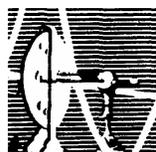


**ISABEL DE PAULA ANTUNES DAVID**

**Manipulação temporal da atenção e sua  
importância para a resolução do conflito  
semântico em uma tarefa Stroop.**

TESE SUBMETIDA À UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO  
DE JANEIRO VISANDO A OBTENÇÃO DO GRAU DE  
DOUTOR EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS (FISIOLOGIA)



Universidade Federal do Rio de Janeiro  
Centro de Ciências da Saúde  
Instituto de Biofísica Carlos Chagas Filho  
2 0 0 8

# **Livros Grátis**

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.

**MANIPULAÇÃO TEMPORAL DA ATENÇÃO E SUA  
IMPORTÂNCIA PARA A RESOLUÇÃO DO CONFLITO  
SEMÂNTICO EM UMA TAREFA STROOP.**

**Isabel de Paula Antunes David**

**Universidade Federal do Rio de Janeiro  
Tese apresentada como pré-requisito  
à obtenção do grau de Doutor em  
Ciências Biológicas (Fisiologia)**

**Orientadores:**

**Walter Machado-Pinheiro- UFF**  
*Professor-Doutor*

**Eliane Volchan- UFRJ**  
*Professora-Doutora*

**Rio de Janeiro  
- 2008 -**

**MANIPULAÇÃO TEMPORAL DA ATENÇÃO E SUA  
IMPORTÂNCIA PARA A RESOLUÇÃO DO CONFLITO  
SEMÂNTICO EM UMA TAREFA STROOP.**

**Isabel de Paula Antunes David**

**Tese submetida ao corpo docente do Instituto de Biofísica Carlos Chagas Filho, da Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ, como parte dos requisitos necessários à obtenção do grau de Doutor.**

**Aprovada por:**

**Prof. \_\_\_\_\_ - Orientador**  
**Prof. Walter Machado-Pinheiro**

**Prof. \_\_\_\_\_ - Orientadora**  
**Prof<sup>a</sup>. Eliane Volchan**

**Prof. \_\_\_\_\_**  
**Prof<sup>a</sup>. Leticia de Oliveira**

**Prof. \_\_\_\_\_**  
**Prof<sup>a</sup>. Aniela Improta França**

**Prof. \_\_\_\_\_**  
**Prof<sup>a</sup>. Cláudia Domingues Vargas**

**Prof. \_\_\_\_\_**  
**Prof. Mário Fiorani Júnior**

**Rio de Janeiro  
- 2008 -**

David, Isabel de Paula Antunes..  
Manipulação temporal da atenção e sua importância para o  
conflito semântico em uma tarefa Stroop/ Isabel de  
Paula Antunes David. Rio de Janeiro, 2008.  
xii, 156f.: il.

Tese (Doutorado em Ciências Biológicas-Fisiologia)  
Universidade Federal do Rio de Janeiro,  
Instituto de Biofísica Carlos Chagas Filho- IBCCF, 2008.

Orientador:Prof. Walter MachadoPinheiro  
Orientadora:Profª Eliane Volchan

1. Efeito Stroop. 2. Atenção 3. Tempo de Reação –  
Teses.  
I. Machado-Pinheiro, W.; Volchan, Eliane (Orient.). II.  
Universidade Federal do Rio de Janeiro. Instituto de Biofísica  
Carlos Chagas III. Título.

## **AGRADECIMENTOS**

Em especial ao professor Walter Machado Pinheiro, por ter acompanhado toda a minha formação. Sou grata pelo imenso apoio e investimento pessoal neste projeto desenvolvido ao longo de quase dez anos de convivência. Agradeço não só a orientação constante, mas a amizade, compreensão, ajuda e paciência durante todos os momentos difíceis.

À professora Eliane Volchan, por sua contribuição através de críticas valiosas que enriqueceram o projeto em momentos cruciais. Por ser exemplo em manter um grupo de pesquisa cujo incentivo é a própria ciência e não a competitividade.

Ao professor Jaime Vila e a todos do laboratório de Psicofisiologia da Universidade de Granada por terem me acolhido com tanto carinho e pela amizade que perdurará por toda a vida.

Às professoras Letícia de Oliveira e Mirtes Garcia Pereira, que acompanharam toda a minha formação, contribuindo com críticas, considerações construtivas e auxílios de forma sempre prestativa.

À minha mãe e minha irmã Juliana, pelo suporte solidário na superação das dificuldades e pela troca constante de aprendizado e amor.

À minha irmã Luisa e meus sobrinhos Gabriela e Rafael, que mesmo longe estão sempre presentes com o seu incentivo e carinho.

A Alessandro por todo seu amor, carinho, apoio e companheirismo.

Aos amigos do Laboratório de Neurofisiologia do Comportamento, que me acompanham de longa data e pelos quais tenho grande admiração e afeto.

Aos amigos do Laboratório de Neurobiologia II e Laboratório Integrado de Pesquisa do Estresse (LIMPE), pela amizade. Em especial à Gabriela pelo companheirismo durante o estágio em Granada.

Às alunas de Iniciação Científica Isabel e Noêmia, por terem contribuído com a coleta de dados para este trabalho.

Aos alunos Renan e Macello por ajudarem com os programas de análise de EEG.

À CAPES pelos auxílios concedidos, sem os quais este trabalho não seria realizado.

Aos voluntários dos experimentos, pois sem eles este trabalho não seria possível.

.

*“Apesar de normalmente nos sentirmos capazes de exercer algum controle sobre as nossas ações e pensamentos, ainda sim experienciamos limitações quanto a este controle. De maneira geral, somos bons, porém não perfeitos em lidar com a distração.”*

Ardi Roelofs (2006)

## RESUMO

DAVID, Isabel de Paula Antunes. Orientadores: Walter Machado-Pinheiro & Eliane Volchan. **MANIPULAÇÃO TEMPORAL DA ATENÇÃO E SUA IMPORTÂNCIA PARA A RESOLUÇÃO DO CONFLITO SEMÂNTICO EM UMA TAREFA STROOP.** Rio de Janeiro, 2008. Resumo da Tese de Doutorado submetida ao Programa de Pós-graduação em Ciências Biológicas (Fisiologia), no Instituto de Biofísica Carlos Chagas Filho, Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Doutor em Ciências Biológicas (Fisiologia).

Nomear a cor de um estímulo é mais difícil quando este é composto por uma palavra incongruente à cor em que ele se apresenta, por exemplo a palavra AZUL escrita com tinta vermelha - "Efeito Stroop". Neste projeto, objetivamos avaliar a participação da atenção e da ativação semântica involuntária sobre este efeito através de manipulações temporais em uma tarefa Stroop com pareamento. Em três experimentos, 72 voluntários julgavam se as cores ( $n=16$ ) ou o significado ( $n=56$ ) de dois estímulos consecutivos eram iguais e, neste caso, apertavam uma tecla. O primeiro estímulo (E1) era uma palavra relacionada à cor em amarelo, vermelho ou azul (estímulo Stroop), enquanto que o E2 era uma barra colorida (Experimento I) ou uma palavra relacionada à cor em branco (experimentos II e III). No experimento III a técnica de potencial evocado foi adicionalmente aplicada. O Intervalo entre o acender dos estímulos (IAE) variou parametricamente entre os experimentos. O efeito Stroop foi claramente modulado pelo IAE, sendo reduzido com o aumento do intervalo entre os estímulos em todos os experimentos. Além disso, a magnitude do efeito foi maior quando os sujeitos deveriam comparar o significado dos estímulos, demonstrando a importância da ativação semântica na obtenção do efeito. A análise dos potenciais evocados no experimento III mostrou uma onda fronto-central associada ao acender do E1 e que é compatível com a onda N2, um componente previamente descrito como um indicador do processamento do conflito por mecanismos atencionais voluntários. Como os sujeitos deveriam responder somente após o acender do E2, pressupõe-se que o componente N2 encontrado está associado ao processamento do conflito semântico e a sua ocorrência é independente da resposta. A análise de variância revelou que a amplitude média de pico desta onda foi maior para a condição incongruente (e.g. a palavra AZUL em vermelho) em relação à congruente (e.g. a palavra AZUL em azul);  $F(1,39)= 5.49$ ,  $p < .05$ ;  $\epsilon = 1.00$ . Os resultados indicam que durante o intervalo ocorre o processamento do conflito semântico presente no estímulo Stroop por estruturas possivelmente envolvidas no sistema executivo atencional.

Rio de Janeiro  
- 2008 -

## ABSTRACT

DAVID, Isabel de Paula Antunes. Orientadores: Walter Machado-Pinheiro & Eliane Volchan. **MANIPULAÇÃO TEMPORAL DA ATENÇÃO E SUA IMPORTÂNCIA PARA A RESOLUÇÃO DO CONFLITO SEMÂNTICO EM UMA TAREFA STROOP.** Rio de Janeiro, 2008. Resumo da Tese de Doutorado submetida ao Programa de Pós-graduação em Ciências Biológicas (Fisiologia), no Instituto de Biofísica Carlos Chagas Filho, Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Doutor em Ciências Biológicas (Fisiologia).

Naming the color of an incongruent color-word (e.g., the word YELLOW printed in blue ink) is slower than naming the color of a congruent stimulus (e.g., the word YELLOW printed in yellow ink) – the “Stroop effect”. We studied the influence of attention and semantic code activation through temporal manipulation in a Stroop matching task. In three experiments, 72 volunteers performed a Stroop matching task in which they had to compare either the color ( $n = 16$ ) or the meaning ( $n = 56$ ) of two stimuli. The first stimulus was always a color-name, printed in yellow, red or blue (the Stroop stimulus) and the second one was either a colored bar (Experiment I) or a word in white ink (Experiments II and III). In experiment III evoked potential technique was also applied. Stimulus onset asynchrony (SOA) was varied parametrically. The Stroop effect was clearly modulated by SOA manipulation, as it was reduced with SOA increment in all experiments. Moreover, a stronger Stroop effect magnitude was obtained when subjects should match stimuli meaning, highlighting the importance of semantic code activation on the Stroop effect. Event-Related Potential analysis in experiment III demonstrated that S1 onset elicited frontocentral negativity compatible with N2, a component previously described as an indicator of Stroop conflict processing. As subjects should emit the response only after S2 onset, it was hypothesized that N2 represents the semantic conflict processing during SOA, after S1 presentation and is independent of response conflict. Analysis of variance of mean peak amplitude revealed that N2 mean peak amplitude was greater for incongruent S1 stimuli (e.g. YELLOW in red ink) in relation to congruent stimuli (e.g. YELLOW in yellow ink);  $F(1,39) = 5.49$ ,  $p < .05$ ;  $\epsilon = 1.00$ . The results indicate that there is a semantic conflict processing by attentional executive system during the interval.

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	13
1.1 ASPECTOS GERAIS SOBRE ATENÇÃO .....	14
<b>1.1.1 Classificações da atenção</b> .....	16
1.1.1.1 Mecanismo atencionais automáticos e voluntários: diferentes cursos temporais de ativação.....	17
1.2 TESTE STROOP: INTRODUÇÃO AO PARADIGMA CLÁSSICO.....	23
<b>1.2.1 Principais Teorias sobre o Efeito Stroop</b> .....	24
1.2.1.1 Teoria da Velocidade Relativa de Processamento .....	24
1.2.1.2 Teoria da Automaticidade .....	27
<b>1.2.2 Competição entre estímulos automáticos e voluntários na tarefa Stroop:função do sistema executivo atencional.....</b>	28
<b>1.2.3 Localização da interferência: precoce vs. Tardia</b> .....	31
1.2.3.1 Teste Stroop com pareamento entre dois estímulos: importância da ativação de códigos semânticos.....	36
1.3 CONTEXTUALIZAÇÃO DO TRABALHO.....	44
1.4 MEDIDAS COMPORTAMENTAIS E CEREBRAIS EMPREGADAS.....	46
<b>2 OBJETIVOS</b> .....	51
2.1 OBJETIVO GERAL .....	51
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	51
<b>3 CONSIDERAÇÕES GERAIS SOBRE OS EXPERIMENTOS.....</b>	52
3.1 EXPERIMENTO I .....	57
<b>3.1.1 Métodos</b> .....	57
3.1.1.1 Sujeitos .....	57
3.1.1.2 Aparato .....	58
3.1.1.3 Procedimentos .....	60
3.1.1.4 Análise dos resultados .....	62
<b>3.1.2 Resultados e Discussão</b> .....	63
3.1.2.1 Erros .....	63
3.1.2.2 Tempos de Reação.....	63
3.2 EXPERIMENTO II .....	66
<b>3.2.1 Métodos</b> .....	67
3.2.1.1 Sujeitos .....	67

3.2.1.2 Aparato .....	67
3.2.1.3 Procedimentos .....	67
3.2.1.4 Análise dos Resultados .....	69
<b>3.2.2 Resultados e Discussão .....</b>	<b>70</b>
3.2.2.1 Erros .....	70
3.2.2.2 Tempos de Reação .....	70
3.3 EXPERIMENTO III .....	73
<b>3.3.1 Métodos.....</b>	<b>73</b>
3.3.1.1 Sujeitos .....	74
3.3.1.2 Aparato .....	74
3.3.1.3 Procedimentos .....	77
<b>3.3.2 Análise dos dados .....</b>	<b>80</b>
3.3.2.1 Dados Comportamentais.....	80
3.3.2.2 Dados eletroencefalográficos .....	81
3.3.2.2.1 <i>Seleção do Componente</i> .....	81
3.3.2.2.2 <i>Procedimentos da análise</i> .....	83
<b>3.3.3 Resultados .....</b>	<b>88</b>
3.3.3.1 Resultados Comportamentais.....	88
3.3.3.1.1 <i>Erros</i> .....	88
3.3.3.1.2 <i>Tempos de Reação</i> .....	90
3.3.3.2 Resultados eletroencefalográficos .....	91
3.3.3.2.1 <i>Resultados referenciados em E1</i> .....	92
3.3.3.2.2 <i>Resultados referenciados em E2</i> .....	95
3.3.3.2.3 <i>Resultados para latência de pico obtidos após o acender do E1 e do E2</i> .....	105
<b>4 DISCUSSÃO GERAL.....</b>	<b>106</b>
<b>5 CONCLUSÃO .....</b>	<b>125</b>
<b>6 REFERÊNCIAS .....</b>	<b>127</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>137</b>
ANEXO I- Inventário de Oldfield (1971).....	138
ANEXO II- Termo de consentimento livre e esclarecido do pesquisado (Experimentos I e II).....	139
ANEXO III- Instruções experimento I.....	141

ANEXO IV- Instruções para o experimento II.....	142
ANEXO V- Termo de consentimento livre e esclarecido do pesquisado (Experimento III).....	143
ANEXO VI- Instruções para o experimento III.....	144
ANEXO VII- Gráficos resultantes da promediação do sinal de EEG para os oito canais em cada IAE.....	145

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Principais resultados encontrados por Neely (1977).....	23
Figura 2- Diferentes condições utilizadas por Dyer (1973) e Luo (1999).....	37
Figura 3- Exemplos de apresentação dos estímulos nos experimentos.....	52
Figura 4- Exemplos de condições utilizadas nos experimentos I,II e III.....	56
Figura 5- Sujeito na sala de testes .....	59
Figura 6- Seqüência de eventos em cada teste do experimento I.....	61
Figura 7- Estrutura temporal do acender do E1 e E2 no experimento II.....	61
Figura 8- Resultados de TR para o experimento I.....	64
Figura 9- Seqüência de eventos em cada teste do experimento II.....	68
Figura 10- Estrutura temporal do acender do E1 e E2 no experimento II .....	69
Figura 11- Resultados de TR para o experimento II.....	71
Figura 12- Posicionamento dos eletrodos.....	76
Figura 13-Voluntário na sala de testes com o equipamento de aquisição do sinal de EEG.....	77
Figura 14- Seqüência de eventos em cada teste do experimento III.....	79
Figura 15- Estrutura temporal do acender do E1 e E2 no experimento III.....	79
Figura 16- Condições utilizada na análise dos erros.....	81
Figura 17- Resultado obtido para o canal Fz (IAE-1200).....	82
Figura 18- Resultados obtidos para o canal FC6 (IAE-1200)	86
Figura 19- Resultados para os canais F8, FC1 e FC5 nos IAEs 0, 400 e 1200.	87
Figura 20- Respostas lentas e antecipadas nos testes “vai” .....	89
Figura 21- Erros de tecla em testes “não-vai” .....	90
Figura 22- Resultados de TR para o experimento III.....	91
Figura 23- Latência de pico da onda N2 para o E1 no IAE-1200.....	92
Figura 24-Amplitude média de pico da onda N2 para o E1 no IAE-1200.....	94
Figura 25- Amplitude média de pico da onda N2 para o E2 no IAE-0.....	97
Figura 26- Latência de pico da onda N2 para o E2 no IAE-400.....	99
Figura 27- Amplitude média de pico da onda N2 para o E2 no IAE-400.....	101
Figura 28- Latência de pico da onda N2 para o E2 no IAE-1200.....	103
Figura 29-Amplitude média de pico da onda N2 para o E2 no IAE-1200.....	104
Figura 30- Comparação entre as latências de pico obtidas para o E1 e E2....	105

## 1) INTRODUÇÃO

Vivemos em um ambiente em constante transformação, que produz, a cada momento, uma sobrecarga de informações em nosso aparato sensorial. A despeito disso, ficamos conscientes apenas de uma pequena parte das mesmas. Muitos dos estímulos que chegam aos nossos órgãos dos sentidos não são relevantes ou mesmo são imperceptíveis. Outros, apesar de importantes, podem ocorrer de modo simultâneo, o que dificulta a nossa capacidade de processá-lo conscientemente. Para interagir de maneira coerente com o ambiente, precisamos captar e processar de modo adequado as informações e, a partir daí, organizar as respostas comportamentais que se façam necessárias a cada momento. Assim, uma interação adequada entre o organismo e o ambiente depende dessa capacidade de seleção e processamento diferenciado dos estímulos ambientais, permitindo uma elaboração de respostas comportamentais que sejam vantajosas para o indivíduo. Tais habilidades seletivas são determinadas pela nossa capacidade atencional, que é pré-requisito para toda e qualquer atividade mental estruturada.

Distinguir as informações relevantes das irrelevantes é uma tarefa particularmente difícil quando estas informações são conflitantes, representando um desafio ao sistema atencional. Foi em 1935 que Stroop (1935) publicou seu trabalho clássico que até hoje é referência quando se pensa no processamento simultâneo de estímulos conflitantes. Este efeito baseia-se na observação de que nomear a cor de um estímulo conflitante (e.g. a palavra AMARELO apresentada na cor vermelha) é mais difícil do que nomear a cor um estímulo não-conflitante (e.g. a palavra AMARELO apresentada na cor amarela). Neste caso, o atributo irrelevante do estímulo (a palavra AMARELO) interfere sobre a nomeação da cor, quando estas informações são incongruentes e, neste caso, conflitantes. Portanto, o efeito Stroop

traduz com clareza o conceito de como uma informação irrelevante pode interferir na resposta direcionada a uma informação relevante. Considerando-se que o controle adaptativo da percepção e da ação requer reduzir a interferência do que é apenas distração sobre o que é realmente relevante, a compreensão dos processos envolvidos nesta tarefa podem, portanto, oferecer indícios sobre como controlamos nossas ações e pensamentos frente à distração. Este fundamentalmente será o foco central do presente trabalho.

### 1.1) ASPECTOS GERAIS SOBRE ATENÇÃO

Estamos em contato, a todo instante, com vários estímulos oriundos do ambiente. As informações que chegam aos nossos órgãos dos sentidos são inúmeras, de forma que seria impossível dar o mesmo nível de processamento a todas elas. Entretanto, muitos destes estímulos não apresentam importância fisiológica, enquanto outros são essenciais para a nossa interação com o ambiente, o que nos leva a processá-los de maneira diferenciada. Assim, à medida que somos apresentados a esses estímulos, ocorre uma seleção daqueles que julgamos essenciais em um determinado momento para, por exemplo, a execução de uma resposta comportamental adequada. Um elemento fundamental que nos permite dar um menor ou maior processamento a estímulos de acordo com a relevância dos mesmos é a atenção. É através dela que somos capazes de processar distintas fontes de informação de modo diferenciado.

Existem várias definições acerca da atenção na literatura. Uma definição clássica foi sugerida pelo psicólogo e filósofo William James em 1890 (James, 1890/1950) “Everyone knows what attention is. It is the taking possession by the mind, in clear and vivid form, of one out of what seems several simultaneously

possible objects or trains of thought. Focalization, concentration of consciousness are of its essence. It implies withdrawal from some things in order to deal effectively with others". Neste conceito, a atenção atuaria aumentando o processamento de estímulos relevantes, em detrimento de outros, menos importantes.

Broadbent (1958) propôs uma teoria da atenção onde a informação advinda das entradas sensoriais passariam por um filtro seletivo. A atenção seria responsável, portanto, por filtrar as informações que chegam ao indivíduo, determinando qual a informação relevante. Esta teoria continua ainda sendo utilizada por alguns autores para explicar de que forma é possível selecionar um estímulo relevante em meio a vários outros presentes no ambiente.

Posner et al. (1980) sugeriram que a atenção, uma vez orientada para uma região do espaço, acentuaria o processamento perceptual do local atendido, de maneira análoga a de um holofote de luz. As regiões iluminadas por este holofote teriam um nível de processamento mais elaborado do que as regiões que se encontram fora da área iluminada. Eriksen & St James (1986) adotaram esta metáfora e acrescentaram o fato de que a extensão da área iluminada, ou seja, da área atendida, poderia ser variável.

Como este trabalho abrange o estudo da atenção, é válido definir qual dos vários conceitos e visões propostas para a atenção será utilizado ao longo deste. Levando-se em consideração as definições sobre atenção anteriormente citadas, esta será entendida, de modo geral, como um conjunto de processos que permite a alocação de recursos, por parte de um indivíduo, para a seleção de aspectos prioritários do ambiente, em detrimento de outros, visando a execução de uma tarefa.

### **1.1.1) Classificações da atenção**

Uma dicotomia sobre atenção bastante utilizada na literatura concerne ao modo como pode ocorrer a sua orientação. Assim, a orientação pode ser automática (involuntária, exógena, ou de baixo para cima – “bottom-up”) ou voluntária (cognitiva, endógena, ou de cima para baixo - “top-down”) (McCormick, 1997; Posner, 1980; Yantis & Jonides, 1990). Dizemos que a atenção foi orientada automaticamente quando, a despeito da nossa vontade, ela é atraída para um estímulo graças às características sensoriais e perceptuais deste. Este tipo de orientação é, portanto, determinado pela influência de estímulos presentes no ambiente (influências externas) e, por isso é também chamada de exógena ou de baixo para cima. Por outro lado, a orientação voluntária da atenção estaria associada à intenção deliberada, a uma motivação ou desejo consciente de alocar recursos em um determinado local ou característica do estímulo. Deste modo, esta orientação de cima para baixo ocorreria voluntariamente e seria dependente da tarefa a ser executada ou objetivo do sujeito, sendo, portanto, guiada por influências endógenas.

Logan (1997) propôs a distinção entre os processos automáticos inatos daqueles adquiridos com a prática. O aparecimento abrupto de um estímulo visual ou suas propriedades físicas (como brilho, cor, tamanho, forma ou movimento) poderiam lhe atribuir certa saliência em relação a outros no campo visual, gerando uma orientação atencional de baixo para cima). Este tipo de orientação automática da atenção, segundo ele, ocorreria de forma inata. No entanto, seria possível através da prática transformar uma tarefa, ou mesmo o processamento de um determinado atributo de um estímulo, que antes era voluntário, em automático. Neste caso, a aquisição de automaticidade seria dependente do aprendizado. A apresentação repetida de um estímulo, ou a execução de uma mesma tarefa várias

vezes, seria a condição que predisporia a automaticidade não-inata ou aprendida (Schneider & Shiffrin, 1977).

1.1.1.1) Mecanismos atencionais automáticos e voluntários: diferentes cursos temporais de ativação.

Um aspecto importante relacionado aos mecanismos atencionais automáticos e voluntários diz respeito aos seus diferentes cursos temporais de atuação. Em termos gerais, os mecanismos automáticos ativam-se rapidamente, enquanto que os voluntários demandam um tempo maior para atingirem o máximo de ativação. Por exemplo, Machado-Pinheiro et al. (2004) mostraram que são necessários 500ms para que os mecanismos atencionais voluntários possam sobrepujar a influência automática induzida pelo acender de um estímulo visual central inesperado em uma tarefa de detecção simples. De fato, muitos estudos, utilizando diferentes paradigmas, têm extensivamente demonstrado que mecanismos voluntários demoram mais que os automáticos para alcançarem o máximo de ativação (e.g., Milliken et al., 1999; Neely, 1977).

Particularmente importantes nesta área foram os trabalhos clássicos que utilizaram o paradigma de “pré-ativação” (priming) no intuito de estudar a dinâmica temporal dos mecanismos atencionais automáticos e voluntários. O “efeito de pré-ativação” refere-se ao fato de um estímulo alvo ser processado mais rapidamente se for precedido por um outro estímulo (“prime”) que compartilhe características comuns a ele. Desta maneira o “prime”, possui características que facilitariam o processamento de algum aspecto relativo ao alvo, como localização (Posner, 1978),

semelhança semântica (Neely, 1977; Smith et al., 2001) ou física (Marangolo et al., 1993).

Posner & Snyder (1975b) utilizaram o paradigma de “priming” para estudar os efeitos da expectativa do participante sobre a relação entre “prime” e alvo. Neste estudo, primeiramente era apresentado um estímulo “prime” posicionado centralmente na parte superior da tela (uma letra, ou uma cruz na condição neutra) seguido do alvo ou “probe” posicionado centralmente na parte inferior da tela (duas letras iguais ou diferentes entre si). A tarefa dos sujeitos era determinar se as duas letras que apareciam após o “prime” eram iguais ou diferentes entre si apertando uma dentre duas teclas. Para reduzir o número de combinações possíveis e facilitar a análise e interpretação dos resultados, somente a resposta “igual” foi considerada. Aos voluntários era informado apenas que o “prime” não passava de um sinal alertante, mas na realidade, apesar de não ser explicitamente informado, este predizia corretamente os alvos 80% das vezes, levando os voluntários a criarem uma expectativa quanto a quais alvos iriam aparecer. Por exemplo, para a resposta “igual”, em 80% das vezes em que o “prime” era a letra A os alvos também eram duas letras A e, em 20% das vezes, poderiam ser duas letras B. Eles também manipularam o intervalo decorrido entre o acender do “prime” e dos estímulos-alvo (IAE - Intervalo entre o Acender dos Estímulos), variando-o de 10 a 500ms. Quando “prime” e alvos eram idênticos, o Tempo de Reação (TR) era reduzido em relação à quando o “prime” era uma cruz, um efeito facilitatório que já havia sido descrito anteriormente como o “efeito priming”. O interessante é que eles observaram que este efeito de facilitação do processamento dos alvos pelo estímulo precedente iniciava-se mesmo em IAEs curtos (de 50ms) e mantinha-se até o intervalo máximo de 500ms. Por outro lado, o efeito de inibição, ou seja, o prejuízo causado pelo fato

do “prime” diferenciar-se dos alvos em relação à condição neutra somente ocorreu em intervalos longos (300 e 500ms).

Este resultado sugere o envolvimento de dois processos diferentes e que atuam em janelas temporais distintas. Em intervalos curtos o processamento automático do “prime” parece atuar fortemente, promovendo uma facilitação do processamento dos alvos. Por outro lado, em intervalos maiores os mecanismos voluntários, relacionados à expectativa com relação ao alvo, parecem sobrepujar os mecanismos automáticos, passando a influenciar mais fortemente a tarefa. Como a expectativa era de que em 80% das vezes os alvos seriam iguais ao “prime” os sujeitos foram beneficiados quando isto realmente ocorria (o que foi evidenciado pela facilitação encontrada em intervalos maiores) e prejudicados nas 20% das vezes em que isto não ocorria (evidenciado pela inibição observada em intervalos maiores). Posner & Snyder (1975b) propuseram que os mecanismos automáticos estariam relacionados à facilitação em intervalos curtos encontrada no efeito “priming”, mas não à inibição ou a facilitação encontrada em intervalos maiores. A inibição em particular, demandaria mais tempo para iniciar-se, pois estaria estritamente relacionada aos processos atencionais voluntários. Este estudo foi, portanto, importante na determinação de que mecanismos automáticos e voluntários apresentam diferentes cursos temporais de atuação.

Estimulado pela iniciativa de Posner & Snyder (1975b), Neely (1977) utilizou três estratégias para manipular a relação entre o “prime” e o alvo e a expectativa dos voluntários quanto ao alvo. Primeiro, a relação entre o “prime” e o alvo foi manipulada através da existência de estímulos “prime” e alvos semelhantes ou não semanticamente. Por exemplo, em uma condição em que os estímulos estavam relacionados, o prime poderia ser a palavra “pássaro” e o alvo a palavra

“canário”. Em uma condição não-relacionada o “prime” poderia ser a palavra “pássaro” e o alvo a palavra “braço”. Segundo, ele manipulou o grau de expectativa quanto ao alvo, variando a proporção em que o “prime” predizia qual seria o alvo. Por exemplo, para elevar a expectativa dos voluntários, lhes era dito que quando o prime fosse a palavra “pássaro” o alvo seria o nome de uma ave em 70% das vezes. Desta forma, quando os voluntários vissem a palavra “pássaro”, iriam esperar que o alvo fosse, por exemplo, a palavra “canário”. Esta condição foi denominada por Neely (1977) de “Relacionado/ Esperado”, já que além do “prime” predizer qual seria o alvo, também estava semanticamente relacionado a este. Existia ainda a situação em que o prime predizia qual seria o alvo, mas não estava semanticamente relacionado a ele. Por exemplo, era dito aos voluntários que quando o “prime” fosse a palavra “corpo”, o alvo seria na maioria das vezes nomes de partes de construções. Portanto, apesar das palavras “corpo” e “porta” não estarem semanticamente relacionadas, os indivíduos esperavam que a palavra “porta” pudesse aparecer quando o “prime” fosse “corpo”. Esta condição foi denominada “Não-Relacionado/Esperado”. Havia também a situação em que “prime” e alvo estavam relacionados, mas o alvo não era esperado, como na condição em que o “prime” era a palavra “corpo” e o alvo a palavra “coração” (condição “Relacionado/Não-Esperado”). E por fim, havia a condição em que os estímulos não eram relacionados nem esperados como, por exemplo, as palavras “pássaro” e “coração” (condição.Não Relacionado/Não-Esperado). A tabela 1 apresenta alguns exemplos das diferentes combinações utilizadas por Neely (1977).

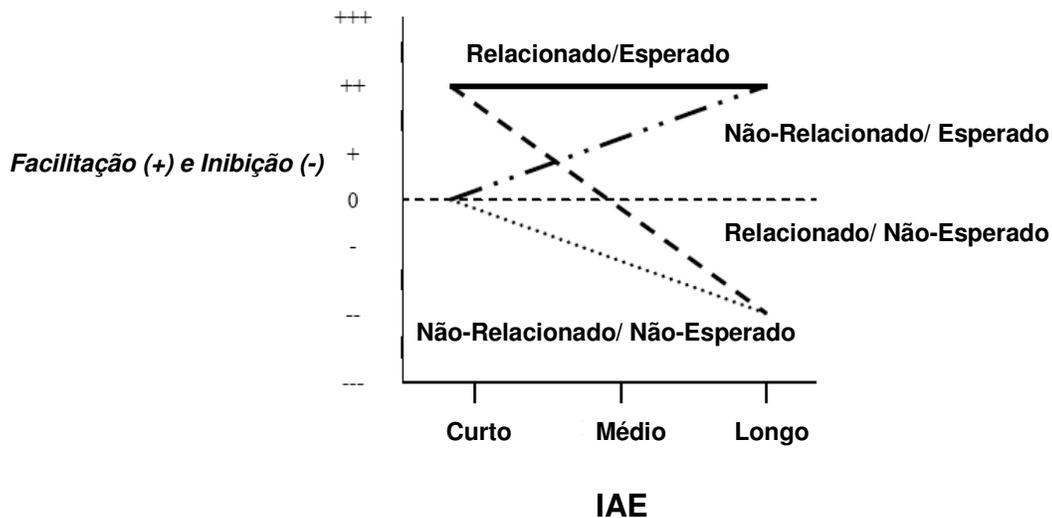
**Tabela 1: Descrição das diferentes condições utilizadas por Neely (1977).**

<b>Condições</b>	<b>Prime</b>	<b>Alvo</b>
Relacionado/ Esperado	Pássaro	Nome de um pássaro. Ex: Canário
Não-Relacionado/ Esperado	Corpo	Nome de partes de construções. Ex: Telhado
Relacionado/Não-Esperado	Corpo	Nome de partes do corpo. Ex: Braço
Não-Relacionado/Não-Esperado	Pássaro	Nome de partes do corpo. Ex. Coração
Controle	“XXX”	Nome de um pássaro, partes do corpo ou partes de construções.

Finalmente, Neely (1977) manipulou o IAE no intuito de verificar se os efeitos promovidos pela relação “prime-alvo” e pela expectativa poderiam variar em função do tempo, utilizando IAEs de 250, 400, 700 e 2000ms. Ele queria testar a hipótese previamente proposta por Posner & Snyder (1975b) de que os mecanismos automáticos relacionados à semelhança entre “prime” e alvo, interferem nas respostas apenas em IAEs curtos, enquanto que os mecanismos relacionados à expectativa com relação ao alvo requerem um tempo maior para interferirem sobre as respostas. Metade dos estímulos alvos que eram apresentados eram não palavras (letras embaralhadas). O teste era dividido em seis blocos de sessenta testes cada. Em metade dos testes de cada bloco os alvos eram letras embaralhadas (não-palavras) que correspondiam às letras que compunham as palavras-alvo na outra metade dos testes. Os sujeitos deveriam classificar os alvos como palavras ou não-palavras apertando uma dentre duas teclas. Os TRs em cada condição eram comparados ao controle, em que o “prime” era uma seqüência de letras “X”. Apenas os dados relacionados aos alvos quando estes eram “palavras” serão comentados.

