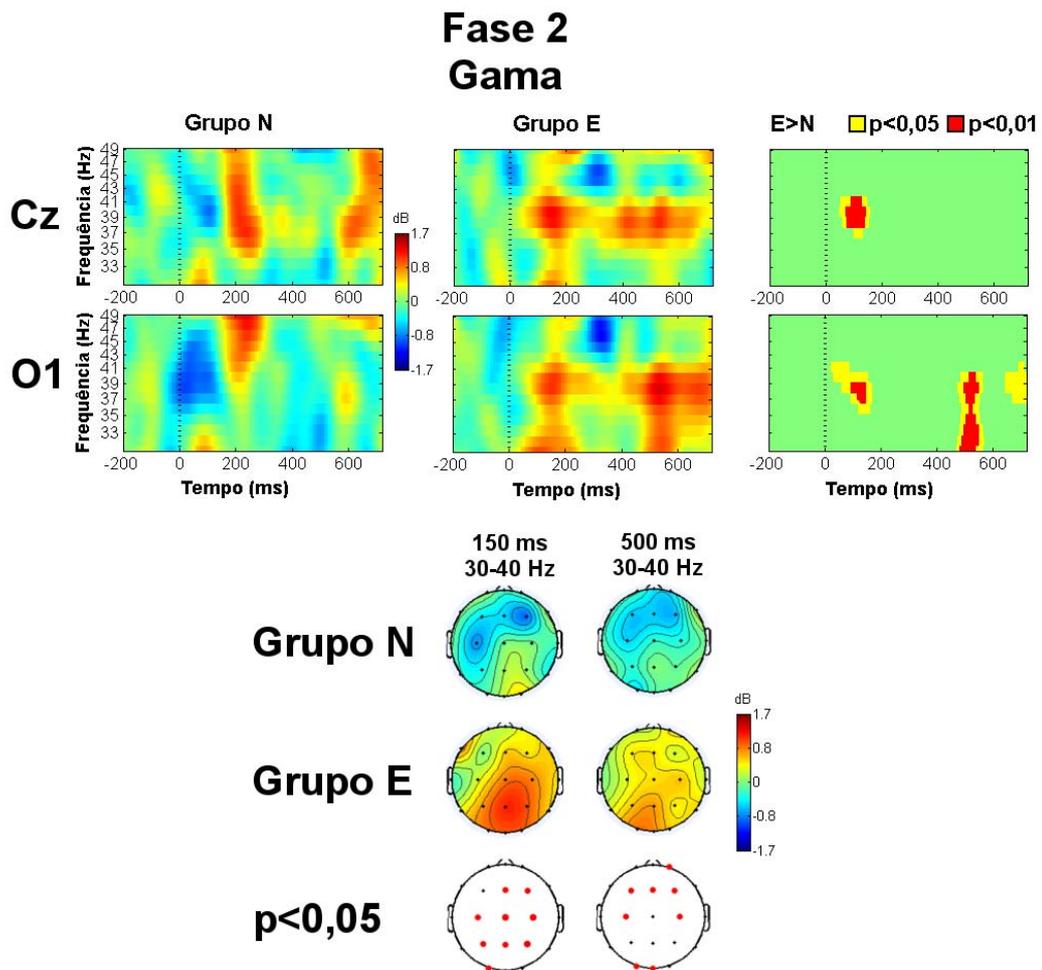


Figura 16 Perturbações espectrais relacionadas a eventos nas bandas de frequência Gama (30 – 50 Hz) durante a segunda sessão. A parte superior do gráfico representa o mapa de atividade nos

eletrodos Cz e O1, durante o intervalo -200 a 700 ms, para as frequências 30 a 50 Hz. A última coluna apresenta os pontos do mapa onde houve diferenças significativas entre os dois grupos. A parte inferior do gráfico apresenta o mapa topográfico de atividade em cada janela de tempo para frequências específicas. Os pontos vermelhos na última linha representam os locais onde foi encontrada maior atividade no grupo E. N: Neutro; E: Emocional.

7 DISCUSSÃO

O presente estudo comparou a dinâmica da atividade cerebral por meio de potenciais evocados e perturbações espectrais evocadas durante a codificação (primeira sessão) de estímulos visuais apresentados em um contexto emocional. O estudo também comparou a dinâmica da atividade cerebral através de potenciais relacionados a eventos e perturbações espectrais relacionadas a eventos durante uma tarefa de reconhecimento (segunda sessão) dos estímulos visuais apresentados na primeira sessão.

7.1 RESULTADOS COMPORTAMENTAIS

7.1.1 Alertamento e valência

Os resultados replicaram resultados de estudos prévios que demonstraram maiores escores de alertamento e menores escores de valência para a versão emocional do teste (4, 38, 94, 95). A diferença no nível de alertamento emocional é o argumento mais amplamente discutido e aceito pelas diferentes teorias que visam explicar o fenômeno de facilitação da memória devido à emoção (16, 96). No entanto, as dimensões de intensidade e valência das emoções não são totalmente independentes (17). A distribuição dos valores nas duas dimensões apresenta uma distribuição em forma de U, com valores altos de alertamento para emoções muito prazerosas ou muito desprazíveis e valores baixos de alertamento para emoções consideradas pouco prazerosas ou pouco desprazíveis. Em um estudo que controlou o efeito do alertamento, a valência negativa dos estímulos também induziu a facilitação da memória declarativa (42).

Os escores obtidos refletem as características da versão emocional que relata um acidente grave e apresenta os ferimentos do personagem central da história, e da versão neutra onde os ferimentos são simulações de uma situação de

emergência com outras pessoas. Porém, os efeitos do alertamento e da valência não podem ser separados.

Estes resultados permitem afirmar que os mesmos estímulos visuais foram apresentados em contextos diferentes em cada grupo. Pode-se concluir que qualquer diferença observada no desempenho de memória ou na atividade cerebral pode ser atribuída ao contexto emocional.

7.1.2 Recordação e reconhecimento

Os resultados da recordação demonstram o efeito facilitador do contexto emocional sobre a memória declarativa para as informações relacionadas à Fase 2 do teste. Estudos anteriores (4, 38, 94) encontraram que este mesmo efeito é limitado à fase do teste onde o contexto emocional é diferente entre as duas versões.

O reconhecimento das imagens apresentadas na primeira sessão foi uma tarefa relativamente fácil para os dois grupos, pois não apresentaram diferenças significativas e reconheceram corretamente (*hits*) aproximadamente 65% dos *slides* do teste de memória emocional.

Os resultados do questionário de reconhecimento não mostraram diferenças entre os dois grupos. A porcentagem de respostas corretas totais de aproximadamente 66% sugere que foi uma tarefa relativamente fácil em ambos os grupos de participantes. A avaliação da facilitação da memória mediante o questionário de reconhecimento tem mostrado resultados diferentes nos estudos anteriores. Nos estudos de Cahill (38, 39) e Botelho (37) foram encontrados pontuações de reconhecimento maiores para a Fase 2 nos participantes que assistiram a versão emocional do teste. Por outro lado, os estudos de Frank (4) e Gasbarri (94) não conseguiram demonstrar o efeito de potenciação da memória mediante o questionário de reconhecimento. Estes resultados sugerem um efeito teto na avaliação da memória declarativa ao utilizar este instrumento.

Atualmente, a participação da recordação (*recollection*) e da familiaridade (*familiarity*) nas tarefas de reconhecimento é amplamente discutida na psicologia cognitiva. Tradicionalmente, os dois processos são vistos como mecanismos complementares, porém, diferentes e que dependem de estruturas independentes dentro do lobo temporal medial (15, 97). A avaliação de cada mecanismo é normalmente estudada perguntando aos sujeitos o grau de certeza da sua resposta. As evidências atuais e as teorias derivadas desses resultados sugerem que os dois processos dependem de estruturas do lóbulo temporal medial e que seriam partes (um contínuo) de um mesmo processo (13, 14, 98). O hipocampo teria um papel central e outras estruturas, principalmente do lobo temporal medial, seriam recrutadas conforme o reconhecimento da informação passasse do nível de familiaridade ao nível de recordação.

O delineamento experimental do presente estudo não permite diferenciar da forma tradicional, segundo o grau de certeza, se para o reconhecimento das imagens os participantes utilizaram apenas o processo de familiaridade (mais básico) ou houve participação do processo de recordação (mais elaborado). No entanto, ao analisar em conjunto os resultados da recordação livre, do reconhecimento das imagens e do questionário de reconhecimento, pode-se inferir que no grupo E a participação do processo de recordação foi maior e que a familiaridade induziu o efeito teto observado nas duas tarefas de reconhecimento.

O grau de participação destes dois processos em cada grupo de participantes poderia explicar possíveis diferenças qualitativas na atividade elétrica cortical sem que existam diferenças quantitativas no reconhecimento das imagens.

7.2 RESULTADOS DA ATIVIDADE CEREBRAL

7.2.1 Primeira sessão

7.2.1.1 Potenciais evocados

Os potenciais registrados em latências curtas (inferiores a 300 ms, e.g. P1 e N1) têm sido relacionados ao processamento sensorial primário e a mecanismos de atenção (84, 85, 99). Presume-se que em ambas as modalidades sensoriais envolvidas no presente estudo, visual e auditiva, esses potenciais são modulados pelas características físicas dos estímulos e não por outros processos cognitivos considerados hierarquicamente superiores. Alguns autores diferenciam o efeito da atenção sobre cada potencial e sugerem que o aumento de P1 representa a facilitação do processamento sensorial de estímulos que são apresentados em um ponto do espaço no qual a atenção já está focada (atenção espaço-seletiva). Por outro lado, o aumento de N1 representaria a resposta de orientação em resposta a estímulos que são relevantes para a execução de uma tarefa (atenção objeto-seletiva) (54, 84, 99, 100). Contudo, para alguns autores o potencial N1 pode ser modulado também por outras características além das propriedades físicas dos estímulos como, por exemplo, a experiência prévia e a categoria semântica à qual pertence o estímulo. Este fenômeno é chamado de “categorização visual inicial” (*initial visual categorization*, (101)).

Os estímulos emocionais (apetitivos e aversivos) capturam a atenção (resposta involuntária) (34) e ao mesmo tempo a atenção é direcionada a eles de forma voluntária (68). Vários estudos demonstraram maiores negatividades em janelas de tempo compatíveis com N1 durante a codificação de estímulos emocionais em comparação com estímulos neutros (60, 62, 68). Este fato poderia refletir um processamento preferencial e facilitado para os estímulos emocionais é compatível com a proposta do fenômeno de categorização visual inicial.

Os resultados do presente estudo mostraram que o contexto emocional modulou a atividade cerebral evocada durante a codificação (maior negatividade) em uma janela de tempo compatível com N1 (80 a 140 ms depois da aparição dos estímulos). Porém, é importante lembrar que as características físicas dos estímulos visuais (*slides*) eram iguais em ambas as versões do teste. O processamento diferenciado das informações visuais só pode ser atribuído ao contexto emocional criado pela informação auditiva (narração). Esta afirmação vai ao encontro da proposta do fenômeno de categorização visual inicial se é aceito que imagens idênticas podem ser interpretadas de forma diferente (categorias semânticas diferentes) dependendo do contexto em que são apresentadas.

O efeito de aumento do potencial N1 devido à atenção normalmente apresenta uma distribuição posterior (eletrodos centrais, parietais e occipitais) (62, 85), mas distribuições nos eletrodos mais anteriores têm sido encontradas também (85, 102). Em um estudo que utilizou o tempo de reação simples ou de escolha (*choice-reaction*) a estímulos visuais, o efeito encontrado sobre o N1 em eletrodos anteriores foi na realidade um potencial relacionado à atividade pré-motora ou a processos preparatórios (85). A previsibilidade do tempo de apresentação das imagens usadas na tarefa foi responsável pelo efeito encontrado porque quando os estímulos não eram mais apresentados em tempos previsíveis o efeito observado sobre N desapareceu. Apesar de no presente estudo a frequência de estimulação (aparição dos estímulos visuais) ser constante durante a primeira sessão (*timing* previsível), os sujeitos não executaram nenhuma resposta ou ação motora durante a codificação. Portanto, os resultados sugerem que outros processos preparatórios (e.g. expectativa, alertamento) podem ser induzidos ou aumentados pelo contexto emocional.

Ainda, outro estudo considerou o componente N1 anterior como um índice da mudança de modalidade atendida (102). Os autores demonstraram que a amplitude do componente N1 anterior foi maior quando a modalidade do estímulo que devia ser atendido (visual ou tátil) mudava entre as tentativas. O estudo descartou qualquer influência de fatores relacionados à resposta. No presente estudo, a primeira das duas aparições dos estímulos visuais durante a primeira sessão foi precedida pela narração. Se o aumento em N1 é devido, exclusivamente, à

mudança da modalidade sensorial atendida, não deveriam aparecer diferenças entre os grupos. Se for aceito que neste estudo o efeito da mudança da modalidade atendida está presente na atividade evocada pela metade dos estímulos, pode-se concluir que o contexto emocional aumentou ainda mais o efeito. Cabe ressaltar que o efeito da mudança da modalidade atendida apresenta uma distribuição semelhante à encontrada no presente estudo (102).

7.2.1.2 Atividade oscilatória

Cada vez mais evidências demonstram que a modulação da atividade oscilatória cerebral está relacionada à codificação bem sucedida das informações (69, 72, 75, 77, 80). Os resultados do presente trabalho são congruentes com estudos prévios e demonstram que as mudanças na atividade oscilatória potencializam a memória declarativa.

7.2.1.2.1 *Banda de frequência Teta*

A amplitude das oscilações nesta banda de frequência é um bom indicador da codificação exitosa dos estímulos (69, 76, 77). Se o tempo de aparição dos estímulos é previsível, as oscilações em Teta apresentam maiores amplitudes durante a codificação de itens que serão futuramente lembrados (70, 71, 74). Este aumento da amplitude das oscilações pode ser visto ainda antes da aparição dos estímulos. Este nível de atividade Teta pré-estimulação parece ser produzido ativamente (*top-down*) e atua de forma sinérgica e independente de outros processos cognitivos que também facilitam a codificação, tais como o nível de processamento, novidade, localização espacial, etc (74).

A atividade Teta evocada (tradicionalmente latências menores de 300 ms) e induzida (maiores latências) no hemisfério esquerdo foi maior no grupo E. Esta atividade amplamente distribuída é coerente com a função das oscilações Teta que,

segundo a teoria atualmente aceita, favorecem a comunicação entre áreas anatomicamente distantes, mas funcionalmente relacionadas (55, 72, 73, 80, 103, 104).

Os estímulos utilizados no presente estudo tiveram tempos de aparição previsíveis e os resultados mostraram aumento na atividade Teta mesmo antes da aparição dos estímulos, preferencialmente nas áreas anteriores. Esse fato corrobora a hipótese de modulação *top-down* de áreas de processamento sensorial feita pelo córtex executivo frontal (80). As oscilações Teta em áreas parietais e temporais podem estar relacionadas ao processamento de estímulos em áreas sensoriais e de associação do córtex assim como à codificação da memória declarativa episódica nas estruturas responsáveis dessa fase da memória (lobo temporal medial). Porém, a localização precisa dos geradores neurais de tal atividade não pode ser determinada com este arranjo de eletrodos de baixa densidade. O presente estudo não permite discriminar se os efeitos da novidade e o nível de processamento têm alguma influência na atividade Teta. No entanto, acredita-se que os dois efeitos estão presentes em contextos emocionais e que, conseqüentemente, engajam a atenção e facilitam a formação da memória.

A janela de tempo onde foram observadas diferenças no componente N1 coincide com o pico de aumento das oscilações Teta e estas duas atividades se sobrepõem em algumas áreas do escalpo. Curiosamente, como relatado acima, as oscilações teta e o componente N1 estão relacionados aos mesmos processos.

7.2.1.2.2 *Banda de frequência Alfa*

A diminuição do poder na banda de frequência Alfa tem sido extensamente estudada e está fortemente relacionada à atenção e à codificação da memória (76, 77, 103). Esta ERD da atividade Alfa é acompanhada do *reset* de fase que leva ao aumento da atividade evocada visto pelas ERSP. Este fenômeno é chamado de paradoxo de Alfa (54, 76, 78). No amplo trabalho a respeito da ERD em alfa durante tarefas de memória (preferencialmente tarefas de memória semântica), a atividade

em torno de 6 – 10 Hz (chamada Alfa baixa) tem sido relacionada a expectativa e atenção e mostrou uma atividade difusamente distribuída em todas as áreas do escalpo.

Note-se que os resultados das oscilações Teta (4 – 7 Hz) descritos anteriormente são congruentes com os resultados sobre ERD em Alfa baixa. Por outro lado, a atividade Alfa alta (10 – 12 Hz) mostrou uma distribuição mais restrita (eletrodos centrais e parietais esquerdos) e está relacionada ao processamento semântico (76, 77, 79).

Os resultados deste estudo demonstraram que a atividade oscilatória Alfa evocada (10 – 12 Hz) registrada nos eletrodos temporo-parietais direitos foi maior no momento da apresentação dos estímulos no grupo E (contexto emocional). Esta banda de frequência é compatível com a chamada Alfa alta. Como descrito anteriormente para o componente N1, as categorias semânticas dos estímulos podem ser diferentes dependendo do contexto (fenômeno de categorização visual inicial). Isto poderia explicar as diferenças encontradas entre os participantes expostos a contextos emocionais e neutros. Contudo, a contribuição do processamento semântico, que se sugere estar relacionado com a ERD desta banda de frequência, não tem sido estudada neste teste de memória emocional nem foi levado em consideração no delineamento original do teste.

Apesar de que as perturbações espectrais e os potenciais evocados são obtidos por métodos diferentes, ambas medidas estão relacionadas entre si e podem representar processos similares ou, pelo menos, complementares (54, 76, 78). É importante ressaltar que as diferenças nas oscilações Alfa estiveram restritas aos mesmos locais onde o componente P300 esteve aumentado durante a codificação dos *slides* do mesmo teste de memória emocional (33).

7.2.1.2.3 Banda de frequência Gama

A atividade Gama parece estar envolvida em quase todas as funções sensoriais e cognitivas (103). Um estudo encontrou que a atividade Gama induzida na área occipital (0,3 a 1 segundo) estava aumentada durante a codificação de imagens que foram lembradas posteriormente (69). Nesse estudo, o aparecimento das imagens não foi previsível. Por outro lado, quando o aparecimento era previsível o aumento tanto da atividade induzida como da atividade evocada esteve relacionada com a codificação exitosa dos estímulos (70, 71). O presente estudo encontrou que a atividade Gama evocada (0 a 300 ms) e induzida (300 a 600 ms) em diferentes áreas apresentaram diferenças entre os grupos. A atividade Gama evocada está relacionada a expectativa e atenção (105). Este é o caso do presente estudo, porque todos os estímulos tiveram tempo de aparição previsível. Já a atividade Gama induzida parece refletir o processamento da informação visual (105). As oscilações Gama, evocadas e induzidas, apresentaram diferentes padrões de atividade entre os grupo E e N. Como outros estudos demonstraram, o efeito de memória subsequente (usando listas de palavras) pode estar também relacionado com diminuições na atividade Gama (<42 Hz) que aparecem juntamente com aumentos na atividade Gama em outras frequências (71). Alternativamente, os resultados do presente trabalho podem ser consequência do contexto emocional que confere diferentes significados às mesmas imagens. É razoável assumir que a resposta de orientação, a atenção e as características percebidas do estímulo sejam diferentes entre os grupos. Essas diferenças podem explicar os diversos padrões de frequência, espaciais e temporais encontrados entre os grupos na banda de frequência Gama.

7.2.1.2.4 Interações entre Teta e Gama

A atividade Teta está envolvida na comunicação entre circuitos neurais distantes, enquanto a atividade Gama está relacionada com a sincronia entre populações de neurônios dentro de circuitos corticais locais (55, 72, 75, 80). Ambos

ritmos estão intimamente associados e sua interação parece criar as condições necessárias para a formação de memórias hipocampo-dependentes de longo prazo (75, 104). Além disso, a evidência atual sugere que as oscilações Teta e Gama interagem para codificar e organizar as representações na memória operacional. Extrapolando esse conceito, propõe-se que essa interação pode servir como um *buffer* da memória operacional para a codificação de memórias episódicas (80, 103).

Contudo, essa hipótese ainda aguarda evidência conclusiva porque as áreas que mostram aumento das oscilações Teta e Gama não se sobrepõem perfeitamente (69-71). Além disso, correlação entre frequências (*cross-frequency*), coerência ou outra medida de conectividade funcional que envolva as oscilações Teta e Gama não tem sido utilizada na avaliação da codificação da memória episódica.

As oscilações Teta e Gama foram maiores durante a codificação dos estímulos da Fase 2 associados a contexto emocional e algumas áreas do hemisfério esquerdo mostraram aumento em ambas bandas de frequência em janelas de tempo similares. Apesar de a conectividade funcional não ter sido testada, esta sobreposição parcial sugere a interação entre a atividade Teta e Gama.

7.2.1.3 Conclusões sobre a sessão de codificação

Os resultados sugerem que o processamento de estímulos visuais no teste de memória emocional está facilitado por mecanismos de expectativa e atenção induzidos pelo próprio contexto emocional criado pela narração. Esta modulação é feita, provavelmente, por meio de controle *top-down*. Conclui-se que mecanismos similares aos responsáveis pelo efeito de memória subsequente para estímulos de conteúdo emocional são responsáveis pelo efeito do contexto emocional sobre a codificação da memória episódica. Apesar de cada medida ter mostrado um padrão de atividade único relacionado à especialização funcional das áreas corticais, o componente N1 e as oscilações Teta e Gama sobrepueram-se nas áreas pré-frontais, frontais e parietais esquerdas. Esta lateralização é congruente com a

imensa maioria dos resultados que demonstram a relação entre codificação da memória episódica com o hemisfério esquerdo.

7.2.2 Segunda sessão

7.2.2.1 Potenciais relacionados a eventos

Os potenciais relacionados ao reconhecimento das imagens codificadas no contexto emocional apresentaram diferenças significativas em três janelas de tempo que coincidem com as latências de três potenciais relacionados ao reconhecimento de estímulos emocionais (87). Comparado ao grupo N, houve atividade mais positiva em torno de 200 ms após a apresentação dos *slides* em áreas corticais anteriores (pré-frontal, frontal e central). Este potencial, que toma a forma do componente P2, está relacionado ao processo de reconhecimento de estímulos emocionais visuais (conteúdo emocional) por meio da familiaridade e da força do traço de memória (86, 87). Este efeito foi encontrado quando analisado o efeito Velho/Novo, mas também quando foi comparada a atividade relacionada à recordação (*recollection*) e à familiaridade dos estímulos corretamente reconhecidos (87). O aumento da atividade nesta latência é considerado um indicador da força da ativação do traço de memória para informações visuais no sistema de memória de longo prazo. Alternativamente, como os estímulos foram associados a contexto emocional, a atividade diferencial encontrada nesta latência tão curta sugere que essa associação levaria ao reconhecimento rápido de estímulos considerados relevantes. No entanto, foi encontrado que esse efeito não está presente no processamento de todos os estímulos emocionais, mas só nos estímulos corretamente reconhecidos (87).