A figura 1 representa, de forma condensada, os principais resultados encontrados por Neely (1977). Em comparação com a condição em que o “prime” era uma seqüência de letras “X” (condição neutra – marco zero no gráfico) ele encontrou facilitação nos intervalos curtos (250ms), quando prime e alvo estavam

relacionados (*i.e.* condições Relacionado/Esperado e Relacionado/Não-esperado) independente da expectativa dos voluntários. Em intervalos longos (700 e 2000ms), os voluntários foram beneficiados quando o alvo condizia com as suas expectativas (*i.e.* condições Relacionado/Esperado e Não-Relacionado/Esperado) e prejudicados quando o alvo não era condizente com o esperado (*i.e.* condições Relacionado/Não-Eesperado e Não-Relacionado/Não-Eesperado), independentemente da relação entre o “prime” e o alvo. Neely (1977) atribuiu o efeito de facilitação observado para os IAEs curtos à ativação semântica rápida e automática provocada pela categoria do “prime” e o efeito de inibição em intervalos longos aos mecanismos atencionais voluntários, cuja ativação através do tempo se daria mais lentamente. Ou seja, a influência semântica automática do “prime” em relação ao alvo dependeria das relações temporais entre os dois estímulos durante a realização da tarefa. Outros autores também utilizaram uma manipulação similar para investigar a relação entre “prime” e alvo através do tempo (Marangolo et al., 1993; Milliken et al., 1999; Ortells et al., 2001; Ortells et al., 2003), levando a generalização de que o processamento automático do “prime” resulta em um efeito “priming” facilitatório em IAEs curtos. Além disto, este efeito pode ser mantido ou suprimido por processos atencionais voluntários mais tardios, culminando nos efeitos facilitatórios e/ou inibitórios observados nos intervalos longos. Desta forma, o ponto central abordado nestes estudos é o de que influências estratégicas voluntárias podem sobrepujar as automáticas quando as condições experimentais são favoráveis a que isto ocorra.



**Figura 1: Principais resultados encontrados por Neely (1977). Adaptado de Neely (1977).**

## 1.2) TESTE STROOP: INTRODUÇÃO AO PARADIGMA CLÁSSICO

Em 1935, John Ridley Stroop publicou seu artigo, baseado em experimentos que permitiram investigar operações primitivas da cognição, oferecendo informações importantes sobre o processamento atencional (Stroop, 1935). Seu estudo foi influenciado em grande parte pelo achado de James McKeen Cattell (Cattel, 1886, *Apud* MacLeod, 1991). Segundo este, a leitura de palavras e a nomeação de cores demandam tempos distintos para a sua execução. Com base nesta premissa, Stroop (1935) combinou estas duas dimensões (palavra e cor) em um mesmo estímulo. Pretendia com isto avaliar a interferência de um atributo sobre o outro, solicitando ao voluntário que respondesse a somente uma das dimensões, ignorando a outra.

Em seu primeiro experimento, Stroop (1935) registrou o tempo necessário para ler 100 nomes de cores, contidos em um cartaz, impressos em cores

incongruentes (Por exemplo, a palavra “AMARELO” escrita em vermelho). Posteriormente, comparou este resultado com o tempo utilizado para realizar a mesma tarefa, porém com palavras escritas em preto. Essa diferença não foi significativa, ou seja, ler nomes de cores escritas em preto ou em outras cores, não gerou nenhuma interferência. Utilizando os mesmo estímulos incongruentes, Stroop (1935) realizou um segundo experimento, desta vez procurando verificar se a interferência poderia ocorrer de maneira contrária, ou seja, se as palavras poderiam interferir na nomeação das cores em que estas estavam impressas. Desta forma, caso o estímulo fosse composto pela palavra “AZUL” impressa na cor verde, o sujeito deveria responder falando “verde”. Observou-se um tempo médio significativamente maior na nomeação de cores cujas palavras eram incongruentes, quando comparado ao tempo médio necessário na nomeação de barras coloridas (110,3s vs. 63,3s). Essa interferência da palavra sobre a nomeação de cores passou a ser conhecida como “efeito Stroop”.

O paradigma desenvolvido por Stroop tem sido amplamente utilizado, desde de então, como ferramenta para o estudo de outros fenômenos ou como base experimental para discussão das várias teorias que tentam explicar o efeito encontrado neste tipo de teste (MacLeod, 1991).

### **1.2.1) Principais teorias sobre o efeito Stroop**

#### 1.2.1.1) Teoria da velocidade relativa de processamento

Os mecanismos que subsidiam o efeito Stroop, apesar de terem sido alvo de investigação por mais de seis décadas, ainda são controversos. Existem várias

teorias acerca do tema, entretanto, nenhuma delas conseguiu unanimidade para explicar todos os aspectos envolvidos no efeito. Uma das polêmicas é o fato de, no paradigma clássico, a palavra ser capaz interferir na nomeação da cor do estímulo, mas o contrário não ser verdadeiro, ou seja, a cor não é capaz de interferir na leitura. O chamado “Stroop Reverso”, só foi encontrado em alguns trabalhos após manipulações experimentais que serão posteriormente descritas.

A ausência de interferência da cor na nomeação dos estímulos tem sido atribuída à diferença de velocidade entre a nomeação da cor e a leitura de palavras. O tempo para ler uma palavra relacionada à cor é de aproximadamente 350-450ms, ao passo que o tempo gasto para nomear a cor de uma barra ou uma seqüência de letras “X” é de 550-650ms. Desta forma, a leitura é aproximadamente 200ms mais rápida do que a nomeação da cor (Cohen et al., 1990; Fraise, 1969; Glaser & Glaser, 1982). A partir desta informação surgiu a teoria da velocidade relativa de processamento (Dyer, 1973). Uma metáfora usualmente utilizada na literatura de Stroop deriva-se desta hipótese. Morton & Chambers (1973) caracterizaram o efeito Stroop como uma competição entre duas respostas, assemelhando-se a uma “corrida de cavalos”. Partindo-se da idéia de que existe uma assimetria em relação à velocidade de processamento da cor e da palavra, e que este processamento ocorre em paralelo, pressupõe-se que os dois atributos do estímulo iriam alcançar o estágio de execução da resposta também em tempos distintos. Embora processados em paralelo, cor e palavra competiriam pela entrada em um canal único de resposta e, conseqüentemente, a interferência estaria localizada na fase de saída motora (“output”). O tempo extra despendido quando as duas dimensões fossem incongruentes seria atribuído à dificuldade em suprimir a resposta incorreta. Como a palavra chegaria primeiro, a inibição da resposta relacionada a este atributo do

estímulo estaria diretamente relacionada à obtenção do Efeito Stroop.

Glaser & Glaser (1982) investigaram de que forma a interferência Stroop dependeria das relações de temporais envolvidas, separando temporalmente as duas dimensões (cor e palavra). Uma barra colorida ou uma palavra relacionada à cor em branco poderiam ser apresentadas simultaneamente ou em seqüência. O estímulo relevante era definido de acordo com a tarefa dos sujeitos. Para metade dos sujeitos, a cor da barra era o estímulo relevante e estes deveriam ignorar a palavra que aparecia antes ou depois da barra para nomear a cor desta última. Para a outra metade, a palavra era o estímulo relevante e a barra colorida, que aparecia antes ou depois da palavra, deveria ser ignorada. As duas tarefas foram denominadas “nomeação das cores” e “leitura das palavras”, respectivamente. Em seu primeiro experimento, os intervalos (IAE) entre as apresentações dos estímulos poderiam variar de 0ms (apresentação simultânea) a até 400ms para mais ou para menos.

Para a nomeação de cores foi encontrado um efeito Stroop significativo (88ms) na situação em que a apresentação dos estímulos era simultânea. Este resultado já era esperado, uma vez que esta situação assemelha-se ao teste Stroop clássico. O efeito de interferência da palavra continuou ocorrendo mesmo quando esta precedia a barra em 400ms, porém com uma magnitude menor (56ms). Entretanto, quando a palavra sucedia a apresentação da barra, o efeito, que foi evidente no IAE de 100ms (93ms), foi reduzido para somente 20ms no IAE de 200ms e desapareceu nos IAEs de 300 e 400ms. Estes resultados indicam que o efeito Stroop pode ser modulado através da separação temporal dos atributos do estímulo Stroop (cor e palavra) sendo este menor quanto maior o IAE que separa os dois atributos.

Os resultados da tarefa de leitura das palavras foram substancialmente diferentes. A cor não foi capaz de interferir na leitura da palavra em nenhum dos IAEs. De acordo com a teoria de velocidade relativa de processamento, os atributos relevantes e irrelevantes do estímulo são processados em paralelo, de maneira que o tempo de chegada ao estágio de execução da resposta seria o único determinante da geração do conflito. Caso isto fosse verdade, então a separação temporal destes atributos deveria permitir a obtenção de um IAE que fosse capaz de compensar o processamento mais lento da cor em relação à palavra. Com um distanciamento temporal suficientemente grande, a cor, apresentada mais cedo, poderia então interferir no processamento da palavra, dando origem ao “Stroop Reverso”. Entretanto, Glaser & Glaser (1982) não encontraram tal interferência, mesmo apresentando a cor 400ms antes da palavra. Este fato colocou em xeque a teoria de velocidade relativa de processamento como capaz de explicar integralmente o efeito Stroop.

#### 1.2.1.2) Teoria da automaticidade

Uma teoria mais geral para explicar o efeito de interferência considera a atenção como tendo uma função importante neste processo. O efeito Stroop ilustra um aspecto fundamental da atenção: a habilidade de ignorar algumas características do ambiente, mas não todas. Posner & Snyder (1975a) aplicaram a distinção entre processamento atencional automático e voluntário diretamente à tarefa Stroop dando origem à hipótese de automaticidade. Segundo estes autores, a nomeação da cor é um processo menos automático do que a leitura de uma palavra. Conseqüentemente, o processamento mais automático poderia interferir no menos

automático, mas não o contrário. Vários autores acrescentaram a esta teoria o fato da automaticidade não ser um processo estático ou “tudo-ou-nada”, podendo ser gradualmente otimizado (ou obtido) com a prática (Cohen et al., 1990; Logan, 1988; MacLeod & Dunbar, 1988; Schneider & Shiffrin, 1977). Um exemplo desse desenvolvimento gradual de automaticidade é o aprendizado da leitura. Quando ainda criança, a leitura é um processo inicialmente laborioso e lento. Por outro lado, para um adulto que já tenha adquirido um hábito de leitura satisfatório, a leitura passa a ser um processo rápido e que requer pouco esforço. Inserindo este conceito dentro da tarefa Stroop podemos interpretar que quanto mais um processo se torna automático com a prática, maior é a capacidade deste interferir com processos menos treinados. Uma evidência disto é o fato do efeito de interferência ser afetado pela prática. Stroop (1935) verificou em seu trabalho que este efeito diminuía consideravelmente com o aumento do número de testes que os sujeitos realizavam e que, com o treino exaustivo, até mesmo o Stroop Reverso poderia ser obtido. Ou seja, quando um processo normalmente mais automático associado a uma dimensão do estímulo (palavra) é alterado por uma manipulação experimental, o outro processo normalmente menos automático pode tornar-se relativamente mais automático. Nestas condições, a direção da interferência é então invertida e o Stroop Reverso é obtido. Entretanto, como de maneira geral, a leitura é um processo mais automático que a nomeação da cor, o efeito Stroop ocorre mais facilmente e com uma magnitude maior do que o Stroop Reverso.

### **1.2.2) Competição entre estímulos automáticos e voluntários na tarefa Stroop: função do sistema executivo atencional.**

Os processos de controle cognitivo, associados ao recrutamento e aplicação de recursos atencionais para otimizar a resposta direcionada à tarefa alvo e minimizar os efeitos de distrativos são características inerentes ao sistema executivo atencional. Esse controle cognitivo é crucial quando o conflito de resposta está presente e a execução da tarefa alvo exige inibição de respostas habituais ou treinadas que são inapropriadas naquele momento (Miller & Cohen, 2001; Posner & Digirolamo, 1998). Desta forma, o sistema executivo parece estar envolvido na facilitação do processamento de estímulos atendidos e/ou na inibição daqueles considerados inapropriados, sendo considerado um mecanismo fundamental de controle cognitivo.

A descrição deste controle cognitivo sugere que tais processos são particularmente importantes para guiar o comportamento em tarefas que envolvem competição entre estímulos. Em situações onde existe o conflito entre processos automáticos e voluntários, como no teste Stroop, este sistema de controle parece exercer um papel fundamental. Alguns trabalhos utilizando a técnica de ressonância magnética funcional (fMRI) têm mostrado que áreas relacionadas ao sistema atencional executivo anterior, particularmente o córtex pré-frontal dorsolateral e o cíngulo anterior, estão ativas durante esta situação de conflito (MacDonald, III et al., 2000; MacLeod & MacDonald, 2000; Milham et al., 2001; Milham et al., 2003). Portanto, durante a tarefa Stroop existe, de fato, um controle supressor exercido por mecanismos atencionais voluntários sobre o estímulo irrelevante (palavra) visando minimizar os efeitos deste sobre a tarefa principal.

Um importante foco de interesse sobre o sistema de atenção executiva está relacionado aos seus dois componentes principais: o componente avaliativo, responsável por monitorar a necessidade de controle e sinalizar quando tais ajustes

são necessários; e um componente regulador que seria o responsável pela ativação e implementação de processos controle-relacionados (Botvinick et al., 1999; MacDonald, III et al., 2000). O componente avaliativo parece operar através da detecção e monitoramento do conflito, avaliando continuamente a relação entre as ações planejadas e os objetivos alcançados. A ativação do componente regulador seria responsável pela implementação do controle superior durante processos tarefa-relevantes, agindo efetivamente contra respostas inapropriadas quando o conflito de resposta existe (Botvinick et al., 1999). MacDonald, III et al. (2000) verificaram através de fMRI que, durante a tarefa Stroop, o componente avaliativo estaria associado à maior ativação no córtex cingulado anterior dorsal, enquanto que o controle regulador estaria fortemente associado à ativação no córtex pré-frontal dorsolateral. A atribuição de diferentes funções dentro do sistema executivo a estas duas áreas têm sido apoiada também por outros trabalhos (Botvinick et al., 2004; Kerns et al., 2004).

Trabalhos utilizando potenciais evocados têm tentado desvendar o curso temporal das ativações neurais relativas ao sistema executivo atencional previamente verificados com fMRI (Liotti et al., 2000; West & Alain, 1999b). West & Alain (2000) apresentaram um estímulo Stroop associando a este a ocorrência de uma onda negativa com uma distribuição fronto-central e latência entre 400 e 500ms (N450). Eles observaram que a amplitude desta onda é maior em testes incongruentes em relação a testes congruentes. A ocorrência desta onda parece relacionar-se ao componente avaliativo do controle executivo, ou seja, ao córtex cingulado anterior (Liotti et al., 2000). Logo, a ativação dos mecanismos voluntários relacionados à detecção do conflito ocorreria em torno de 450ms após o acender do estímulo Stroop. Portanto, é lícito acreditar que a ativação do componente regulador

ocorreria mais tardiamente, assim como a implementação dos mecanismos de controle superior responsáveis por inibir ou minimizar o processamento do atributo distrativo (palavra).

### **1.2.3) Localização da interferência: precoce vs tardia**

Paralelamente à discussão sobre as teorias que subsidiam o efeito Stroop, existe o debate sobre onde ocorreria o efeito de interferência. Como já mencionado, segundo a teoria de velocidade relativa de processamento, o conflito entre os dois atributos do estímulo (palavra e cor) estaria localizado em regiões mais tardias do processamento, mais precisamente na saída motora (Botvinick et al., 2004).

Alguns trabalhos, no entanto, sugerem que o local onde se dá a interferência é anterior a seleção de resposta, mais especificamente no sistema de processamento semântico. Segundo Luo (1999), o efeito Stroop ocorreria porque as cores a serem atendidas e as palavras a serem ignoradas, ativariam códigos semânticos conflitantes. Esta teoria de competição semântica como base para explicação do efeito Stroop tem sido defendida por alguns trabalhos que indicam que a magnitude da interferência é dependente do nível de similaridade semântica entre a cor e a palavra (Dalrymple-Alford, 1972; Klein, 1964)

Um trabalho clássico nesta área foi desenvolvido por Klein (1964). Em seu primeiro experimento, ele manipulou a similaridade semântica entre palavras contidas em cartazes e as cores em que estas eram apresentadas (vermelho, verde, amarelo e azul). Ele utilizou seis tipos de cartazes que poderiam conter: I) sílabas sem sentido (e.g. “hjh”, “evgjc”, “bhdr”); II) palavras não relacionadas a cor e que raramente são utilizadas em Inglês (e.g. “sol”, “helot”, “eft”); III) palavras não

relacionadas a cor e utilizadas com frequência (e.g. “heart”, “put”, “take”, “friend”); IV) palavras que remetem ao significado de cores (e.g. “fire”, “grass”, “sky”); V) palavras relacionadas a cores não utilizadas no teste (e.g. “purple”, “grey”, “black”); VI) palavras relacionadas a cores utilizadas no teste (“red”, “green”, “yellow”, “blue”). O tempo despendido pelos sujeitos para nomear as cores de todos os estímulos em cada cartaz foi comparado ao tempo gasto para realizar a mesma tarefa, em um cartaz contendo asteriscos coloridos - condição controle. Estes valores estão representados na tabela 3.

Quando palavras sem sentido foram utilizadas (condição I), o efeito de interferência obtido foi de 5s. Quando as condições II e III foram comparadas ao controle, este aumentou para 7,5s e 12s, respectivamente. Já nas condições IV e V, o efeito Stroop foi de 15,5s e 18s. Finalmente, na condição incongruente clássica, onde as palavras “RED”, “GREEN”, “YELLOW” e “BLUE” são os distrativos (condição VI), obteve-se um efeito de interferência máximo de 37,5s. Ou seja, à medida que as palavras adquiriam sentido e tornavam-se mais intimamente relacionadas a cores, a interferência Stroop tornava-se maior. Este trabalho foi então um dos pioneiros a demonstrar que a similaridade semântica entre as dimensões relevantes e irrelevantes do estímulo Stroop determina a magnitude da interferência.

**Tabela 2: Resumo dos resultados encontrados por Klein (1964). O efeito de interferência aumenta à medida que as palavras tornam-se semanticamente relacionadas a cores- Adaptado de Klein (1964).**

	<i>Tempo Total de Resposta</i>		
	<b>Conflito</b>	<b>Controle (asteriscos)</b>	<b>Conflito - Controle</b>
I) Sílabas sem sentido	49,68s	44,38s	5,3s
II) Palavras não relacionadas a cores raramente utilizadas	51,18s	43,60s	7,58s
III) Palavras não relacionadas a cores utilizadas com frequência	55,95s	44,16s	11,79s
IV) Palavras que remetem ao significado de cores	59,43s	43,94s	15,49s
V) Palavras relacionadas a cores não utilizadas no teste	62,17s	44,03s	18,14s
VI) Palavras relacionadas a cores utilizadas no teste	81,47s	44,03s	37,44s

Dalrymple-Alford (1972) utilizou a apresentação única de estímulos para avaliar como a similaridade semântica poderia influenciar na magnitude do efeito Stroop. De maneira análoga a Klein (1964), utilizou uma seqüência de letras "X", palavras não relacionadas a cores ("hand", "box"), palavras que remetem a cores ("sky", "grass", "blood") e, finalmente, palavras relacionadas a cores ("blue", "green", "red"). Os sujeitos deveriam então nomear a cor dos estímulos apresentados. Respostas para a condição com palavras não relacionadas, foram 65ms mais lentas que a seqüência de letras "X" (750ms vs. 685ms). Palavras que remetem a cores produziam uma interferência de 108ms (793ms vs. 685ms), enquanto que, quando palavras diretamente relacionadas foram utilizadas, um efeito de interferência de 196ms foi obtido (881ms vs. 685ms). Novamente, a similaridade semântica mostrou-se um fator importante na obtenção e magnitude do Efeito Stroop. Portanto, estes achados corroboram a teoria de que a ativação automática de códigos semânticos seria o fator que predisporia a obtenção do efeito Stroop. Desta maneira, a localização do conflito se daria ao nível do sistema semântico e não na saída motora.

A discussão sobre se o conflito presente na tarefa Stroop ocorreria precocemente ou mais tardiamente, ganhou maiores proporções através da utilização de técnicas de registro da atividade cerebral. Trabalhos utilizando principalmente a técnica de fMRI tentam relacionar a participação de diferentes áreas do sistema executivo atencional ao controle do conflito semântico ou de resposta. Uma pergunta indagada pela maioria destes trabalhos é se o envolvimento do córtex cingulado anterior no controle atencional se limitaria ao monitoramento do conflito somente em situações que envolvessem conflito de resposta. Alguns trabalhos utilizaram estímulos incongruentes em que as palavras distrativas

poderiam fazer parte ou não das opções de respostas (Milham et al., 2001; Milham et al., 2003). Por exemplo, os estímulos poderiam aparecer pintados de azul, verde ou amarelo, porém os distrativos poderiam ser: i) as palavras “AZUL”, “VERDE”, “AMARELO” ou ii) as palavras “VERMELHO”, “LARANJA” e “MARROM”. No primeiro caso, a interferência promovida pelo distrativo poderia relacionar-se tanto ao conflito semântico quanto ao de resposta. Por outro lado, no segundo caso, a interferência estaria restrita ao conflito semântico, já que as palavras distrativas não representam uma resposta em potencial. Estas duas condições incongruentes foram comparadas à condição neutra (palavras não relacionadas a cores). De maneira geral, os resultados comportamentais dos trabalhos de Milham et al. (2001) encontraram uma interferência maior para a condição em que os distrativos faziam parte da resposta, porém a interferência ainda ocorreu na situação onde não havia conflito de resposta. Estes resultados comportamentais sugerem, portanto, que tanto o conflito de resposta quanto o semântico poderiam contribuir para o efeito Stroop.

Quanto às estruturas anatômicas envolvidas, Milham et al. (2001) somente encontraram atividade no cíngulo anterior quando a condição onde o distrativo fazia parte da resposta era contrastada com a condição neutra, indicando que o envolvimento desta região estaria primariamente limitado ao conflito de resposta. Por outro lado, a ativação do pré-frontal ocorreu nas duas condições, o que sugere que esta região possa estar envolvida no controle cognitivo atrelado tanto ao conflito semântico como ao de resposta.

West et al. (2004), assim como Milham et al. (2001), utilizaram distrativos em condições incongruentes que poderiam ou não fazer parte das opções de resposta. No entanto, uma versão numérica da tarefa Stroop foi utilizada em detrimento da tarefa Stroop tradicional. Nesta versão os voluntários deveriam contar o número de

itens que são apresentados na tela do computador. Estes itens são números (distrativos) que podem equivaler (e.g. 3 3 3) ou não (e.g. 2 2 2) ao número total de itens apresentados. Poderiam ser apresentados de um a quatro itens, de maneira que os distrativos pudessem fazer parte (e.g. números 1, 2, 3 ou 4) ou não (e.g. números 5, 6 ou 7) das opções de resposta. Utilizando a técnica de potenciais evocados, eles encontraram que a onda N450, normalmente associada à detecção de conflito pelo cingulado anterior, foi gerada tanto na condição em que os distrativos faziam parte da resposta quanto na que não faziam. Este estudo indica, portanto, que o cingulado anterior não responde estritamente ao conflito decorrente de respostas incompatíveis, contrariando a hipótese anteriormente proposta por Milham et al. (2001).

van Veen & Carter (2005) utilizaram uma outra variação da tarefa Stroop no intuito de separar os diferentes níveis de conflito presentes na tarefa. Os participantes eram instruídos a apertar a tecla da esquerda quando a cor do estímulo Stroop fosse vermelha ou amarela, ou a tecla da direita quando fosse azul ou verde. Na condição congruente, a cor e palavra eram compatíveis (a palavra “AMARELO” em amarelo). Na condição denominada “semanticamente incongruente”, cor e palavra eram incompatíveis, porém geravam respostas executadas pela mesma mão (e.g. a palavra “AMARELO” em vermelho). Já na condição denominada “incongruente na resposta” cor e palavra eram incompatíveis e geravam respostas executadas por mãos diferentes (e.g. a palavra “AZUL” em amarelo). Os tempos de reação para a condição “incongruente na resposta” foi maior do que para a condição “semanticamente incongruente”, que por sua vez foram maiores do que para a condição controle. Este resultado sugere que ambos os conflitos estariam atuando e contribuindo para o tempo de resposta encontrado. Por exemplo, na condição

“incongruente na resposta” estariam presentes o conflito semântico e de resposta, enquanto que na condição “semanticamente incongruente”, haveria somente o conflito semântico. Por fim na condição congruente, os conflitos semântico e de resposta estariam ausentes. Além disso, van Veen & Carter (2005) observaram, através da técnica de fMRI, que as duas condições incongruentes geraram uma resposta no cíngulo anterior e pré-frontal, indicando novamente que estas áreas responderiam para os dois níveis de conflito.

Em resumo estes trabalhos, através da utilização de diferentes técnicas de medida cerebral e de paradigmas, vieram a conciliar as duas teorias, sugerindo que tanto o conflito de resposta quanto o semântico poderiam contribuir para a interferência encontrada no efeito Stroop. No entanto, ainda existem desacordos quanto a quais estruturas responderiam especificamente a cada tipo de conflito, estando a discussão atualmente centrada principalmente no córtex cíngulo anterior.

1.2.3.1) Teste Stroop com pareamento entre dois estímulos: importância da ativação de códigos semânticos.

Uma variação do teste Stroop, envolvendo a comparação entre dois estímulos foi inicialmente desenvolvida por Dyer (1973). Ele utilizou a apresentação simultânea de dois estímulos em que um deles era o estímulo Stroop. O outro, poderia ser uma seqüência de letras “X”s nas cores vermelha, verde ou azul, ou as palavras “VERMELHO”, “VERDE” ou “AZUL” apresentadas em preto. No primeiro caso, os sujeitos deveriam fazer um pareamento entre a palavra do estímulo Stroop, com a cor da seqüência de letras “X”, sendo esta condição denominada “pareamento

palavra-cor” (“word-color matching”), onde o atributo “cor” do estímulo Stroop era irrelevante. No outro caso, estes deveriam parear a cor estímulo Stroop, com uma palavra em preto - pareamento cor-palavra (“color-word matching”), onde o atributo “palavra” do do estímulo Stroop era irrelevante. A figura 2A apresenta as condições usadas por Dyer (1973) em seu trabalho. Os sujeitos deveriam apertar uma entre duas teclas, de forma a responder se os atributos dos estímulos a serem pareados eram iguais ou diferentes (Tempo de Reação de Escolha). Quando o atributo do estímulo Stroop a ser ignorado era incongruente em relação ao atributo a ser pareado, foi encontrada uma interferência de aproximadamente 230ms, não importando qual tipo de tarefa o sujeito estava realizando (“palavra-cor” ou “cor-palavra”). Por outro lado, este resultado foi encontrado apenas para a resposta “igual”, sendo os resultados para a resposta “diferente” confusos e não uniformes em relação aos dois tipos de tarefa. Para a tarefa “palavra-cor” os TRs para os estímulos incongruentes foram mais lentos do que para os congruentes. No entanto, para a tarefa “cor-palavra” os TRs encontrados para a condição “congruente” foram mais lentos do que para a condição “incongruente”.

A. Dyer (1973)				B. Luo (1999)	
Tarefa “cor-palavra”		Tarefa “palavra-cor”		Tarefa “palavra-cor”	
IGUAL	DIFERENTE	IGUAL	DIFERENTE	IGUAL	DIFERENTE
1) VERDE VERDE	3) AZUL VERDE	6) VERMELHO XXXXX	8) VERMELHO XXXXX	1) VERMELHO [Red Box]	3) VERMELHO [Green Box]
2) AZUL VERDE	4) VERMELHO VERDE	7) VERMELHO XXXXX	9) VERMELHO XXXXX	2) VERMELHO [Red Box]	4) VERMELHO [Green Box]
	5) VERMELHO VERMELHO		10) VERMELHO XXXXX		5) VERMELHO [Green Box]

Figura 2: (A) Diferentes condições utilizadas por Dyer (1973) na tarefa de Stroop pareado. (B) Diferentes condições utilizadas por Luo (1999) na tarefa Stroop pareado.

Luo (1999), utilizou a variação do paradigma desenvolvido por Dyer (1973) para investigar se a interferência Stroop depende da ativação de códigos semânticos. Neste paradigma, também havia a apresentação simultânea de dois estímulos. Um deles era uma barra colorida, enquanto que o outro, era o estímulo Stroop. Os sujeitos deveriam realizar dois tipos distintos de tarefas. Uma delas era equivalente à tarefa de pareamento palavra-cor, utilizada por Dyer (1973). Ou seja, os sujeitos deveriam correlacionar o significado entre a palavra contida no estímulo Stroop, com a cor da barra. Os sujeitos deveriam então responder apertando uma tecla caso o significado semântico dos dois estímulos fossem iguais (e.g. a palavra “VERMELHO” em azul e uma barra vermelha) e outra tecla, se diferentes (e.g. a palavra “VERMELHO” em azul e uma barra azul) – Tempo de Reação de Escolha. Neste caso, haveria necessariamente a ativação de códigos semânticos para que a tarefa pudesse ser realizada. A outra tarefa, consistia em parear o atributo físico dos dois estímulos (cor). Desta vez, caso um dos estímulos apresentados fosse, por exemplo, a palavra “VERMELHO” em azul e o outro fosse uma barra azul, o sujeito deveria apertar a tecla correspondente a resposta “igual”. Por outro lado, se os estímulos apresentados, fossem a palavra “VERMELHO” em azul e uma barra vermelha, os sujeitos deveriam apertar a tecla equivalente a resposta diferente. Desta forma, o pareamento seria para cor, não havendo, teoricamente, necessidade de ativação de códigos semânticos para a realização da tarefa.

Para a tarefa de pareamento semântico, foi encontrado um efeito de interferência de 100ms quando a resposta era “igual” e de 54ms quando a resposta era “diferente”. Entretanto, este efeito não foi significativo quando a tarefa era de pareamento para cor. Segundo este autor, quando a comparação era realizada entre a cor da barra e a palavra do estímulo Stroop, os sujeitos deveriam acessar o

sistema semântico, ao passo que, na tarefa de decisão visual, isto não era necessário, podendo a tarefa ser executada apenas por um pareamento físico para cores. Desta forma, o efeito de interferência dependeria da ativação de códigos semânticos e, por isso, não ocorreria na tarefa de pareamento entre as cores dos estímulos. Estes resultados estariam de acordo com a hipótese de que a ativação de códigos semânticos conflitantes predisporia o efeito Stroop.

Em um segundo experimento Luo (1999) inseriu diferentes intervalos entre a apresentação dos estímulos. A barra colorida era apresentada por 1,0s e após um IAE de 1,0s, 1,5s, 2,0s ou 2,5s a palavra colorida aparecia. Desta vez, ele encontrou um efeito de interferência na tarefa de decisão visual e uma redução do efeito na tarefa de pareamento semântico em função do tempo. De acordo com o autor, a estratégia de pareamento físico entre os estímulos seria utilizada quando os estímulos eram apresentados simultaneamente e perdia a sua eficiência quando estes eram apresentados seqüencialmente. Como resultado, o intervalo induziu a uma comparação baseada nos aspectos semânticos dos estímulos, levando ao surgimento do efeito de interferência. Os achados de Luo (1999) ajudam portanto, a reforçar a teoria de que, ao menos parte do conflito presente na tarefa Stroop refere-se à ativação de códigos semânticos conflitantes.

Outros autores propuseram ainda, que a tarefa “Stroop pareado” difere-se da tarefa Stroop tradicional por não apresentar conflito de resposta (Mitchell, 2006; Zysset et al., 2001). Neste tipo de tarefa os sujeitos devem responder se dois estímulos são iguais ou diferentes apertando uma tecla ao invés de falar o nome da cor do estímulo, como usualmente feito. Portanto, segundo estes autores, nestes casos não existiria conflito entre a programação motora automática relacionada à resposta oral para o distrativo e a resposta voluntária relacionada ao alvo.

Zysset (2001) utilizou uma tarefa de “Stroop pareado” semelhante à condição “pareamento cor-palavra” de Dyer (1973), no intuito de investigar quais estruturas cerebrais estariam ativas durante a execução desta tarefa. O estímulo Stroop era apresentado acima de uma palavra relacionada à cor em preto, e os sujeitos deveriam julgar se a cor do estímulo de cima era igual ou não ao significado do estímulo de baixo. Após fazerem o julgamento, os sujeitos emitiam a resposta apertando uma dentre duas teclas com os dedos indicador (resposta igual) ou médio (resposta diferente) da mão direita. O estímulo Stroop poderia ser congruente ou incongruente. Os TRs para a condição incongruente foram 82ms mais lentos do que para condição congruente. Além disto, eles não observaram, com fMRI, ativação do cíngulo anterior em resposta à execução desta tarefa. Uma vez que o cíngulo anterior havia sido anteriormente associado à resolução de conflito de resposta (e.g., Botvinik 2004), este trabalho fortaleceu a hipótese de que o conflito de resposta não contribuiria para a interferência encontrada durante a tarefa de “Stroop pareado”. Portanto, segundo Zysset (2001), a competição entre os códigos semânticos provenientes da palavra (distrativo) e da cor do estímulo (alvo) predisporiam o conflito presente neste tipo de tarefa. Mais recentemente, Mitchell (2006) também não encontrou ativação no cíngulo anterior, utilizando o “Stroop pareado”, o que ratificou os resultados encontrados por Zysset et al. (2001).

No entanto, Goldfarb & Henik (2006), através de uma análise mais detalhada dos resultados anteriormente encontrados por Luo (1999) com o “Stroop pareado”, questionaram o postulado de que não há conflito de resposta neste tipo de tarefa. Segundo eles, para entender e interpretar corretamente o que ocorre durante a execução desta tarefa é preciso discriminar todas as combinações possíveis entre estímulos (distrativos e cores) e respostas (igual e diferente) envolvidas na tarefa,

algo que Luo (1999) não fez. Estas combinações, utilizadas por Luo (1999) estão representadas na figura 2B.

Como pode ser observado, na tarefa de Luo (1999) poderiam ocorrer 5 combinações possíveis. Note que, quando a resposta dos voluntários era “igual”, o estímulo Stroop podia ser congruente (e.g. a palavra “VERDE” em verde) ou incongruente (e.g. a palavra “AZUL” em verde). Por outro lado, para a resposta “diferente” existem duas possibilidades para a condição “incongruente”. A cor do outro estímulo (barra colorida) poderia se relacionar (condição 5) ou não (condição 4) à cor do estímulo Stroop.

O problema recentemente apontado por Goldfarb & Henik (2006) quanto aos resultados encontrados com a tarefa “Stroop pareado” é o fato de Luo (1999) não ter separado para fins de análise, as diferentes combinações possíveis formadas com a utilização desta tarefa. Por exemplo, Luo (1999) ao expor seus resultados apresentou apenas quatro condições, duas para a resposta “igual” e duas para “diferente”. Além disso, ele considerou para fins de cálculo do efeito de interferência, não a congruência relativa ao estímulo Stroop, mas sim a relação entre as cores dos dois estímulos. Ele reuniu para fins de análise, os resultados encontrados para as condições 3 e 4, já que ele considerou que, como as cores dos dois estímulos eram diferentes, estes deveriam ser classificados como incongruentes. A média dos resultados encontrados para estas duas condições foi então contrastada com o resultado encontrado para a condição 5. No entanto, considerando o estímulo Stroop como base de comparação para a “congruência” dos estímulos (como feito por Goldfarb & Henik [2006]), Luo (1999) teria reunido, na realidade, os resultados encontrados, para as condições “incongruente/não-relacionado” e “congruente/não-relacionado”, sobrepondo resultados para condições

onde o estímulo Stroop era congruente e incongruente. Como resultado, Luo (1999) encontrou que os TRs para a condição 5, eram mais rápidos do que para os TRs obtidos através da média entre as condições 3 e 4.