Em torno de 400 ms outra diferença significativa entre os grupo apareceu. Nos eletrodos frontais, centrais e parietais do grupo E foi registrada uma maior negatividade. Os resultados de estudos anteriores mostram diferenças entre estímulos corretamente reconhecidos e estímulos novos nesta janela de tempo. Este efeito é considerado também um indicador da força do traço de memória. No

entanto, ao contrário dos resultados do presente trabalho, é descrita uma maior negatividade para estímulos novos (87). Além disso, as diferenças entre estímulos reconhecidos por recordação e familiaridade são menos claras.

Finalmente, houve também diferenças entre os grupos em torno de 800 ms, onde o grupo E apresentou menor atividade em eletrodos pré-frontais e frontais. O efeito relatado na literatura descreve uma maior positividade para estímulos visuais corretamente reconhecidos em áreas centrais-posteriores. Este efeito é considerado um indicador do processo de recordação (*recollection*) de informações adicionais associadas aos estímulos (86, 87).

Os dois últimos efeitos encontrados no presente trabalho são contrários ao que é descrito na literatura. No entanto, nossa análise está baseada na comparação direta de estímulos codificados em diferentes contextos, diferentemente dos estímulos de conteúdo emocional utilizados nos trabalhos citados. Além do mais, não se separou os estímulos corretamente reconhecidos dos não reconhecidos – apesar da taxa alta de reconhecimento, nem se diferenciou se o reconhecimento esteve baseado na recordação ou na familiaridade. É interessante notar que as janelas de tempo onde apareceram as diferenças são as mesmas identificadas em trabalhos com metodologia de análise diferente. A hipótese é que essas diferenças na metodologia de análise e no tipo de estímulo utilizado podem ser responsáveis por essas divergências. A aplicação de metodologias de análise padrão aos nossos resultados esclarecerá este ponto.

7.2.2.2 Atividade oscilatória

7.2.2.2.1 *Bandas de frequência Teta e Alfa*

Os resultados mostram padrões de atividade diferentes relacionados ao reconhecimento dos estímulos em cada grupo. No grupo E frequências menores (4 – 8 Hz) apresentaram maior atividade em áreas frontais e centrais em latências pequenas (100 – 200 ms) e em áreas mais posteriores em latências maiores (400 – 600 ms). Já o grupo N mostrou maior atividade em frequências maiores (9 – 13 Hz) em áreas occipitais durante latências curtas (100 – 200 ms) e em áreas anteriores em latências maiores (350 ms). As oscilações Teta em áreas frontais e áreas relacionadas ao lobo temporal medial, em janelas de tempo compatíveis com os resultados deste trabalho, têm sido relacionadas ao reconhecimento de estímulos visuais (73, 82). A atividade Teta aumentada em áreas posteriores, também em janelas de tempo compatíveis com os resultados do presente trabalho, foi associada também ao reconhecimento de estímulos visuais (69). Ambos os efeitos têm sido relacionados ao processo de reconhecimento por recordação. No entanto, esses trabalhos utilizaram o efeito Velho/Novo em tarefas que envolviam o reconhecimento de estímulos neutros (faces e listas de palavras). Os resultados deste trabalho sugerem que o contexto emocional aumentou esse efeito nas oscilações Teta. A presença dessas diferenças em duas janelas de tempo diferentes sugere, como proposto para estímulos de conteúdo emocional, a participação de vários mecanismos no reconhecimento de estímulos associados a contexto emocional (87).

A banda de frequência Alfa não tem sido associada de forma consistente com a evocação da informação. No entanto, um estudo encontrou que a atividade Alfa, medida por ERD, está associada com a ativação de traços de memória específicos e que facilitariam a recordação (106). Nesse mesmo estudo a atividade Teta foi relacionada a processos menos específicos de controle da evocação. Com essa perspectiva, pode-se especular sobre as estratégias de recordação utilizadas por cada grupo em nosso trabalho, lembrando que o desempenho nas tarefas de reconhecimento não foi diferente entre os grupos. Os resultados sugerem então que

os participantes que codificaram os estímulos visuais no contexto neutro dependem da evocação de características mais específicas dos estímulos.

Outra linha de evidência, derivada de trabalhos de memória operacional, relaciona o aumento de atividade Alfa com mecanismos de controle *top-down* que facilitariam a codificação da informação mediante a supressão de informações não relevantes para a tarefa (47, 79, 103, 107). Extrapolando esse conceito pode-se sugerir que o reconhecimento dos estímulos codificados em contexto neutro envolve um “esforço” maior por parte do sistema de evocação da memória.

7.2.2.2 *Banda de frequência Beta*

Os resultados nesta banda de frequência não eram esperados. A função deste tipo de atividade oscilatória em processos cognitivos permanece pouco esclarecida (108). Os estudos a respeito de controle motor consideram que a diminuição da atividade Beta é decorrente da atividade motora real ou imaginária (108).

A escassa evidência disponível sobre o envolvimento desta banda de frequência em outras funções sugere que a atividade aumentada nesta banda de frequência está relacionada com mecanismos de controle *top-down* (e.g. atividade executiva frontal) e, ao inverso, quando a tarefa cognitiva é mediada por mecanismos *bottom-up* (e.g. pelas características físicas dos objetos) a atividade em Beta apresenta-se diminuída (108).

Os resultados do presente estudo não parecem estar influenciados pela atividade motora. Se bem que o reconhecimento das imagens envolvia uma resposta motora, as taxas de reconhecimento não foram diferentes entre os dois grupos. Logo, não deveriam existir diferenças na atividade motora entre os dois grupos. Além disso, a atividade Beta aumentada, e não diminuída, esteve presente em duas janelas de tempo diferentes (200 e 500 ms) e com distribuições

topográficas que não estão restritas ao córtex motor (200 ms áreas occipito-parietais; 500 ms em todo o escalpo).

Observando os resultados em detalhe, a atividade em Beta aumentou no grupo E durante a primeira janela de tempo (200 a 300 ms) nos eletrodos posteriores. Na seguinte janela de tempo (500 a 700 ms) houve uma diminuição marcada da atividade Beta no grupo N, o que não aconteceu no grupo E. Se é aceito que o processo de reconhecimento envolve familiaridade (menos dependente de controle tipo *top-down*) e recordação (mais dependentes de controle do tipo *top-down*) (86, 87, 98), o aumento e diminuição da atividade oscilatória Beta em cada janela de tempo estariam bem explicados (108). No entanto, considera-se que a evidência atual e o modelo de análise dos resultados do presente trabalho não permitem tirar conclusões definitivas a respeito.

7.2.2.2.3 *Banda de frequência Gama*

O aumento de atividade Gama está associado ao reconhecimento de estímulos (69, 73). Existe consenso sobre a participação da atividade Gama na codificação das características sensoriais dos estímulos. Acredita-se que a atividade Gama vista na evocação da informação seria uma reativação dos traços de memória relacionados a os estímulos (54, 71, 80, 105). Os resultados deste trabalho mostram que o reconhecimento de estímulos associados a contexto emocional induziu maior atividade Gama em regiões amplamente distribuídas do escalpo. Isto sugere a facilitação da ativação dos traços de memória relacionados a contexto emocional.

7.2.2.2.4 *Interação entre bandas de frequência*

A interação entre as oscilações Teta e Gama tem sido relatada durante a codificação e a evocação de memórias episódicas (69-73, 80). Essas diferenças na atividade Gama foram evidentes em duas janelas de tempo com latências

semelhantes às encontradas para a atividade Teta. Em conjunto, esses resultados apontam a uma interação entre estas duas atividades oscilatórias tanto na formação de memórias como na sua evocação (69, 70, 80), processos que, como sugerem os resultados do presente trabalho, seriam facilitados pelo contexto emocional.

É interessante notar que as quatro bandas de frequência e os ERP avaliados durante o reconhecimento dos estímulos apresentaram efeitos significativos dependentes do contexto emocional em janelas de tempo similares: por volta de 200 ms e 500 ms. As distribuições espaciais dessas atividades em muitos casos se sobrepõem umas a outras. Infelizmente, os dados ainda não foram submetidos a análises de coerência que permitam identificar relações entre estas atividades oscilatórias, e o baixo número de eletrodos não permite tirar maiores conclusões sobre as fontes de atividade.

7.2.2.3 Conclusões sobre a sessão de reconhecimento

Os resultados do presente estudo demonstram que o contexto no qual os estímulos foram codificados tem efeito na atividade cerebral durante o reconhecimento (evocação da informação) em uma sessão posterior. Os efeitos mais bem descritos na literatura a respeito do reconhecimento de estímulos visuais (oscilações Teta e Gama) e estímulos visuais de conteúdo emocional (ERP de latências curtas) foram encontrados também para estímulos associados a contexto emocional. Outros resultados encontrados (e.g. oscilações Alfa no grupo N e oscilações Beta no grupo E) aguardam por mais evidências que permitam esclarecer seu papel no reconhecimento de estímulos visuais e nos sistemas de memória emocional. As diferenças na metodologia de análise (efeito de memória subsequente e efeito Velho/Novo) podem ser responsáveis pelas divergências nos resultados dos ERP de latências longas e não permitem fazer conclusões definitivas no momento.

Ao contrário dos resultados da sessão de codificação, não houve um padrão de lateralização hemisférica durante o reconhecimento. Mas, em contrapartida, houve uma maior sobreposição das áreas que demonstraram efeitos significativos

em diferentes tipos de atividade relacionada a eventos. As análises de coerência e de conectividade funcional ilustrarão melhor essas possíveis interações.

7.3 LIMITAÇÕES DO ESTUDO

Podem-se classificar as limitações do presente trabalho em dois grandes grupos: limitações do delineamento experimental e limitações dos resultados.

Dentro do primeiro grupo está incluído o baixo número de eletrodos de registro utilizados. Esta limitação não permite uma boa definição espacial e pode ter limitado também a capacidade da ICA para separar os artefatos da atividade cerebral. Outra limitação do próprio delineamento experimental tem a ver com o procedimento utilizado para avaliar o reconhecimento. No presente estudo não foi avaliado se os participantes utilizaram a recordação ou a familiaridade durante o reconhecimento das imagens do teste de memória emocional. Os resultados encontrados devem ser sempre apreciados com cautela na tentativa de elucidar se um ou outro processo está presente.

No segundo grupo está incluída a metodologia de análise dos resultados, porque não utilizou o efeito subsequente de memória nem o efeito Velho/Novo. Inicialmente, as análises foram orientadas à avaliação da atividade cerebral durante a codificação e não se levou em consideração se os estímulos foram ou não reconhecidos. Os resultados disponíveis sobre o reconhecimento no momento da análise dos dados de EEG eram do questionário de reconhecimento e da tarefa de recordação livre. Não é possível, a partir desses dois instrumentos, saber se uma imagem específica apresentou o efeito de memória subsequente, porque várias informações (e.g. a bola que os personagens levam consigo) aparecem em mais de um *slide*. No entanto, reconhecem-se as limitações destas análises e se planeja reformulá-las a partir dos dados da tarefa de reconhecimento das imagens (respostas com o botão durante o registro de EEG), que agora estão disponíveis.

Outra limitação para a discussão dos resultados é a falta de estudos na área de memória que avaliem o efeito do contexto emocional e/ou que utilizem análises tempo/frequência. No entanto, estes dois assuntos estão tendo destaque atualmente e acredita-se que mais estudos serão publicados em breve. Além disso, esta limitação pode ser considerada, na realidade, uma oportunidade.

7.4 CONCLUSÃO GERAL

Este trabalho faz uma importante contribuição para a caracterização da dinâmica cerebral durante a codificação e o reconhecimento de informação no teste de memória emocional e, por extensão, aporta novas evidências sobre a forma como os estímulos ambientais relevantes são processados. Em linhas gerais, o efeito do contexto emocional se vale de mecanismos semelhantes aos utilizados pelo conteúdo emocional para facilitar os processos de memória.

Os resultados do presente trabalho mostram também as vantagens do uso de técnicas de decomposição tempo/frequência para a análise da atividade cerebral relacionada a eventos.

7.5 PERSPECTIVAS FUTURAS

Os resultados do presente trabalho podem e merecem ser explorados com outras metodologias de análise. A primeira providência será a análise mediante o efeito de memória subsequente (primeira sessão) e o efeito Velho/Novo (segunda sessão) que permitirão separar mais claramente o efeito de facilitação da memória. Seguindo esta linha de pensamento, pode ser feita a comparação entre a atividade relacionada às imagens corretamente reconhecidas (*hits*) e a atividade relacionada a duas situações: as imagens apresentadas na primeira sessão e não reconhecidas (*misses*), e as imagens novas que foram confundidas com imagens velhas (falsos alarmes).

Outros métodos de análise dos sinais podem ser utilizados para enriquecer os resultados das ERSP: Análise de coerência *inter-trial* e coerência cruzada entre frequências e canais que permitam identificar relações entre atividades oscilatórias.

A partir da descrição do funcionamento do sistema de memória emocional em condições normais será possível no futuro iniciar o estudo do seu funcionamento em condições patológicas como, por exemplo, nas fobias e no transtorno de estresse pós-traumático.

Finalmente, este trabalho reabriu a linha de pesquisa de eletrofisiologia no laboratório de Neurociências e Comportamento da UnB. Este novo começo coincidiu com a retomada, por parte da comunidade científica, das técnicas de registro de EEG e com o advento de novas técnicas para sua análise. Confia-se em que este bom momento possa ser aproveitado para que o grupo fortaleça e estenda sua atuação no estudo deste e outros fenômenos cognitivos tanto em voluntários sadios como em pacientes.

8 REFERÊNCIAS

- 1 McGaugh JL. Memory - A century of consolidation. *Science*. 2000; 287: 248-51.
- 2 Morgado I. Psicobiología del aprendizaje y la memoria: Fundamentos y avances recientes. *Revista de Neurologia*. 2005; 40 (5): 289-97.
- 3 Tomaz C. Demência. In: Graeff FG, Brandão ML, eds. *Neurobiologia das doenças mentais*. 2 ed. São Paulo: Lemos Editorial & Gráficos 1993:175 - 84.
- 4 Frank JE, Tomaz C. Enhancement of declarative memory associated with emotional content in a Brazilian sample. *Brazilian Journal of Medical and Biological Research*. 2000; 33 (12): 1483-9.
- 5 Milner B, Squire LR, Kandel ER. Cognitive Neuroscience and the study of memory. *Neuron*. 1998; 20: 445-68.
- 6 Zola-Morgan S, Squire LR. Neuroanatomy of memory. *Annual Review of Neuroscience*. 1993; 16: 547-63.
- 7 Tomaz C, Costa JC. Neurociências e memória. *Humanidades*. 2001; 48: 145 - 60.
- 8 Aguado L. Procesos cognitivos y sistemas cerebrales de la emoción. *Revista de Neurologia*. 2002; 34 (12): 1161-70.
- 9 Bayley PJ, Gold JJ, Hopkins RO, Squire LR. The neuroanatomy of remote memory. *Neuron*. 2005; 46: 799-810.
- 10 Squire LR. Mechanisms of memory. *Science*. 1986; 232 (4758): 1612-8.
- 11 Squire LR, Zola-Morgan S. The medial temporal lobe memory system. *Science*. 1991; 253 (5026): 1380-7.
- 12 deQuervain DJF, Roozendaal B, Nitsch RM, McGaugh JL, Hock C. Acute cortisone administration impairs retrieval of long term declarative memory in humans. *Nature Neuroscience*. 2000; 3 (4): 313-4.
- 13 Squire LR, Zola-Morgan S, Clark RE. Recognition memory and the medial temporal lobe: a new perspective. *Nature reviews*. 2007; 8 (11): 872-83.
- 14 Skinner EI, Fernandes MA. Neural correlates of recollection and familiarity: a review of neuroimaging and patient data. *Neuropsychologia*. 2007; 45 (10): 2163-79.
- 15 Wixted JT. Dual-process theory and signal-detection theory of recognition memory. *Psychological Review*. 2007; 114 (1): 152-76.

- 16 Dolan RJ. Emotion, cognition and behavior. *Science*. 2002; 298 (5596): 1191-4.
- 17 Bradley M, Greenwald M, Petry M, Lang P. Remembering pictures: pleasure and arousal in memory. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory and Cognition*. 1992; 18 (2): 379-90.
- 18 Kensinger E. Remembering emotional experiences: the contribution of valence and arousal. *Reviews in the Neurosciences*. 2004; 15 (4): 241-51.
- 19 LaBar KS, Cabeza R. Cognitive neuroscience of emotional memory. *Nature reviews*. 2006; 7 (1): 54-64.
- 20 Cahill L. Similar neural mechanisms for emotion-induced memory impairment and enhancement. *Proceedings of the National Academy of Sciences*. 2003; 100 (23): 13123-4.
- 21 LeDoux J. Emotional memory systems in the brain. *Behavioural Brain Research*. 1993; 58 (1-2): 69-79.
- 22 LeDoux J. In search of an emotional system in the brain: Leaping from fear to emotion and consciousness. In: Gazzaniga MS, ed. *The Cognitive Neurosciences*. Cambridge: MIT Press 1995:1049-63.
- 23 Barrett LF, Lindquist KA, Gendron M. Language as context for the perception of emotion. *TRENDS in Cognitive Sciences*. 2007; 11 (8): 327-32.
- 24 Cacioppo JT. Feelings and emotions: Roles for electrophysiological markers. *Biological Psychology*. 2004; 67: 235-43.
- 25 Cacioppo JT, Gardner WL. Emotion. *Annual Review of Psychology*. 1999; 50: 191:214.
- 26 Ohman A, Soares J. Unconscious anxiety: phobic responses to masked stimuli. *Journal of Abnormal Psychology*. 1994; 103: 231-40.
- 27 Wong P, Shevrin H, Williams W. Conscious and nonconscious processes: an ERP index of an anticipatory response in a conditioning paradigm using visually masked stimuli. *Psychophysiology*. 1994; 31: 871-81.
- 28 Collet C, Vernet-Maury E, Delhomme G, Dittmar A. Autonomic nervous system response patterns specificity to basic emotions. *Journal of the Autonomic Nervous System*. 1997; 62: 45-57.
- 29 Heilman KM, Gilmore RL. Cortical influences in emotion. *Journal of Clinical Neurophysiology*. 1998; 15 (5): 409-23.

- 30 Adolphs R, Tranel D, Damasio H, Damasio A. Impaired recognition of emotion in facial expressions following bilateral damage to the human amygdala. *Nature*. 1994; 372 (6507): 669-72.
- 31 Rogan MT, Staubli UV, LeDoux J. Fear conditioning induces associative long-term potentiation in the amygdala. *Nature*. 1997; 390 (6660): 604-7.
- 32 Romanski LM, Clugnet MC, Bordi F, LeDoux J. Somatosensory and auditory convergence in the lateral nucleus of the amygdala. *Behavioral Neuroscience*. 1993; 107 (3): 444-50.
- 33 Gasbarri A, Arnone B, Pompili A, Marchetti A, Pacitti F, Calil SS, et al. Sex-related lateralized effect of emotional content on declarative memory: An event related potential study. *Behavioural Brain Research*. 2006; 168: 177-84.
- 34 Bradley M, Codispoti M, Cuthbert BN, Lang P. Emotion and motivation I: Defensive and appetitive reactions in picture processing. *Emotion*. 2001; 1 (3): 276-98.
- 35 Lang P. Looking at pictures: affective, facial, visceral, and behavioral reactions. *Psychophysiology*. 1993; 30: 261-73.
- 36 McGaugh JL. Make mild moments memorable: add a little arousal. *TRENDS in Cognitive Sciences*. 2006; 10 (8): 345-7.
- 37 Botelho S, Martínez L, Conde C, Prada E, Tomaz C. Evaluación de la memoria declarativa asociada con contenido emocional en una muestra colombiana. *Revista Latinoamericana de Psicología*. 2004; 36 (2): 229-42.
- 38 Cahill L, McGaugh JL. A novel demonstration of enhanced memory associated with emotional arousal. *Consciousness and Cognition*. 1995; 4 (4): 410-21.
- 39 Cahill L, Prins B, Weber M, McGaugh JL. Beta-adrenergic activation and memory for emotional events. *Nature*. 1994; 371 (6499): 702-4.
- 40 Schupp H, Cuthbert BN, Bradley M, Cacioppo JT, Ito T, Lang P. Affective picture processing: The late positive potential is modulated by motivational relevance. *Psychophysiology*. 2000; 37: 257-61.
- 41 Morris JS, Ohman A, Dolan RJ. Conscious and unconscious emotional learning in the human amygdala. *Nature*. 1998; 393 (6684): 467-70.
- 42 Hamann S, Ely T, Grafton S, Kilts C. Amygdala activity related to enhanced memory for pleasant and aversive stimuli. *Nature Neuroscience*. 1999; 2 (3): 289-93.

- 43 Cahill L, Haier RJ, Fallon J, Alkire MT, Tang C, Keator D, et al. Amygdala activity at encoding correlated with long-term, free recall of emotional information. *Proceedings of the National Academy of Sciences*. 1996; 93: 8016-21.
- 44 Canli T, Zhao Z, Brewer J, Gabrieli J, Cahill L. Event-related activation in the human amygdala associates with later memory for individual emotional experience. *The Journal of Neuroscience*. 2000; 20 (19): RC99.
- 45 Cahill L, Uncapher M, Kilpatrick L, Alkire M, Turner J. Sex-related hemispheric lateralization of amygdala function in emotionally influenced memory: an fMRI investigation. *Learning and memory*. 2004; 11 (3): 261-6.
- 46 Luck S. An introduction to event-related potentials and their neural origins. In: Luck SJ, ed. *An introduction to event-related potentials technique*. Cambridge, MA: The MIT Press 2005:1-50.
- 47 Basar E, Basar-Eroglu C, Karakas S, Schurmann M. Oscillatory brain theory: a new trend in neuroscience. *IEEE Engineering in Medicine and Biology Magazine*. 1999; 18 (3): 56-66.
- 48 Delorme A, Makeig S. EEGLAB: an open source toolbox for analysis of single-trial EEG dynamics including independent component analysis. *Journal of neuroscience methods*. 2004; 134 (1): 9-21.
- 49 Makeig S, Debener S, Onton J, Delorme A. Mining event-related brain dynamics. *TRENDS in Cognitive Sciences*. 2004; 8 (5): 204-10.
- 50 Delorme A, Mullen T, Kothe C, Akalin Acar Z, Bigdely-Shamlo N, Vankov A, et al. EEGLAB, SIFT, NFT, BCILAB, and ERICA: New Tools for Advanced EEG Processing. *Computational intelligence and neuroscience*. 2011; 2011: 130714.
- 51 Jung TP, Makeig S, Humphries C, Lee TW, McKeown MJ, Iragui V, et al. Removing electroencephalographic artifacts by blind source separation. *Psychophysiology*. 2000; 37 (2): 163-78.
- 52 Jung TP, Makeig S, Westerfield M, Townsend J, Courchesne E, Sejnowski TJ. Analysis and visualization of single-trial event-related potentials. *Human brain mapping*. 2001; 14 (3): 166-85.
- 53 Makeig S. Response: event-related brain dynamics -- unifying brain electrophysiology. *Trends in Neurosciences*. 2002; 25 (8): 390.
- 54 Herrmann CS, Knight RT. Mechanisms of human attention: event-related potentials and oscillations. *Neuroscience and biobehavioral reviews*. 2001; 25 (6): 465-76.