Atento a este equívoco, Goldfarb & Henik (2006) refez o paradigma de Luo (1999), desta vez discriminando os TRs para todas as condições. Através desta medida, eles encontraram resultados diferentes dos encontrados por Luo (1999) para a resposta “diferente”. Eles encontraram que as que as condições 3 (Luo, 1999) eram mais lentas que as 4 e 5 (Luo, 1999). Ou seja, para a resposta “diferente”, quando o estímulo Stroop é congruente, os TRs são mais lentos do que quando o estímulo Stroop é incongruente.

Segundo a interpretação de Goldfarb & Henik (2006), quando os indivíduos julgam se os atributos (cor do estímulo Stroop com a palavra em preto) são iguais ou diferentes, estímulos Stroop congruentes, por apresentarem atributos iguais (palavra AMARELO em amarelo), tendenciarão os voluntários a responder “igual”. Já estímulos Stroop incongruentes, por apresentarem atributos diferentes (palavra AMARELO em azul), gerarão respostas equivalentes à “diferente”. Quando a resposta deve ser “igual” e o estímulo Stroop é congruente, não haverá conflito de resposta. Por outro lado, quando a resposta é “igual”, mas o estímulo Stroop é incongruente, haverá um conflito entre a tendência de resposta gerada pelo estímulo Stroop (diferente) e a resposta que deve ser emitida (igual). Neste caso, portanto, os TRs para a condição congruente (sem conflito de resposta) seriam mais rápidos do que para a condição incongruente (com conflito de resposta). Para a resposta “diferente” ocorreria o contrário. Agora, não haverá conflito de resposta para os estímulos Stroop incongruentes, enquanto que haverá para os congruentes. Desta forma, a condição “congruente” passaria a ser mais lenta do que as condições

incongruentes (relacionadas e não-relacionadas). Goldfarb & Henik (2006), propuseram, portanto, que na tarefa Stroop pareado também haveria conflito de resposta.

Assim, os resultados obtidos por Goldfarb & Henik (2006) colocam à prova inclusive os resultados encontrados por Zysset et al. (2001) e Mitchell (2006). Nestes dois trabalhos, somente duas condições foram consideradas para análise (congruente e incongruente) não sendo levado em consideração as possíveis diferenças entre as respostas “igual” e “diferente”. Visto que, como proposto por Goldfarb & Henik (2006), torna-se necessário analisar as condições em separado para que seja feita uma interpretação correta dos resultados, talvez estes trabalhos não tenham observado ativação no cíngulo anterior por terem desconsiderado as diferenças entre as diferentes combinações possíveis desta tarefa.

Por fim, ainda é válido que seja feita uma crítica quanto aos resultados encontrados por Goldfarb & Henik (2006). Anteriormente a este trabalho, Dyer (1973) já havia analisado em separado as diferentes condições encontradas na tarefa Stroop pareado. No entanto, os resultados encontrados por Goldfarb & Henik (2006) para a resposta “diferente” não correspondem aos encontrados por Dyer (1973) para a tarefa palavra-cor. Nos resultados encontrados por Dyer (1973), ao contrário de Goldfarb & Henik (2006), os TRs para as condições incongruentes eram mais lentos do que para a condição congruente. O resultado de Dyer (1973) contradiz, portanto, a proposta de Goldfarb & Henik (2006) de que a interferência encontrada, seria em parte resultante do conflito de resposta, o que aumenta ainda mais a discussão sobre a presença ou ausência de conflito de resposta nesta tarefa. Existe, no entanto, um consenso de que o conflito semântico é responsável ao menos por parte do efeito de interferência encontrado na tarefa Stroop pareado.

Em resumo, parece existir uma lacuna na literatura quanto à tarefa “Stroop pareado”. Os resultados encontrados para a resposta “igual” têm sido constantemente replicados, sendo os TRs mais lentos para a condição incongruente em relação à congruente. No entanto, os resultados encontrados para a resposta “diferente” são bastante controversos e parecem depender da variação da tarefa utilizada (cor-palavra e palavra-cor) e das condições consideradas para a análise.

### 1.3) CONTEXTUALIZAÇÃO DO TRABALHO

Como já descrito anteriormente, a função principal do controle cognitivo é reduzir a interferência provocada por estímulos ou respostas concorrentes e inapropriadas, de forma a otimizar as respostas relacionadas à tarefa-alvo. Alguns autores interpretam a ocorrência do efeito Stroop como sendo consequência da incapacidade deste sistema em conseguir suprimir completamente a interferência dos distrativos (Dejong et al., 1999; West & Alain, 2000). Já foi mostrado, através de diversos paradigmas, que a influência automática de uma palavra pode ser sobrepujada por mecanismos relacionados ao controle cognitivo quando há tempo suficiente para que estes possam ser implementados (e.g. Neely, 1977). Uma possibilidade, portanto, ainda não explorada, é a de que o efeito Stroop não seria resultante de limitações absolutas na implementação deste controle, mas de falhas em empregar efetivamente estas capacidades inibitórias em virtude do tempo disponível ser insuficiente.

Dentro deste contexto, a manipulação temporal da tarefa Stroop pareado constitui-se em uma ferramenta extremamente interessante, já que permite, através de uma mesma tarefa, responder algumas perguntas relativas ao efeito Stroop.

Primeiramente, a introdução de diferentes intervalos durante esta tarefa poderia responder uma questão central referente ao efeito Stroop: processos atencionais voluntários podem modular ou até mesmo eliminar a interferência de distrativos em uma tarefa de Stroop pareado através de uma manipulação temporal adequada? Se a resposta for sim, quando isto ocorreria? Em segundo lugar, a utilização de diferentes estratégias de comparação (visual ou semântica) como proposto por Luo (1999), podem fornecer subsídios adicionais para a teoria que apóia a interferência baseada no conflito semântico. Além disso, a introdução do intervalo na tarefa decisão visual pode ajudar a responder outras perguntas também pertinentes como, por exemplo, por quanto tempo a comparação baseada apenas nos aspectos físicos dos estímulos é possível e quando a ativação semântica começa a exercer sua influência sobre a magnitude do efeito?

Embora os trabalhos que utilizaram a tarefa Stroop pareado difiram quanto aos detalhes experimentais e não tenham chegado a uma conclusão consensual sobre os seus resultados, todos os estudos encontraram uma interferência Stroop através da utilização deste paradigma. No entanto, os procedimentos experimentais utilizados neste tipo de tarefa Stroop e em outras variações do paradigma não conseguiram até agora responder satisfatoriamente às perguntas anteriormente colocadas. Acreditamos que para serem capazes de responder a estas perguntas os paradigmas de Stroop pareado deveriam preencher os seguintes requisitos: i) o estímulo Stroop (congruente ou incongruente), que representa a origem do conflito, deve ser apresentado primeiro; ii) este deve ser sucedido por diferentes intervalos (curtos e longos) para permitir a implementação de diferentes estratégias atencionais nestes intervalos; iii) os resultados envolvendo as respostas “igual” e “diferente” devem ser analisados separadamente.

No presente trabalho, utilizaremos, portanto, uma tarefa Stroop pareado elaborada para atender os requisitos acima mencionados. Acreditamos desta forma ser possível indiretamente avaliar os mecanismos responsáveis pela geração e resolução do conflito envolvido no efeito Stroop.

#### 1.4) MEDIDAS COMPORTAMENTAIS E CEREBRAIS EMPREGADAS

Além da técnica de cronometria mental (tempo de reação), utilizaremos neste trabalho o registro eletroencefalográfico pela técnica dos potenciais evocados visuais.

A utilização de métodos objetivos de análise do processamento cerebral, aliado aos métodos comportamentais, constitui-se em uma forma útil de avaliação dos mecanismos neurais envolvidos na realização da tarefa. A técnica dos Potenciais Evocados (também chamados “event-related brain potentials”) se baseia nos aspectos dos potenciais elétricos (eletroencefalografia - EEG) que são tempo-relacionados a eventos específicos, sejam eles sensoriais, motores ou mesmo funções cognitivas que estejam sendo executadas naquele momento. São vistos como manifestações de atividades cerebrais que ocorrem em preparação ou em resposta a eventos discretos (Fabiani et al., 2000). Conceitualmente, representam manifestações de processos neurofisiológicos específicos, sendo considerado o método não-invasivo das neurociências cognitivas que oferece a melhor resolução temporal. Modulações nas ondas registradas podem produzir desde alterações na amplitude como atrasos ou adiantamento das mesmas. Assim, as alterações mais comumente buscadas são: alterações no formato das ondas de acordo com o uso de diferentes condições experimentais; modulações no momento (tempo) de

aparecimento de uma onda relacionada a um evento específico, de acordo com as diferentes condições testadas; diferenças na magnitude do pico de um componente dos potenciais evocados, relacionado a algum processo específico, indicando mudanças no grau de envolvimento de tal processo na execução da tarefa (Fabiani et al., 2000).

Inúmeros trabalhos têm consistentemente aplicado a técnica de potenciais evocados à tarefa Stroop (Atkinson et al., 2003; Markela-Lerenc et al., 2004; West & Alain, 1999b). Estes envolvem principalmente, a análise temporal de eventos neurais relacionados ao sistema executivo atencional durante a execução deste teste (West et al., 2005). Nestes trabalhos alguns componentes são freqüentemente pesquisados, destacando-se uma onda negativa de localização frontal, com amplitude máxima numa latência em torno de 450ms (em geral de 400 a 500 ms). Esta onda (N450), apresenta uma amplitude maior para estímulos Stroop incongruentes em relação a congruentes e parece estar relacionada à detecção de conflito pelo córtex cingulado anterior (Liotti et al., 2000; West, 2003; West & Alain, 1999b).

No entanto, o presente trabalho traz importantes modificações com relação ao paradigma Stroop clássico, objeto dos estudos acima, e que devem ser consideradas. Começando pelo fato de que, no paradigma de Stroop pareado, os indivíduos devem comparar dois estímulos onde um deles é o estímulo Stroop. Além disto, incluímos intervalos entre o aparecer dos dois estímulos, o que também é uma inovação. Por fim, a técnica dos potenciais evocados nunca antes foi utilizada em um paradigma de Stroop pareado, o que torna difícil prever com exatidão os componentes/ondas que serão sensíveis à manipulação utilizada. No entanto, é possível também encontrar semelhanças entre a tarefa de Stroop pareado com

outras tarefas de pareamento e apresentação consecutiva de estímulos relacionados, assim como com tarefas envolvendo conflito entre mecanismos automáticos e voluntários. Alguns componentes específicos associados a estas tarefas podem eventualmente ser passíveis de análise através da tarefa de Stroop pareado.

A N270 é uma onda fronto-central de ocorrência freqüente em tarefas de pareamento com apresentação de estímulos seqüenciais e ocorre após a apresentação do segundo estímulo. Em uma série de estudos, Wang e colaboradores têm observado sistematicamente que a amplitude desta onda negativa (que ocorre na latência entre 200 e 360ms) é maior quando o segundo estímulo apresenta características diferentes do primeiro (Wang et al., 2001; Wang et al., 2002; Zhang et al., 2003). Em um de seus trabalhos, foram utilizados dois estímulos que apareciam consecutivamente e que poderiam ser iguais, ou diferenciar-se quanto à cor ou forma (Wang et al., 2004). Os sujeitos deveriam comparar a cor dos dois estímulos e, neste caso, ignorar a forma ou comparar a forma dos dois estímulos e ignorar a cor. Eles viram que quando os estímulos diferenciavam-se com relação ao atributo relevante (e.g. formas diferentes quando a tarefa era comparação das formas), a amplitude da N270 era máxima. A amplitude era intermediária quando os estímulos diferenciavam-se com relação ao atributo irrelevante (e.g. cores diferentes quando a tarefa era comparação das formas) e era pequena quando todos os atributos dos estímulos eram iguais. Esta onda parece ser, portanto, ser sensível à inconsistência entre dois estímulos a serem pareados, principalmente se esta diferença ocorre para o atributo relevante na tarefa. Considera-se que esta onda refletiria uma ativação do sistema cognitivo observada quando os atributos dos estímulos a serem comparados são conflitantes.

A favor desta hipótese, em um trabalho recente deste grupo, a técnica de fMRI foi aplicada à tarefa de pareamento entre dois estímulos visuais. Estes eram diferentes formas geométricas (quadrados, retângulos, círculos) apresentados consecutivamente e com um intervalo de apresentação de 500ms entre eles. A ativação no córtex cingulado anterior e no pré-frontal dorsolateral foi maior quando as duas formas eram diferentes do que quando eram iguais, indicando a participação do sistema executivo atencional neste tipo de tarefa (Zhang et al., 2008).

Outro componente que merece ser mencionado é o N2. Este, em termos gerais, seria a segunda deflexão negativa decorrente de uma série de eventos, particularmente os que envolvem controle cognitivo. Ele tem sido encontrado em trabalhos envolvendo tarefas que requerem a inibição de uma resposta já programada (Bruin & Wijers, 2002) e quando há competição por recursos de processamento e conflito (Botvinick et al., 2004). Em uma importante revisão recente, Folstein & Van (2008) sugerem que N2, na verdade, representaria uma “família” de deflexões negativas fásicas na região fronto-central do escalpo e que seriam sensíveis à tarefas envolvendo diferentes níveis de controle cognitivo. Estas originariam-se em um gerador neural comum que, neste caso, seria o córtex cingulado anterior. Esta hipótese estaria em acordo com os trabalhos com fMRI que mostram que regiões comuns do córtex cingulado anterior ativam-se em uma ampla variedade de tarefas conteúdo conflito em níveis de processamento precoces ou mais tardios (Ridderinkhof et al., 2004). Estas ondas classificadas por Folstein & Van (2008) como pertencentes à família de ondas N2, seriam compostas pelos múltiplos componentes fronto-centrais negativos encontrados em diversos trabalhos, com

amplitude máxima nas latências entre 250 e 300ms após o acender de um estímulo conflitante.

Iremos, portanto, prioritariamente direcionar nossa análise para ondas relacionadas ao processamento de estímulos conflitantes, já descritas na literatura como associadas ao sistema executivo atencional. Particularmente, estamos interessados em ondas capazes de diferenciar estímulos incongruentes e congruentes.

## **2) OBJETIVOS**

### **2.1) OBJETIVO GERAL**

O objetivo central deste trabalho foi estudar os mecanismos envolvidos na geração e resolução do conflito envolvido no efeito Stroop. Para isto utilizamos uma variação da tarefa Stroop tradicional, a tarefa denominada “Stroop pareado”. Diferentes intervalos foram introduzidos entre o aparecer de dois estímulos consecutivos, sendo um deles, o estímulo “Stroop”, objetivando observar quando os mecanismos atencionais voluntários serão capazes de resolver por completo o conflito presente na tarefa. Além disso, para melhor verificar a influência da ativação de códigos semânticos na geração do efeito Stroop, induzimos tanto a comparação visual quanto a semântica entre os estímulos e aplicamos a técnica de potenciais evocados.

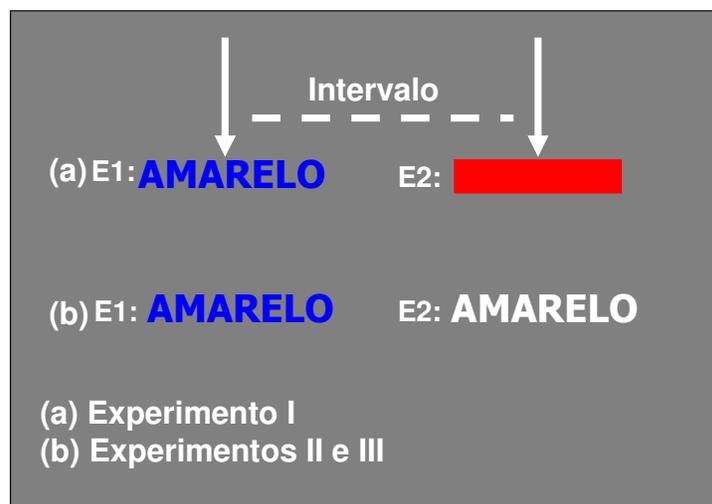
### **2.2) OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- 1) Obter, através do paradigma proposto, o curso temporal do efeito Stroop.
- 2) Avaliar de que forma a ativação tempo-dependente de mecanismos atencionais voluntários podem modular a magnitude da interferência.
- 3) Estudar a contribuição do conflito semântico na geração do efeito Stroop.
- 4) Registrar, através da técnica de potencial evocado, as alterações elétricas corticais associadas ao processamento dos estímulos apresentados na tarefa Stroop pareado.

### 3) CONSIDERAÇÕES GERAIS SOBRE OS EXPERIMENTOS.

Este trabalho é constituído por três experimentos. Considerações detalhadas pertinentes aos objetivos de cada um deles, arranjo experimental e resultados obtidos, serão apresentados em três seções separadas referentes a cada experimento.

Em todos os experimentos, os sujeitos realizaram a tarefa “Stroop pareado”, que consistia na comparação entre dois estímulos consecutivos no qual um deles era o “estímulo Stroop” (E1). O outro estímulo poderia ser uma barra colorida (Experimento I) ou uma palavra relacionada à cor escrita em branco (experimentos II e III) sobre um fundo cinza escuro - ver figura 3. Diferentes intervalos entre o aparecer dos estímulos foram utilizados em cada experimento no intuito de determinarmos o curso temporal da interferência obtida, ou seja, o tempo necessário para que os mecanismos de controle voluntário possam sobrepujar os mecanismos automáticos relacionados ao distrativo (palavra) presente no estímulo Stroop.



**Figura 3: Exemplos de apresentação dos estímulos nos experimentos I, II e III. A apresentação dos estímulos era separada por um intervalo variável para cada experimento. Os sujeitos deveriam julgar se as cores dos dois estímulos (Experimento I) ou se a cor do estímulo Stroop e o significado da palavra em branco eram iguais (Experimentos II e III).**

No experimento I, a comparação física entre os estímulos era solicitada, de forma similar à tarefa de decisão visual utilizada por Luo (1999). Os sujeitos deveriam, portanto, julgar se as cores dos dois estímulos eram iguais ou diferentes. Já no experimento II, a comparação semântica entre os estímulos era solicitada, de maneira análoga à tarefa de pareamento semântico utilizada por Luo (1999), Dyer (1973), Zysset (2001) e Mitchell (2006). Os sujeitos deveriam então julgar se a cor do estímulo Stroop correspondia ou não ao significado de uma palavra relacionada à cor, escrita em branco. Através dos experimentos I e II, manipulamos as estratégias de comparação (física ou semântica) utilizadas pelos sujeitos e, desta forma, avaliamos a importância do conflito semântico para a interferência obtida na tarefa Stroop.

No experimento III coletamos a atividade eletroencefalográfica cortical simultaneamente à coleta dos tempos de reação durante a tarefa de pareamento semântico, com o objetivo de traçar um paralelo entre o processamento cerebral e o comportamento. Pretendemos, portanto, através da análise de ondas cerebrais específicas determinar, de forma mais objetiva, a participação do conflito semântico para a geração do efeito Stroop, assim como o tempo de ativação dos mecanismos voluntários relacionados à resolução do conflito presente nesta tarefa.

Em todos os experimentos nós adotamos a estratégia de enfatizar a resposta “igual” em detrimento da resposta “diferente” através da utilização de uma tarefa de tempo de reação “vai-não-vai” ao invés da tarefa de tempo de reação de escolha normalmente utilizada em tarefas “Stroop pareado”. Na tarefa de tempo de reação vai-não-vai os voluntários devem apertar a tecla de resposta somente quando o E1 e o E2 forem iguais, não havendo nenhuma resposta quando os estímulos forem diferentes. A adoção desta estratégia é justificada pelos seguintes argumentos:

1) Os resultados para a resposta igual são continuamente replicados na literatura para a tarefa de Stroop pareado, enquanto que os resultados para a resposta “diferente” são conflituosos e confusos. Desta forma, para simplificar a interpretação dos resultados obtidos, decidimos enfatizar e aumentar o número de respostas “iguais”. Em cada experimento, 75-80% dos testes a resposta elicitada era do tipo “igual” (vai). Apesar de explicitamente não existir a resposta “diferente”, esta esteve presente em 20-25% dos testes nos quais os voluntários não deveriam emitir resposta (não-vai) e foi utilizada para minimizar o comportamento antecipatório por parte dos voluntários.

2) Um dos objetivos gerais deste trabalho é o registro da atividade cortical através da técnica de potenciais evocados. Um dos requisitos necessários para a utilização desta técnica é a existência de um número mínimo de ensaios por condição que permitam obtenção dos componentes através da promediação do sinal de EEG (Luck, 2005b). Goldfarb & Henik (2006) preconizaram que todas as condições oriundas das diferentes combinações entre os estímulos deveriam ser consideradas para que houvesse uma correta interpretação dos resultados obtidos. No entanto, estas combinações geram 5 condições, que somadas à manipulação temporal, gerariam um grande número de condições, inviabilizando a coleta de grande número de ensaios por condição, o que comprometeria a análise e interpretação dos potenciais evocados. A solução para este problema está na utilização da tarefa vai-não-vai. Neste caso, as condições que geram a resposta “diferente” estão presentes, ainda que em menor número, o que continuaria gerando o conflito de resposta proposto por Goldfarb & Henik (2006).

A figura 4 mostra as condições utilizadas nos testes do tipo “vai” e “não-vai”. A tarefa de Stroop pareado “cor-palavra” utilizada por Dyer (1973) é a que mais se

assemelha à utilizada no presente trabalho, por isso também é representada nesta figura. As condições 1 e 2 foram utilizadas como “vai”. Note que na condição 1, o estímulo Stroop é congruente (e.g. a palavra AZUL em azul). Já na condição 2, o estímulo Stroop é incongruente (e.g. a palavra AMARELO em azul). Como a tarefa do sujeito é comparar a cor do estímulo Stroop com o segundo estímulo (cor da barra ou significado da palavra), o sujeito deve responder para as condições 1 e 2, mas não para as outras condições. Nos testes do tipo “vai” sempre que o estímulo Stroop é congruente, a palavra (distrativo) do estímulo Stroop relaciona-se à cor da barra ou ao significado da palavra. Ou seja, sempre quando o estímulo Stroop é congruente, também é relacionado. Da mesma forma, sempre que o estímulo Stroop é incongruente, também é não-relacionado (ver condição 2).

Nos testes do tipo “não-vai” a condição congruente (condição 3) será sempre não relacionada ao E2. Já os testes incongruentes podem ser não-relacionados (condição 4) ou relacionados (condição 5), como foi previamente comentado na introdução. Por estas condições terem gerado resultados divergentes na literatura, optamos, portanto, por não coletar seus tempos de reação (testes “não-vai”) nem proceder uma análise dos seus potenciais evocados. No entanto, análises detalhadas dos erros obtidos para cada condição foram realizada a partir dos dados obtidos no experimento III.

Dyer (1973)		Experimento I		Experimentos II e III	
Tarefa "cor-palavra"		Tarefa "comparação visual"		Tarefa "comparação semântica"	
IGUAL (50%)	DIFERENTE (50%)	VAI (75%)	NÃO-VAI (25%)	VAI (75-80%)	NÃO-VAI (25-20%)
1) VERDE VERDE	3) AZUL VERDE	1) AZUL 	3) AZUL 	1) AZUL AZUL	3) AZUL VERMELHO
2) AZUL VERDE	4) VERMELHO VERDE	2) AMARELO 	4) AMARELO 	2) AMARELO AZUL	4) AMARELO AZUL
	5) VERMELHO VERMELHO		5) VERMELHO 		5) VERMELHO VERMELHO

Figura 4: Exemplos de condições utilizadas nos experimentos I, II e III comparadas às utilizadas por Dyer (1973). As condições 1 e 2 foram utilizadas para fins de análise dos TRs e Potenciais Evocados e representavam de 75 (experimentos I e II) a 80% (experimento III) dos ensaios.

### 3.1) EXPERIMENTO I

No experimento I, o primeiro estímulo (E1) era uma palavra relacionada à cor escrita em amarelo, vermelho ou azul (o estímulo Stroop) e o segundo estímulo (E2) era uma barra colorida. Os sujeitos deveriam comparar a cor dos dois estímulos, ignorando o distrativo (palavra) presente no estímulo Stroop. Neste caso, o conflito está presente no E1 e em testes incongruentes a palavra irá atuar como um distrativo podendo interferir na tarefa de pareamento das cores dos estímulos. Diferentes intervalos entre o aparecer dos estímulos foram empregados, objetivando modular a magnitude da interferência Stroop. Durante intervalos curtos, acreditamos que estratégias de comparação visual serão prioritariamente utilizadas pelos voluntários, enquanto que estratégias de comparação semântica serão utilizadas em intervalos longos (Lu et al., 2005; Luo, 1999; Posner et al., 1969). A introdução de intervalos longos também poderá favorecer a alocação de mecanismos voluntários responsáveis por minimizar o conflito presente no estímulo Stroop.

#### **3.1.1) Métodos**

##### 3.1.1.1) Sujeitos

Participaram voluntariamente do experimento 16 sujeitos (5 homens) estudantes da Universidade Federal Fluminense, com idade média de 21,8 anos (DP= 3,5). Todos ignoravam os objetivos do experimento e não receberam qualquer remuneração ou vantagem em conceitos acadêmicos por sua participação. A dominância manual foi classificada de acordo com o Inventário de Edinburgh

(Oldfield, 1971) - ANEXO I, sendo todos os voluntários destros. Todos tinham acuidade visual normal ou corrigida e visão normal para cores o que foi verificado através do teste optométrico de Snellen (Sue, 2007) e do teste de Ishihara (Birch, 1997), respectivamente. Estes testes eram realizados antes do início da sessão. Os sujeitos eram livres para abandonar os experimentos a qualquer momento, conforme consta no termo de consentimento livre e esclarecido (ANEXO II), assinado por eles antes da aplicação dos testes. Os procedimentos realizados neste projeto foram aprovados pelo Comitê de Ética em Pesquisa do CCM/UFF, parecer nº 06/01 de 21/02/01.

#### 3.1.1.2) Aparato

Todos os testes foram realizados em uma sala especialmente preparada para esta finalidade, com luminosidade indireta e atenuação sonora relativa. Os sujeitos sentavam-se em frente à tela do computador e apoiavam a sua cabeça em um apoiador de frente e mento, para que fosse mantida fixa a distância entre o sujeito e a tela de 57 cm (figura 5). Os testes eram controlados um computador Pentium 75 MHz com 16 Mb de memória RAM e os estímulos eram gerados através de um software próprio para testes denominado MEL 2 (Micro Experimental Laboratory, versão 2). Os sujeitos eram instruídos a pressionar uma tecla (chave de resposta) com o dedo indicador da mão dominante, o mais rapidamente possível, tão logo detectassem o estímulo imperativo -Tempo de Reação (TR). A chave de resposta ligava-se ao computador através de um conversor conectado ao computador pela entrada serial.

A luminância das cores dos estímulos foi aferida através de um fotômetro J-16 Tektronix®. A luminância do amarelo era igual a  $9,3\text{cd/m}^2$ , do azul  $4,8\text{cd/m}^2$  e do

vermelho  $1,7\text{cd/m}^2$ . Os estímulos foram apresentados em uma tela de cor cinza escura de luminância igual a  $0,17\text{cd/m}^2$ .

Os trabalhos que utilizam a tarefa Stroop na literatura, não levam em consideração as diferenças de luminância entre os estímulos. Isto porque as cores dos estímulos são distribuídas de forma balanceada entre as condições congruentes e incongruentes. No presente trabalho adotamos esta mesma estratégia, de forma a minimizar qualquer efeito referente às diferenças de luminância entre os estímulos.

Além disso, um trabalho anterior do nosso grupo mostrou que o tempo de reação é pouco influenciado pelas diferenças entre as cores utilizadas no presente trabalho (Machado-Pinheiro et al., 2002). Neste trabalho, os sujeitos deveriam realizar uma tarefa onde os sujeitos deveriam responder ao aparecimento de barras coloridas (em amarelo, azul, vermelho) com a mesma luminância utilizada no presente trabalho. A única diferença encontrada foi entre os tempos de reação para os estímulos vermelhos e amarelos, sendo as respostas para os estímulos vermelhos apenas 6ms mais lentas do que para os estímulos amarelos.



**Figura 5: Os sujeitos sentavam-se em frente à tela do computador pentium que controlava a apresentação dos estímulos e registrava as respostas. Note o indicador sobre a tecla e a cabeça sobre o apoiador de frente e mento.**

### 3.1.1.3) Procedimentos

A figura 6 ilustra a seqüência temporal de aparecimento dos estímulos. No início do teste, aparecia um círculo vazio no centro do monitor que servia como ponto de fixação (PF) e, simultaneamente ao PF, um alerta sonoro (“bip”), oriundo do alto falante do computador, era emitido por 50ms. Após um período de aproximadamente 700ms (600 a 800ms, aleatoriamente), aparecia o primeiro estímulo (estímulo Stroop-E1) por 100 ou 300ms, 1,5° acima do PF. O E1 era uma palavra relacionada à cor (as palavras AMARELO, VERMELHO ou AZUL) nas cores amarela, vermelha ou azul. Cada letra media 0.9° x 0.9°. O estímulo Stroop poderia ser: i) congruente – palavra e cor compatíveis (e.g. a palavra AMARELO em amarelo); ou ii) incongruente – palavra e cor incompatíveis (e.g. a palavra AMARELO em vermelho). Após um intervalo variável um segundo estímulo era apresentado. O E2 era uma barra (0.9° x 5.4°) nas cores amarela, vermelha ou azul e permanecia na tela até a execução da resposta manual. Os intervalos entre o apagar do E1 e o acender do E2 (Intervalo entre estímulos- IEE) poderia ser também de 100 ou 300ms. As diferentes durações do E1 (100 ou 300ms) e os diferentes IEEs (100 ou 300ms) ocorriam aleatoriamente e com a mesma probabilidade no decorrer do experimento. Desta forma, três IAEs (Intervalo entre o Acender dos Estímulos) distintos poderiam ocorrer a partir da combinação entre a duração do E1 e IEE: 200, 400 e 600ms. Note que o IAE de 400ms poderia ser composto por duas combinações diferentes entre a duração do E1 e IEE (duração=100ms e IEE=300ms ou duração=300ms e IEE=100ms). Esta manipulação foi realizada para que pudéssemos avaliar a participação relativa de cada componente (duração do estímulo e IEE) na magnitude do efeito Stroop. Na figura 7 é possível visualizar a dinâmica temporal de aparecimento do E1 e do E2.

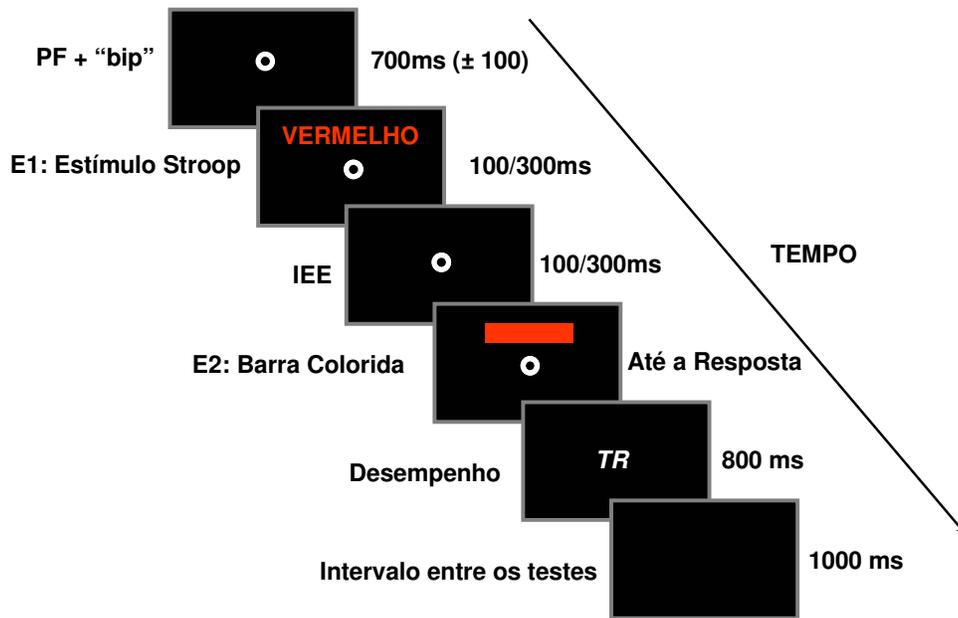


Figura 6: Representação esquemática da seqüência de eventos em cada teste do experimento I. O primeiro estímulo (E1) , o estímulo Stroop, era uma palavra relacionada à cor (AMARELO, VERMELHO ou AZUL) em amarelo, vermelho ou azul. Na condição incongruente, a palavra e a cor não eram compatíveis (e.g. A palavra AMARELO em azul). O segundo estímulo era uma barra colorida. Os sujeitos deveriam comparar as cores dos dois estímulos. O E1 e o E2 eram separados por diferentes intervalos entre estímulos (IEE). TR; Tempo de Reação.

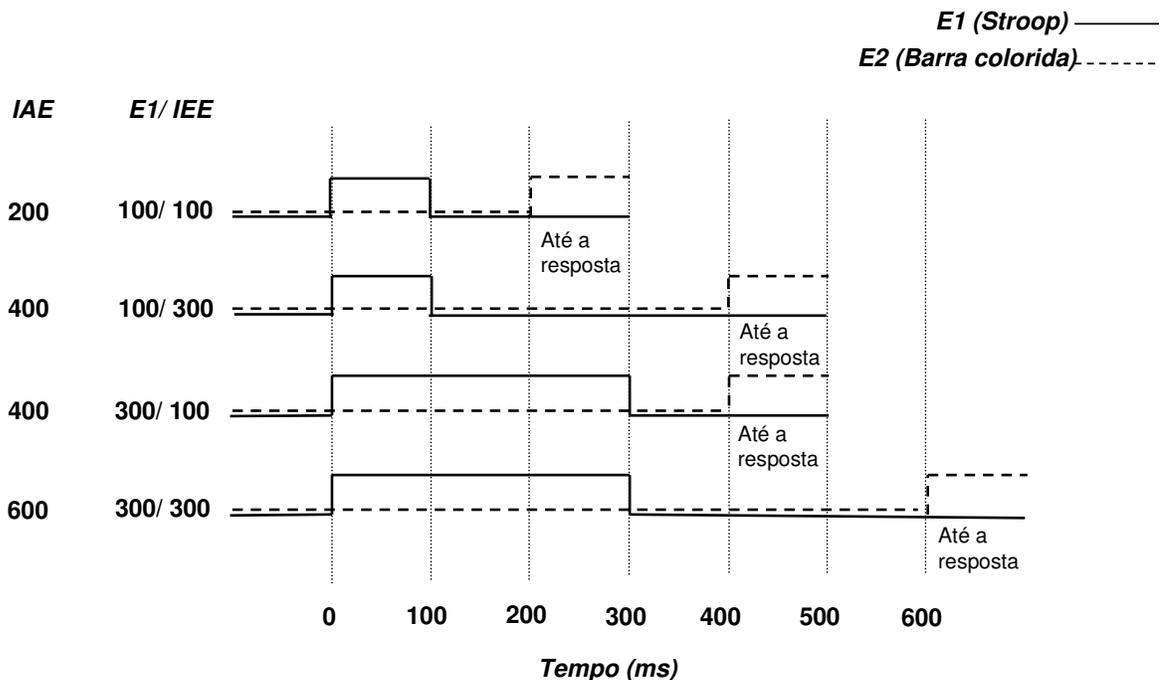


Figura 7: Desenho esquemático representando a estrutura temporal relacionada a apresentação do E1 (estímulo Stroop) e do E2 (Barra colorida) para o experimento I.