- 55 Buzsaki G, Draguhn A. Neuronal oscillations in cortical networks. *Science*. 2004; 304 (5679): 1926-9.
- 56 Olofsson JK, Nordin S, Sequeira H, Polich J. Affective picture processing: an integrative review of ERP findings. *Biological Psychology*. 2008; 77 (3): 247-65.
- 57 Cuthbert BN, H S, Bradley M, N B, Lang P. Brain potentials in affective picture processing: covariation with autonomic arousal and affective report. *Biological Psychology*. 2000; 52: 95-111.
- 58 Krolak-Salmon P, Fischer C, Vighetto A, Mauguière F. Processing of facial emotional expression: spatio-temporal data as assessed by scalp event-related potentials. *The European Journal of Neuroscience*. 2001; 13: 987-94.
- 59 Sato W, Kochiyama T, Yoshikawa S, Matsumura M. Emotional expression boosts early visual processing of the face: ERP recording and its decomposition by independent component analysis. *Neuroreport*. 2001; 12: 709-14.
- 60 Foti D, Hajcak G, Dien J. Differentiating neural responses to emotional pictures: evidence from temporal-spatial PCA. *Psychophysiology*. 2009; 46 (3): 521-30.
- 61 Hajcak G, MacNamara A, Olvet DM. Event-related potentials, emotion, and emotion regulation: an integrative review. *Developmental neuropsychology*. 2010; 35 (2): 129-55.
- 62 Weinberg A, Hajcak G. Beyond good and evil: the time-course of neural activity elicited by specific picture content. *Emotion*. 2010; 10 (6): 767-82.
- 63 Dolcos F, Cabeza R. Event-related potentials of emotional memory: encoding pleasant, unpleasant, and neutral pictures. *Cognitive, affective & behavioral neuroscience*. 2002; 2 (3): 252-63.
- 64 Polich J. Meta-analysis of P300 normative studies. *Psychophysiology*. 1996; 33: 334-53.
- 65 Polich J. Updating P300: an integrative theory of P3a and P3b. *Clinical Neurophysiology*. 2007; 118 (10): 2128-48.
- 66 Polich J, Kok A. Cognitive and biological determinants of P300: an integrative review. *Biological Psychology*. 1995; 41 (2): 103-46.
- 67 Schupp HT, Ohman A, Junghofer M, Weike AI, Stockburger J, Hamm AO. The facilitated processing of threatening faces: an ERP analysis. *Emotion*. 2004; 4 (2): 189-200.

- 68 Schupp HT, Stockburger J, Codispoti M, Junghofer M, Weike AI, Hamm AO. Selective visual attention to emotion. *The Journal of Neuroscience*. 2007; 27 (5): 1082-9.
- 69 Osipova D, Takashima A, Oostenveld R, Fernandez G, Maris E, Jensen O. Theta and gamma oscillations predict encoding and retrieval of declarative memory. *The Journal of Neuroscience*. 2006; 26 (28): 7523-31.
- 70 Sederberg PB, Kahana MJ, Howard MW, Donner EJ, Madsen JR. Theta and gamma oscillations during encoding predict subsequent recall. *The Journal of Neuroscience*. 2003; 23 (34): 10809-14.
- 71 Sederberg PB, Schulze-Bonhage A, Madsen JR, Bromfield EB, McCarthy DC, Brandt A, et al. Hippocampal and neocortical gamma oscillations predict memory formation in humans. *Cerebral Cortex*. 2007; 17 (5): 1190-6.
- 72 Axmacher N, Mormann F, Fernandez G, Elger CE, Fell J. Memory formation by neuronal synchronization. *Brain research reviews*. 2006; 52 (1): 170-82.
- 73 Duzel E, Penny WD, Burgess N. Brain oscillations and memory. *Current opinion in neurobiology*. 2010; 20 (2): 143-9.
- 74 Guderian S, Schott BH, Richardson-Klavehn A, Duzel E. Medial temporal theta state before an event predicts episodic encoding success in humans. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*. 2009; 106 (13): 5365-70.
- 75 Jutras MJ, Buffalo EA. Synchronous neural activity and memory formation. *Current Opinion in Neurobiology*. 2010; 20 (2): 150-5.
- 76 Klimesch W. EEG alpha and theta oscillations reflect cognitive and memory performance: a review and analysis. *Brain research*. 1999; 29 (2-3): 169-95.
- 77 Klimesch W. EEG-alpha rhythms and memory processes. *International Journal of Psychophysiology*. 1997; 26 (1-3): 319-40.
- 78 Klimesch W, Doppelmayr M, Rohm D, Pollhuber D, Stadler W. Simultaneous desynchronization and synchronization of different alpha responses in the human electroencephalograph: a neglected paradox? *Neuroscience letters*. 2000; 284 (1-2): 97-100.
- 79 Klimesch W, Schack B, Sauseng P. The functional significance of theta and upper alpha oscillations. *Experimental psychology*. 2005; 52 (2): 99-108.
- 80 Nyhus E, Curran T. Functional role of gamma and theta oscillations in episodic memory. *Neuroscience and biobehavioral reviews*. 2010; 34 (7): 1023-35.

- 81 Klimesch W, Doppelmayr M, Yonelinas A, Kroll NE, Lazzara M, Rohm D, et al. Theta synchronization during episodic retrieval: neural correlates of conscious awareness. *Brain research*. 2001; 12 (1): 33-8.
- 82 Guderian S, Duzel E. Induced theta oscillations mediate large-scale synchrony with mediotemporal areas during recollection in humans. *Hippocampus*. 2005; 15 (7): 901-12.
- 83 Friedman D, Johnson R, Jr. Event-related potential (ERP) studies of memory encoding and retrieval: a selective review. *Microscopy research and technique*. 2000; 51 (1): 6-28.
- 84 Hillyard SA, Anllo-Vento L. Event-related brain potentials in the study of visual selective attention. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*. 1998; 95 (3): 781-7.
- 85 Vogel EK, Luck SJ. The visual N1 component as an index of a discrimination process. *Psychophysiology*. 2000; 37 (2): 190-203.
- 86 Rugg MD, Curran T. Event-related potentials and recognition memory. *TRENDS in Cognitive Sciences*. 2007; 11 (6): 251-7.
- 87 Schaefer A, Pottage CL, Rickart AJ. Electrophysiological correlates of remembering emotional pictures. *Neuroimage*. 2011; 54 (1): 714-24.
- 88 Pastor MC, Bradley MM, Low A, Versace F, Molto J, Lang PJ. Affective picture perception: emotion, context, and the late positive potential. *Brain research*. 2008; 1189: 145-51.
- 89 Gorenstein C, Andrade L. Validation of a Portuguese version of the Beck Depression Inventory and the State-Trait Anxiety Inventory in Brazilian subjects. *Brazilian Journal of Medical and Biological Research*. 1996; 29 (4): 453-7.
- 90 Bradley MM, Lang PJ. Measuring emotion: the Self-Assessment Manikin and the Semantic Differential. *Journal of behavior therapy and experimental psychiatry*. 1994; 25 (1): 49-59.
- 91 Lang PJ, Ohman A, Vaitl D. *The International Affective Picture System (Photographic Slides)*. Gainesville.: Center for Research in Psychophysiology, University of Florida; 1988.
- 92 Klem G, Luders H, Jasper H, Elger C. The ten-twenty electrode system of the International Federation of Clinical Neurophysiology. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*. 1999; 52 (Suppl): 3-6.

- 93 Bell AJ, Sejnowski TJ. An information-maximization approach to blind separation and blind deconvolution. *Neural Computation*. 1995; 7: 1129-59.
- 94 Gasbarri A, Pompili A, Arnone B, d'Onofrio A, Marchetti A, Tavares MC, et al. Declarative memory retention and emotional stimuli. A study of an Italian sample. *Functional Neurology*. 2005; 20 (4): 157-62.
- 95 Uribe C, Conde C, Botelho S, Tomaz C. Effects of Emotionally Charged Content Over Behavioral and Physiological Responses During Memory Encoding, Consolidation and Recognition. *Neurobiologia*. 2008; 71 (4): 89-98.
- 96 Anderson AK, Wais PE, Gabrieli JDE. Emotion enhances remembrance of neutral events past. *Proceedings of the National Academy of Sciences*. 2006; 103 (5): 1599-604.
- 97 Brown MW, Aggleton JP. Recognition memory: what are the roles of the perirhinal cortex and hippocampus? *Nature reviews*. 2001; 2 (1): 51-61.
- 98 Kafkas A, Migo EM. Familiarity and recollection in the medial temporal lobe. *The Journal of Neuroscience*. 2009; 29 (8): 2309-11.
- 99 Luck SJ, Heinze HJ, Mangun GR, Hillyard SA. Visual event-related potentials index focused attention within bilateral stimulus arrays. II. Functional dissociation of P1 and N1 components. *Electroencephalography and clinical neurophysiology*. 1990; 75 (6): 528-42.
- 100 Beaucousin V, Cassotti M, Simon G, Pineau A, Kostova M, Houde O, et al. ERP evidence of a meaningfulness impact on visual global/local processing: When meaning captures attention. *Neuropsychologia*. 2011; 49 (5): 1258-66.
- 101 Bentin S, Golland Y. Meaningful processing of meaningless stimuli: the influence of perceptual experience on early visual processing of faces. *Cognition*. 2002; 86 (1): B1-14.
- 102 Töllner T, Gramann K, Müller HJ, Eimer M. The anterior N1 component as an index of modality shifting. *Journal of cognitive neuroscience*. 2009; 21 (9): 1653-69.
- 103 Klimesch W, Freunberger R, Sauseng P, Gruber W. A short review of slow phase synchronization and memory: evidence for control processes in different memory systems? *Brain research*. 2008; 1235: 31-44.
- 104 McCartney H, Johnson AD, Weil ZM, Givens B. Theta reset produces optimal conditions for long-term potentiation. *Hippocampus*. 2004; 14 (6): 684-7.

- 105 Freunberger R, Klimesch W, Sauseng P, Griesmayr B, Holler Y, Pecherstorfer T, et al. Gamma oscillatory activity in a visual discrimination task. *Brain Research Bulletin*. 2007; 71 (6): 593-600.
- 106 Khader PH, Rosler F. EEG power changes reflect distinct mechanisms during long-term memory retrieval. *Psychophysiology*. 2011; 48 (3): 362-9.
- 107 Freunberger R, Werkle-Bergner M, Griesmayr B, Lindenberger U, Klimesch W. Brain oscillatory correlates of working memory constraints. *Brain research*. 2011; 1375: 93-102.
- 108 Engel AK, Fries P. Beta-band oscillations--signalling the status quo? *Current Opinion in Neurobiology*. 2010; 20 (2): 156-65.

ANEXO A – ESCALA DE DEPRESSÃO DE BECK

EDB

Este questionário consiste em 21 grupos de afirmações. Depois de ler cuidadosamente cada grupo, faça um círculo em torno do número (0,1,2 ou 3) diante da afirmação, em cada grupo, que descreve melhor a maneira como você tem se sentido NESTA SEMANA, INCLUINDO HOJE. Se várias afirmações num grupo parecerem se aplicar igualmente bem, faça um círculo em cada uma. Tome o cuidado de ler todas as afirmações, em cada grupo, antes de fazer a sua escolha.