Os sujeitos foram instruídos a ignorar o significado da palavra presente no E1 e comparar a cor deste com a cor da barra. Caso os dois estímulos tivessem a mesma cor, eles deveriam pressionar a tecla com o indicador da mão direita assim que detectassem o aparecimento do segundo estímulo (Tempo de Reação). Caso as cores fossem diferentes, não deveriam emitir resposta alguma (Tempo de Reação vai-não-vai). Cada sessão durava aproximadamente 20 minutos e era composta por quatro blocos de 48 testes cada, com um a dois minutos de intervalo entre os blocos. Os voluntários deveriam reponder (testes do tipo “vai”) em 75% das vezes. Portanto, testes do tipo “não-vai” ocorriam em 25% das vezes. Cada bloco continha o mesmo número de testes congruentes e incongruentes em uma ordem aleatória. Imediatamente após a resposta, os valores de TR dos indivíduos eram apresentados na tela por 800ms (retro-alimentação do desempenho). Poderia ainda aparecer a mensagem “correto” (quando os sujeitos não respondiam em um teste “não-vai”), a mensagem “lenta” (quando as respostas eram lentas ou os sujeitos não respondiam em um teste “vai”), “antecipada” (quando as respostas eram iniciadas antes do acender do E2) e ainda a mensagem “erro” (no caso de emissão de resposta em um teste não-vai, o que foi considerado um erro de tecla). Estas mensagens eram mostradas por 800ms. O próximo teste iniciava-se após um intervalo de 1000ms.

Antes do início do experimento, os voluntários recebiam, por escrito, as instruções sobre como proceder nos testes (ANEXO III) e realizavam de dez a vinte testes como exemplos.

#### 3.1.1.4) Análise dos resultados

As medianas dos TRs obtidos pelos 16 sujeitos, foram submetidas à análise de variância (ANOVA) com medidas repetidas tendo **congruência** (congruente e

incongruente), **duração E1** (100 e 300) e **IEE** (100 e 300) como fatores intra-sujeitos. A correção de *Greenhouse-Geisser* foi adotada para os graus de liberdade para corrigir possíveis violações da condição de esfericidade. Análises *Post-hoc* foram realizadas, quando necessárias, utilizando-se o método de Newman-Keuls. O nível de significância adotado foi  $\alpha=0,05$ . Respostas inferiores a 100ms e superiores a 1500ms eram consideradas erros (antecipação e resposta lenta, respectivamente), assim como o erro de tecla (emitir resposta no teste “não-vai”). O erro de omissão (não emitir resposta no teste “vai”) está incluído no total de respostas lentas.

### 3.1.2) Resultados e Discussão

#### 3.1.2.1) Erros

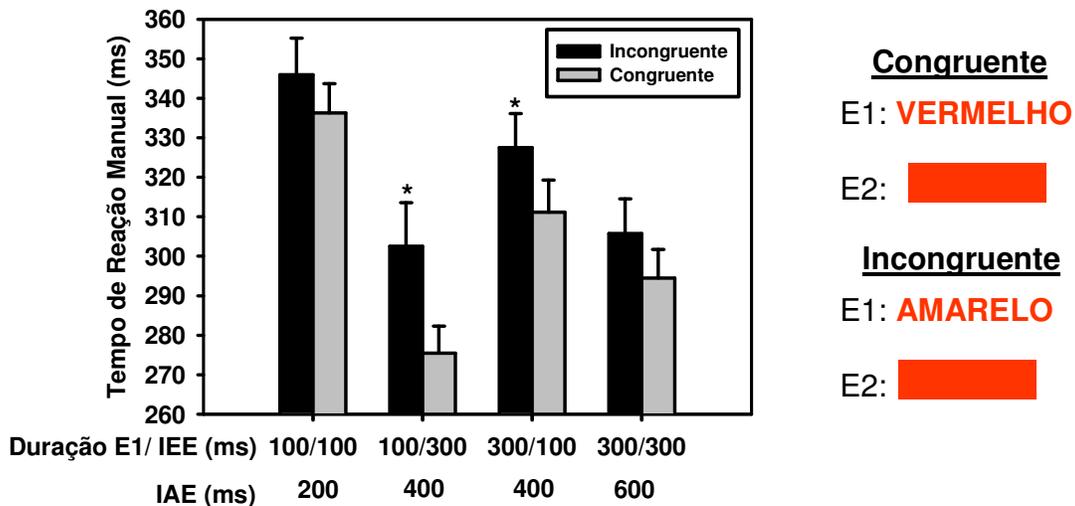
Os erros representaram 2,79 % do total de testes (86 erros em 3.072 testes), sendo a maioria erros de tecla (62 testes). Antecipação e respostas lentas ocorreram em 17 e 7 testes, respectivamente. Devido a problemas relacionados ao computador de coleta dos dados, a análise pormenorizada dos erros para cada condição não pôde ser realizada.

#### 3.1.2.2) Tempos de Reação

A ANOVA revelou um efeito principal para **congruência**, ( $F_{(1,15)}= 52,19$ ;  $p < 0,001$ ;  $\epsilon= 1,00$ ) e **IEE**, ( $F_{(1,15)}= 72,38$ ;  $p < 0,001$ ;  $\epsilon= 1,00$ ), mas não para **duração E1** ( $F_{(1,15)}= 1,58$ ;  $p= 0,227$ ;  $\epsilon= 1,00$ ). As interações entre **congruência** e **IEE** ( $F_{(1,15)}= 2,37$ ;  $p= 0,144$ ;  $\epsilon= 1,00$ ) e entre **congruência** e **duração E1** ( $F_{(1,15)}= 1,10$ ;  $p= 0,310$ ;  $\epsilon= 1,00$ ) não foram significativas. Já a interação tripla (entre **congruência**, **duração** e **IEE**) foi significativa ( $F_{(1,15)}= 4,79$ ;  $p= 0,045$ ;  $\epsilon= 1,00$ ), assim como a interação entre a **duração E1** e **IEE** ( $F_{(1,15)}= 25,38$ ;  $p < 0,001$ ;  $\epsilon= 1,00$ ).

Os TRs foram mais rápidos nos testes congruentes do que nos incongruentes (304 vs. 320 ms, respectivamente). O fator IEE mostrou que os TRs foram mais rápidos no IEE de 300ms. A figura 8 mostra as diferenças encontradas entre as condições congruente e incongruente para todas as combinações entre duração do E1 e IEE. A análise *post-hoc* revelou que o efeito Stroop foi significativo nas duas combinações para o IAE- 400: 27,1ms ( $p < 0,001$ ) para **duração E1= 100ms e IEE= 300ms**; e 16,3 ms ( $p = 0,001$ ) para a **duração E1= 300ms e IEE= 100ms**. A diferença entre as condições congruente e incongruente não foi significativa no IAE-600 - 11,3ms;  $p < 0,101$  e no IAE-200 – 9,7 ms,  $p = 0,078$ .

#### Resultados de tempos de reação para o experimento I



**Figura 8: Tempo de Reação Manual para as condições congruente e incongruente (em relação ao E1) em função da duração E1/IEE. A diferença entre as condições incongruente e congruente foi significativa em 100/300, 300/100 (IAE-400);  $p < 0,05$ . Os asteriscos representam diferenças significativas entre as condições congruente e incongruente (efeito Stroop). As linhas verticais representam o erro padrão médio (EPM).**

A ausência de interação dupla entre **congruência** e **IEE** ou entre **congruência** e **duração E1** e a presença de interação tripla entre **congruência**, **duração** e **IEE** sugerem que a diferença entre os testes incongruentes e

congruentes (*i.e.* o efeito Stroop) seja modulada pela interação entre **duração E1** e **IEE** e não por estes fatores isoladamente. Para confirmar esta hipótese, foi realizado um teste-*t* pareado para avaliar possíveis diferenças na magnitude do efeito Stroop encontrada no **IAE-400** para as diferentes combinações de **duração E1/IEE** (100/300: efeito Stroop= 27,1 ms e 300/100: efeito Stroop= 16,3ms). Não foram encontradas diferenças entre estes valores ( $p= 0,164$ ). Em conjunto, estes resultados indicam que o **IAE**, isto é, o tempo decorrido entre o acender do E1 e do E2, é o fator determinante na modulação do efeito Stroop na tarefa de Stroop pareado.

A ausência do efeito Stroop no IAE-200 pode estar refletindo a tendência de comparação física entre os estímulos, antes que a ativação semântica do distrativo possa interferir no julgamento da tarefa. Esta explicação é plausível desde que é bastante conhecido o fato de que a estratégia de pareamento físico entre estímulos é pouco sustentada no tempo (Cowan, 1988; Posner et al., 1969). Estes resultados corroboram com os achados de Luo (1999) que previamente demonstrou a ausência de interferência em uma tarefa Stroop pareado onde as cores deveriam ser comparadas e os estímulos eram apresentados simultaneamente. Além disto, a ausência do efeito Stroop observada no IAE-600, parece indicar que nesta faixa temporal os mecanismos voluntários estão mais ativos e conseguem inibir a interferência do distrativo de modo mais eficiente.

### 3.2) EXPERIMENTO II

O experimento I revelou que a interferência provocada pelo distrativo na tarefa Stroop pareado foi máxima no IAE-400. Uma observação interessante foi a pequena interferência (aproximadamente 20ms) encontrada em comparação a magnitude de aproximadamente 100ms usualmente relatada na literatura para tarefas de Stroop pareado (e.g. Dyer, 1973; Goldfarb & Henik, 2006). Como a tarefa era comparar as cores dos estímulos, os voluntários utilizaram como estratégia principal o pareamento físico, o que ajudou a minimizar a interferência do distrativo, principalmente no IAE mais curto, quando este tipo de estratégia pode ser mais facilmente implementado (Posner et al., 1969). Esta interpretação é apoiada pelo trabalho de Luo (1999) que, para a tarefa de decisão visual, não encontrou efeito de interferência quando os estímulos eram apresentados simultaneamente, o que poderia explicar o efeito marginal de interferência encontrado no IAE-200 e a pequena magnitude nos IAEs-400 e 600.

Segundo a hipótese de Luo (1999), quando a comparação física entre os estímulos não é mais possível e a estratégia de comparação semântica é adotada, o efeito de interferência é maximizado. Para testar esta hipótese foi realizado um segundo experimento, cujo objetivo principal foi impossibilitar o uso da estratégia de comparação visual pelos voluntários. Para isso, a barra colorida foi substituída por uma palavra relacionada à cor escrita em branco. Os voluntários agora deveriam comparar a cor do E1 (ignorando a palavra presente no estímulo Stroop) com o significado do E2. Desta forma, a ativação de códigos semânticos passou a ser um fator indispensável para a execução da tarefa, mesmo em intervalos curtos - estratégia de comparação semântica. Esperamos que a ativação obrigatória de códigos semânticos conflitantes aumente o efeito de interferência, especialmente em

intervalos mais curtos. Esperamos encontrar agora uma magnitude de interferência semelhante à de outros trabalhos que utilizaram a estratégia de pareamento semântico (Luo, 1999; Goldfarb & Henik, 2006, Dyer, 1973; Zysset, 2001).

### **3.2.1) Métodos**

#### 3.2.1.1) Sujeitos

Participaram deste estudo dezesseis voluntários (6 homens), com a média de idade de 20,7 (DP = 1,7) anos. Todos os outros aspectos foram idênticos a aqueles apresentados no experimento I.

#### 3.2.1.2) Aparato

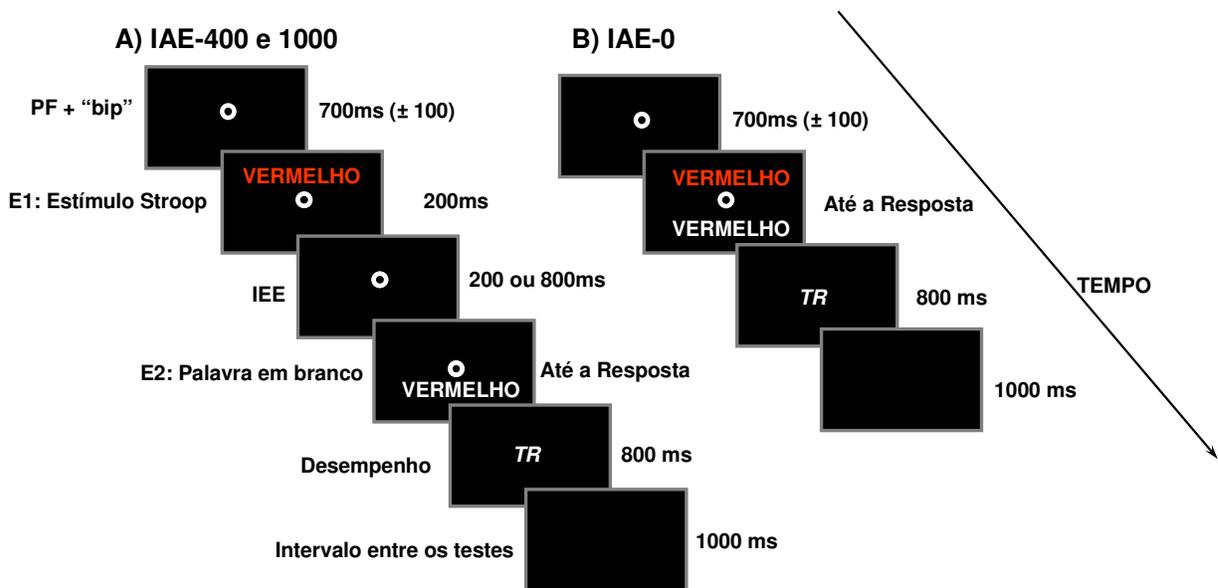
O aparato utilizado no experimento II foi idêntico ao utilizado no experimento I.

#### 3.2.1.3) Procedimentos

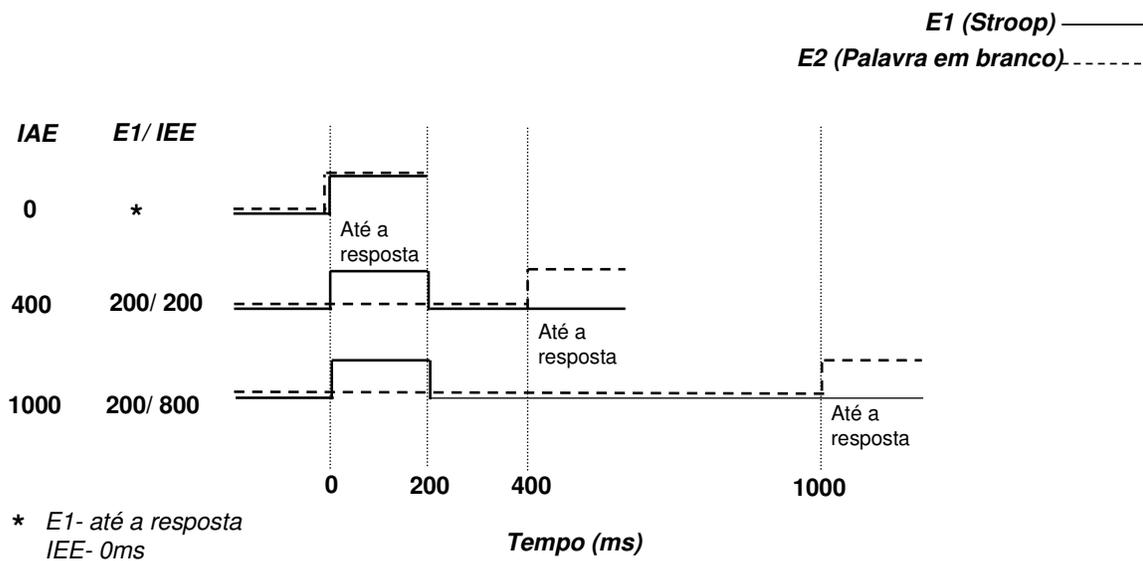
Como o desenho experimental foi similar ao experimento I, apenas as diferenças entre os dois experimentos serão descritas a seguir. Na figura 8 é possível visualizar a seqüência de eventos durante o teste. Neste experimento, o E1 era o estímulo Stroop (as palavras AMARELO, AZUL ou VERMELHO nas cores amarela, azul ou vermelha) enquanto o E2 era uma palavra relacionada a uma cor (AMARELO, AZUL ou VERMELHO) em branco, a qual permanecia na tela até a execução da resposta. O E1 era apresentado 1,5º acima do PF por 200ms, enquanto que o E2 era apresentado 1,5º abaixo do PF. Os intervalos (IEEs) entre o apagar do E1 e o acender do E2 poderiam ser de 200 ou 800ms, produzindo IAEs de 400 e 1000ms (Figura 9-A) O E1 e o E2 também poderiam ser apresentados

simultaneamente (IAE-0) e neste caso, os dois estímulos permaneciam na tela até a execução da resposta (Figura 9-B). Na figura 10 é possível visualizar a estrutura temporal associada ao aparecimento do E1 e do E2 para este experimento. Os voluntários deveriam comparar a cor do E1 com o significado do E2 e apertar a chave de resposta caso os dois tivessem o mesmo significado. O experimento foi dividido em 4 blocos de 54 testes cada, resultando em 216 testes no total. A proporção de testes “vai” e “não-vai” foi de 75% e 25%, respectivamente.

Antes do início do experimento os participantes assinavam o termo de anuência assegurando que a sua participação era totalmente voluntária (ANEXO II). Em seguida, eles recebiam as instruções, por escrito, sobre como proceder nos testes (ANEXO IV) e realizavam de 10 a 20 testes como exemplo.



**Figura 9: Representação esquemática da seqüência de eventos em cada teste do experimento II. O primeiro estímulo (E1) , o estímulo Stroop, era uma palavra relacionada à cor (AMARELO, VERMELHO OU AZUL) escrita em amarelo, vermelho ou azul. Na condição incongruente, a palavra e a cor não eram compatíveis (e.g. a palavra AMARELO em azul). O segundo estímulo era uma palavra relacionada a cor, escrita em branco. Os sujeitos deveriam comparar as cores do estímulo de cima com o significado estímulo de baixo. (A) Os estímulos poderiam aparecer separados por um IAE de 400 ou 1000ms (B) Os estímulos poderiam aparecer simultaneamente (IAE-0).**



**Figura 10: Desenho esquemático representando a estrutura temporal relacionada a apresentação do E1 (estímulo Stroop) e do E2 (palavra em branco) para o experimento II.**

#### 3.2.1.4) Análise dos resultados

As medianas dos TRs obtidos pelos 16 sujeitos, foram submetidas a análises de variância (ANOVAs) com medidas repetidas tendo **IAE** (0, 400, 1000ms) e **congruência** (congruente e incongruente) como fatores intra-sujeitos. A correção de *Greenhouse-Geisser* foi adotada para os graus de liberdade para corrigir possíveis violações da condição de esfericidade. Análises *post-hoc* foram realizadas, quando necessárias, utilizando-se o método de Newman-Keuls. O nível de significância adotado foi  $\alpha=0,05$ . Respostas inferiores a 100ms e superiores a 1500ms foram consideradas erros (antecipação e resposta lenta, respectivamente), assim como o erro de tecla (emitir resposta no teste “não-vai”). O erro de omissão (não emitir resposta no teste “vai”) está incluído no total de respostas lentas.

### 3.2.2) Resultados e Discussão

#### 3.2.2.1) Erros

Os erros corresponderam a 4,34% do total (150 erros em 3.456 testes). Erros de tecla e respostas lentas ocorreram em 109 e 41 testes, respectivamente. Não houve respostas antecipadas. Devido a problemas relacionados ao computador utilizado na coleta dos dados, a análise pormenorizada dos erros para cada condição não pôde ser realizada.

#### 3.2.2.2) Tempos de Reação

A ANOVA mostrou que **congruência** ( $F_{(1,15)} = 55,42$ ;  $p < 0,001$ ;  $\epsilon = 1,00$ ) e **IAE** ( $F_{(1,23)} = 299,34$ ;  $p < 0,001$ ;  $\epsilon = 0,77$ ) foram fontes significativas de variância. A interação também foi significativa ( $F_{(1,20)} = 70,89$ ;  $p < 0,001$ ;  $\epsilon = 0,68$ ). Os TRs obtidos para os testes congruentes foram mais rápidos do que para os incongruentes (464 vs. 564ms). A análise *post-hoc* mostrou que os TRs tornaram-se mais rápidos com o aumento do IAE (734 vs. 443 vs. 365ms, respectivamente –  $p < 0,001$  para todas as comparações). A figura 11 mostra os TRs para as condições congruente e incongruente nos diferentes IAEs. A análise *post-hoc* revelou que os TRs para as condições congruente e incongruente foram significativamente diferentes no IAE-0 (866 vs. 602ms, respectivamente) e IAE-400 (480 vs. 406ms, respectivamente) –  $p < 0,001$  para ambos. Além disso, houve uma forte tendência para que os TRs fossem mais rápidos para a condição incongruente do que para a congruente (347 vs. 383 ms) no IAE-1000 -  $p = 0,053$ . Um teste-t pareado também revelou uma diferença

significativa na magnitude o efeito Stroop encontrada no IAE-0 e IAE-400 (264 vs. 74 ms,  $p < 0,001$ ).

### Resultados de tempos de reação para o experimento II

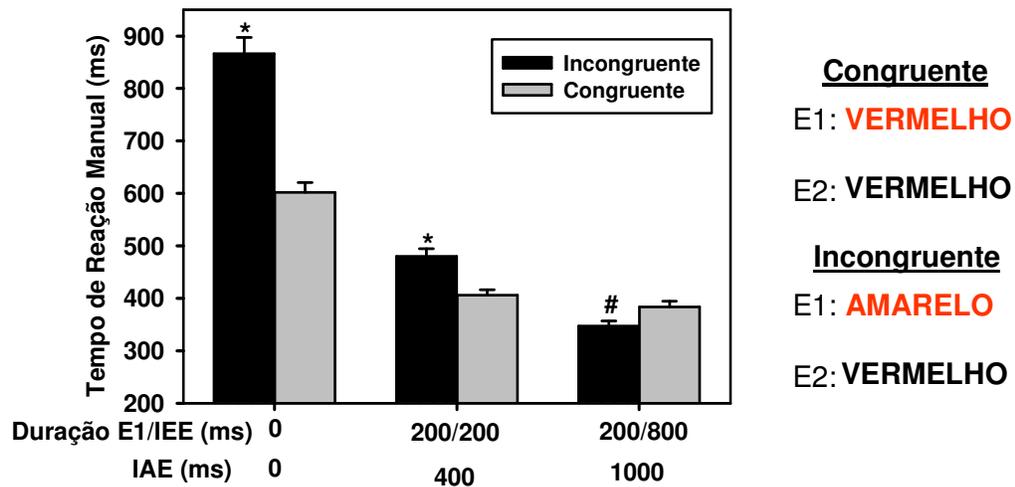


Figura 11: Tempo de reação manual para as condições congruente e incongruente em função do IAE. A diferença entre as condições incongruente e congruente foi significativa no IAE-0 e 400 ( $p < 0,05$ ). Os asteriscos representam diferenças significativas entre as condições congruente e incongruente. O símbolo “#” representa a diferença marginal ( $p = 0,05$ ) encontrada no IAE-1000. As linhas verticais representam o EPM.

Em geral, houve um aumento na magnitude do efeito Stroop quando os indivíduos foram obrigados a utilizar a estratégia de comparação semântica entre os estímulos, indicando a importância da ativação de códigos semânticos para o efeito Stroop. Um resultado interessante, porém não surpreendente, foi o efeito máximo obtido durante a apresentação simultânea dos estímulos (IAE-0ms). Estes resultados reforçam a hipótese de que no paradigma de Stroop pareado utilizado no experimento I, os sujeitos foram capazes de utilizar a estratégia de comparação visual entre os estímulos, havendo pouco conflito semântico. No presente experimento, por outro lado, a comparação entre E1 e E2 forçou os voluntários a

ativarem códigos semânticos para a cor do E1. Como resultado, houve um conflito entre este código e o ativado pelo distrativo (palavra) presente no estímulo Stroop. Além disso, a redução do efeito Stroop no IAE-400 provavelmente reflete novamente a maior eficiência dos processos de controle cognitivo nesta faixa temporal. Estes processos seriam finalmente capazes de sobrepujar os efeitos automáticos da palavra presente no estímulo Stroop no IAE-1000.

### 3.3) EXPERIMENTO III

O terceiro experimento teve como objetivo principal o registro da atividade eletroencefalográfica durante a execução de uma tarefa análoga àquela utilizada no experimento II.

Diversos trabalhos já utilizaram potenciais evocados na realização da tarefa Stroop (Liotti et al., 2000; West, 2003; West & Alain, 1999b). Estes envolvem principalmente, a análise temporal de eventos neurais relacionados ao sistema executivo atencional durante a execução deste teste. No entanto, é importante ressaltar que nunca antes esta técnica foi utilizada em uma tarefa Stroop pareado, a qual permite uma análise mais detalhada de componentes associados ao conflito semântico. Isto porque, diferentemente da tarefa Stroop convencional, onde é impossível separar o conflito semântico do conflito de resposta, na tarefa Stroop pareado com intervalos entre os estímulos, os componentes gerados a partir do acender do primeiro estímulo (estímulo Stroop) deve ocorrer independente do conflito de resposta, já que os sujeitos devem emitir a resposta somente após o acender do segundo estímulo. Com isto, pretendemos avaliar a importância do conflito semântico para a geração do efeito de interferência.

#### **3.3.1) Métodos:**

Este experimento foi realizado na Universidade de Granada (Espanha), no período de setembro de 2006 a março de 2007, durante o estágio de doutoramento realizado no Laboratório de Psicofisiologia, sob a orientação Prof. Dr. Jaime Vila.

### 3.3.1.1) Sujeitos

Participaram deste experimento um total de 40 voluntários (7 homens), alunos de graduação da Universidade de Granada (UGR) e com idade de 21,1 anos (DP =1,23). Todos tinham acuidade visual normal ou corrigida e visão normal para cores, o que foi verificado pelos testes optométrico de Snellen (Sue, 2007) e Ishihara (Birch, 1997) realizados antes do início da sessão. Os sujeitos eram livres para abandonar os experimentos a qualquer momento, conforme consta no termo de consentimento livre e esclarecido (ANEXO V), assinado por eles assim que chegavam ao laboratório. A dominância manual foi obtida através do relato do voluntário e não através do Inventário Edinburgh (ANEXO I), como nos outros experimentos. Esta medida foi tomada para reduzir o tempo total do experimento e evitar o cansaço por parte dos voluntários, um fator que pode comprometer o registro do EEG (Luck, 2005a). Todos os voluntários eram destros segundo o relato individual. Como de praxe naquela instituição, os voluntários receberam conceitos acadêmicos, variando de 0,1 a 0,2 por hora de sua participação.

### 3.3.1.2) Aparato

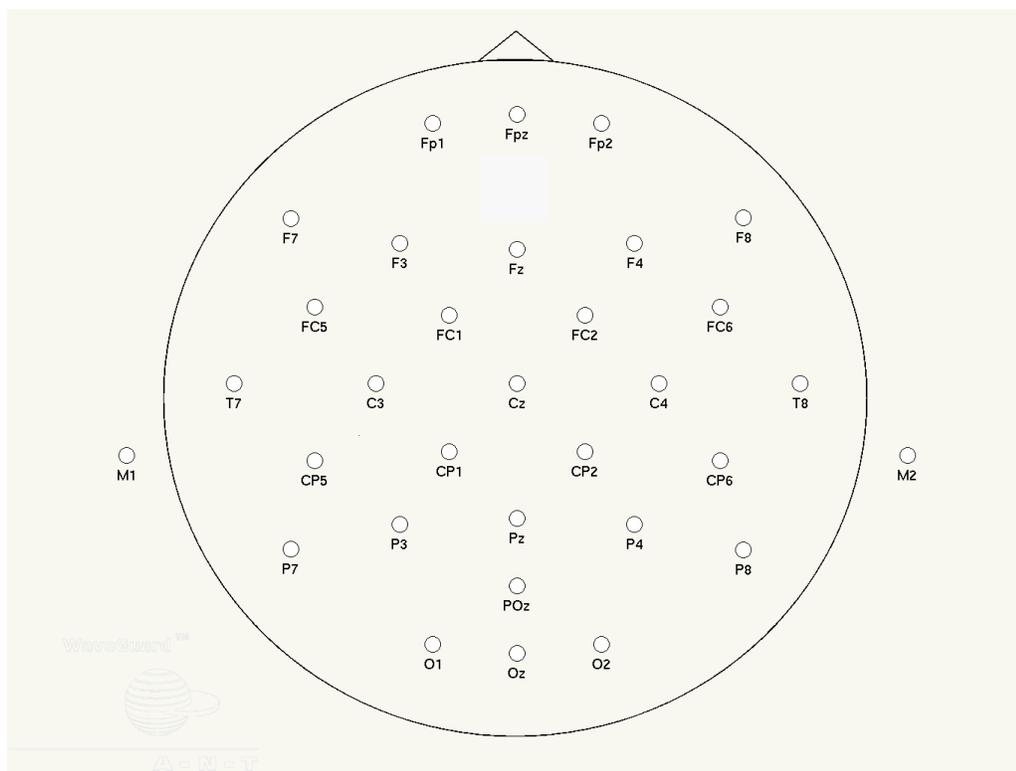
Neste experimento, além da coleta dos tempos de reação, realizada seguindo os mesmos critérios e procedimentos descritos no experimento II, também procedemos o registro dos potenciais evocados cerebrais, bem como com o registro da atividade cardíaca e dos movimentos oculares. No entanto, apenas os métodos e resultados relacionados ao registro do tempo de reação e aos potenciais evocados serão apresentados neste estudo.

A sala onde os voluntários realizaram os testes (sala de experimentos) era especialmente preparada para tal finalidade, com iluminação indireta e atenuação sonora relativa. Os sujeitos sentavam-se em frente à tela do computador e apoiavam a sua cabeça em um apoiador de mento, para que fosse mantida fixa a distância entre o sujeito e a tela de aproximadamente 57cm. A geração dos estímulos, assim como o registro da atividade eletroencefalográfica eram controlados através de dois computadores localizados em uma segunda sala (sala de controle). Um dos computadores era responsável pela geração dos estímulos da tarefa e pelo registro dos tempos de reação dos voluntários. O outro era utilizado para a aquisição e registro do sinal eletroencefalográfico. Assim, o primeiro computador era conectado ao segundo, enviando-lhe códigos (pulsos) que demarcavam a ocorrência dos eventos críticos para posterior análise. O programa utilizado para a geração dos estímulos, registro do tempo de reação, assim como o envio dos pulsos foi o “E-Prime”, versão 1.1, da “Psychology Software Tools, Inc”. Já o registro do sinal eletroencefalográfico foi obtido através do programa “ASA-LAB” versão 4.0 (Advanced Source Analysis Laboratory).

Ao chegarem ao laboratório, os voluntários eram solicitados a remover todas as peças metálicas (brincos, pulseiras, relógios) para evitar qualquer interferência com os registros. A preparação de cada indivíduo incluía a colocação da touca na qual ficavam inseridos os 32 eletrodos de estanho posicionados segundo o sistema internacional 10-20 (American Electroencephalographic Association, 1994). Da touca partia um cabo para conexão com o amplificador (ANT – Advanced Neuro Technology, B.V., Enschede, The Netherland) que, por sua vez, conectava-se ao computador responsável pelo registro do sinal. Através da figura 12 é possível visualizar os 32 eletrodos utilizados suas posições relativas.

Em cada eletrodo havia uma pequena cavidade que era preenchida com um gel condutor, de modo a estabelecer o contato, da melhor maneira possível, entre os eletrodos e a pele do couro cabeludo. O gel era inserido nos orifícios com o auxílio de uma seringa com agulha de ponta romba. A impedância de cada eletrodo era monitorada através do próprio programa responsável pela aquisição e registro, e, neste caso, objetivamos sempre mantê-la abaixo de 40, e idealmente abaixo de 10 mohms, minimizando assim os “skin-potentials” - artefatos gerados pelo mau contato entre o eletrodo e a pele e que contaminam o registro.

Na figura 13 está retratado um voluntário na sala de testes com todos os equipamentos já mencionados.



**Figura 12: Posicionamento dos eletrodos utilizados no experimento. Foram utilizados 32 eletrodos, posicionados segundo o sistema internacional 10-20 (American Electroencephalographic Association, 1994).**



**Figura 13: Voluntário na sala de testes com o equipamento de aquisição do sinal de EEG.**

### 3.3.1.3) Procedimentos

O desenho experimental foi similar ao experimento II com algumas adaptações necessárias ao registro do EEG. A seqüência temporal de aparecimento dos estímulos está representada na figura 14. Inicialmente o PF era apresentado, desta vez sem o sinal sonoro alertante. Após 500 ( $\pm 200$ ) ms o E1 era apresentado 1,5º acima do PF. Este era o estímulo Stroop (as palavras AMARELO, AZUL ou VERMELHO nas cores amarela, azul ou vermelha). A apresentação do E2 ocorria simultaneamente ao acender do E1 (IAE-0) ou após um intervalo de 400 (IAE-400) ou 1200ms (IAE-1200). Na figura 15 é possível visualizar a estrutura temporal relacionada ao E1 e ao E2. O E2 correspondia ao nome de uma cor escrita em branco sobre um fundo escuro e era apresentado 1,5º abaixo do PF. Neste experimento o E1 não apagava, permanecendo na tela até a execução da resposta. Esta manipulação foi utilizada para que as ondas geradas pelo acender do E2 não

refletissem diferenças sensoriais entre os IAEs 0, 400 e 1200. Desta forma, nos três IAEs os dois estímulos permaneciam na tela até a execução da resposta.

Os sujeitos foram instruídos a ignorar o significado da palavra presente no E1 e comparar a cor deste com o significado do E2 (palavra em branco). Caso a cor de E1 tivesse o mesmo significado de E2, eles deveriam pressionar a tecla com o indicador direito o mais rapidamente possível. Caso o significado fosse diferente, não deveriam emitir resposta alguma (Tempo de Reação vai-não-vai). Cada sessão durava aproximadamente 7 minutos e era composta por 6 blocos de 90 testes cada, com um a dois minutos de intervalo entre os blocos. Os voluntários deveriam responder (testes do tipo “vai”) em 80% das vezes. Portanto, testes do tipo “não-vai” ocorriam em 20% das vezes. Cada bloco continha o mesmo número de testes congruentes e incongruentes em uma ordem aleatória. Desta vez, os valores de TR dos indivíduos, assim como os erros (as mensagens: “lento”, “antecipado”, “erro de tecla”) não eram mostrados na tela, também para evitar o surgimento de ondas relacionadas a estes eventos sensoriais. O próximo teste iniciava-se após um intervalo de 2800ms. Durante este tempo, o PF permanecia na tela por 2500ms depois se apagava por 300ms, indicando o início do próximo teste.

Antes do início do experimento eram apresentadas na tela do computador as instruções de como proceder nos experimentos, conforme o ANEXO VI. Alguns testes eram então realizados como exemplos e as dúvidas eram sanadas.

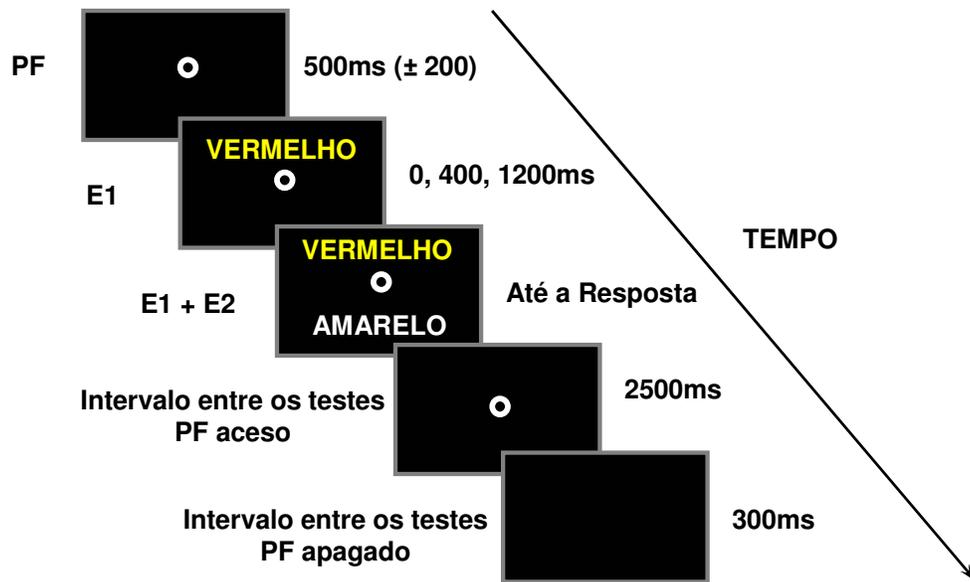


Figura 14: Representação esquemática da seqüência de eventos em cada teste do experimento III. O primeiro estímulo (E1) , o estímulo Stroop, era uma palavra relacionada à cor (AMARELO, VERMELHO OU AZUL) em amarelo, vermelho ou azul. Na condição incongruente, a palavra e a cor não eram compatíveis (e.g. a palavra AMARELO em azul). O segundo estímulo era uma palavra relacionada à cor em branco. Os sujeitos deveriam comparar as cores do estímulo de cima com o significado estímulo de baixo. Os estímulos poderiam aparecer separados por um IAE de 400 ou 1200ms, ou poderiam ainda aparecer simultaneamente (IAE-0). E1 e E2 permanecia na tela até a execução da resposta.

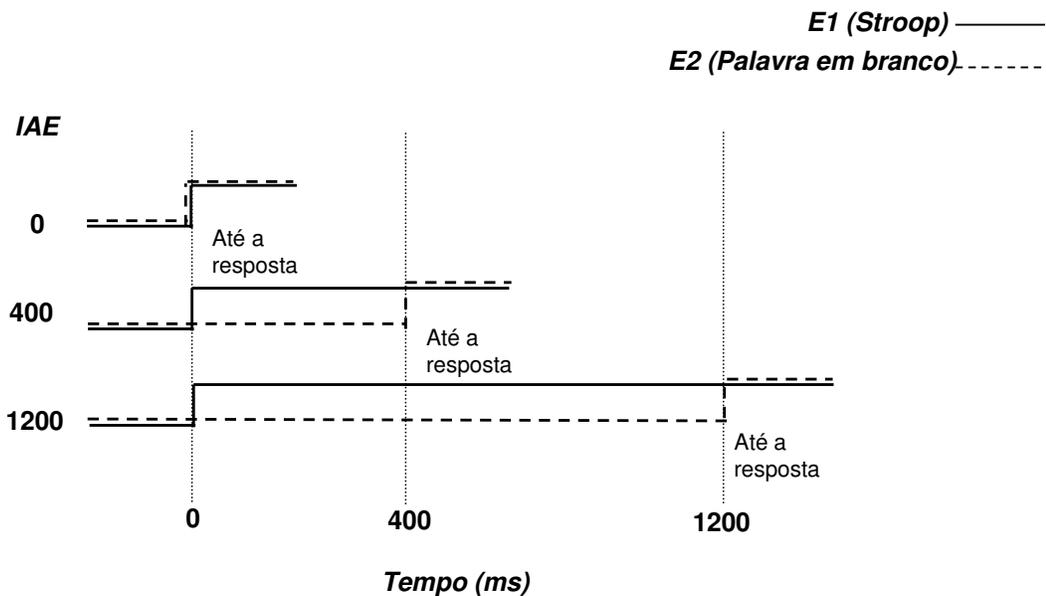


Figura 15: Desenho esquemático representando a estrutura temporal relacionada à apresentação do E1 (estímulo Stroop) e do E2 (palavra em branco) para o experimento III.

### 3.3.2) Análise dos Dados

#### 3.3.2.1) Dados Comportamentais

As medianas dos TRs obtidos pelos 40 sujeitos, foram submetidas a uma ANOVA com medidas repetidas tendo **congruência** (congruente e incongruente) e **IAE** (0, 400, 1200ms) como fatores intra-sujeitos. A correção de *Greenhouse-Geisser* foi adotada para os graus de liberdade para corrigir possíveis violações da condição de esfericidade. Análises *post-hoc* foram realizadas, quando necessárias, utilizando-se o método de Newman-Keuls. O nível de significância adotado foi  $\alpha=0,05$ .

Respostas inferiores a 100ms e superiores a 1500ms foram consideradas erros (antecipação e resposta lenta, respectivamente), assim como o erro de tecla (emitir resposta no teste “não-vai”). O erro de omissão (não emitir resposta no teste “vai”) está incluído no total de respostas lentas. Os erros para os testes do tipo “vai” foram analisados através de uma ANOVA, tendo **tipo de erro** (antecipação e respostas lentas) e **Congruência** (congruente-1 e Incongruente-2) como fatores intra-sujeitos. Os erros de tecla (emitir resposta em testes “não-vai”) foram analisados em uma segunda ANOVA, tendo **Congruência** (congruente-3; Incongruente-4 e Incongruente-5) como fator intra-sujeitos. Para esclarecimentos sobre as condições **congruente-1, incongruente-2, congruente-3, incongruente-4 e incongruente-5**, consultar a figura 16.

<b>Fator Congruência</b>	
<i>VAI (80%)</i>	<i>NÃO-VAI (20%)</i>
<u>Congruente</u>	<u>Congruente</u>
1) <b>AZUL</b> AZUL	3) <b>AZUL</b> VERMELHO
<u>Incongruente</u>	<u>Incongruente</u>
2) <b>AMARELO</b> AZUL	4) <b>AMARELO</b> AZUL
	5) <b>VERMELHO</b> VERMELHO

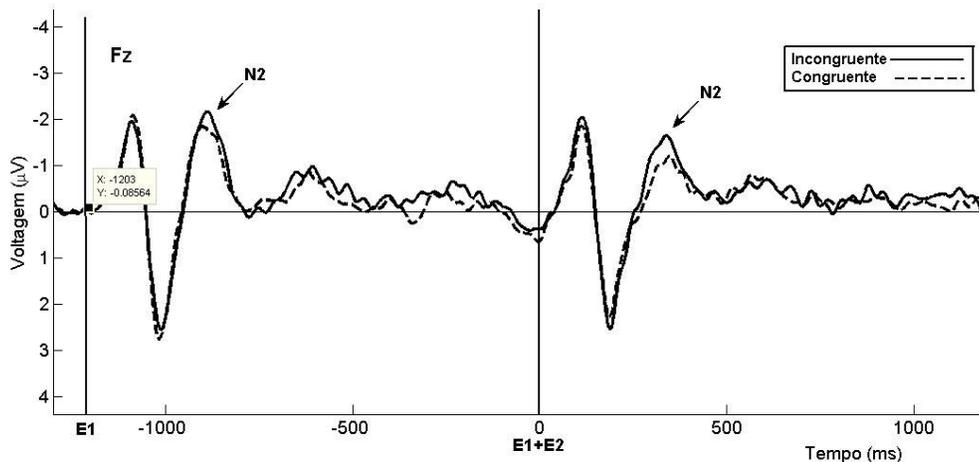
**Figura 16: Condições utilizadas na análise dos erros. Os erros decorrentes dos testes “vai” foram analisados em uma ANOVA distinta dos erros decorrentes dos testes “não-vai”.**

### 3.3.2.2) Dados Eletroencefalográficos

#### 3.3.2.2.1) Seleção do componente

Como anteriormente mencionado, o objetivo central da utilização da técnica de potenciais evocados na tarefa Stroop pareado foi avaliar a participação do conflito semântico para a geração do efeito Stroop. Por isso, inicialmente buscamos ondas em nossos resultados capazes de diferenciar as condições congruente e incongruente após o acender do E1 e que pudessem estar associadas ao sistema executivo atencional. Por isso, selecionamos os canais posicionados nas regiões frontais e fronto-centrais, onde comumente ocorrem as ondas associadas a este sistema. Como nunca antes esta técnica havia sido utilizada no paradigma Stroop pareado, algumas decisões quanto à análise foram tomadas após observação dos resultados iniciais obtidos com a promediação do sinal de EEG. Na figura 17 é

possível observar as ondas obtidas após promediação do sinal no IAE-1200 para o canal Fz.



**Figura 17: Resultado obtido para o canal Fz após promediação do potencial de EEG em janela abrangendo o acender do E1 e do E2 no IAE-1200. As setas indicam a ocorrência de ondas do tipo N2.**

Como pode ser observado, N2 é bastante evidente tanto para o acender do E1, quanto do E2. Além disto, esta onda aparentemente parece comportar-se de forma diferente em resposta aos estímulos congruentes e incongruentes. Baseando-se nestes resultados preliminares, priorizamos, portanto, investigar estas diferenças associadas à ocorrência de ondas do tipo N2. Particularmente, estamos interessados em determinar se esta onda é capaz de diferenciar estímulos incongruentes e congruentes em resposta ao acender do E1 e/ou do E2. Caso sejam encontradas diferenças em amplitude e/ou latência desta onda para as diferentes condições em relação ao acender do E1, significa que o sistema de controle cognitivo estaria atuando antes do conflito de resposta, ou seja, seria um indicativo de que ao menos parte do conflito presente na tarefa seria independente da resposta. Isto porque antes do acender do E2, o sujeito ainda não sabe qual

resposta deve emitir e, portanto, ainda não podemos pensar em conflito de resposta. Neste caso, poderíamos supor que durante o intervalo entre E1 e E2, haveria a atuação do sistema executivo visando solucionar o conflito semântico presente no estímulo Stroop (E1) e, por isso, o efeito Stroop seria reduzido com o aumento de intervalo. Por outro lado, caso esta onda também seja capaz de diferenciar os estímulos congruente e incongruente após o acender do E2, seria um indício de que o conflito provocado pela programação de respostas incompatíveis (conflito de resposta) também pode estar contribuindo para o efeito de interferência observado.

#### *3.3.2.2.2) Procedimentos da análise*

Apesar do monitoramento contínuo das informações, coletávamos para análise os registros de cada voluntário apenas durante o experimento propriamente dito, dando pausas no armazenamento de dados a cada intervalo entre blocos/sessões. A taxa de registro utilizada foi de 1024 Hz e os dados eram coletados em toda sua amplitude, ou seja, não havia filtros analógicos de entrada, sendo todo o processamento de sinal feito *a posteriori*. Além disso, importante mencionar que a referência promediada foi utilizada na análise.

Após o experimento e antes da análise, os dados de EEG foram reamostrados para a frequência de 250 Hz. A análise foi realizada através de programa MATLAB (MATrices LABoratory). Além de alguns “scripts” (conjuntos de instruções de programação) desenvolvidos pelo grupo para analisar especificamente nossos dados, utilizamos também outro conjunto de “scripts” mais gerais para a análise de dados eletroencefalográficos no MATLAB: o EEGLAB, programa gratuito e que pode ser obtido diretamente em [<http://www.sccn.ucsd.edu/eeglab/>].

O processamento dos dados de EEG com o EEGLAB iniciava-se com o uso de filtros digitais com o objetivo de diminuir a influência de artefatos (dados espúrios) provenientes de registros de atividade muscular, movimentação e/ou problemas da rede elétrica. Utilizamos filtros de 0.3 Hz como “passa-alta” (“high pass”), de 70 Hz como “passa-baixa” (“low pass”) e entre 45 a 55 Hz como filtro “notch”. Este último objetivava a atenuação/eliminação dos artefatos provenientes da oscilação da rede elétrica. Além disso, realizamos uma análise de componentes independentes (ICA – “Independent Component Analysis”) para eliminar os componentes relacionados às piscadas oculares. Esta técnica é utilizada para identificar as fontes de uma mistura de dados, através da busca de componentes que são estatisticamente independentes. Ou seja, é capaz de estimar as fontes do sinal observado através de uma análise estatística. Uma vez identificado o componente relacionado ao artefato (neste caso as piscadas) é possível então eliminá-lo do restante do sinal. Vale ressaltar que nunca eliminamos mais do que dois componentes, dos 32 gerados por esta análise.

Após este processamento inicial, os dados foram separados pelos eventos de interesse. Para demarcar o momento de apresentação dos estímulos relevantes para a análise, estabelecemos uma sincronia entre o computador de registro do EEG e aquele responsável pela apresentação dos estímulos e coleta das respostas comportamentais. A cada estímulo de interesse apresentado ao voluntário, o programa gerava e enviava um “pulso”, ou seja, um código identificador, via porta paralela, ao outro computador. Desta forma, foi possível agrupar amostras (épocas) do sinal de acordo com a **congruência** do estímulo (congruente ou incongruente), com o **IAE** (0, 400 ou 1200 ms) e o **tipo de teste** (“vai” ou “não-vai”). Estas épocas englobavam os registros ocorridos 100ms antes do acender do E1 (linha de base)

até 1200ms após o acender do E2. Somente os ensaios contendo testes do tipo “vai” foram utilizados para fins de análise pelo EEG.

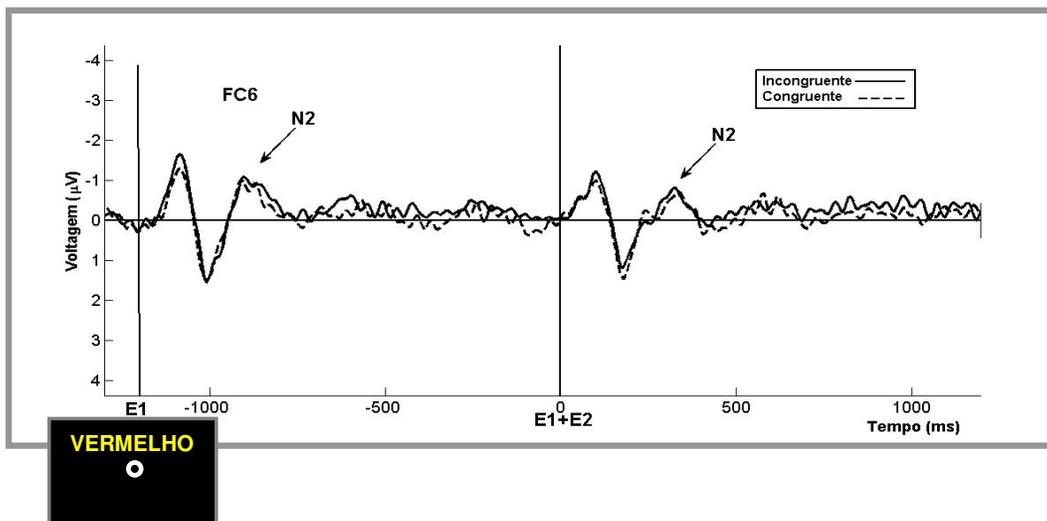
Depois de devidamente identificadas, as épocas contendo os registros de todos os voluntários foram promediadas através do EEGLAB. A partir de então, programas desenvolvidos no laboratório em MATLAB, permitiram a identificação e exportação dos valores de pico e latência compreendidos dentro da janela previamente estipulada, para o programa de análise estatística (Statistica 6.0).

De acordo com alguns dados da literatura as medidas de amplitude de pico e latência de pico costumam ter uma maior variabilidade, afetando diretamente o processo de promediação (Handy, 2005). Assim, na promediação de um dado componente, a onda resultante será menor à proporção em que houver maior disparidade nas latências destas para cada indivíduo. Logo, quanto maior a variação de latência entre sujeitos, menor a onda resultante e, conseqüentemente, menor o pico desta. Ou seja, a medida “simples” da amplitude de pico e da latência deste, pode sofrer grande variação em função de pequenas diferenças individuais. Para fugir deste problema, a metodologia empregada por alguns grupos (e.g. Luck, 2005a) é utilizar a medida da amplitude média do pico, ao invés da amplitude de pico diretamente, uma vez que esta medida não considera apenas um ponto da curva, mas todo o conjunto de dados de uma determinada janela temporal. Assim, por ser considerada por muitos como uma medida mais precisa, optamos por analisar, neste estudo, a amplitude média de pico, além da latência de pico.

Os eletrodos escolhidos para análise visaram abranger as ondas N2 segundo sua localização e ocorrência comumente relatadas na literatura (Folstein & Van, 2008; Wang et al., 2001). Desta forma, selecionamos para a análise os eletrodos F3, F4, F7, F8, FC1, FC2, FC5, e FC6, que foram, então, agrupados por região (frontal

ou fronto-central, esquerda ou direita) para fins de análise, seguindo as recomendações de (Dien & Santuzzi, 2005). As médias encontradas para os eletrodos pertencentes a uma mesma região foram utilizadas na análise. Portanto, foram, agrupados os eletrodos F7 e F3 (frontais esquerdo), F4 e F8 (frontais direito), FC5 e FC1 (fronto-centrais esquerdo), FC2 e FC6 (fronto-centrais direito).

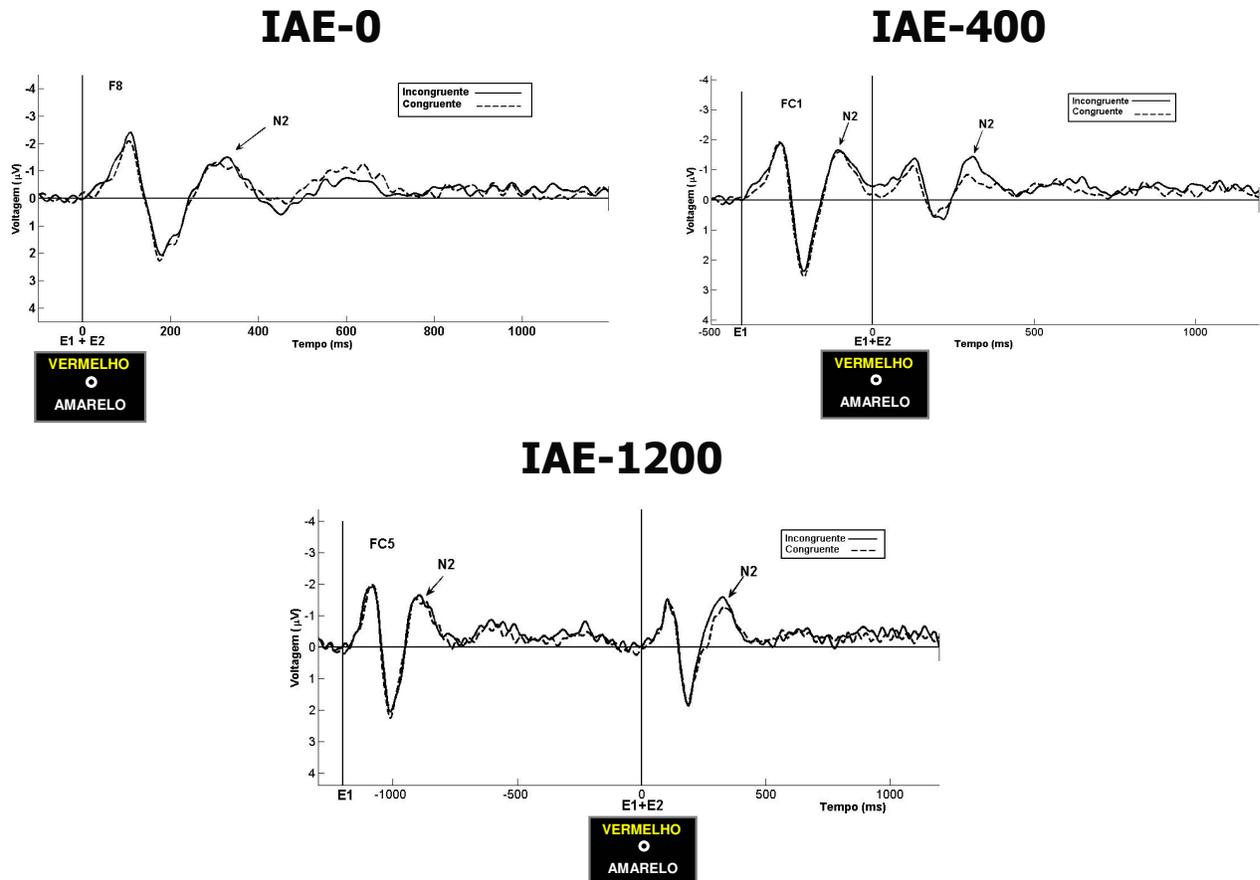
O IAE de 1200ms foi utilizado para a análise dos valores de latência e amplitude média obtidos pelos 40 sujeitos após a apresentação do E1 (ver figura 18). A escolha do IAE de 1200ms em detrimento ao de 400ms reside no fato de que, para este último, a onda relacionada ao aparecimento do E1 poderia ser influenciada pelo aparecimento do E2, já que 400ms está muito próximo da janela temporal de ocorrência do componente N2. Portanto, para análise dos dados obtidos após o acender do E1 foram realizadas duas ANOVAs, uma para cada parâmetro analisado (latência e amplitude média de pico) utilizando-se valores obtidos no IAE-1200.



**Figura 18: Resultado encontrado para o canal FC6. O IAE-1200 foi utilizado para análise da onda N2 obtida após o acender do E1.**

Já para os dados relacionados ao aparecimento do E2, todos os IAEs (0, 400 e 1200ms) foram utilizados (ver figura 19). Desta forma, para os dados vinculados ao

acender do E2, foram realizadas seis ANOVAs no total, duas para cada IAE (0, 400 e 1200ms). Os fatores intra-sujeitos das ANOVAs (relacionadas tanto ao E1 como ao E2) foram: **antero-posterior** (frontal e fronto-central), **hemisfério** (esquerdo e direito) e **congruência** (congruente e incongruente).



**Figura 19: Resultado encontrado para os canais F8, FC1 e FC5 nos IAEs-0, 400 e 1200, respectivamente. Os três IAEs foram utilizados na análise da onda N2 obtida após o acender do E2.**

Os valores de latência de pico e amplitude média de pico foram obtidos utilizando-se dados compreendidos dentro da janela temporal de 250ms a 380ms após o acender dos estímulos. Uma mesma janela foi utilizada para as ondas N2 encontradas depois do acender do E1 e do E2. No entanto, foi realizada uma ANOVA para verificar se estas ondas poderiam se diferenciar quanto à latência de

pico. Para isso, foi utilizada a média das latências de pico para todos os canais obtidas após o acender do E1 (IAE-1200) e do E2 (IAE-0,400 e 1200). Esta ANOVA teve **latência E1-E2** (E1-1200; E2-0; E2-400; E2-1200) como fator intra-sujeitos.

A correção de *Greenhouse-Geisser* foi adotada para os graus de liberdade para corrigir possíveis violações da condição de esfericidade. Análises *post-hoc* foram realizadas, quando necessárias, utilizando-se o método de Newman-Keuls. O nível de significância adotado foi  $\alpha=0,05$ .

### 3.3.3) Resultados

#### 3.3.3.1) Resultados Comportamentais

##### 3.3.3.1.1) Erros

Os erros corresponderam a 2,31% do total (499 erros em 21.600 testes). Erros de tecla, respostas lentas e antecipadas ocorreram em 370, 108 e 21 testes, respectivamente.

A ANOVA para os testes do tipo “vai” (17280 testes) revelou que **tipo de erro** ( $F_{(1,39)}= 8,98$ ;  $p < 0,01$ ;  $\epsilon = 1,00$ ) e **congruência** ( $F_{(1,39)}= 28,59$ ;  $p < 0,001$ ;  $\epsilon = 1,00$ ) foram fontes significativas de variância, assim como a interação entre esses fatores ( $F_{(1,39)}= 8,59$ ;  $p < 0,01$ ;  $\epsilon = 1,00$ ). Os resultados da interação estão representados na figura 20. A análise *post hoc* desta interação revelou que para as respostas lentas, os erros foram significativamente maiores na condição incongruente (89 erros em 17280 testes; 0,51%) do que na congruente (19 erros; 0,11%) -  $p < 0,001$ . Já para as respostas antecipadas não houve diferença entre os erros obtidos para as mesmas condições, 0,10% e 0,02%, respectivamente -  $p = 0,265$ .

## Respostas lentas e antecipadas nos testes “vai”

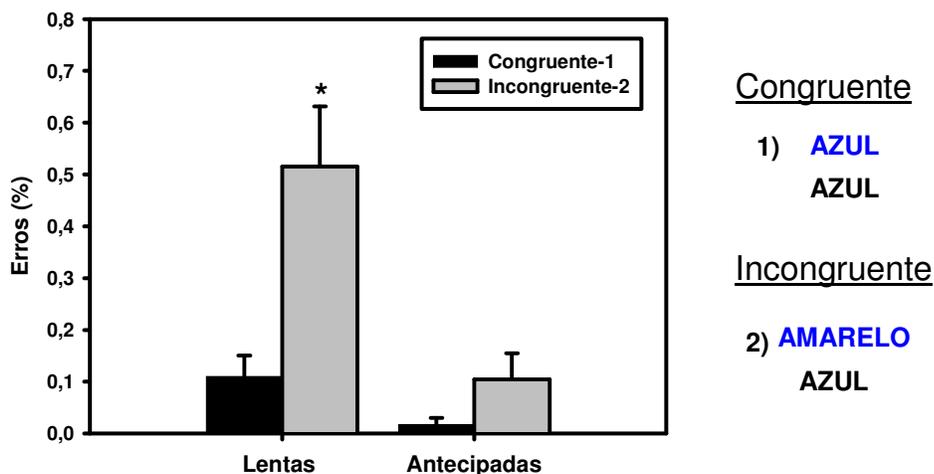


Figura 20: Porcentagem de respostas lentas e antecipadas para as condições congruente e incongruente em testes “vai”. A diferença entre as condições foi significativa para as respostas lentas ( $p < 0,05$ ). Ao lado do gráfico estão exemplificadas as condições congruente-1 e incongruente-2. Os asteriscos representam diferenças significativas. As linhas verticais representam o EPM.

A ANOVA para os testes do tipo “não-vai” (4.320 testes) mostrou que este fator foi fonte significativa de variância ( $F_{(2, 78)} = 16,90$ ;  $p < 0,001$ ;  $\epsilon = 1,00$ ). A análise *post-hoc* revelou que os erros para a condição 3 ou congruente (183 erros em 4320 testes- 4,24%) foram maiores do que para as condições 4 (78 erros - 1,81%) e 5 (109 erros -2,52%), ambas incongruentes –  $p < 0,001$ . Não houve diferença entre as condições 4 e 5 ( $p = 0,099$ ) - ver figura 21.

Erros de tecla (responder quando não deveria) em testes “não-vai”

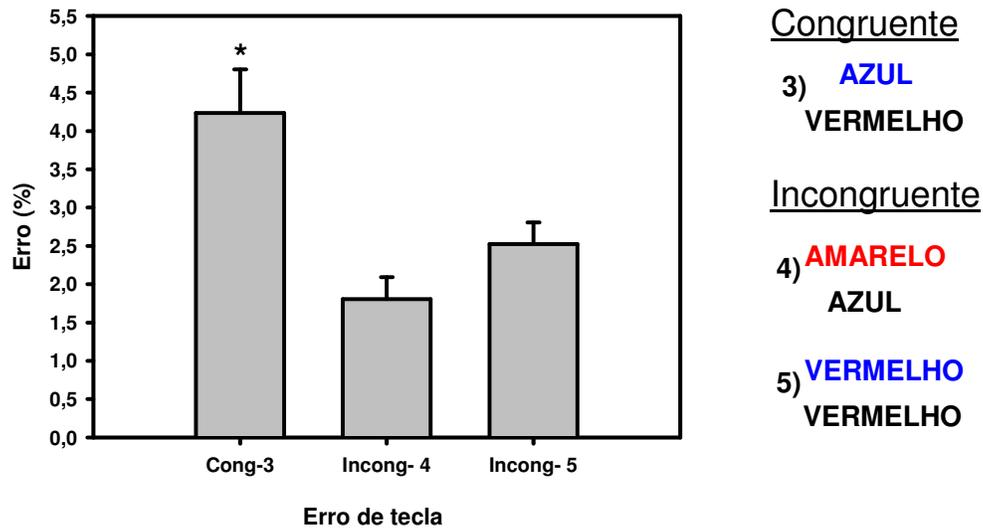


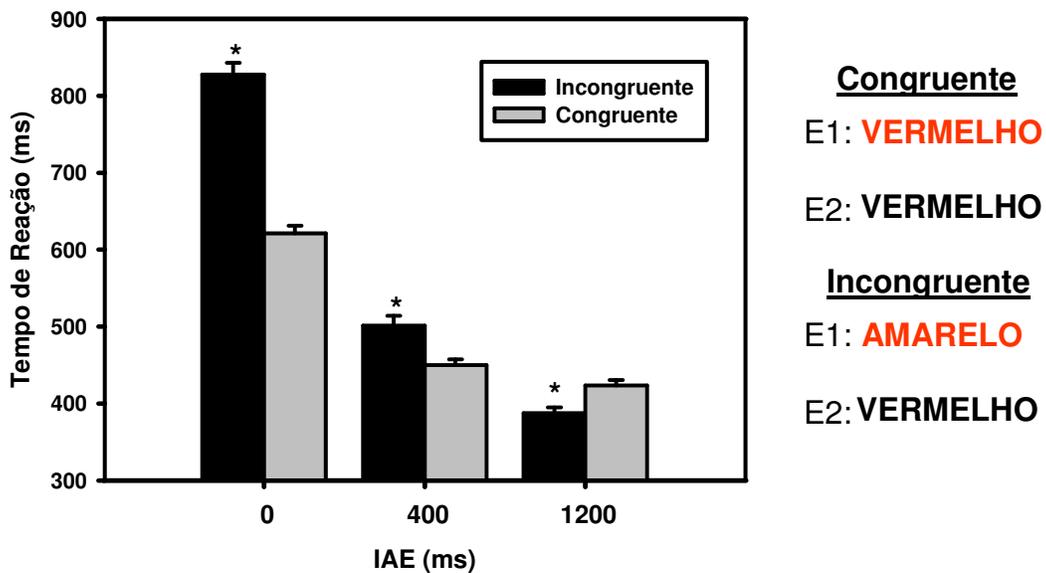
Figura 21: Porcentagem de erros de tecla para as condições 3, 4, e 5. A porcentagem de erros foi maior na condição 3 em comparação às condições 4 e 5 ( $p < 0,05$ ). Ao lado do gráfico estão exemplificadas as condições congruente-3 e incongruentes 4 e 5. Os asteriscos representam diferenças significativas. As linhas verticais representam o EPM.

### 3.3.3.1.2) Tempos de Reação

A ANOVA mostrou que **IAE** ( $F_{(1,54)} = 1130,46$ ;  $p < 0,001$ ;  $\epsilon = 0,69$ ) e **congruência** ( $F_{(1,39)} = 188,72$ ;  $p < 0,001$ ;  $\epsilon = 1,00$ ) foram fontes significativas de variância. A interação também foi significativa ( $F_{(2,71)} = 299,55$ ;  $p < 0,001$ ;  $\epsilon = 0,91$ ). Os TRs obtidos para os testes congruentes foram mais rápidos do que para os incongruentes (498 vs. 572ms). A análise *post-hoc* mostrou que os TRs tornaram-se mais rápidos com o aumento do IAE (724 vs. 475 vs. 405ms, respectivamente –  $p < 0,001$  para todas as comparações). A figura 22 mostra os TRs para as condições congruente e incongruente nos diferentes IAEs. A análise *post-hoc* revelou que os TRs para as condições congruente e incongruente foram significativamente diferentes no IAE-0 (621 vs. 827ms, respectivamente) e IAE-400 (450 vs. 501ms,

respectivamente) –  $p < 0,001$  para ambos. No IAE-1200 os TRs foram mais lentos para a condição congruente do que para a incongruente (423 vs. 387ms, respectivamente;  $p < 0,001$ ). Um teste-t pareado também revelou uma diferença significativa na magnitude o efeito Stroop encontrada no IAE-0 e IAE-400 (206 vs. 51ms,  $p < 0,001$ ).

### Resultados de tempos de reação para o experimento III



**Figura 22: Tempo de reação manual para as condições congruente e incongruente em função do IAE. A diferença entre as condições incongruente e congruente foi significativa nos IAE-0, 400 e 1200 ( $p < 0,05$ ). Os asteriscos representam diferenças significativas entre as condições congruente e incongruente. As linhas verticais indicam o EPM.**

#### 3.3.3.2) Resultados eletroencefalográficos.

No ANEXO VII encontram-se graficamente ilustrados os potenciais evocados encontrados para os oito canais analisados em cada um dos três IAEs. As diferenças observadas para o componente N2 obtidas nas diferentes condições, serão descritas a seguir. Apesar de N2 ser uma onda negativa, os resultados de

voltagem obtidos para amplitude de pico e amplitude média de pico serão apresentados em valores absolutos, para facilitar a compreensão dos resultados. Além disso, devido ao maior de fatores utilizado na análise dos dados eletroencefalográficos, seus resultados foram condensados em tabelas de forma a facilitar a sua visualização.

### 3.3.3.2.1) Resultados referenciados em E1.

#### - Latência do pico

O fator **hemisfério** foi fonte significativa de variância ( $F_{(1,39)} = 6,27$ ;  $p < 0,05$ ;  $\epsilon = 1,00$ ) - ver tabela 3. Os valores de latência obtidos para os eletrodos localizados no hemisfério esquerdo foram menores do que para o direito (322,8 vs. 332,4ms). Este resultado está representado na figura 23.