1. 0. Não me sinto triste
 1. Eu me sinto triste
 2. Estou sempre triste e não consigo sair disso
 3. Estou tão triste ou infeliz que não consigo suportar

2. 0. Não estou especialmente desanimado quanto ao futuro
 1. Eu me sinto desanimado quanto ao futuro
 2. Acho que nada tenho que esperar
 3. Acho o futuro sem esperança e tenho a impressão de que as coisas não podem melhorar

3. 0. Não me sinto um fracasso
 1. Acho que fracassarei mais do que uma pessoa comum
 2. Quando olho para trás, na minha vida, tudo o que posso ver é um monte de fracassos
 3. Acho que, como pessoa, sou um completo fracasso

4. 0. Tenho tanto prazer em tudo como antes
 1. Não sinto mais prazer nas coisas como antes
 2. Não encontro um prazer real em mais nada
 3. Estou insatisfeito ou aborrecido com tudo

5. 0. Não me sinto especialmente culpado
 1. Eu me sinto culpado às vezes
 2. Eu me sinto culpado na maior parte do tempo
 3. Eu me sinto sempre culpado

6. 0. Não acho que esteja sendo punido
 1. Acho que posso ser punido
 2. Creio que vou ser punido
 3. Acho que estou sendo punido

7. 0. Não me sinto decepcionado comigo mesmo
 1. Estou decepcionado comigo mesmo
 2. Estou enojado de mim
 3. Eu me odeio

8. 0. Não me sinto de qualquer modo pior que os outros
 1. Sou crítico em relação a mim devido a minhas fraquezas ou meus erros
 2. Eu me culpo sempre por minhas falhas
 3. Eu me culpo por tudo de mal que acontece

9. 0. Não tenho quaisquer idéias de me matar
 1. Tenho idéias de me matar, mas não as executaria
 2. Gostaria de me matar
 3. Eu me mataria se tivesse oportunidade

10. 0. Não choro mais que o habitual
1. Choro mais agora do que costumava
 2. Agora, choro o tempo todo
 3. Costumava ser capaz de chorar, mas agora não consigo mesmo que o queira
11. 0. Não sou mais irritado do que já fui
1. Fico molestado ou irritado mais facilmente do que costumava
 2. Atualmente me sinto irritado o tempo todo
 3. Absolutamente não me irrita com as coisas que costumavam irritar-me
12. 0. Não perdi o interesse nas outras pessoas
1. Interesse-me menos do que costumava pelas outras pessoas
 2. Sinto que há mudanças permanentes em minha aparência que me fazem parecer sem atrativos
 3. Considero-me feios
13. 0. Tomo decisões mais ou menos tão bem como em outra época
1. Adio minhas decisões mais do que costumava
 2. Tenho maior dificuldade em tomar decisões do que antes
 3. Não consigo mais tomar decisões
14. 0. Não sinto que minha aparência seja pior do que costumava ser
1. Preocupo-me por estar parecendo velho ou sem atrativos
 2. Estou sempre triste e não consigo sair disso
 3. Estou tão triste ou infeliz que não consigo suportar
15. 0. Posso trabalhar mais ou menos tão bem quanto antes
1. Preciso de um esforço extra para começar qualquer coisa
 2. Tenho de me esforçar muito até fazer qualquer coisa
 3. Não consigo fazer nenhum trabalho
16. 0. Durmo tão bem quanto de hábito
1. Não durmo tão bem quanto costumava
 2. Acordo uma ou duas horas mais cedo do que de hábito e tenho dificuldade para voltar a dormir
 3. Acordo várias horas mais cedo do que costumava e tenho dificuldade para voltar a dormir
17. 0. Não fico mais cansado que de hábito
1. Fico cansado com mais facilidade do que costumava
 2. Sinto-me cansado ao fazer quase qualquer coisa
 3. Estou cansado demais para fazer qualquer coisa
18. 0. Meu apetite não está pior do que de hábito
1. Meu apetite não é tão bom quanto costumava ser
 2. Meu apetite está muito pior agora
 3. Não tenho mais nenhum apetite
19. 0. Não perdi muito peso, se é que perdi algum ultimamente
1. Perdi mais de 2,5kg
 2. Perdi mais de 5,0 kg
 3. Perdi mais de 7,5 kg
- Estou deliberadamente tentando perder peso, comendo menos SIM () NÃO ()
20. 0. Não me preocupo mais que o de hábito com minha saúde
1. Preocupo-me com problemas físicos como dores e aflições ou perturbações no estômago ou prisão de ventre
 2. Estou muito preocupado com problemas físicos e é difícil pensar em outra coisa que não isso
 3. Estou tão preocupado com meus problemas físicos que não consigo pensar em outra coisa

21. 0. Não tenho observado qualquer mudança recente no meu interesse sexual

1. Estou menos interessado por sexo que costumava
2. Estou bem menos interessado em sexo atualmente
3. Perdi completamente o interesse por sexo

Desenvolvido por: Beck, AT; EPSTEIN, N. J Consult Clin Psychol. 1988; 56, 893-897

ANEXO B - ESCALA DE ANSIEDADE DE BECK

EAB

	0	1	2	3
	AUSENTE	SUAVE, não me incomoda muito	MODERADO, e desagradável, mas consigo suportar	SEVERO, quase não consigo suportar
1. Dormência ou formigamento				
2. Sensações de calor				
3. Tremor nas pernas				
4. Incapaz de relaxar				
5. Medo de acontecimentos ruins				
6. Confuso ou delirante				
7. Coração batendo forte e rápido				
8. Inseguro (a)				
9. Apavorado (a)				
10. Nervoso (a)				
11. Sensação de sufocamento				
12. Tremor nas mãos				
13. Trêmulo (a)				
14. Medo de perder o controle				
15. Dificuldade de respirar				
16. Medo de morrer				
17. Assustado (a)				
18. Indigestão ou desconforto abdominal				
19. Desmaios				
20. Rubor facial				
21. Sudorese (não devido ao calor)				

Desenvolvido por: Beck, AT; EPSTEIN, N. J Consult Clin Psychol. 1988; 56, 893-897

**ANEXO C – *SLIDES* E TEXTO DA NARRAÇÃO DO TESTE DE MEMÓRIA
EMOCIONAL**



Slide 1. A mãe e o filho estão saindo de casa pela manhã.



Slide 3. O pai é um técnico de laboratório no hospital de urgências.



Slide 2. Ela está levando o filho para visitar o lugar onde o pai trabalha.

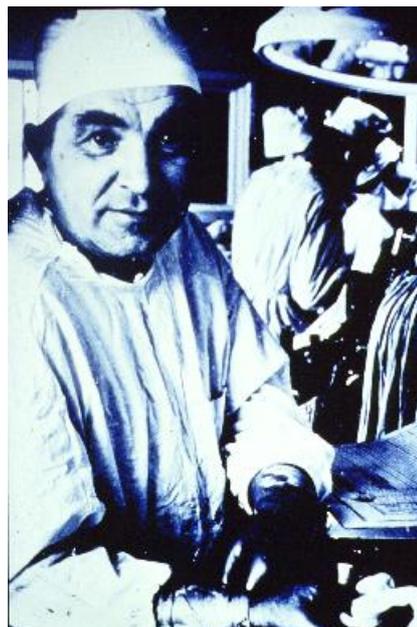


Slide 4. Eles olham antes de atravessar a rua movimentada.



Slide 5. a) Versão Neutra: No caminho eles vêem um acidente de carro horrível, o menino pára e o olha interessado.

b) Versão Emocional: No caminho, quando atravessam a rua, o menino sofre um acidente terrível e fica gravemente ferido.



Slide 7. a) Versão Neutra: Por toda a manhã os médicos fizeram o treinamento para o atendimento de urgências.

b) Versão Emocional: Por toda a manhã os médicos lutaram para salvar a vida do menino.



Slide 6. a) Versão Neutra: No hospital, os médicos estão preparando-se para um treinamento no atendimento de urgências e o menino foi convidado a observar.

b) Versão Emocional: No hospital os médicos preparam a sala de emergência para onde o menino foi levado.



Slide 8. a) Versão Neutra: Os artistas conseguiram usar truques para imitar feridas nas pessoas durante o treinamento para o atendimento de emergências.

b) Versão Emocional: Na operação de emergência os médicos costuraram os pés decepados do menino.

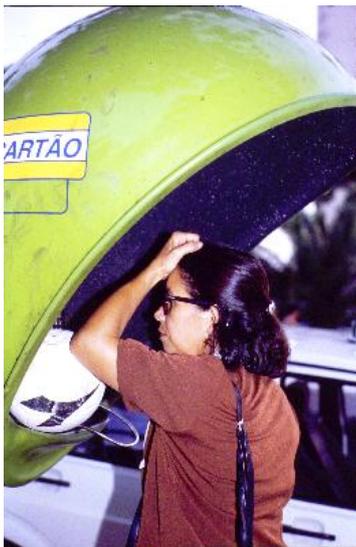


Slide 9. a) Versão Neutra: Após o treinamento, enquanto o pai ficou cuidando do menino, a mãe saiu para telefonar para a escolinha do seu outro filho.

b) Versão Emocional: Após a cirurgia, enquanto o pai ficou com o menino, a mãe saiu para telefonar para a escolinha do seu outro filho.



Slide 11. Ela está chamando um táxi no ponto de ônibus número nove para ir apanhar o filho na escola.

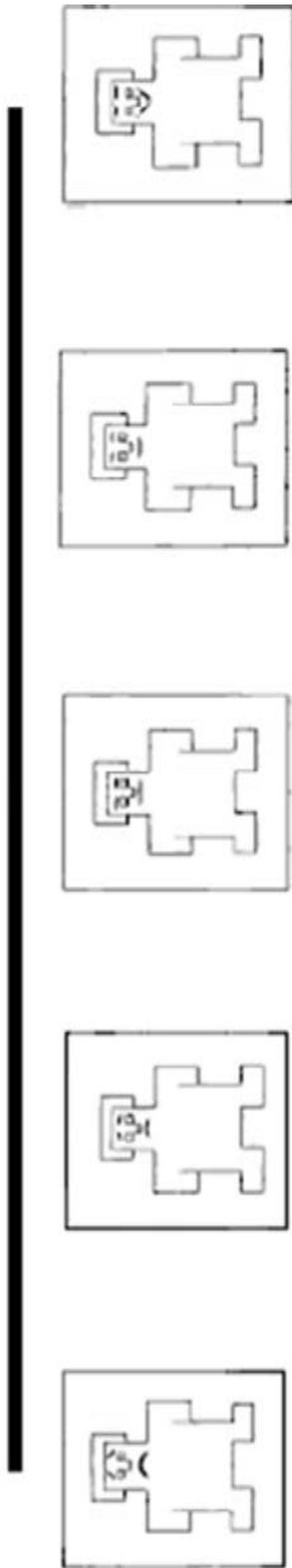


Slide 10. a) Versão Neutra: Sabendo que estava atrasada ela ligou para a escolinha para avisar que logo iria apanhar o filho.

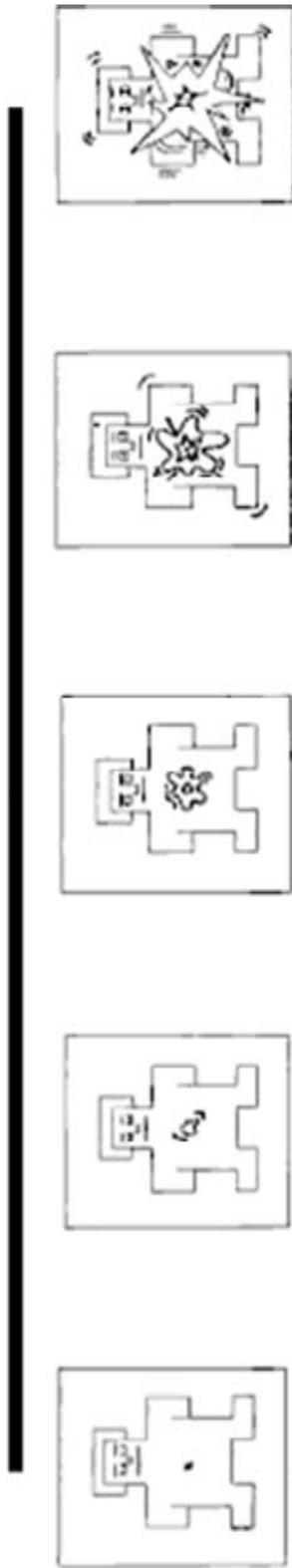
b) Versão Emocional: Ela estava nervosa e ligou para a escolinha para avisar que logo iria apanhar o filho.