Latência de pico da onda N2 para o E1 no IAE-1200

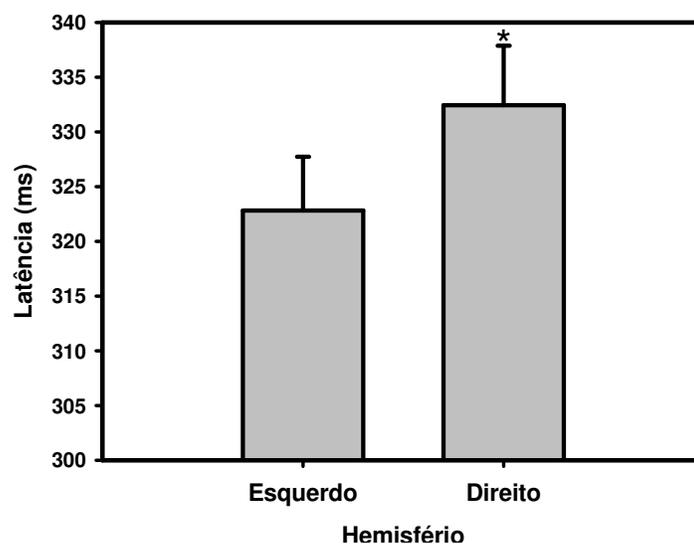


Figura 23: Latência do pico da onda N2 obtida nos hemisférios esquerdo e direito. Os asteriscos representam diferenças significativas ( $p < 0,05$ ). As linhas verticais indicam o EPM.

**Tabela 3: Resultados da ANOVA obtidos pela apresentação do E1 no IAE-1200 para latência de pico. AP: antero-posterior; Hem: Hemisfério; Cong: congruência; G-G: Greenhouse-Geisser. Os asteriscos destacam os valores de p significativos ( $p < 0,05$ ).**

Fatores	Graus de Liberdade	Estatística F	Nível Descritivo (p)	G-G Epsilon	G-G Correção Graus de liberdade 1	G-G Correção Graus de liberdade 2	G-G Nível Descritivo (p)
AP	1	0,0154	0,9017	1,0000	1,0000	39,000	0,9017
Erro	39						
Hem	1	6,2743	0,0165*	1,0000	1,0000	39,000	0,0165*
Erro	39						
Cong	1	2,7352	0,1062	1,0000	1,0000	39,000	0,1062
Erro	39						
AP x Hem	1	1,6778	0,2028	1,0000	1,0000	39,000	0,2028
Erro	39						
AP x Cong	1	2,0635	0,1588	1,0000	1,0000	39,000	0,1588
Erro	39						
Hem x Cong	1	0,2490	0,6206	1,0000	1,0000	39,000	0,6206
Erro	39						
AP x Hem x Cong	1	0,3891	0,5364	1,0000	1,0000	39,000	0,5364
Erro	39						

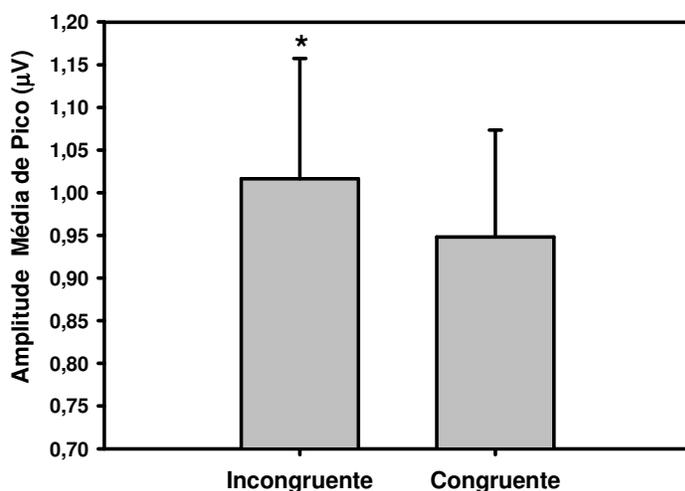
#### - Amplitude média de pico

O fator **congruência** foi fonte significativa de variância ( $F_{(1,39)} = 5,49$ ;  $p < 0,05$ ;  $\epsilon = 1,00$ ) - ver tabela 4. Os valores de amplitude média de pico obtidos para os testes congruentes foram menores do que para os incongruentes ( $0,95 \mu V$  vs.  $1,01 \mu V$ ). Este resultado está representado na figura 24.

**Tabela 4: Resultados da ANOVA obtidos pela apresentação do E1 no IAE-1200 para amplitude média de pico. AP: antero-posterior; Hem: Hemisfério; Cong: congruência; G-G: Greenhouse-Geisser. Os asteriscos destacam os valores de p significativos ( $p < 0,05$ ).**

Fatores	Graus de Liberdade	Estatística F	Nível Descritivo (p)	G-G Epsilon	G-G Correção Graus de liberdade 1	G-G Correção Graus de liberdade 2	G-G Nível Descritivo (p)
AP	1	2,3684	0,1319	1,0000	1,0000	39,000	0,1319
Erro	39						
Hem	1	2,7444	0,1056	1,0000	1,0000	39,000	0,1056
Erro	39						
Cong	1	5,4905	0,0243*	1,0000	1,0000	39,000	0,0243*
Erro	39						
AP x Hem	1	2,3465	0,1336	1,0000	1,0000	39,000	0,1336
Erro	39						
AP x Cong	1	0,0039	0,9501	1,0000	1,0000	39,000	0,9501
Erro	39						
Hem x Cong	1	0,1360	0,7142	1,0000	1,0000	39,000	0,7142
Erro	39						
AP x Hem x Cong	1	0,8315	0,3674	1,0000	1,0000	39,000	0,3674
Erro	39						

**Amplitude média de pico da onda N2 para o E1 no IAE-1200**



**Figura 24: Amplitude média de pico para as condições incongruente e congruente. Os asteriscos representam diferenças significativas ( $p < 0,05$ ). As linhas verticais indicam o EPM.**

3.3.3.2.2) Resultados referenciados em E2.

**IAE de 0ms**

**- Latência do pico**

Nenhum dos fatores foi significativo, assim como a interação entre eles. Isso pode ser observado na tabela 5.

**Tabela 5: Resultados da ANOVA obtidos pela apresentação do E2 no IAE-0 para latência de pico. AP: antero-posterior; Hem: Hemisfério; Cong: congruência; G-G: Greenhouse-Geisser. Os asteriscos destacam os valores de p significativos ( $p < 0,05$ ).**

Fatores	Graus de Liberdade	Estatística F	Nível Descritivo (p)	G-G Epsilon	G-G Correção Graus de liberdade 1	G-G Correção Graus de liberdade 2	G-G Nível Descritivo (p)
<b>AP</b>	1	1,5203	0,2249	1,0000	1,0000	39,000	0,2249
<b>Erro</b>	39						
<b>Hem</b>	1	0,3975	0,5320	1,0000	1,0000	39,000	0,5320
<b>Erro</b>	39						
<b>Cong</b>	1	1,2520	0,2700	1,0000	1,0000	39,000	0,2700
<b>Erro</b>	39						
<b>AP x Hem</b>	1	0,0883	0,7679	1,0000	1,0000	39,000	0,7679
<b>Erro</b>	39						
<b>AP x Cong</b>	1	2,1033	0,1550	1,0000	1,0000	39,000	0,1550
<b>Erro</b>	39						
<b>Hem x Cong</b>	1	0,1439	0,7064	1,0000	1,0000	39,000	0,7064
<b>Erro</b>	39						
<b>AP x Hem x Cong</b>	1	1,5514	0,2203	1,0000	1,0000	39,000	0,22034
<b>Erro</b>	39						

#### - Amplitude média de pico.

O fator **antero-posterior** foi fonte significativa de variância ( $F_{(1,39)} = 13,33$ ;  $p < 0,001$ ;  $\epsilon = 1,00$ ) assim como o fator **hemisfério** ( $F_{(1,39)} = 10,69$ ;  $p < 0,01$ ;  $\epsilon = 1,00$ ). A interação entre estes fatores também foi significativa ( $F_{(1,39)} = 5,84$ ;  $p < 0,05$ ;  $\epsilon = 1,00$ ), assim como a tripla interação entre **antero-posterior**, **hemisfério** e **congruência** ( $F_{(1,39)} = 4,99$ ;  $p < 0,05$ ;  $\epsilon = 1,00$ ). Estes resultados podem ser observados na tabela 6. A análise *post-hoc* da interação entre **antero-posterior** e **hemisfério** revelou que os valores de amplitude média de pico foram maiores para os canais frontais localizados no hemisfério esquerdo em relação a todas as outras localidades ( $1,57\mu\text{V}$ ;  $p < 0,001$  para todas as comparações). A amplitude média de pico da região fronto-central no hemisfério direito foi menor do que para a região fronto-central do hemisfério esquerdo ( $1,13\mu\text{V}$  vs.  $1,34\mu\text{V}$ ;  $p < 0,01$ ) e apresentou uma forte tendência para diferir da região frontal à direita ( $1,24$ ;  $p = 0,051$ ).

O resultado obtido através da tripla interação pode ser observado na figura 25. A análise *post-hoc* revelou que as condições incongruente ( $1,56\mu\text{V}$ ) e congruente ( $1,58\mu\text{V}$ ) não diferiram na região frontal do hemisfério esquerdo ( $p = 0,595$ ). Na região frontal do hemisfério direito, a diferença da amplitude média de pico entre incongruente ( $1,30\mu\text{V}$ ) e congruente ( $1,18\mu\text{V}$ ) foi significativa ( $p < 0,01$ ). Para os canais fronto-centrais, não houve diferença entre incongruente e congruente no hemisfério esquerdo ( $1,36\mu\text{V}$  vs.  $1,32\mu\text{V}$ ;  $p = 0,383$ ) nem direito ( $1,13\mu\text{V}$  vs.  $1,13\mu\text{V}$ ;  $p = 0,232$ ).

Tabela 6: Resultados da ANOVA obtidos pela apresentação do E2 no IAE-0 amplitude média de pico. AP: antero-posterior; Hem: Hemisfério; Cong: congruência; G-G: Greenhouse-Geisser. Os asteriscos destacam os valores de p significativos ( $p < 0,05$ ).

Fatores	Graus de Liberdade	Estatística F	Nível Descritivo (p)	G-G Epsilon	G-G Correção Graus de liberdade 1	G-G Correção Graus de liberdade 2	G-G Nível Descritivo (p)
AP	1	13,333	0,0007*	1,0000	1,0000	39,00000	0,0007*
Erro	39						
Hem	1	10,696	0,0022*	1,0000	1,0000	39,00000	0,0022*
Erro	39						
Cong	1	0,1858	0,6688	1,0000	1,0000	39,00000	0,6688
Erro	39						
AP x Hem	1	5,8454	0,0204*	1,0000	1,0000	39,00000	0,0204*
Erro	39						
AP x Cong	1	0,4067	0,5273	1,0000	1,0000	39,00000	0,5273
Erro	39						
Hem x Cong	1	0,3989	0,5313	1,0000	1,0000	39,00000	0,5313
Erro	39						
AP x Hem x Cong	1	4,98771	0,031337*	1,0000	1,0000	39,00000	0,0313*
Erro	39						

Amplitude média de pico da onda N2 para o E2 no IAE-0

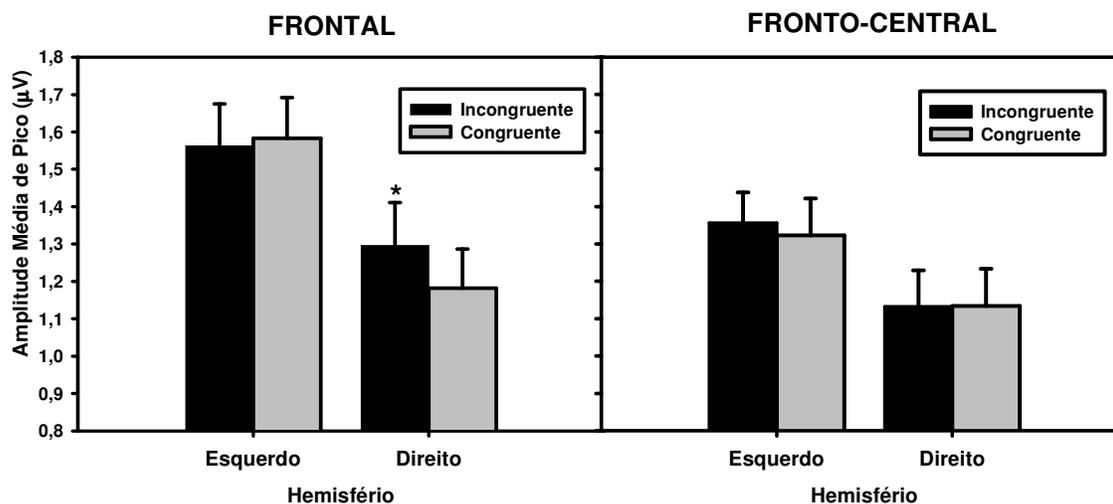


Figura 25: Amplitude média de pico para as condições incongruente e congruente em função da localização no IAE-0. Os asteriscos representam diferenças significativas ( $p < 0,05$ ). As linhas verticais indicam o EPM.

**IAE de 400ms**

**- Latência do pico**

O fator **antero-posterior** foi fonte significativa de variância ( $F_{(1,39)} = 4,94$ ;  $p < 0,05$ ;  $\epsilon = 1,00$ ) - ver tabela 7. Os valores de latência obtidos na região frontal foram maiores do que para a região fronto-central (310,9ms vs. 305,4ms). Este resultado está representado na figura 26.

**Tabela 7: Resultados da ANOVA obtidos pela apresentação do E2 no IAE-400 para latência de pico. AP: antero-posterior; Hem: Hemisfério; Cong: congruência; G-G: Greenhouse-Geisser. Os asteriscos destacam os valores de p significativos ( $p < 0,05$ ).**

Fatores	Graus de Liberdade	Estatística F	Nível Descritivo (p)	G-G Epsilon	G-G Correção Graus de liberdade 1	G-G Correção Graus de liberdade 2	G-G Nível Descritivo (p)
<b>AP</b>	1	4,9418	0,0321*	1,0000	1,0000	39,000	0,0321*
<b>Erro</b>	39						
<b>Hem</b>	1	0,1876	0,6673	1,0000	1,0000	39,000	0,6673
<b>Erro</b>	39						
<b>Cong</b>	1	0,0745	0,7863	1,0000	1,0000	39,000	0,7863
<b>Erro</b>	39						
<b>AP x Hem</b>	1	2,1442	0,1511	1,0000	1,0000	39,000	0,1511
<b>Erro</b>	39						
<b>AP x Cong</b>	1	0,0332	0,8563	1,0000	1,0000	39,000	0,8563
<b>Erro</b>	39						
<b>Hem x Cong</b>	1	0,3908	0,5355	1,0000	1,0000	39,000	0,5355
<b>Erro</b>	39						
<b>AP x Hem x Cong</b>	1	1,4819	0,2308	1,0000	1,0000	39,000	0,2308
<b>Erro</b>	39						

Latência de pico da onda N2 para o E2 no IAE-400

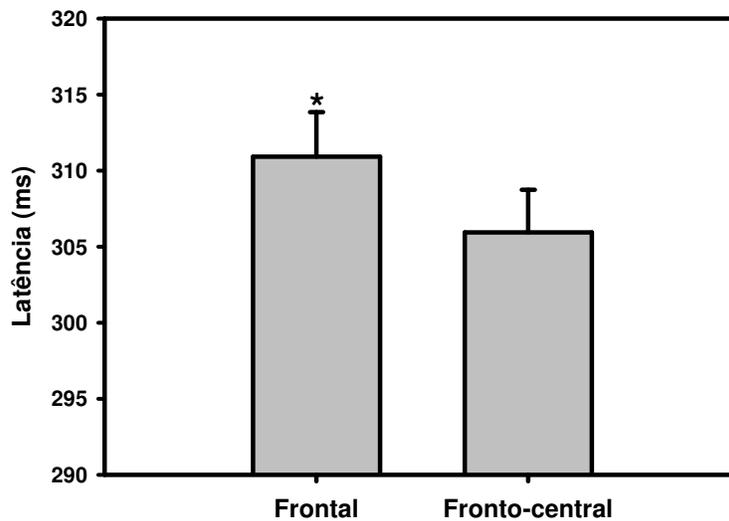


Figura 26: Latência do pico obtida nas regiões frontal e fronto-central no IAE-400. Os asteriscos representam diferenças significativas ( $p < 0,05$ ). As linhas verticais indicam o EPM

#### - Amplitude média de pico

O fator **hemisfério** ( $F_{(1,39)} = 7,70$ ;  $p < 0,01$ ;  $\epsilon = 1,00$ ) foi fonte significativa de variância e a tripla interação entre **antero-posterior**, **hemisfério** e **congruência** ( $F_{(1,39)} = 7,64$ ;  $p < 0,01$ ;  $\epsilon = 1,00$ ) também foi significativa. Estes resultados estão representados na tabela 8.

As diferenças estatísticas revelaram que a amplitude média de pico foi maior para o hemisfério esquerdo ( $1,03\mu V$ ) do que no direito ( $0,76\mu V$ ). O resultado da tripla interação pode ser observado na figura 27. A análise *post-hoc* revelou que as condições incongruente ( $1,15\mu V$ ) e congruente ( $1,13\mu V$ ) não diferiram na região frontal do hemisfério esquerdo ( $p = 0,702$ ), e no hemisfério direito esta diferença foi marginalmente significativa ( $0,93\mu V$  vs.  $0,81\mu V$ , respectivamente;  $p = 0,062$ ). Para os canais fronto-centrais, incongruente e congruente diferiram significativamente no

hemisfério esquerdo ( $1,05\mu\text{V}$  vs.  $0,81\mu\text{V}$ ;  $p < 0,05$ ), mas não no direito ( $0,66\mu\text{V}$  vs.  $0,66\mu\text{V}$ ;  $p = 0,354$ ).

**Tabela 8: Resultados da ANOVA obtidos pela apresentação do E2 no IAE-400 para amplitude média de pico. AP: antero-posterior; Hem: Hemisfério; Cong: congruência; G-G: Greenhouse-Geisser. Os asteriscos destacam os valores de p significativos ( $p < 0,05$ ).**

Fatores	Graus de Liberdade	Estatística F	Nível Descritivo (p)	G-G Epsilon	G-G Correção Graus de liberdade 1	G-G Correção Graus de liberdade 2	G-G Nível Descritivo (p)
<b>AP</b>	1	2,9264	0,0951	1,0000	1,0000	39,000	0,0951
<b>Erro</b>	39						
<b>Hem</b>	1	7,7049	0,0084*	1,0000	1,0000	39,000	0,0084*
<b>Erro</b>	39						
<b>Cong</b>	1	1,6521	0,2062	1,0000	1,0000	39,000	0,2062
<b>Erro</b>	39						
<b>AP x Hem</b>	1	0,0026	0,9597	1,0000	1,0000	39,000	0,9597
<b>Erro</b>	39						
<b>AP x Cong</b>	1	0,4758	0,4944	1,0000	1,0000	39,000	0,4944
<b>Erro</b>	39						
<b>Hem x Cong</b>	1	0,6709	0,4177	1,0000	1,0000	39,000	0,4177
<b>Erro</b>	39						
<b>AP x Hem x Cong</b>	1	7,6455	0,0086*	1,0000	1,0000	39,000	0,0086*
<b>Erro</b>	39						

## Amplitude média de pico da onda N2 para o IAE-400

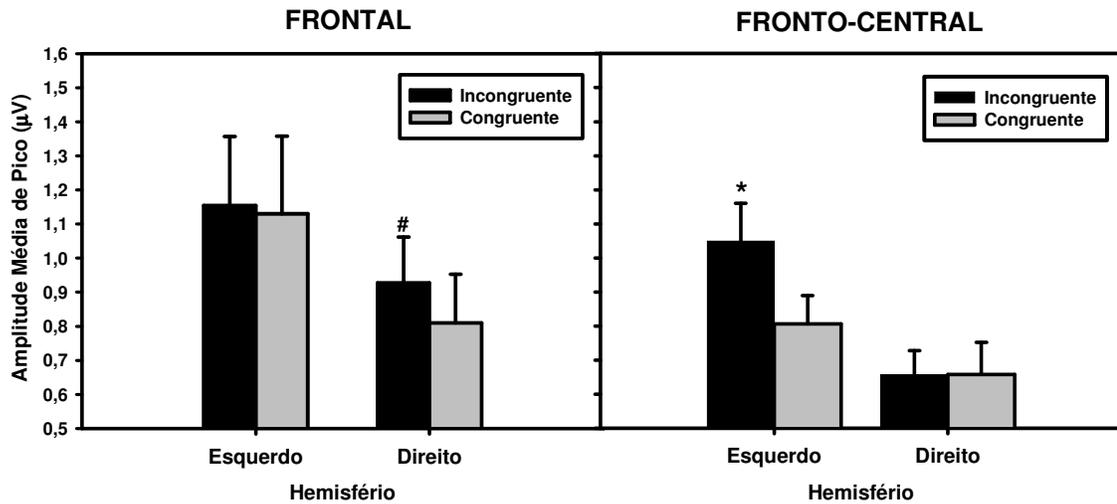


Figura 27: Amplitude média de pico para as condições incongruente e congruente em função da localização no IAE-400. Os asteriscos representam diferenças significativas ( $p < 0,05$ ). O símbolo “#” representa uma diferença marginalmente significativa. As linhas verticais indicam o EPM.

### *IAE de 1200ms*

#### - Latência do pico

A ANOVA mostrou que o fator **congruência** ( $F_{(1,39)} = 4,29$ ;  $p < 0,05$ ;  $\epsilon = 1,00$ ) foi fonte significativa de variância e a interação entre **antero-posterior** e **congruência** também ( $F_{(1,39)} = 4,35$ ;  $p < 0,05$ ;  $\epsilon = 1,00$ ). Estes resultados estão representados na tabela 9.

**Tabela 9: Resultados da ANOVA obtidos pela apresentação do E2 no IAE-1200 para latência de pico. AP: antero-posterior; Hem: Hemisfério; Cong: congruência; G-G: Greenhouse-Geisser. Os asteriscos destacam os valores de p significativos ( $p < 0,05$ ).**

Fatores	Graus de Liberdade	Estatística F	Nível Descritivo (p)	G-G Epsilon	G-G Correção Graus de liberdade 1	G-G Correção Graus de liberdade 2	G-G Nível Descritivo (p)
AP	1	0,0368	0,8488	1,0000	1,0000	39,000	0,8488
Erro	39						
Hem	1	1,5437	0,2215	1,0000	1,0000	39,000	0,2215
Erro	39						
Cong	1	4,2899	0,0450*	1,0000	1,0000	39,000	0,0450*
Erro	39						
AP x Hem	1	0,0350	0,8525	1,0000	1,0000	39,000	0,8525
Erro	39						
AP x Cong	1	4,3556	0,0435*	1,0000	1,0000	39,000	0,0435*
Erro	39						
Hem x Cong	1	0,6553	0,4231	1,0000	1,0000	39,000	0,4231
Erro	39						
AP x Hem x Cong	1	3,1778	0,0824	1,0000	1,0000	39,000	0,0824
Erro	39						

Na figura 28 é possível observar o resultado da interação entre os fatores **congruência** e **antero-posterior**. A análise *post-hoc* revelou que a latência para a condição congruente foi maior do que para a incongruente na região frontal (314,6ms vs. 306,4 ms;  $p < 0,05$ ), mas não na região fronto-central (310,8 vs. 308,8;  $p = 0,473$ ).

## Latência de pico da onda N2 para o E2 no IAE-1200

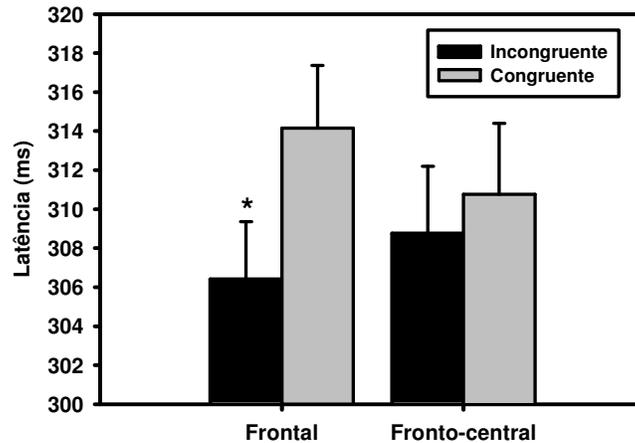


Figura 28: Latência para as condições incongruente e congruente em função da localização (frontal ou fronto-central) no IAE-1200. Os asteriscos representam diferenças significativas ( $p < 0,05$ ). As linhas verticais indicam o EPM.

### - Amplitude média de pico

ANOVA mostrou que os fatores **antero-posterior** ( $F_{(1,39)} = 7,73$ ;  $p < 0,01$ ;  $\epsilon = 1,00$ ), **hemisfério** ( $F_{(1,39)} = 8,19$ ;  $p < 0,01$ ;  $\epsilon = 1,00$ ) e **congruência** ( $F_{(1,39)} = 5,91$ ;  $p < 0,05$ ;  $\epsilon = 1,00$ ) foram fontes significativas de variância, assim como as interações entre **congruência** e **hemisfério** ( $F_{(1,39)} = 4,42$ ;  $p < 0,05$ ;  $\epsilon = 1,00$ ) e a tripla interação ( $F_{(1,39)} = 9,29$ ;  $p < 0,01$ ;  $\epsilon = 1,00$ ). Estes resultados estão representados na tabela 10.

O resultado da tripla interação está representado na figura 29. A análise *post-hoc* revelou que a amplitude média de pico foi maior na condição incongruente em relação à congruente na região frontal esquerda ( $1,67\mu\text{v}$  vs.  $1,24\mu\text{v}$ ;  $p < 0,001$ ), o que não ocorreu para a região frontal direita ( $1,01\mu\text{v}$  vs.  $1,00\mu\text{v}$ ;  $p = 0,684$ ). Na região fronto-central, a amplitude média de pico para as condições incongruente e congruente foi novamente diferente no hemisfério esquerdo ( $1,02\mu\text{v}$  vs.  $0,84\mu\text{v}$ ;  $p < 0,001$ ), mas não no direito ( $0,68\mu\text{v}$  vs.  $0,66\mu\text{v}$ ;  $p = 0,672$ ).

Tabela 10: Resultados da ANOVA obtidos pela apresentação do E2 no IAE-1200 para amplitude média de pico. AP: antero-posterior; Hem: Hemisfério; Cong: congruência; G-G: Greenhouse-Geisser. Os asteriscos destacam os valores de p significativos ( $p < 0,05$ ).

Fatores	Graus de Liberdade	Estatística F	Nível Descritivo (p)	G-G Epsilon	G-G Correção Graus de liberdade 1	G-G Correção Graus de liberdade 2	G-G Nível Descritivo (p)
AP	1	7,7307	0,0083*	1,0000	1,0000	39,000	0,0083*
Erro	39						
Hem	1	8,1918	0,0067*	1,0000	1,0000	39,000	0,0067*
Erro	39						
Cong	1	5,9108	0,0197*	1,0000	1,0000	39,000	0,0197*
Erro	39						
AP x Hem	1	2,9260	0,0951	1,0000	1,0000	39,000	0,0951
Erro	39						
AP x Cong	1	1,3379	0,2544	1,0000	1,0000	39,000	0,2544
Erro	39						
Hem x Cong	1	4,4231	0,0419*	1,0000	1,0000	39,000	0,0419*
Erro	39						
AP x Hem x Cong	1	9,2914	0,0041*	1,0000	1,0000	39,000	0,0041*
Erro	39						

Amplitude média de pico da onda N2 para o E2 no IAE-1200

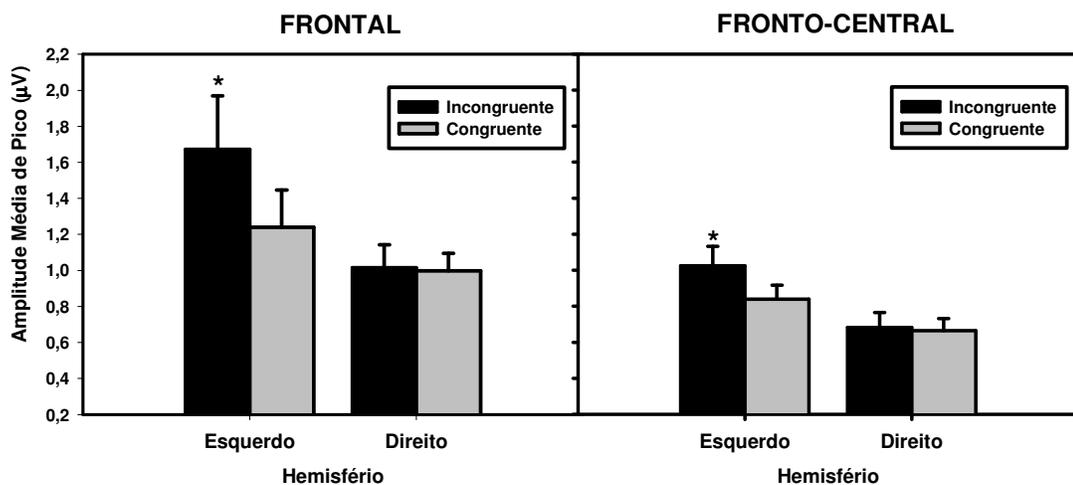


Figura 29: Amplitude média de pico para as condições incongruente e congruente em função da localização no IAE-1200. Os asteriscos representam diferenças significativas ( $p < 0,05$ ). As linhas verticais indicam o EPM.

### 3.3.3.2.3) Resultados para a latência do pico obtidos após o acender do E1 e do E2.

A ANOVA mostrou que **latência E1-E2** foi fonte significativa de variância ( $F_{(3,117)} = 25,61$ ;  $p < 0,001$ ;  $\epsilon = 0,57$ ). A análise *post-hoc* mostrou que a latência de pico da onda N2 obtida após o acender do E1 no IAE de 1200ms (**E1-1200**; 327,7ms) diferenciou-se das latências de picos obtidas após o acender do E2 nos três intervalos (**E2-0**: 303,5ms; **E2-400**: 308,1ms; **E2-1200**: 310,0ms) -  $p < 0,01$  para as três comparações. Não houve diferença entre os valores de latência de pico obtidos após o acender do E2 para os três IAEs ( $p > 0,05$ ). Estes resultados estão representados na figura 30.

Comparação entre as latências de pico obtidas para o E1 (IAE-1200) e E2 (IAE-0, 400 e 1200).

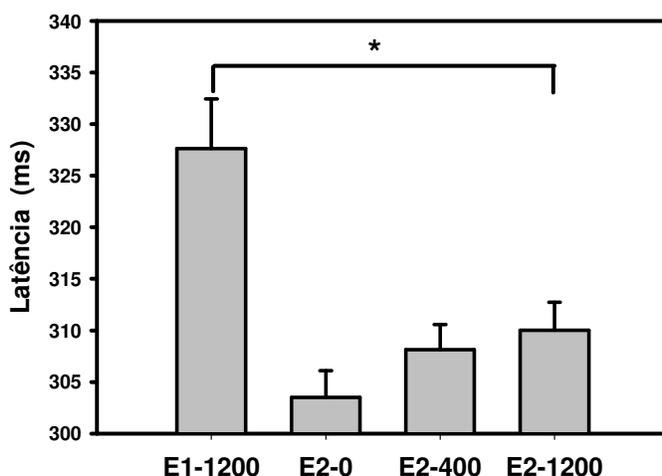


Figura 30: Resultado de latência de pico para o acender do E1 no IAE-1200 (E1-1200) para o acender do E2 nos três IAEs (E2-0, E2-400 e E2-1200). Os asteriscos representam diferenças significativas ( $p < 0,05$ ). As linhas verticais indicam o EPM.

#### 4. DISCUSSÃO GERAL

Os resultados comportamentais obtidos em nossos trabalhos mostraram que o efeito Stroop pode ser influenciado por manipulações temporais da tarefa. No experimento I o efeito Stroop foi máximo no IAE intermediário de 400ms e desapareceu no IAE-600. No experimento II, o efeito Stroop foi máximo no IAE-0, reduzido no IAE-400 e desapareceu no IAE-1000. Este último resultado, foi replicado no experimento III, onde a manipulação temporal foi novamente capaz de influenciar o efeito de interferência. Podemos inferir, a partir destes achados, que houve uma evolução temporal na alocação de recursos atencionais ao longo dos intervalos. Ou seja, é possível, desde que haja tempo suficiente, implementar recursos de controle cognitivo para otimizar a tarefa, reduzindo os efeitos interferentes da palavra (distrativo) sobre a nomeação da cor (tarefa alvo) em intervalos longos

Adicionalmente, a estratégia de comparação utilizada pelos voluntários foi capaz de influenciar o curso temporal e a magnitude do efeito Stroop. No experimento I, os voluntários deveriam comparar as cores dos dois estímulos e isto possibilitou a utilização da estratégia de comparação física. Neste caso, os voluntários foram capazes de reduzir substancialmente a magnitude do efeito de interferência, o que pode ser evidenciado pela maior magnitude obtida nos experimentos II e III, onde a estratégia de comparação semântica foi utilizada. Este resultado, por si só, sugere que o conflito semântico contribui para a geração do efeito Stroop.

Os resultados eletrencefalográficos ratificam a hipótese de que ao menos parte do efeito Stroop é gerado devido à ativação de códigos semânticos conflitantes. A onda N2 encontrada após o acender do E1 no IAE-1200, mostrou-se

sensível ao tipo de estímulo Stroop apresentado. A amplitude média de pico desta onda foi maior quando o E1 era incongruente em comparação à quando este era congruente. Este resultado é interessante, pois evidencia que mecanismos de controle cognitivo são sensíveis ao conflito puramente semântico, já que o conflito de resposta somente poderá ocorrer após o acender do E2.

A manipulação temporal da tarefa “Stroop pareado” utilizada neste estudo mostrou-se, portanto, útil no sentido de responder a alguns aspectos referentes ao efeito Stroop. Características muito peculiares dos nossos desenhos experimentais permitiram uma abordagem direta de alguns pontos relacionados à interferência semântica do efeito Stroop, preenchendo algumas lacunas na literatura. Como um primeiro exemplo, na tarefa de decisão semântica proposta por Luo (1999) e, posteriormente, por Goldfarb & Henik (2006), os sujeitos deveriam comparar a cor de uma barra colorida com o significado da palavra contida no estímulo Stroop. Note que, diferentemente do Stroop clássico, a cor, e não a palavra do estímulo Stroop era o atributo irrelevante. Em outra tarefa, Luo (1999) também utilizou a estratégia de pareamento visual, onde os sujeitos deveriam comparar a cor dos dois estímulos. Neste caso, apesar da palavra do estímulo Stroop ser o atributo irrelevante, os sujeitos poderiam utilizar a estratégia de comparação física para parear as cores dos dois estímulos, reduzindo a interferência da palavra sobre a tarefa. Finalmente, no seu segundo experimento, Luo (1999) introduziu intervalos entre o aparecimento dos dois estímulos. Entretanto, a barra era apresentada ANTES dos estímulos Stroop. Desta forma, os voluntários não poderiam utilizar o intervalo para solucionar o conflito semântico presente na tarefa. Além disto, os intervalos eram longos (variando de 1000 a 2500ms), não incluindo a faixa temporal compatível com a transição dos mecanismos automáticos para os voluntários.