ANEXO D – *SELF-ASSESSMENT MANIKIN*

VALÊNCIA:



ALERTAMENTO:



**ANEXO E – FIGURAS DO IAPS UTILIZADAS COMO DISTRATORES NA
SESSÃO DE RECONHECIMENTO**

Imagem	Número	Alertamento (DP)	Valência (DP)
	2150	7,92 (1,59)	5 (2,63)
	2170	7,55 (1,42)	4,08 (2,48)
	2200	4,79 (1,38)	3,18 (2,17)
	2205	1,95 (1,58)	4,53 (2,23)
	2210	4,7 (0,93)	3,08 (1,76)
	2230	4,53 (1,22)	4,13 (1,68)
	2250	6,64 (2,26)	4,19 (2,28)

Imagem	Número	Alertamento (DP)	Valência (DP)
	2360	7,7 (1,76)	3,66 (2,32)
	2540	7,63 (1,51)	3,97 (2,33)
	2700	3,19 (1,56)	4,77 (1,97)
	3053	1,31 (0,97)	6,91 (2,57)
	3150	2,26 (1,57)	6,55 (2,2)
	3210	4,49 (1,91)	5,39 (1,91)
	3400	2,35 (1,9)	6,91 (2,22)
	4532	6,4 (1,78)	4,15 (2,44)

Imagem	Número	Alertamento (DP)	Valência (DP)
	5220	7,01 (1,5)	3,91 (2,27)
	5731	5,39 (1,58)	2,74 (1,95)
	7034	4,95 (0,87)	3,06 (1,95)
	7060	4,43 (1,16)	2,55 (1,77)
	7100	5,24 (1,2)	2,89 (1,7)
	7130	4,77 (1,03)	3,35 (1,9)
	7140	5,5 (1,42)	2,92 (2,38)
	7500	5,33 (1,44)	3,26 (2,18)

Imagem	Número	Alertamento (DP)	Valência (DP)
	7510	6,05 (1,6)	4,52 (2,35)
	7550	5,27 (1,4)	3,95 (1,91)
	7700	4,25 (1,45)	2,95 (2,17)
	7920	4,51 (1,4)	3,87 (2,15)
	8510	7,32 (1,72)	4,93 (2,56)
	9001	3,1 (2,02)	3,67 (2,3)
	9220	2,06 (1,54)	4 (2,09)
	9250	2,57 (1,39)	6,6 (1,87)

Imagem	Número	Alertamento (DP)	Valência (DP)
	9415	2,82 (2)	4,91 (2,35)
	9910	2,06 (1,26)	6,2 (2,16)
	9911	2,3 (1,37)	5,76 (2,1)
	9912	3,46 (1,76)	4,68 (2,31)
	9920	2,5 (1,52)	5,76 (1,96)

ANEXO F – QUESTIONÁRIO DE RECONHECIMENTO

QUESTIONÁRIO DE RECONHECIMENTO N

- 1.1. Quem aparece na primeira foto?
- Mãe e filho
 - Pai e filho
 - Mãe e pai
 - Ninguém
- 1.2. O que estão fazendo a mãe e o filho?
- Comendo na mesa
 - Saindo de casa
 - Caminhando
 - Andando de carro
- 1.3. Onde estão parados a mãe e o filho?
- Frente à escola
 - Frente ao prédio deles
 - Na parada de ônibus
 - Perto do carro deles
- 1.4. O que está fazendo a mãe?
- Fechando a porta
 - Amarrando o cadarço do sapato do filho
 - Entrando no carro
 - Em pé frente à porta
- 1.5. Que aparece na parte inferior da foto?
- Grama
 - Árvores
 - Escadas
 - Rampa de garagem
- 1.6. Qual é a cor das escadas?
- Cinza
 - Vermelho
 - Verde
 - Preto
- 1.7. O que o menino leva nas mãos?
- Uma bola de futebol
 - Uma marmitta
 - Uma sacola
 - Uma pelúcia
- 1.8. Que hora era?
- De manhã
 - Tarde
 - Noite
 - Não é dito
- 2.1. Quem aparece na segunda foto?
- A mãe
 - O filho
 - Mãe e filho
 - Mãe, filho e uma pessoa no fundo
- 2.2. O que estão fazendo mãe e filho?
- Estão em pé
 - Estão sentados
 - Estão caminhando
 - Estão correndo
- 2.3. Para onde eles estão indo?
- Para a escola
 - Fazer compras
 - Para o local de trabalho do pai
 - Para o local de trabalho da mãe
- 2.4. O que o narrador disse?
- Eles estavam planejando a visita há muito tempo
 - Decidiram sair de repente
 - Saíram depois de receber uma ligação
 - Não foi dito nada a respeito disso
- 2.5. O rosto deles enquanto caminhavam era:
- Normal
 - Triste
 - Alegre
 - De raiva
- 2.6. Que parte do corpo do menino aparece nesta foto?
- O corpo inteiro
 - Dos ombros para cima
 - Da cintura para cima
 - Do joelho para cima
- 3.1. Quem aparece na próxima foto?
- Mãe e filho
 - O pai
 - Os três
 - Um hospital
- 3.2. O narrador disse que o trabalho do pai era:
- Professor
 - Médico
 - Técnico de laboratório
 - Faxineiro do hospital
- 3.3. O que está fazendo o pai nessa foto?
- Trabalhando em uma mesa de laboratório
 - Olhando um espelho
 - Varendo o chão
 - Pousando para a foto, olhando diretamente para você
- 3.4. Na foto do pai, no fundo aparece:
- Uma porta
 - Uma janela
 - Vidros e potes com produtos químicos
 - Um microscópio
- 3.5. O pai:
- Usa óculos
 - Usa barba
 - Usa barba e óculos
 - Não usa nenhum dos dois
- 4.1. Quem aparece na próxima foto?
- A mãe
 - Mãe e filho
 - Pai e filho
 - Ninguém
- 4.2. O que estão fazendo mãe e filho?
- Entrando em um carro
 - Subindo em um ônibus
 - Parados no semáforo
 - Olhando antes de atravessar a rua
- 4.3. O que aparece ao fundo nessa foto?
- Árvores
 - Uma casa
 - Um muro
 - Uma bicicleta
- 4.4. Eles estão em pé do lado de:
- Um semáforo
 - Um carro estacionado
 - Um poste de luz
 - Um cartaz
- 5.1. O que aparece na próxima foto?
- Um cruzamento
 - Uma ambulância
 - Um carro parado
 - Um guincho levando um carro
- 5.2. O que é narrado na foto?
- O menino viu um acidente horrível
 - Um carro atropelou o menino
 - O menino viu um carro quebrado
 - Eles passaram no local de um acidente de carro
- 5.3. O narrador disse que o menino:
- Ficou assustado
 - Queria parar e olhar dentro do carro
 - Parou e olhou interessado o carro quebrado
 - Não viu o carro
- 5.4. Quem aparece nessa foto?
- A mãe
 - O filho
 - Algumas pessoas desconhecidas
 - Ninguém
- 5.5. A cor do carro era:
- Verde
 - Cinza
 - Vermelho
 - Azul
- 5.6. O carro estava:
- De frente para você
 - Deitado de lado
 - Atravessado
 - De ré
- 5.7. Nessa foto aparece um carro e:
- Uma bicicleta
 - Uma lixeira
 - Estilhaços de vidro
 - Uma escada
- 5.8. A cor desse objeto era:
- Marrom
 - Amarela
 - Branca
 - Laranja
- 6.1. O que aparece na próxima foto?
- Um guincho
 - Uma ambulância
 - Uma rua movimentada
 - Um hospital
- 6.2. Qual é a cor do prédio que aparece na foto?
- Verde
 - Amarela
 - Marrom
 - Duas cores
- 6.3. Que tipo de veículo aparece na frente do prédio?
- Um carro
 - Uma ambulância
 - Um caminhão de entrega
 - Nenhum
- 6.4. Que parte do prédio aparece na foto?
- A entrada
 - Um muro e um portão
 - Vários andares e o teto

- d. O prédio inteiro
- 7.1. Quem aparece na próxima foto?
- A mãe
 - Médicos
 - O pai
 - Enfermeiras
- 7.2. Onde está essa pessoa?
- No centro cirúrgico
 - Preparando-se para entrar na sala de cirurgia
 - No corredor
 - Perto da porta
- 7.3. Essa pessoa estava:
- Falando com os pais do menino
 - Fazendo um treinamento para o atendimento de emergências
 - Operando o menino
 - Não foi dito
- 7.4. Quem aparece nessa foto?
- O menino e os médicos
 - Alguns médicos no fundo
 - Alguns médicos no fundo e um na frente
 - Dois médicos na frente e alguns atrás
- 7.5. O médico na frente está usando:
- Roupa de cirurgia
 - Roupa de cirurgia e uma touca
 - Óculos e touca
 - As três coisas
- 7.6. Qual é a expressão do rosto do médico?
- Triste
 - Alegre
 - Normal
 - Impactado
- 7.7. O narrador disse que os médicos trabalharam:
- Durante a manhã inteira
 - Durante o dia inteiro
 - Durante a noite inteira
 - Não foi dito
- 8.1. O que aparece na próxima foto?
- Médicos conversando com enfermeiras
 - Mãe e pai
 - Uma pessoa no treinamento de emergência
 - Pai e filho
- 8.2. O que fizeram?
- O menino foi colocado no aparelho de radiografia
 - Foi usada pintura para imitar ferimentos
 - O menino foi levado em uma maca até a sala cirúrgica para o treinamento
 - Não foi dito
- 8.3. Que parte do corpo da pessoa é mostrada?
- Só a cabeça
 - O corpo inteiro
 - Só as pernas
 - Só o peito
- 8.4. Onde apareciam as cicatrizes?
- Na coxa
 - Perto do tornozelo
 - No joelho
 - Não apareciam cicatrizes
- 8.5. Além das pernas, o que mais aparece na foto?
- Um instrumento cirúrgico
 - Uma seringa
 - Um travesseiro
 - Só as pernas
- 8.6. Em que posição está a pessoa?
- Deitada de bruços
 - Deitada de boca para cima
 - Deitada de lado
 - Sentada
- 9.1. Na próxima foto, quem sai do hospital?
- O pai
 - A mãe
 - Mãe e filho
 - Mãe e pai
- 9.2. Por que esta pessoa sai?
- Para ligar para seus pais
 - Porque está atrasada para ir ao trabalho
 - Para ligar para a escola do outro filho
 - Porque tem outro compromisso
- 9.3. O que está levando consigo?
- Sua bolsa
 - Suas chaves
 - Uma bola de futebol
 - Nada
- 9.4. Está andando próxima de:
- Uma delegacia de polícia
 - Uma parada de ônibus
 - Uma parada de táxi
 - Um prédio
- 9.5. Está caminhando em direção a:
- Um sinal de trânsito
 - Uma parada de táxi
 - Um vendedor ambulante
 - Um orelhão
- 9.6. Esta pessoa aparece na foto:
- Na sua direção
 - De costas para você
 - Indo para a esquerda
 - Indo para a direita
- 10.1. Na próxima foto, onde está a mãe?
- Em um carro de polícia
 - Na calçada
 - No orelhão
 - Entrando em um táxi
- 10.2. Para quem está ligando a mãe?
- Para seus pais
 - Para seu chefe
 - Para a escola do filho
 - Para uma empresa de táxi
- 10.3. Enquanto ela fala ao telefone, em que está se apoiando?
- Uma bola de futebol
 - Sua bolsa
 - Uma lista telefônica
 - Uma porta
- 10.4. O narrador disse que a mãe estava:
- Triste
 - Nervosa
 - Atrasada
 - Agitada
- 11.1. Onde está a mãe na seguinte foto?
- Em uma parada de ônibus
 - Em uma parada de táxi
 - Em casa
 - Na sua sala de trabalho
- 11.2. O que ela está fazendo?
- Esperando um ônibus
 - Chamando um táxi
 - Atravessando a rua
 - Procurando suas chaves
- 11.3. Para onde ela está indo?
- Falar com a professora do seu filho
 - Apanhar seu outro filho
 - Para casa dos seus pais
 - Não ficou claro
- 11.4. O que aparece no lado direito, antes da mãe?
- Um semáforo
 - Um banco
 - Um sinal de limite de velocidade
 - Um ônibus se aproximando
- 11.5. Que número aparece na foto?
- 60
 - 30
 - 50
 - Não é possível ler
- 11.6. Qual é o número da parada de ônibus onde ela está?
- 3
 - 12
 - 9
 - 15

QUESTIONÁRIO DE RECONHECIMENTO E

- 1.1. Quem aparece na primeira foto?
- Mãe e filho
 - Pai e filho
 - Mãe e pai
 - Ninguém
- 1.2. O que estão fazendo a mãe e o filho?
- Comendo na mesa
 - Saindo de casa
 - Caminhando
 - Andando de carro
- 1.3. Onde estão parados a mãe e o filho?
- Frente à escola
 - Frente ao prédio deles
 - Na parada de ônibus
 - Perto do carro deles
- 1.4. O que está fazendo a mãe?
- Fechando a porta
 - Amarrando o cadarço do sapato do filho
 - Entrando no carro
 - Em pé frente à porta
- 1.5. Que aparece na parte inferior da foto?
- Grama
 - Árvores
 - Escadas
 - Rampa de garagem
- 1.6. Qual é a cor das escadas?
- Cinza
 - Vermelho
 - Verde
 - Preto
- 1.7. O que o menino leva nas mãos?
- Uma bola de futebol
 - Uma marmitta
 - Uma sacola
 - Uma pelúcia
- 1.8. Que hora era?
- De manhã
 - Tarde
 - Noite
 - Não é dito
- 2.1. Quem aparece na segunda foto?
- A mãe
 - O filho
 - Mãe e filho
 - Mãe, filho e uma pessoa no fundo
- 2.2. O que estão fazendo mãe e filho?
- Estão em pé
 - Estão sentados
 - Estão caminhando
 - Estão correndo
- 2.3. Para onde eles estão indo?
- Para a escola
 - Fazer compras
 - Para o local de trabalho do pai
 - Para o local de trabalho da mãe
- 2.4. O que o narrador disse?
- Eles estavam planejando a visita há muito tempo
 - Decidiram sair de repente
 - Sairam depois de receber uma ligação
 - Não foi dito nada a respeito disso
- 2.5. O rosto deles enquanto caminhavam era:
- Normal
 - Triste
 - Alegre
 - De raiva
- 2.6. Que parte do corpo do menino aparece nesta foto?
- O corpo inteiro
 - Dos ombros para cima
 - Da cintura para cima
 - Do joelho para cima
- 3.1. Quem aparece na próxima foto?
- Mãe e filho
 - O pai
 - Os três
 - Um hospital
- 3.2. O narrador disse que o trabalho do pai era:
- Professor
 - Médico
 - Técnico de laboratório
 - Faxineiro do hospital
- 3.3. O que está fazendo o pai nessa foto?
- Trabalhando em uma mesa de laboratório
 - Olhando um espelho
 - Varrendo o chão
 - Pousando para a foto, olhando diretamente para você
- 3.4. Na foto do pai, no fundo aparece:
- Uma porta
 - Uma janela
 - Vidros e potes com produtos químicos
 - Um microscópio
- 3.5. O pai:
- Usa óculos
 - Usa barba
 - Usa barba e óculos
 - Não usa nenhum dos dois
- 4.1. Quem aparece na próxima foto?
- A mãe
 - Mãe e filho
 - Pai e filho
 - Ninguém
- 4.2. O que estão fazendo mãe e filho?
- Entrando em um carro
 - Subindo em um ônibus
 - Parados no semáforo
 - Olhando antes de atravessar a rua
- 4.3. O que aparece ao fundo nessa foto?
- Árvores
 - Uma casa
 - Um muro
 - Uma bicicleta
- 4.4. Eles estão em pé do lado de:
- Um semáforo
 - Um carro estacionado
 - Um poste de luz
 - Um cartaz
- 5.1. O que aparece na próxima foto?
- Um cruzamento
 - Uma ambulância
 - Um carro parado
 - Um guincho levando um carro
- 5.2. O que é narrado na foto?
- O menino viu um acidente horrível
 - Um carro atropelou o menino
 - O menino viu um carro quebrado
 - Eles passaram no local de um acidente de carro
- 5.3. O narrador disse que o menino:
- Ficou inconsciente com o golpe
 - Ficou gravemente ferido
 - Ficou preso debaixo do carro
 - Ficou levemente ferido
- 5.4. Quem aparece nessa foto?
- A mãe
 - O filho
 - Algumas pessoas desconhecidas
 - Ninguém
- 5.5. A cor do carro era:
- Verde
 - Cinza
 - Vermelho
 - Azul
- 5.6. O carro estava:
- De frente para você
 - Deitado de lado
 - Atravessado
 - De ré
- 5.7. Nessa foto aparece um carro e:
- Uma bicicleta
 - Uma lixeira
 - Estilhaços de vidro
 - Uma escada
- 5.8. A cor desse objeto era:
- Marrom
 - Amarela
 - Branca
 - Laranja
- 6.1. O que aparece na próxima foto?
- Um guincho
 - Uma ambulância
 - Uma rua movimentada
 - Um hospital

- 6.2. Qual é a cor do prédio que aparece na foto?
- Verde
 - Amarela
 - Marrom
 - Duas cores
- 6.3. Que tipo de veículo aparece na frente do prédio?
- Um carro
 - Uma ambulância
 - Um caminhão de entrega
 - Nenhum
- 6.4. Que parte do prédio aparece na foto?
- A entrada
 - Um muro e um portão
 - Vários andares e o teto
 - O prédio inteiro
- 7.1. Quem aparece na próxima foto?
- A mãe
 - Médicos
 - O pai
 - Enfermeiras
- 7.2. Onde está essa pessoa?
- No centro cirúrgico
 - Preparando-se para entrar na sala de cirurgia
 - No corredor
 - Perto da porta
- 7.3. Essa pessoa estava:
- Falando com os pais do menino
 - Fazendo um treinamento para o atendimento de emergências
 - Operando o menino
 - Não foi dito
- 7.4. Quem aparece nessa foto?
- O menino e os médicos
 - Alguns médicos no fundo
 - Alguns médicos no fundo e um na frente
 - Dois médicos na frente e alguns atrás
- 7.5. O médico na frente está usando:
- Roupa de cirurgia
 - Roupa de cirurgia e uma touca
 - Óculos e touca
 - As três coisas
- 7.6. Qual é a expressão do rosto do médico?
- Triste
 - Alegre
 - Normal
 - Impactado
- 7.7. O narrador disse que os médicos trabalharam:
- Durante a manhã inteira
 - Durante o dia inteiro
 - Durante a noite inteira
 - Não foi dito
- 8.1. Quem aparece na próxima foto?
- Médicos conversando com enfermeiras
 - Mãe e pai
 - O menino depois da cirurgia
 - Pai e filho
- 8.2. O que foi feito?
- Um enxerto nas pernas do menino
 - Seus pés foram suturados
 - Suas pernas quebradas foram engessadas
 - Não foi dito
- 8.3. Que parte do corpo da pessoa é mostrada?
- Só a cabeça
 - O corpo inteiro
 - Só as pernas
 - Só o peito
- 8.4. Onde apareciam as cicatrizes?
- Na coxa
 - Perto do tornozelo
 - No joelho
 - Não apareciam cicatrizes
- 8.5. Além das pernas, o que mais aparece na foto?
- Um instrumento cirúrgico
 - Uma seringa
 - Um travesseiro
 - Só as pernas
- 8.6. Em que posição está a pessoa?
- Deitada de bruços
 - Deitada de boca para cima
 - Deitada de lado
 - Sentada
- 9.1. Na próxima foto, quem sai do hospital?
- O pai
 - A mãe
 - Mãe e filho
 - Mãe e pai
- 9.2. Por que esta pessoa sai?
- Para ligar para seus pais
 - Porque está atrasada para ir ao trabalho
 - Para ligar para a escola do outro filho
 - Porque tem outro compromisso
- 9.3. O que está levando consigo?
- Sua bolsa
 - Suas chaves
 - Uma bola de futebol
 - Nada
- 9.4. Está andando próxima de:
- Uma delegacia de polícia
 - Uma parada de ônibus
 - Uma parada de táxi
 - Um prédio
- 9.5. Está caminhando em direção a:
- Um sinal de trânsito
 - Uma parada de táxi
 - Um vendedor ambulante
 - Um orelhão
- 9.6. Esta pessoa aparece na foto:
- Na sua direção
 - De costas para você
 - Indo para a esquerda
 - Indo para a direita
- 10.1. Na próxima foto, onde está a mãe?
- Em um carro de polícia
 - Na calçada
 - No orelhão
 - Entrando em um táxi
- 10.2. Para quem está ligando a mãe?
- Para seus pais
 - Para seu chefe
 - Para a escola do filho
 - Para uma empresa de táxi
- 10.3. Enquanto ela fala ao telefone, em que está se apoiando?
- Uma bola de futebol
 - Sua bolsa
 - Uma lista telefônica
 - Uma porta
- 10.4. O narrador disse que a mãe estava:
- Triste
 - Nervosa
 - Atrasada
 - Agitada
- 11.1. Onde está a mãe na seguinte foto?
- Em uma parada de ônibus
 - Em uma parada de táxi
 - Em casa
 - Na sua sala de trabalho
- 11.2. O que ela está fazendo?
- Esperando um ônibus
 - Chamando um táxi
 - Atravessando a rua
 - Procurando suas chaves
- 11.3. Para onde ela está indo?
- Falar com a professora do seu filho
 - Apanhar seu outro filho
 - Para casa dos seus pais
 - Não ficou claro
- 11.4. O que aparece no lado direito, antes da mãe?
- Um semáforo
 - Um banco
 - Um sinal de limite de velocidade
 - Um ônibus se aproximando
- 11.5. Que número aparece na foto?
- 60
 - 30
 - 50
 - Não é possível ler
- 11.6. Qual é o número da parada de ônibus onde ela está?
- 3
 - 12
 - 9
 - 15

ANEXO G – APROVAÇÃO DO COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA



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

PROCESSO DE ANÁLISE DE PROJETO DE PESQUISA

Registro do Projeto no CEP: 156/08

Título do Projeto: MEMÓRIA DECLARATIVA PARA INFORMAÇÃO DE CONTEÚDO EMOCIONAL: Atividade autonômica e atividade elétrica cortical dos fenômenos de facilitação dos processos de memória.

Pesquisador Responsável: Carlos Enrique Uribe Valencia

Data de Entrada: 22/10/2008

Com base nas Resoluções 196/96, do CNS/MS, que regulamenta a ética da pesquisa em seres humanos, o Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da Faculdade de Ciências da Saúde da Universidade de Brasília, após análise dos aspectos éticos e do contexto técnico-científico, resolveu **APROVAR** o projeto 156/2008 com o título: “MEMÓRIA DECLARATIVA PARA INFORMAÇÃO DE CONTEÚDO EMOCIONAL: Atividade autonômica e atividade elétrica cortical dos fenômenos de facilitação dos processos de memória”, analisado na 10ª Reunião Ordinária, realizada no dia 11 de Novembro de 2008.

O pesquisador responsável fica, desde já, notificado 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, 17 de Fevereiro de 2009.

Prof. Volnei Garrafa
 Coordenador do CEP-FS/UnB