Na tarefa de Dyer (1973), duas tarefas já anteriormente mencionadas foram utilizadas: a “palavra-cor” e a “cor-palavra”. No primeiro caso, os voluntários tinham que comparar o significado da palavra contida no estímulo Stroop, com a cor de uma seqüência de letras “X”. Desta forma, novamente o atributo irrelevante era a cor do estímulo Stroop, e não a palavra. Já a tarefa “cor-palavra” assemelha-se a que utilizamos em nossos experimentos. Os sujeitos deveriam ignorar a palavra do estímulo Stroop, para comparar a cor deste estímulo ao significado de uma segunda palavra relacionada à cor. No entanto, Dyer (1973), não utilizou intervalos entre a apresentação dos estímulos, o que não permitiu avaliar o tempo necessário para que a interferência da palavra pudesse ser sobrepujada pelos mecanismos de controle cognitivo. Zysset et al. (2001) e Mitchell (2006), também utilizaram a tarefa “cor-palavra”, em seus trabalhos com fMRI. Entretanto, além de também não terem inserido intervalos entre os estímulos, não separaram as diferentes condições presentes na tarefa Stroop pareado, como proposto por Goldfarb & Henik (2006) – ver “Introdução”, o que pode ter gerado uma interpretação equivocada dos seus resultados.

Finalmente, é válido fazer um comentário sobre o estudo de Glaser e Glaser (1982). Estes autores não utilizaram uma tarefa de Stroop pareado, nem mesmo um estímulo Stroop direto. Os atributos do estímulo Stroop eram segregados, de forma que, dependendo da tarefa, os sujeitos deveriam falar a cor de uma barra colorida sucedida ou precedida por uma palavra, ou ainda ler a palavra ao invés de dizer a cor da barra (consultar “introdução” para maiores detalhes). No entanto, este estudo é importante, pois eles introduziram diferentes intervalos entre o aparecer dos dois atributos (estímulos), o que permitiu que pudessem observar por quanto tempo uma

palavra ou uma cor não relevante apresentada previamente pôde influenciar a tarefa primária (nomear a cor da barra ou ler uma palavra relacionada à cor).

Como observado, nosso paradigma reuniu características importantes que o diferem dos vários trabalhos presentes na literatura, sendo concebido no intuito preencher algumas lacunas deixadas por aqueles. Começando pelo fato do estímulo Stroop ser apresentado como E1, além da existência de intervalos entre os estímulos que induzissem os voluntários a desenvolver estratégias capazes de superar a interferência causada pelo distrativo. Como no Stroop original, o atributo irrelevante dos nossos experimentos era sempre a palavra contida no estímulo Stroop. A diferença básica entre os nossos três experimentos, é o fato de termos utilizado como E2 uma barra colorida (experimento I) ou uma palavra relacionada à cor em branco (experimentos II e III), o que nos permitiu manipular o envolvimento das estratégias de comparação visual e semântica nas tarefas.

Na tarefa de comparação visual de Luo (1999), não houve efeito de interferência quando os estímulos eram apresentados simultaneamente. Ele propôs que nesta, a comparação entre os estímulos poderia ocorrer baseada apenas nos aspectos físicos dos estímulos (cores), antes da ativação de qualquer código semântico. Este resultado pode explicar a ausência de interferência encontrada no IAE-200 do experimento I. Neste caso, a ativação de códigos semânticos não foi necessária, sendo a tarefa realizada através da comparação física dos estímulos. É lícito pensar, portanto, que no nosso caso, o IAE-200, por ser curto, permitiu aos sujeitos utilizarem em grande parte, a informação física (cor) como base de comparação entre os estímulos. Provavelmente, os sujeitos utilizaram a informação sensorial visual temporariamente armazenada (também conhecida como memória icônica) – (Cowan, 1988; Magnussen, 2000).

A memória sensorial ou icônica é considerada uma memória implícita, de curtíssimo prazo, atuando a um nível pré-semântico (Harris et al., 2001; Magnussen, 2000). O tempo de duração desta memória é controverso, porém acredita-se que esta perdura por alguns centésimos de milissegundos (Cowan, 1988; Lu et al., 2005). Assim, não é possível afirmar que esta não estaria ainda atuando em IAEs maiores que 200ms, mas parece certo que seu efeito seria maior em intervalos mais curtos. Outro ponto a ser lembrado refere-se ao tempo de ativação de código semântico promovido pela palavra contida no estímulo Stroop. Uma hipótese seria que no IAE-200, não haja tempo suficiente para o processamento semântico do distrativo, o que favoreceria a comparação física, e não a semântica, entre os estímulos.

Kutas & Hillyard (1980) mostraram, em um experimento clássico com potenciais evocados, que a onda relacionada ao processamento semântico de uma palavra inesperada ocorre com uma latência de 400ms. Eles apresentaram visualmente sete frases aos voluntários. As palavras constituintes da frase eram apresentadas a cada 700ms até que a sentença completa fosse formada. Na maioria das vezes (75%) estas frases terminavam em uma palavra que era semanticamente relacionada ao contexto da sentença (e.g. “Aquele foi o seu primeiro dia no trabalho”). No entanto, 25% das vezes estas palavras eram incongruentes ao contexto (e.g. “Ele espalhou o pão quente com meias”). Neste último caso, uma onda posterior negativa ocorrendo 300 a 600ms após o acender da última palavra era gerada. Como a N400 somente ocorria quando uma palavra anômala que não fazia sentido era apresentada, concluiu-se que esta onda seria uma expressão do processamento semântico durante a leitura.

Vários trabalhos posteriores têm demonstrado claramente que a amplitude da N400 varia em função de quanto uma palavra está integrada ao contexto de uma sentença (Kutas, 1997; Kutas & Hillyard, 1982). Desta forma, a N400 parece ser sensível à incongruência contextual para uma determinada palavra. Embora este componente tenha sido inicialmente relacionado à compreensão de uma sentença, por ser sensível à discrepância semântica de uma palavra dentro do contexto de uma frase, ele também parece ser encontrado quando pares de palavras são apresentados consecutivamente. Neste caso, a amplitude da N400 é maior quando a segunda palavra não pertence à mesma categoria semântica da primeira como, por exemplo, as palavras tigre e alho (Kiefer et al., 1998; Ruz et al., 2003). Esta onda, portanto, parece ser sensível às manipulações utilizadas no paradigma de “priming”, sendo sua latência e amplitude reduzidas quando o alvo é precedido por um “prime” semanticamente relacionado (Mari-Beffa et al., 2005).

A onda N400, apesar de amplamente conhecida, não é o único índice eletrofisiológico de processamento semântico. De fato, muitos consideram a ocorrência da N400 muito tardia para relacionar-se ao acesso automático rápido do significado de uma palavra (Hinojosa et al., 2004; Mari-Beffa et al., 2005). Recentemente alguns trabalhos têm encontrado uma onda negativa em torno de 200ms, com distribuição parieto-occipital, que também é sensível a manipulações semânticas, o denominado Potencial de Reconhecimento (PR). Este componente parece responder diferentemente à apresentação de palavras, pseudopalavras e letras sem sentido, aumentando sua amplitude progressivamente e significativamente à medida que o nível de análise semântica aumenta (Martin-Loeches et al., 1999). Além disto, a amplitude do PR parece ser maior quando o estímulo pertence a uma categoria semântica específica (e.g. animais) comparado à

apresentação de palavras sem relação semântica entre si (Martin-Loeches et al., 2001). Outras manipulações podem afetar sua latência e/ou amplitude. Por exemplo, Rudell & Hua (1996) mostraram, através de um paradigma de “priming”, que a latência é reduzida quando o estímulo alvo é precedido por um estímulo “prime” relacionado. Quanto à sua amplitude, alguns trabalhos também com o paradigma de “priming”, encontraram uma redução da amplitude do PR para estímulos consecutivos relacionados, de maneira análoga a N400 (Mari-Beffa et al., 2005). Além disso, o contrário, ou seja, um aumento da amplitude para estímulos consecutivos relacionados, também já foi demonstrado (Ruz et al., 2003).

Baseado nos achados acima, podemos propor que o processamento semântico inicia-se justamente por volta de 200ms após o acender de uma palavra. Portanto, no IAE-200, provavelmente a palavra não tenha ainda sido processada semanticamente, ou esteja num nível muito precoce de processamento. Por outro lado, à medida que o IAE tornou-se maior, o processamento semântico do distrativo pôde então ocorrer, causando a interferência observada no IAE-400. Assim, acreditamos que, a palavra não interferiria no julgamento das cores no menor IAE (200ms), já que esta ainda não havia sido suficientemente processada. Desta forma, a estratégia de comparação física estaria atuando em um nível pré-semântico, antes que o distrativo fosse suficientemente processado.

Com relação à ausência de interferência encontrada no IAE-600 do experimento I, isto provavelmente reflete a imposição de mecanismos de controle cognitivo sobre a interferência causada pela ativação semântica induzida pelo distrativo. No experimento II mostramos claramente que a interferência Stroop é reduzida com o aumento do intervalo, provavelmente refletindo a intervenção imposta por este controle cognitivo, isto é, pelo sistema executivo atencional. No experimento

II houve um aumento considerável na magnitude da interferência, e encontramos uma interferência máxima com a apresentação simultânea dos estímulos. Isto mostra que quando a comparação semântica dos estímulos torna-se obrigatória, já que a cor do estímulo Stroop deve ser comparada a uma palavra, onde o pareamento físico por cores é impossível, o efeito torna-se maior. Esta clara diferença na magnitude do efeito Stroop entre a tarefa onde a estratégia visual é utilizada (experimento I) e a tarefa onde a estratégia semântica é utilizada (experimento II) demonstra a importância da ativação de códigos semânticos para a obtenção do efeito Stroop. Já a redução progressiva da interferência observada com o aumento do intervalo entre os estímulos, evidenciaria que o tempo é um fator crítico para que os mecanismos de controle cognitivo, possam solucionar o conflito imposto pela ativação de códigos semânticos incompatíveis.

Nossos resultados estão de acordo com as premissas levantadas por Neely (1977), segundo as quais a distinção entre os mecanismos atencionais automáticos e voluntários poderia ser feita com base no tempo de ativação destes. Os mecanismos automáticos seriam rapidamente ativados, enquanto que os voluntários necessitariam de mais tempo. Isto explica a modulação temporal da interferência do distrativo (palavra) sobre a resposta encontrada nos nossos experimentos, especialmente nos experimentos II e III. Nos intervalos curtos e intermediários, os processos automáticos relacionados à leitura encontram-se ativos produzindo a interferência, enquanto que os mecanismos voluntários ainda não estão ativos a ponto de inibir totalmente tais efeitos. Por outro lado, nos intervalos mais longos, os mecanismos de controle cognitivo atingem um nível de ativação capaz de inibir completamente o distrativo. Desta maneira, a inserção de diferentes intervalos entre o aparecimento de dois estímulos constitui-se uma forma eficiente de analisar

separadamente a influência de componentes atencionais automáticos e voluntários sobre a realização de uma tarefa Stroop.

Essas suposições tornam-se mais consistentes a partir da análise dos resultados obtidos com o experimento III, onde conseguimos reproduzir os resultados de tempo de reação obtidos no experimento II. Novamente, o efeito Stroop foi modulado pelo IAE, sendo máximo no IAE-0, menor no IAE-400 e extinto no IAE-1200. Isto mostra a replicabilidade dos resultados, reforçando ainda mais que esta modulação do efeito pelo tempo não ocorreu ao acaso. Dentre os resultados encontrados através da análise dos potenciais evocados, o que se destaca é a diferença em amplitude entre as condições incongruente e congruente encontrada para a onda N2 após o acender do E1 no IAE-1200. Como anteriormente mencionado, esta análise é crítica para a discussão dos nossos resultados, já que a ocorrência desta onda precede o aparecimento do E2 e, por isso, descarta a hipótese de que esta possa estar sendo influenciada pelo conflito de resposta.

Antes de entrar em maiores detalhes é válido fazer uma breve recapitulação da seqüência de eventos do teste. No IAE-1200, o estímulo Stroop (E1) era apresentado e após 1200ms a palavra em branco (E2) aparecia. Os sujeitos eram informados que deveriam comparar a cor do E1 com o significado do E2, tão logo este aparecesse. Para realizar corretamente a tarefa, eles deveriam prestar atenção à cor do E1 e ignorar a palavra. Acreditamos que a apresentação do estímulo Stroop incongruente foi capaz de gerar um conflito semântico, conflito este que foi evidenciado pela diferença de amplitude encontrada para a onda N2 entre as condições incongruente e incongruente. A onda N2 estaria, portanto, relacionada ao processamento do conflito semântico existente no E1, durante o intervalo.

O curso temporal de correlatos neurais relacionados ao processamento de conflito em tarefas do tipo Stroop ou similares tem sido amplamente investigado com potenciais evocados. A tentativa inicial foi verificar se a onda P300 era capaz de diferenciar estímulos congruentes de incongruentes. Esta onda é obtida em vários tipos de tarefas atencionais, sendo a mais clássica a tarefa de “oddball”, onde um alvo infreqüente aparece (e exige uma resposta) em meio a estímulos distrativos mais freqüentes (Fabiani et al., 2000). Ela é considerada como uma estimativa do tempo de avaliação devotado a um determinado estímulo, já que a sua latência é influenciada pelo tempo de processamento perceptual (McCarthy & Donchin, 1981). Além disso, ela é pouco influenciada pelo processamento da resposta motora para o estímulo, o que indicaria sua utilização para diferenciar os processos relacionados à resposta daqueles perceptuais (Leuthold & Sommer, 1998; McCarthy & Donchin, 1981). Baseando-se nesta última colocação, Ilan & Polich (1999) sugeriram que a análise da P300 em uma tarefa Stroop seria útil para testar a localização da interferência, ou seja, se esta ocorre ao nível do processamento perceptual ou motor. Eles observaram que a P300 é insensível às diferenças entre as condições congruente e incongruente, o que seria um indício de que o efeito de interferência não estaria ao nível de processamento perceptual. Este resultado foi posteriormente confirmado por Atkinson et al. (2003).

Como a P300 não se mostrou capaz de diferenciar estímulos congruentes e incongruentes, os trabalhos voltaram-se para a investigação das alterações na onda N450 durante a tarefa Stroop. Esta onda tem sido amplamente relatada como sendo sensível às diferenças entre as condições congruente e incongruente. Em alguns casos a N450 manifesta-se como uma deflexão negativa da P300, claramente distinta e mais tardia que a onda N2 (West et al., 2005). No entanto, outras vezes, a

N450 apresenta-se como uma extensão no tempo da onda N2 (West & Alain, 1999a). Além disso, ambas ocorrem em tarefas onde existe conflito e que requerem aumento do controle cognitivo. Por outro lado, a onda N2 tem sido mais fortemente associada ao conflito de resposta (Gajewski et al., 2008; Szmalec et al., 2008), enquanto que a N450 parece responder aos conflitos semântico e de resposta (West et al., 2004).

A onda N2 é freqüentemente relatada em estudos com o paradigma de “Flanker” (Bartholow et al., 2005; Rueda et al., 2004). Neste paradigma, inicialmente descrito por Eriksen & Eriksen (1974) os participantes são solicitados a identificar a letra central de um arranjo horizontal de letras. A letra-alvo é ladeada por letras intrusas ou distrativas, “flankers”, irrelevantes à tarefa. As letras intrusas podem ser compatíveis com a letra-alvo (e.g., "A A A", sendo a letra-alvo sempre a letra central do arranjo) ou incompatíveis com a letra-alvo (e.g., "A O A"). Invariavelmente, o tempo de reação e a amplitude da onda N2 é maior quando as letras intrusas são incompatíveis com o alvo, do que quando são compatíveis. Este resultado é usualmente interpretado como sendo reflexo do conflito entre a resposta relacionada ao alvo e a resposta induzida pelos estímulos distrativos (Yeung et al., 2004).

Devido à similaridade entre as ondas N2 e N450 algumas vezes torna-se difícil fazer uma distinção funcional entre estas ondas. Por exemplo, A latência da onda N2, em alguns estudos, está em torno de 350ms (e.g. van, V & Carter, 2002), ou seja, mais tardia do que a latência usual (250 a 300ms) o que nos leva a indagar se na realidade ela não poderia estar refletindo a mesma atividade de geradores neurais que também se encontram ativos na tarefa Stroop, indicando que, nestes casos, a N2 poderia ser uma manifestação mais precoce da onda N450. De fato,

trabalhos têm indicado que ambas as ondas parecem originar-se no córtex cingulado anterior (Botvinick et al., 1999; West et al., 2004; West et al., 2005).

Apesar de freqüentemente ser associada ao conflito de resposta, West et al. (2004) já demonstraram que a onda N450 também é capaz de diferenciar as condições congruente e incongruente, tanto na situação em que os distrativos fazem parte da resposta quanto na que não fazem. Isso indicaria que esta onda pode também ocorrer em situações onde não haja conflito de resposta, e onde o conflito é exclusivamente semântico (para maiores detalhes, ver a descrição deste experimento na introdução). Como em seu trabalho, West et al. (2004) analisaram somente a amplitude média de pico, não foi possível observar possíveis diferenças de latência para as duas condições. Uma possibilidade é que a latência da onda possa ser influenciada pela presença de um ou mais conflitos em uma mesma tarefa. A presença de apenas um conflito, como no paradigma de “Flanker”, poderia reduzir a latência da onda, o que geraria a onda negativa com amplitude em torno de 300ms, comumente denominada de N2 neste tipo de tarefa (Bartholow et al., 2005).

No presente trabalho, encontramos uma onda negativa ocorrendo após a apresentação do E1, e que foi capaz de diferenciar estímulos congruentes e incongruentes, e cuja amplitude máxima estava em torno de 330ms. Com base nos argumentos anteriores, acreditamos que a onda N2 encontrada no presente trabalho, seja uma manifestação mais precoce da onda N450, geralmente encontrada em trabalhos com o Stroop convencional. Como proposto recentemente na revisão de Folstein & Van (2008), as ondas N2 e N450 apesar de descritas em alguns trabalhos como distintas, podem, na realidade, refletir a manifestação de um mesmo fenômeno e assim, serem indistinguíveis em alguns casos. Folstein & Van (2008) propuseram que haveria uma família de ondas N2 e incluíram a onda N450

como integrante desta família. Tendo como base esta interpretação, acreditamos que a onda N2 (ou N450) encontrada após o acender do E1 estaria refletindo especificamente o processamento do conflito semântico presente no E1.

Nossos resultados eletroencefalográficos ajudam a explicar os resultados comportamentais uma vez que, como observado, esta onda demora aproximadamente 330ms para atingir o seu máximo em amplitude. Lembremos que no IAE-0, E2 é apresentado concomitantemente ao E1. Com isso, os sujeitos não disporiam de tempo para processar o conflito semântico do E1 antes do acender do E2. A palavra presente no estímulo Stroop estaria, portanto, influenciando fortemente a resposta e sua interferência seria máxima. No intervalo de 400ms, o indivíduo já disporia de algum tempo para processar o conflito e assim reduzir a influência da palavra distrativa antes do acender do E2. No entanto, 400ms é muito próximo da latência da onda N2 encontrada no nosso trabalho. Em 400ms a onda ainda estaria na sua fase descendente e, deste modo, a palavra ainda poderia influenciar na execução tarefa, mesmo que em menor proporção. No IAE-1200 haveria tempo suficiente para que a palavra presente no estímulo Stroop pudesse ser inibida, não havendo mais o efeito Stroop neste IAE. Ou seja, estamos propondo que a onda N2 decorrente do acender do E1 seria o correlato eletroencefalográfico dos nossos resultados comportamentais: a interferência da palavra distrativa do E1 seria abolida apenas após a ocorrência da N2, que seria a responsável pela detecção e/ou solução do conflito.

Estudos comportamentais anteriores reforçam a hipótese acima e mostram que 500ms seria o intervalo crítico para que os mecanismos atencionais voluntários possam finalmente sobrepujar os automáticos (David et al., 2006; Machado-Pinheiro et al., 2004). Em um trabalho anterior do nosso grupo, foi utilizado um paradigma de

Stroop pareado semelhante ao utilizado no experimento III, com IAEs de 0, 200, 500 e 800ms entre a apresentação do E1 e do E2 (David et al., 2006). Os sujeitos realizavam duas sessões, sendo que em uma delas deveriam ingerir uma mistura de vodka com suco de laranja, contendo 0,4g de álcool por kg de massa corporal. O efeito Stroop foi significativo nos IAEs-0 e 200 e não ocorreu nos IAEs-500 e 800 para os indivíduos sóbrios. Além disso, observou-se um prolongamento do efeito nos indivíduos alcoolizados, passando agora a ocorrer o efeito Stroop no IAE-500. O álcool é sabidamente uma substância capaz de atuar sobre o sistema executivo atencional, reduzindo a amplitude da onda N450 em uma tarefa Stroop (Curtin & Fairchild, 2003). Parece, portanto, que em 500ms haveria tempo suficiente para que a ativação semântica involuntária do distrativo pudesse ser suprimida. Por outro lado, o álcool prejudicaria o processamento deste controle cognitivo, o que pode ser evidenciado pelo efeito Stroop ainda presente no IAE-500 em indivíduos alcoolizados.

Depois de discutir os resultados eletroencefalográficos referenciados no E1, passaremos agora aos resultados referenciados para o acender do E2. Quando o E2 é apresentado, outra onda do tipo N2 é gerada. A idéia de que esta seria uma onda do tipo N2 distinta da obtida com o acender do E1, baseia-se nas evidências de que esta seria gerada por processos diferentes daqueles relacionados ao acender do E1. Lembrando que a tarefa do sujeito era comparar a cor do E1 com o significado do E2, quando o E1 era apresentado, o sujeito deveria ignorar a palavra e prestar atenção à cor, ou seja, deveria resolver o conflito semântico enquanto E2 não era apresentado. Acreditamos, portanto, que a onda encontrada para o acender do E1 estaria relacionada aos mecanismos de controle cognitivo envolvidos na resolução do conflito semântico. Por outro lado, quando o E2 era apresentado, o indivíduo

deveria fazer o julgamento, ou seja, comparar este estímulo com a cor do E1, para emitir corretamente a resposta. Neste aspecto, a onda relacionada ao E2 estaria envolvida nos processos relacionados à comparação dos atributos entre os estímulos e/ou na elaboração da resposta – conflito de resposta. Além disso, a onda obtida com o acender do E2 apresenta uma latência em torno de 300ms, significativamente inferior a latência de 330ms encontrada para a onda obtida com o acender do E1 (ver figura 25), o que sugere que um outro tipo de onda, também pertencente à família N2, ocorria após o acender do E2, e que se relacionaria também com o conflito de resposta.

Uma outra onda considerada integrante da família de ondas N2, segundo Folstein & Van (2008) seria a N270. Em virtude de outros autores terem observado a ocorrência desta onda em tarefas de comparação entre estímulos, acreditamos que a onda N2 encontrada após o acender do E2 possa ser a N270. Ela ocorre em tarefas de julgamento entre estímulos consecutivos e sua amplitude é influenciada pelas diferenças entre os atributos destes estímulos quando, por exemplo, comparam-se cores ou formas geométricas (Wang et al., 2004) números (Wang et al., 2001), faces (Zhang et al., 2001), resultados de equações aritméticas (Wang et al., 2000) e, mais recentemente, letras (Szucs et al., 2007). A distribuição desta onda no escalpe e sua latência são muito próximas da onda que encontramos após o E2 no presente trabalho. Além disto, a amplitude da N270 é maior nos canais frontais do hemisfério esquerdo (Wang et al., 2000; Wang et al., 1998) o que está de acordo com a lateralização esquerda por nós encontrada. Isto nos leva a crer que a N270 estaria sendo gerada em virtude da comparação necessária à resolução da tarefa Stroop pareado utilizada. Assim, esta onda estaria sendo influenciada pelo conflito gerado por atributos discrepantes de dois estímulos consecutivos. Quando o E1 era

incongruente, ele se diferenciava do E2 quanto ao atributo irrelevante (palavra) e isto pode ter gerado a maior amplitude da N270 na condição incongruente, quando comparado à congruente. Este resultado foi encontrado em todos os IAEs. Acreditamos, portanto, que as ondas encontradas após o acender do E1 e do E2 seriam, segundo a classificação proposta por Folstein & Van (2008), subtipos distintos de ondas da família N2, denominadas N450 e N270, respectivamente. A partir de agora, portanto, a onda N2 obtida após o acender do E1 será referida como N450 e após o acender do E2, como N270.

Quanto aos resultados de latência de pico encontrados para a onda N270, não houve diferença entre as condições incongruente e congruente, exceto para o IAE-1200. Neste IAE, a latência da onda para a condição congruente foi maior do que para a incongruente. Este resultado parece contribuir de alguma forma para o resultado comportamental obtido neste IAE. Como pode ser observado através da figura 9 do experimento II e 17 do experimento III, no IAE-1000 (experimento II) e 1200 (experimento III), o efeito Stroop não só foi extinto como houve uma inversão do resultado: os TRs para a condição congruente, passaram a ser mais lentos do que para a condição incongruente. Uma possível explicação para este resultado baseia-se no fenômeno denominado pré-ativação negativa (“negative-priming”). A pré-ativação negativa é definida como a geração de TRs mais lentos para um alvo, quando este está de alguma forma relacionado a um estímulo distrativo precedente (Fox, 1995; Neill, 1977). Por exemplo, Neill (1977) organizou a ordem de apresentação dos estímulos Stroop de forma que o distrativo (palavra) de um teste poderia ou não estar relacionado ao atributo alvo (cor) do teste seguinte. Essa situação ocorreria quando um primeiro estímulo composto pela palavra “AZUL” escrita em amarelo, por exemplo, fosse apresentado antes de um estímulo

subseqüente composto pela palavra “VERMELHO” escrita em azul. Neste caso, o atributo que deveria ser ignorado no primeiro estímulo (a palavra azul) era agora a resposta no estímulo seguinte. Quando isto ocorria, as respostas eram mais lentas do quando não havia qualquer relação entre o estímulo atual (“n”) e o precedente (“n-1”). Segundo este autor, o processamento do distrativo havia sido ativamente inibido no teste n-1, tornando-o relativamente menos acessível para ser a resposta do próximo teste (teste n). Este efeito foi posteriormente denominado de pré-ativação negativa.

Nos experimentos II e III, os sujeitos deveriam inibir a palavra apresentada no E1 de maneira a comparar sua cor com a palavra do E2. Suponha um teste “vai” onde a palavra AZUL em branco tenha sido utilizada como E2: a condição é dita incongruente quando AMARELO ou VERMELHO em azul são apresentados como E1; e é chamado congruente quando AZUL em azul é apresentado quando E1. Note que para testes “vai”/congruentes, a dimensão distrativa do E1 (que deve ser inibida – palavra), tem o mesmo significado do E2, fato que não ocorre para os testes incongruentes/“vai”. Como resultado, a pré-ativação negativa poderia apenas ocorrer nos testes congruentes. Ou seja, para a correta execução dos testes, os voluntários gerariam mecanismos capazes de inibir a palavra contida no E1 e, no caso do maior IAE, eles finalmente conseguiriam inibi-la. No entanto após o surgimento do E2 e para a execução da resposta na condição congruente, os sujeitos necessitam justamente re-ativar o código semântico previamente inibido, e que, portanto, tinha um acesso dificultado. Acreditamos que isso gerou a inversão observada nos dados comportamentais e a maior latência para a condição congruente da onda N270.

É interessante notar que este efeito de inversão ocorreu somente nos IAEs longos. De fato, a pré-ativação negativa parece ser gerada por processos atencionais voluntários e que necessitam de tempo para ocorrer (Houghton & Tipper, 1994; Ortells et al., 2001; Ortells et al., 2003). Alguns autores associaram a ativação de estruturas do pré-frontal à implementação deste tipo de controle (Bunge et al., 2001; Metzler & Parkin, 2000).

Uma segunda explicação para a inversão do efeito Stroop encontrado nos IAEs mais longos deriva-se da hipótese de que parte da interferência presente no Stroop pareado origina-se também do conflito de resposta. A idéia seria que os estímulos congruentes e incongruentes pudessem gerar tendências de resposta diferentes por parte dos voluntários. Assim, como proposto por Golfarb & Henik (2006), estímulos congruentes tenderiam a gerar respostas do tipo “igual”, ou, no nosso caso, do tipo “vai”. Já os incongruentes gerariam uma tendência de resposta do tipo “diferente”, ou uma não emissão da resposta no nosso caso. Em intervalos curtos, a tendência de emissão da resposta para E1 congruentes auxiliaria as respostas nos testes “vai”, ou seja, quando o significado do E2 fosse igual à cor do E1. Por outro lado, em intervalos longos, como os indivíduos deveriam esperar o E2 para responder, estes acabariam por inibir esta tendência de resposta para os testes congruentes, pois caso contrário, tenderiam a antecipar e responder antes do acender do E2. Esta inibição da resposta para testes congruentes em intervalos longos, seria então responsável pela inversão do efeito observada nestes IAEs mais longos.

Os resultados obtidos através dos potenciais evocados sugerem que parte do efeito Stroop ocorre devido ao conflito entre o código semântico ativado pelo distrativo (palavra) e pela cor do estímulo Stroop, já que a onda N450 foi capaz de

discernir as condições congruente e incongruente antes mesmo do aparecer do E2, ou seja, antes do conflito de resposta. Através da onda N270, no entanto, não é possível afirmar que tipo de conflito estaria atuando após o acender do E2. No entanto, a análise dos erros do experimento III (figura 16), pode fornecer algumas pistas sobre este aspecto. Como pode ser observado, o resultado obtido com a análise dos erros aproxima-se dos resultados de TRs obtidos por Goldfarb & Henik (2006). Eles propuseram, como dito anteriormente (para maiores detalhes ver introdução), que durante um teste cuja resposta deveria ser “diferente” e o estímulo é congruente, respostas do tipo “igual” seriam geradas, produzindo um conflito de resposta que aumentaria os TRs para essa condição em relação às condições incongruentes. De maneira similar, em nossos resultados, os indivíduos apresentaram um aumento do número de erros quando o estímulo era congruente e o teste era do tipo “não-vai”. Neste caso, acreditamos que o fato do estímulo ser congruente, pode ter levado os voluntários a gerarem uma resposta para este estímulo, fazendo com que eles respondessem quando, na verdade, não deveriam emitir resposta. Este resultado sugere, portanto, que o conflito de resposta também estaria presente nesta tarefa e contribuiria para os resultados obtidos. O efeito de interferência encontrado na tarefa Stroop pareado seria então decorrente tanto do conflito semântico, como o de resposta.

## 5. CONCLUSÃO

As adaptações aplicadas à tarefa Stroop pareado realizadas no presente trabalho foram capazes de elucidar vários aspectos referentes a esta tarefa e, conseqüentemente, aos mecanismos envolvidos na geração e resolução da interferência. Primeiramente, podemos inferir a partir dos resultados obtidos, que o efeito Stroop é modulado pelo contexto temporal e pela estratégia de comparação entre estímulos (visual ou semântica) utilizada pelos voluntários. Assim, quando a comparação visual é utilizada, o efeito não ocorre em IAEs curtos (200ms), é máximo em IAEs intermediários (400 ms), e volta a desaparecer em IAEs mais longos (600ms). Em intervalos curtos não há efeito Stroop, pois a comparação entre os estímulos ocorre, em grande parte, baseada nos aspectos físicos dos estímulos (memória sensorial). Em intervalos intermediários, existe a maior necessidade de ativação de códigos semânticos para que o pareamento possa ser realizado, em virtude da curta duração da estratégia de pareamento de cores e, com isto, a palavra passa a interferir e o efeito Stroop é obtido. Por outro lado, à medida que os intervalos tornam-se ainda maiores, ocorre uma evolução temporal na alocação de recursos atencionais voluntários, reduzindo e, até mesmo, suprimindo por completo a interferência Stroop.

Quando a estratégia de comparação semântica é utilizada, o efeito é máximo com a apresentação simultânea dos estímulos, é reduzido em IAEs intermediários e desaparece no maior IAE. A impossibilidade de utilizar a estratégia de comparação visual nos experimentos II e III tornou o efeito máximo no IAE-0, o que aponta para a importância da ativação de códigos semânticos conflitantes para a obtenção do efeito Stroop. Além disso, a redução do efeito Stroop com o aumento do intervalo na

tarefa de pareamento semântico, demonstra novamente a maior atuação dos mecanismos de controle cognitivo capazes de inibir a interferência do distrativo. A maior amplitude da onda N450 na condição incongruente em relação a congruente no IAE-1200 ratifica esta afirmação. A modulação diferenciada desta onda pelas condições congruente e incongruente, mostrou-se uma importante medida direta do processamento do conflito semântico isoladamente. Não há qualquer influência do conflito de resposta sobre a modulação da N450 já que este irá instalar-se somente após o aparecimento do E2.

Nossos resultados reafirmam a importância do conflito semântico para a obtenção do efeito de interferência. Os resultados, no entanto, não descartam a possibilidade do conflito de resposta também influenciar em parte a interferência obtida na tarefa Stroop pareado. Inclusive os resultados obtidos através da análise dos erros sugerem que os dois conflitos podem co-existir e contribuir para o efeito Stroop.

## 6. REFERÊNCIAS

ATKINSON, C. M., DRYSDALE, K. A., & FULHAM, W. R. Event-related potentials to Stroop and reverse Stroop stimuli. **International Journal of Psychophysiology**, v. 47, n. 1, p. 1-21, Jan. 2003.

BARTHLOW, B. D., PEARSON, M. A., DICKTER, C. L., SHER, K. J., FABIANI, M., & GRATTON, G. Strategic control and medial frontal negativity: beyond errors and response conflict. **Psychophysiology**, v. 42, n. 1, p. 33-42, Jan. 2005.

BIRCH, J. Efficiency of the Ishihara test for identifying red-green colour deficiency. **Ophthalmic and Physiological Optics**, v. 17, n. 5, p. 403-408, Sept. 1997.

BOTVINICK, M., NYSTROM, L. E., FISSELL, K., CARTER, C. S., & COHEN, J. D. Conflict monitoring versus selection-for-action in anterior cingulate cortex. **Nature**, v. 402, n. 6758, p. 179-181, Nov. 1999.

BOTVINICK, M. M., COHEN, J. D., & CARTER, C. S. Conflict monitoring and anterior cingulate cortex: an update. **Trends in Cognitive Sciences**, v. 8, n. 12, p. 539-546, Dec. 2004.

BROADBENT, D. E. **Perception and Communication**. London: Pergamon, 1958.

BRUIN, K. J. & WIJERS, A. A. Inhibition, response mode, and stimulus probability: a comparative event-related potential study. **Clinical Neurophysiology**, v. 113, n. 7, p. 1172-1182, July 2002.

BUNGE, S. A., OCHSNER, K. N., DESMOND, J. E., GLOVER, G. H., & GABRIELI, J. D. E. Prefrontal regions involved in keeping information in and out of mind. **Brain**, v. 124, p. 2074-2086, Oct. 2001.

COHEN, J. D., DUNBAR, K., & MCCLELLAND, J. L. On the Control of Automatic Processes - A Parallel Distributed-Processing Account of the Stroop Effect. **Psychological Review**, v. 97, n. 3, p. 332-361, July 1990.

COWAN, N. Evolving conceptions of memory storage, selective attention, and their mutual constraints within the human information-processing system. **Psychological Bulletin**, v. 104, n. 2, p. 163-191, Sept. 1988.

CURTIN, J. J. & FAIRCHILD, B. A. Alcohol and cognitive control: Implications for regulation of behavior during response conflict. **Journal of Abnormal Psychology**, v. 112, n. 3, p. 424-436, Aug. 2003.

DALRYMPLE-ALFORD, E. C. Associative facilitation and interference in the Stroop Color-Word task. **Perception and Psychophysics**, v. 11, n. 4, p. 274-276, 1972.

DAVID, I. P. A., VOLCHAN, E., ALFRADIQUE, I., OLIVEIRA, L., PEREIRA, M. G., VILA, J. et al. (2006). Effect of acute alcohol intoxication and training on the time-course of the Stroop task. *Journal of Psychophysiology* 20, 233. Ref Type: Abstract

DEJONG, R., BERENDSEN, E., & COOLS, R. Goal neglect and inhibitory limitations: dissociable causes of interference in conflict situations. **Acta Psychologica**, v. 101, p. 379-394, 1999.

DIEN, J. & SANTUZZI, A. M. Application of repeated measures ANOVA to high-density. In: T.HONDY (Ed.), **Event-related potentials: a methods handbook**. Cambridge: MIT press, 2005. chap. 4, p. 57-82.

DYER, F. N. Same and different judgments for word-color pairs with "irrelevant" words or colors: evidence for word-code comparisons. **Journal of Experimental Psychology**, v. 98, n. 1, p. 102-108, Apr. 1973.

ERIKSEN, B. A. & ERIKSEN, C. W. Effects of noise letters upon identification of a target letter in a nonsearch task. **Perception & Psychophysics**, v. 16, n. 1, p. 143-149, 1974.

ERIKSEN, C. W. & ST JAMES, J. D. Visual attention within and around the field of focal attention: a zoom lens model. **Perception and Psychophysics**, v. 40, n. 4, p. 225-240, Oct. 1986.

FABIANI, M., GRATTON, G., & COLES, M. Event-related brain potentials: methods, theory and applications. In: J.CACIOPPO, L. G. TASSINARY, & G. G. BERNTSON (Eds.), **Handbook of Psychophysiology**. 2 ed. Cambridge: Cambridge University Press, 2000.p. 53-84.

FOLSTEIN, J. R. & VAN, P. C. Influence of cognitive control and mismatch on the N2 component of the ERP: a review. **Psychophysiology**, v. 45, n. 1, p. 152-170, Jan. 2008.

FOX, E. Pre-cuing target location reduces interference but not negative priming from visual distractors. **Quarterly Journal of Experimental Psychology**, v. 48, n. 1, p. 26-40, Feb. 1995.

FRAISSE, P. Why is naming longer than reading. **Acta Psychologica**, v. 30, p. 96-103, 1969.

GAJEWSKI, P. D., STOERIG, P., & FALKENSTEIN, M. ERP--correlates of response selection in a response conflict paradigm. **Brain Res.**, v. 1189, p. 127-134, Jan. 2008.

GLASER, M. & GLASER, W. Time course analysis of the Stroop phenomenon. **Journal of Experimental Psychology**, v. 8, n. 6, p. 875-895, 1982.

GOLDFARB, L. & HENIK, A. New data analysis of the stroop matching task calls for a reevaluation of theory. **Psychological Science**, v. 17, n. 2, p. 96-100, Feb. 2006.

HANDY, T. Basic principles on ERP quantification. In: T.HANDY (Ed.), **Event-related potentials: a methods handbook**. Cambridge: MIT press, 2005. chap. 3, p. 33-55.

HARRIS, J. A., PETERSEN, R. S., & DIAMOND, M. E. The cortical distribution of sensory memories. **Neuron**, v. 30, n. 2, p. 315-318, May 2001.

HINOJOSA, J. A., MARTIN-LOECHES, M., MUNOZ, F., CASADO, P., & POZO, M. A. Electrophysiological evidence of automatic early semantic processing. **Brain and Language**, v. 88, n. 1, p. 39-46, Jan. 2004.

HOUGHTON, G. & TIPPER, S. P. A model of inhibitory mechanisms in selective attention. In: D.DARGENBACH & T. CARR (Eds.), **Inhibitory mechanism in attention, memory and language**. Orlando: Academic Press, 1994.p. 53-112.

ILAN, A. B. & POLICH, J. P300 and response time from a manual Stroop task. **Clinical Neurophysiology**, v. 110, n. 2, p. 367-373, Feb. 1999.

JAMES, W. **The Principles of Psychology**. New York: Dover Publications, 1950.

KERNS, J. G., COHEN, J. D., MACDONALD, A. W., III, CHO, R. Y., STENGER, V. A., & CARTER, C. S. Anterior cingulate conflict monitoring and adjustments in control. **Science**, v. 303, n. 5660, p. 1023-1026, Feb. 2004.

KIEFER, M., WEISBROD, M., KERN, I., MAIER, S., & SPITZER, M. Right hemisphere activation during indirect semantic priming: evidence from event-related potentials. **Brain and Language**, v. 64, n. 3, p. 377-408, Oct. 1998.

KLEIN, G. Semantic power measure through the interference of words with color-naming. **American Journal of Psychology**, v. 77, p. 576-588, 1964.

KUTAS, M. Presidential address, 1996 - Views on how the electrical activity that the brain generates reflects the functions of different language structures. **Psychophysiology**, v. 34, n. 4, p. 383-398, July 1997.

KUTAS, M. & HILLYARD, S. A. Reading senseless sentences: brain potentials reflect semantic incongruity. **Science**, v. 207, n. 4427, p. 203-205, Jan. 1980.

KUTAS, M. & HILLYARD, S. A. The lateral distribution of event-related potentials during sentence processing. **Neuropsychologia**, v. 20, n. 5, p. 579-590, 1982.

LEUTHOLD, H. & SOMMER, W. Postperceptual effects and P300 latency. **Psychophysiology**, v. 35, n. 1, p. 34-46, Jan. 1998.

LIOTTI, M., WOLDORFF, M. G., PEREZ, R., & MAYBERG, H. S. An ERP study of the temporal course of the Stroop color-word interference effect. **Neuropsychologia**, v. 38, n. 5, p. 701-711, 2000.

LOGAN, G. D. Toward an instance theory of automatization. **Psychological Review**, v. 95, n. 4, p. 492-527, 1988.

LOGAN, G. D. The automaticity of everyday life. In: R.S.Jr.LUGER (Ed.), **Advances in Social Cognition**. 10 ed. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum, 1997.p. 157-179.

LU, Z. L., NEUSE, J., MADIGAN, S., & DOSHER, B. A. Fast decay of iconic memory in observers with mild cognitive impairments. **Proceedings of the National Academic of Sciences**, v. 102, p. 1797-1802, 2005.

LUCK, S. **An Introduction to Event-Related Potential Technique**. Cambridge: MIT press, 2005a.

LUCK, S. Ten simple rules for designing ERP experiments. In: TODD C.HANDY (Ed.), **Event-related potentials: a methods handbook**. Cambridge: MIT press, 2005b. chap. 2, p. 17-32.

LUO, C. R. Semantic competition as the basis of Stroop interference: evidence from color-word matching task. **Psychological Science**, v. 10, p. 35-40, 1999.

MACDONALD, A. W., III, COHEN, J. D., STENGER, V. A., & CARTER, C. S. Dissociating the role of the dorsolateral prefrontal and anterior cingulate cortex in cognitive control. **Science**, v. 288, n. 5472, p. 1835-1838, June 2000.

MACHADO-PINHEIRO, W., DAVID, I. P. A., MOCAIBER, I., & FARIA, A. J. (2002). Reaction time as a function of luminance: its interference on the Stroop effect. Proceedings of the XVIII Annual Meeting of the International Society for Psychophysics. 18, 458-463.  
Ref Type: Abstract

MACHADO-PINHEIRO, W., FARIA, A. J., Jr., GAWRYSZEWSKI, L. G., & RIBEIRO-DO-VALLE, L. E. Experimental context modulates warning signal effects. **Brazilian Journal of Medical and Biological Research**, v. 37, n. 7, p. 1063-1069, July 2004.

MACLEOD, C. M. Half a century of research on the Stroop effect: an integrative review. **Psychological Bulletin**, v. 109, n. 2, p. 163-203, Mar. 1991.

MACLEOD, C. M. & DUNBAR, K. Training and Stroop-like interference: evidence for a continuum of automaticity. **Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory and Cognition**, v. 14, n. 1, p. 126-135, Jan. 1988.

MACLEOD, C. M. & MACDONALD, P. A. Interdimensional interference in the Stroop effect: uncovering the cognitive and neural anatomy of attention. **Trends in Cognitive Sciences**, v. 4, n. 10, p. 383-391, Oct. 2000.

MAGNUSSEN, S. Low-level memory processes in vision. **Trends in Neuroscience**, v. 23, n. 6, p. 247-251, June 2000.

MARANGOLO, P., DI, P. E., & PIZZAMIGLIO, L. Priming effect in a color discrimination task. **Perceptual and Motor Skills**, v. 77, n. 1, p. 259-269, Aug. 1993.

MARI-BEFFA, P., VALDES, B., CULLEN, D. J., CATENA, A., & HOUGHTON, G. ERP analyses of task effects on semantic processing from words. **Brain Research: Cognitive Brain Research**, v. 23, n. 2-3, p. 293-305, May 2005.

MARKELA-LERENC, J., ILLE, N., KAISER, S., FIEDLER, P., MUNDT, C., & WEISBROD, M. Prefrontal-cingulate activation during executive control: which comes first? **Brain Research: Cognitive Brain Research**, v. 18, n. 3, p. 278-287, Feb. 2004.

MARTIN-LOECHES, M., HINOJOSA, J. A., GOMEZ-JARABO, G., & RUBIA, F. J. The recognition potential: An ERP index of lexical access. **Brain and Language**, v. 70, n. 3, p. 364-384, Dec. 1999.

MARTIN-LOECHES, M., HINOJOSA, J. A., GOMEZ-JARABO, G., & RUBIA, F. J. An early electrophysiological sign of semantic processing in basal extrastriate areas. **Psychophysiology**, v. 38, n. 1, p. 114-124, Jan. 2001.

MCCARTHY, G. & DONCHIN, E. A metric for thought: a comparison of P300 latency and reaction time. **Science**, v. 211, n. 4477, p. 77-80, Jan. 1981.

MCCORMICK, P. A. Orienting attention without awareness. **Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance**, v. 23, n. 1, p. 168-180, Feb. 1997.

METZLER, C. & PARKIN, A. J. Reversed negative priming following frontal lobe lesions. **Neuropsychologia**, v. 38, n. 4, p. 363-379, 2000.

MILHAM, M. P., BANICH, M. T., & BARADA, V. Competition for priority in processing increases prefrontal cortex's involvement in top-down control: an event-related fMRI study of the stroop task. **Cognitive Brain Research**, v. 17, n. 2, p. 212-222, July 2003.

MILHAM, M. P., BANICH, M. T., WEBB, A., BARAD, V., COHEN, N. J., WSZALEK, T. et al. The relative involvement of anterior cingulate and prefrontal cortex in attentional control depends on nature of conflict. **Cognitive Brain Research**, v. 12, n. 3, p. 467-473, Dec. 2001.

MILLER, E. K. & COHEN, J. D. An integrative theory of prefrontal cortex function. **Annual Review of Neuroscience**, v. 24, p. 167-202, 2001.

MILLIKEN, B., LUPIANEZ, J., DEBNER, J., & ABELLO, B. Automatic and controlled processing in Stroop negative priming: the role of attentional set. **Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition**, v. 25, p. 1384-1402, 1999.

MITCHELL, R. L. Anterior cingulate activity and level of cognitive conflict: explicit comparisons. **Behavioral Neuroscience**, v. 120, n. 6, p. 1395-1401, Dec. 2006.

MORTON, J. & CHAMBERS, S. M. Selective attention to words and colors. **Quarterly Journal of Experimental Psychology**, v. 25, p. 387-397, 1973.

NEELY, J. H. Semantic priming and retrieval from lexical memory: Roles of inhibitionless spreading activation and limited-capacity attention. **Journal of Experimental Psychology: General**, v. 406, p. 226-254, 1977.

NEILL, W. T. Inhibitory and facilitatory processes in selective attention. **Experimental Psychology: Human Perception and Performance**, v. 3, n. 3, p. 444-450, 1977.

OLDFIELD, R. C. The assessment and analysis of handedness: the Edinburgh inventory. **Neuropsychologia**, v. 9, n. 1, p. 97-113, Mar. 1971.

ORTELLS, J. J., ABAD, M. J., NOGUERA, C., & LUPIANEZ, J. Influence of prime-probe stimulus onset asynchrony and prime precuing manipulations on semantic priming effects with words in a lexical-decision task. **Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance**, v. 27, n. 1, p. 75-91, Feb. 2001.

ORTELLS, J. J., FOX, E., NOGUERA, C., & ABAD, M. J. Repetition priming effects from attended vs. ignored single words in a semantic categorization task. **Acta Psychologica**, v. 114, n. 2, p. 185-210, Oct. 2003.

POSNER, M. I. Orienting. **Chronometric Exploration of Mind**. Hillsdale, New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates, 1978. p. 185-216.

POSNER, M. I. Orienting of Attention. **Quarterly Journal of Experimental Psychology**, v. 32, n. FEB, p. 3-25, 1980.

POSNER, M. I., BOIES, S. J., EICHELMAN, W. H., & TAYLOR, R. L. Retention of visual and name codes of single letters. **Journal of Experimental Psychology Monograph**, v. 79, n. 1, p. 1-16, Jan. 1969.

POSNER, M. I. & DIGIROLAMO, G. J. (1998). **Executive attention: conflict, target detection, and cognitive control**. R.Parasuraman. 401-423. Cambridge, M.A., MIT Press. The attentive brain.  
Ref Type: Serial (Book,Monograph)

POSNER, M. I., SNYDER, C. R. R., & DAVIDSON, B. J. Attention and the Detection of Signals. **Journal of Experimental Psychology:General**, v. 109, n. 2, p. 160-174, 1980.

POSNER, M. & SNYDER, C. Attention and cognitive control. **Information Processing e Cognition: The Loyola Symposium**. Hillsdale,N.J: Erlbaum, 1975a.p. 75-78.

POSNER, M. & SNYDER, C. Facilitation and inhibition in the processing of signals. In: P.M.RABBIT (Ed.), **Attention and Performance V**. New York: Academic Press, 1975b.p. 669-681.

RIDDERINKHOF, K. R., ULLSPERGER, M., CRONE, E. A., & NIEUWENHUIS, S. The role of the medial frontal cortex in cognitive control. **Science**, v. 306, p. 443-447, 2004.

RUDELL, A. P. & HUA, J. The recognition potential and word priming. **International Journal of Neuroscience**, v. 87, n. 3-4, p. 225-240, Nov. 1996.

RUEDA, M. R., POSNER, M. I., ROTHBART, M. K., & VIS-STOBER, C. P. Development of the time course for processing conflict: an event-related potentials study with 4 year olds and adults. **Bmc Neuroscience**, v. 5, Oct. 2004.

RUZ, M., MADRID, E., LUPIANEZ, J., & TUDELA, P. High density ERP indices of conscious and unconscious semantic priming. **Brain Research: Cognitive Brain Research**, v. 17, n. 3, p. 719-731, Oct. 2003.

SCHNEIDER, W. & SHIFFRIN, R. M. Controlled and automatic human information processing. I. Detection, search and attention. **Psychological Review**, v. 84, p. 1-66, 1977.

SMITH, M. C., BENTIN, S., & SPALEK, T. M. Attention constraints of semantic activation during visual word recognition. **Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory and Cognition**, v. 27, n. 5, p. 1289-1298, Sept. 2001.

STROOP, J. R. Studies of interference in serial verbal reactions. **Journal of Experimental Psychology**, v. 18, n. 6, p. 643-663, 1935.

SUE, S. Test distance vision using a Snellen chart. **Community Eye Health**, v. 20, n. 63, p. 52, Sept. 2007.

SZMALEC, A., VERBRUGGEN, F., VANDIERENDONCK, A., DE, B. W., VERGUTS, T., & NOTEBAERT, W. Stimulus ambiguity elicits response conflict. **Neuroscience Letters**, v. 435, n. 2, p. 158-162, Apr. 2008.

SZUCS, D., SOLTESZ, F., CZIGLER, I., & CSEPE, V. Electroencephalography effects to semantic and non-semantic mismatch in properties of visually presented single-characters: the N2b and the N400. **Neuroscience Letters**, v. 412, n. 1, p. 18-23, Jan. 2007.

VAN VEEN, V. & CARTER, C. S. Separating semantic conflict and response conflict in the Stroop task: a functional MRI study. **Neuroimage.**, v. 27, n. 3, p. 497-504, Sept. 2005.

VAN, V., V & CARTER, C. S. The timing of action-monitoring processes in the anterior cingulate cortex. **Journal of Cognitive Neuroscience**, v. 14, n. 4, p. 593-602, May 2002.

WANG, H., WANG, Y., KONG, J., CUI, L., & TIAN, S. Enhancement of conflict processing activity in human brain under task relevant condition. **Neuroscience Letters**, v. 298, n. 3, p. 155-158, Feb. 2001.

WANG, Y., CUI, L., WANG, H., TIAN, S., & ZHANG, X. The sequential processing of visual feature conjunction mismatches in the human brain. **Psychophysiology**, v. 41, n. 1, p. 21-29, Jan. 2004.

WANG, Y., KONG, J., TANG, X., ZHUANG, D., & LI, S. Event-related potential N270 is elicited by mental conflict processing in human brain. **Neuroscience Letters**, v. 293, n. 1, p. 17-20, Oct. 2000.

WANG, Y., WANG, H., CUI, L., TIAN, S., & ZHANG, Y. The N270 component of the event-related potential reflects supramodal conflict processing in humans. **Neuroscience Letters**, v. 332, n. 1, p. 25-28, Oct. 2002.

WANG, Y. P., TANG, X. F., KONG, J., ZHUANG, D., & LI, S. W. Different systems in human brain are involved in presemantic discrimination of pictures as revealed by event-related potentials. **Neuroscience Letters**, v. 257, n. 3, p. 143-146, Dec. 1998.

WEST, R. Neural correlates of cognitive control and conflict detection in the Stroop and digit-location tasks. **Neuropsychologia**, v. 41, n. 8, p. 1122-1135, 2003.

WEST, R. & ALAIN, C. Event-related neural activity associated with the Stroop task. **Cognitive Brain Research**, v. 8, n. 2, p. 157-164, July 1999b.

WEST, R. & ALAIN, C. Event-related neural activity associated with the Stroop task. **Brain Res.Cogn Brain Res.**, v. 8, n. 2, p. 157-164, July 1999a.

WEST, R. & ALAIN, C. Effects of task context and fluctuations of attention on neural activity supporting performance of the stroop task. **Brain Research**, v. 873, n. 1, p. 102-111, Aug. 2000.

WEST, R., BOWRY, R., & MCCONVILLE, C. Sensitivity of medial frontal cortex to response and nonresponse conflict. **Psychophysiology**, v. 41, n. 5, p. 739-748, 2004.

WEST, R., JAKUBEK, K., WYMBS, N., PERRY, M., & MOORE, K. Neural correlates of conflict processing. **Experimental Brain Research**, v. 167, n. 1, p. 38-48, Nov. 2005.

YANTIS, S. & JONIDES, J. Abrupt visual onsets and selective attention: voluntary versus automatic allocation. **Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance**, v. 16, n. 1, p. 121-134, Feb. 1990.

YEUNG, N., COHEN, J. D., & BOTVINICK, M. M. The neural basis of error detection: conflict monitoring and the error-related negativity. **Psychological Review**, v. 111, n. 4, p. 931-959, Oct. 2004.

ZHANG, X., MA, L., LI, S., WANG, Y., WENG, X., & WANG, L. A mismatch process in brief delayed matching-to-sample task: an fMRI study. **Experimental Brain Research**, v. 186, n. 2, p. 335-341, Mar. 2008.

ZHANG, X., WANG, Y., LI, S., & WANG, L. Event-related potential N270, a negative component to identification of conflicting information following memory retrieval. **Clinical Neurophysiology**, v. 114, n. 12, p. 2461-2468, Dec. 2003.

ZHANG, Y., WANG, Y., WANG, H., CUI, L., TIAN, S., & WANG, D. Different processes are involved in human brain for shape and face comparisons. **Neuroscience Letters**, v. 303, n. 3, p. 157-160, May 2001.

ZYSSET, S., MULLER, K., LEHMANN, C., THONE-OTTO, A. I., & VON CRAMON, D. Y. Retrieval of long and short lists from long term memory: a functional magnetic resonance imaging study with human subjects. **Neuroscience Letters**, v. 314, n. 1-2, p. 1-4, Nov. 2001.

# **ANEXOS**

## ANEXO I- INVENTÁRIO DE OLDFIELD (1971)

NOME \_\_\_\_\_

DATA \_\_\_\_ / \_\_\_\_ / \_\_\_\_

Você já teve alguma tendência a ser canhoto? \_\_\_\_\_

Existe algum canhoto na sua família? \_\_\_\_\_

Indicar a preferência manual nas seguintes atividades, assinalando + na coluna apropriada. Se não existir preferência, assinale + nas duas escolhas.

	DIREITA	ESQUERDA
1) Escrever		
2) Desenhar		
3) Jogar uma pedra		
4) Usar uma tesoura		
5) Usar um pente		
6) Usar uma escova de dentes		
7) Usar uma faca (sem o uso do garfo)		
8) Usar uma colher		
9) Usar um martelo		
10) Usar uma chave de fendas		
11) Usar uma raquete de tênis		
12) Usar uma faca (com garfo)		
13) Usar uma vassoura (mão superior)		
14) Usar um ancinho (mão superior)		
15) Acender um fósforo		
16) Abrir um vidro com tampa (mão que segura a tampa)		
17) Dar cartas		
18) Enfiar a linha na agulha (mão que segura o que se move)		
19) Com que pé você prefere chutar?		

Total \_\_\_\_\_

**ANEXO II- TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO DO PESQUISADO (EXPERIMENTOS I E II).**

\* Nome: \_\_\_\_\_

\* Idade: \_\_\_\_\_ anos

\* Data de Nascimento:

\_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

\* CI: \_\_\_\_\_

\* Matrícula UFF (caso seja aluno, funcionário ou professor da UFF):

\_\_\_\_\_

\* Título do projeto: "Influência de mecanismos alertantes, atencionais e do contexto experimental na determinação da latência de respostas motoras."

\* Responsável pelo projeto: Prof. Dr. Walter Machado-Pinheiro

\* Inscrição no Conselho: 5255634-5, CRM-RJ

\* Departamento: Depto de Fisiologia e Farmacologia da Universidade Federal Fluminense (UFF)

Eu,

\_\_\_\_\_

declaro ter pleno conhecimento do que se segue:

- Objetivos do projeto: estudar através do "tempo de reação" (tempo que vai do aparecimento do estímulo até a sua resposta) a participação do alerta e da atenção na capacidade de processamento do cérebro. Testaremos como "sinais" que aumentam o seu alerta e induzem a prestar atenção em diferentes locais interferem na velocidade da sua resposta.
- Procedimentos: inicialmente o voluntário será esclarecido sobre os procedimentos necessários a execução do projeto. A seguir será apresentado às condições em que serão realizados os experimentos (sala experimental, apoiador de cabeça, etc.). Durante a realização dos experimentos o voluntário se sentará defronte ao monitor de um microcomputador com a cabeça apoiada e responderá, apertando uma tecla, ao aparecimento de um estímulo. Fará isso em duas sessões de testes divididas em 4 blocos de 4 a 5 minutos cada.

- Desconfortos ou riscos: não há nenhum risco potencial detectado, e o único “desconforto” será o de permanecer sentado e com a cabeça apoiada por quatro a cinco minutos por bloco.
  - Benefícios: ao final do experimento, o voluntário será convidado a participar de uma reunião onde os fundamentos, objetivos e resultados obtidos serão discutidos e apresentados. Assim, os benefícios estão relacionados ao explicação das várias etapas envolvidas na execução de um projeto científico. Apresentaremos um detalhamento sobre o que é e como se realiza um projeto científico, mencionando todas as etapas do mesmo: estudo da temática, coleta da bibliografia essencial, formulação da hipótese, método para a coleta e preparação de dados, análise estatística, interpretação da mesma, análise dos resultados e preparação de painéis e do artigo científico a ser submetido.
- que receberei respostas ou esclarecimentos a qualquer dúvida acerca dos procedimentos, riscos, benefícios e outros assuntos relacionados com a pesquisa;
  - da liberdade de retirar meu consentimento a qualquer momento e deixar de participar do estudo;
  - que se manterá o caráter confidencial das informações relacionadas ao meu desempenho;
  - que obterei informações atualizadas durante o estudo, ainda que isto possa afetar a minha vontade se continuar dele participando;
  - que estou ciente que os resultados aqui obtidos deverão ser levados a Congressos e publicados em revistas científicas, mantido o anonimato dos dados coletados.

Niterói, \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 20\_\_\_\_\_.

---

assinatura do pesquisado

---

assinatura da testemunha I

---

assinatura da testemunha II

### ANEXO III- INSTRUÇÕES PARA O EXPERIMENTO I .

1- No início do teste, irá aparecer no centro da tela um ponto, no qual você deverá manter seu olho fixado durante todo o experimento - ponto de fixação (PF), juntamente com um alerta sonoro ("bip").

2- Algum tempo depois, irá aparecer, acima do PF, uma palavra ou uma seqüência de letras "X" apresentadas em alguma cor - primeiro estímulo (E1).

3- A partir deste momento, em intervalos de tempos variáveis, aparecerá no mesmo local anteriormente ocupado pela palavra, uma barra colorida (E2).

4- Sua tarefa é julgar se A COR do E1 e a COR do E2 são iguais ou não. Em caso positivo, aperte a tecla colocada ao lado da sua mão dominante, o mais rapidamente possível; em caso negativo, não aperte tecla alguma.

5- A partir daí, uma das 5 possibilidades irá ocorrer:

a) No caso das cores serem iguais e você ter respondido corretamente, irá aparecer seu tempo de reação (em ms) sobre o PF;

b) Se as cores forem diferentes, e de fato você não tiver apertado a tecla, aparecerá a mensagem "CORRETO", indicando a resposta adequada para aquele caso.

c) No caso das cores serem iguais e você não ter respondido, aparecerá a mensagem "LENTA";

d) No caso de você ter apertado antes do acender do E2, aparecerá a mensagem "ANTECIPADA";

e) No caso de você apertar quando as cores foram diferentes, aparecerá a mensagem "ERRO".

6- As três últimas situações do item anterior, correspondem a erros, e como tal, devem ser evitados.

7- A partir daí, um novo teste será iniciado seguindo a mesma seqüência.

obs: pisque os olhos sistematicamente durante o teste, para evitar desconfortos, mas o faça **sempre** após responder ao estímulo.

## ANEXO IV- INSTRUÇÕES PARA O EXPERIMENTO II.

1- No início do teste, irá aparecer no centro da tela um ponto, no qual você deverá manter seu olho fixado durante todo o experimento - ponto de fixação (PF), juntamente com um alerta sonoro ("bip").

2- Algum tempo depois, irá aparecer dois estímulos: um acima do PF (uma palavra colorida) e outro abaixo do PF (uma palavra em branco). Estes podem aparecer simultaneamente, ou separados por intervalos de tempos variáveis.

3- Sua tarefa é julgar se A COR do estímulo DE CIMA (palavra colorida) e o SIGNIFICADO (NOME) da palavra DE BAIXO (palavra em branco) são iguais ou não. Em caso positivo, aperte a tecla colocada ao lado da sua mão dominante, o mais rapidamente possível; em caso negativo, não aperte tecla alguma. Lembre-se que para realizar a tarefa você deve ignorar o significado da palavra de cima, extraindo somente a cor desta, para compará-la ao significado da palavra de baixo.

4- A partir daí, uma das 5 possibilidades irá ocorrer:

a) No caso dos significados serem iguais e você ter respondido corretamente, aparecerá seu tempo de reação (em ms) sobre o PF;

b) Se os significados forem diferentes, e de fato você não tiver apertado a tecla, aparecerá a mensagem "CORRETO", indicando a resposta adequada para aquele caso.

c) No caso dos significados serem iguais e você não ter respondido, aparecerá a mensagem "LENTA";

d) No caso de você ter apertado antes do acender do estímulo de baixo, aparecerá a mensagem "ANTECIPADA";

e) No caso de você apertar quando os significados forem diferentes, aparecerá a mensagem "ERRO".

5- As três últimas situações do item anterior, correspondem a erros, e como tal, devem ser evitados.

6- A partir daí, um novo teste será iniciado seguindo a mesma seqüência.

obs: pisque os olhos sistematicamente durante o teste, para evitar desconfortos, mas o faça **sempre** após responder ao estímulo.

## **ANEXO V- TERMO DE CONSENTIMIENTO LIVRE E ESCLARECIDO DO PESQUISADO (EXPERIMENTO III).**

Usted va a participar en un experimento desarrollado para estudiar los mecanismos atencionales, bajo la supervisión del Profesor Jaime Vila.

Durante todo el experimento, se sentará cómodamente en un sillón y sus reacciones corporales se registrarán a través de unos sensores colocados en diferentes partes de su cuerpo. Éste es un estudio de electroencefalografía, así que para realizar el registro de la actividad eléctrica del cerebro colocaremos un gorro con 32 sensores en la cabeza. Para facilitar el registro, colocaremos también una pasta electrolítica en cada uno de los sensores. Después de la finalización del experimento va a poder lavar y secarse el pelo en el laboratorio. Los sensores son completamente inofensivos y no sentirá nada a través de ellos. Además de los sensores para el registro electroencefalográfico, registraremos también la actividad cardíaca y los movimientos oculares. Por tanto, colocaremos otros sensores en los brazos y párpados. En la sala hay unas cámaras que utilizaremos solo para asegurarnos en todo momento que esté cómodo/a.

Después de poner todos los electrodos y el gorro para el electroencefalograma, empezará el experimento que consistirá en 6 sesiones de 7 minutos cada una. El experimento consiste en una tarea atencional de tiempo de reacción, en la cual usted deberá apretar una tecla cuando aparezca un estímulo relevante. Algunos de los estímulos son palabras coloreadas, cuyo sentido también denota un color (Estímulos Stroop). Su tarea consistirá básicamente en prestar atención sólo al color de estas palabras e ignorar su significado para responder correctamente.

La participación en este estudio se compensará con puntos en algunas asignaturas del Departamento de Personalidad, Evaluación y Tratamiento Psicológico. Al final de la sesión le daremos un certificado que acredita su participación en este estudio. La participación en el estudio es voluntaria y podrá finalizarlo cuando lo crea conveniente. Al final de las sesiones experimentales, podremos explicarle con más detalle el procedimiento que hemos llevado a cabo.

La información obtenida en este estudio será absolutamente confidencial siendo publicada posteriormente en artículos científicos en la forma de promedios. Además, nos gustaría que nos firmara su consentimiento a participar libremente en este experimento.

Una vez informado sobre las características del estudio y no teniendo ninguna duda, doy mi consentimiento a participar voluntariamente en el mismo.

Leí la información detallada arriba, la comprendí y doy mi consentimiento a participar como voluntario en este estudio.

Firma: \_\_\_\_\_

Nombre: \_\_\_\_\_

Experimentador: \_\_\_\_\_

Dom. Manual: \_\_\_\_\_

Edad: \_\_\_\_\_

Gorro: \_\_\_\_\_

Granada, \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 200\_\_

## ANEXO VI- INSTRUÇÕES PARA O EXPERIMENTO III

¡Hola, Bienvenido al experimento!

Inicialmente se aparecerá un punto de fijación en el que focalizará su mirada durante todo el experimento. Después serán presentados dos estímulos: uno arriba y otro abajo del punto de fijación. El estímulo de arriba consistirá en una palabra coloreada, cuyo significado denotará un color y el estímulo de abajo será una palabra de color blanco, cuyo significado también se referirá a un color.

Su tarea consiste en comparar el color de la palabra de arriba con el significado de la palabra de abajo. Para hacer esto debe ignorar el significado de la palabra de arriba, extrayendo sólo su color y compararlo con el significado del estímulo de abajo. En el caso de que el color de la palabra de arriba sea igual al significado de la palabra de abajo, HAY QUE apretar la tecla de número 1. En el caso de que sean diferentes NO deberá apretar ninguna tecla.

A continuación aparecerán unos ejemplos.

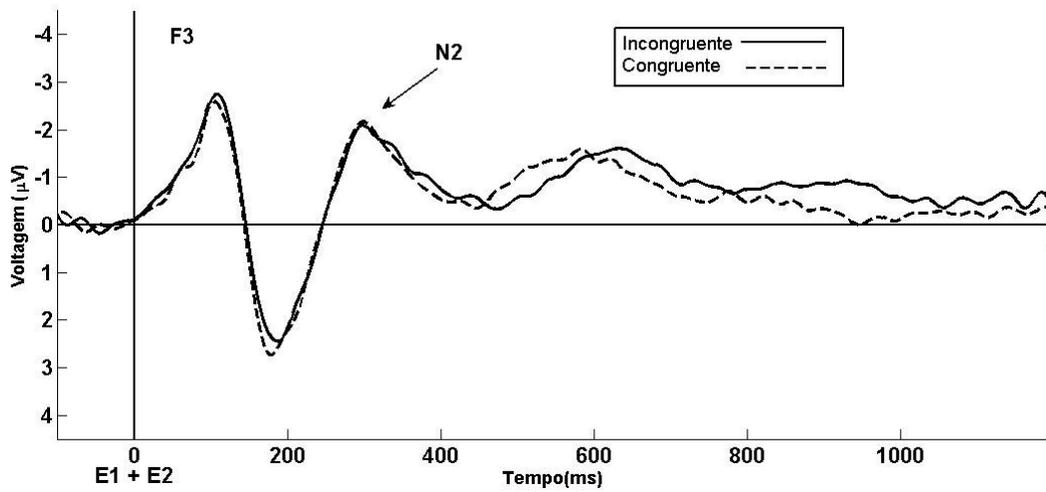
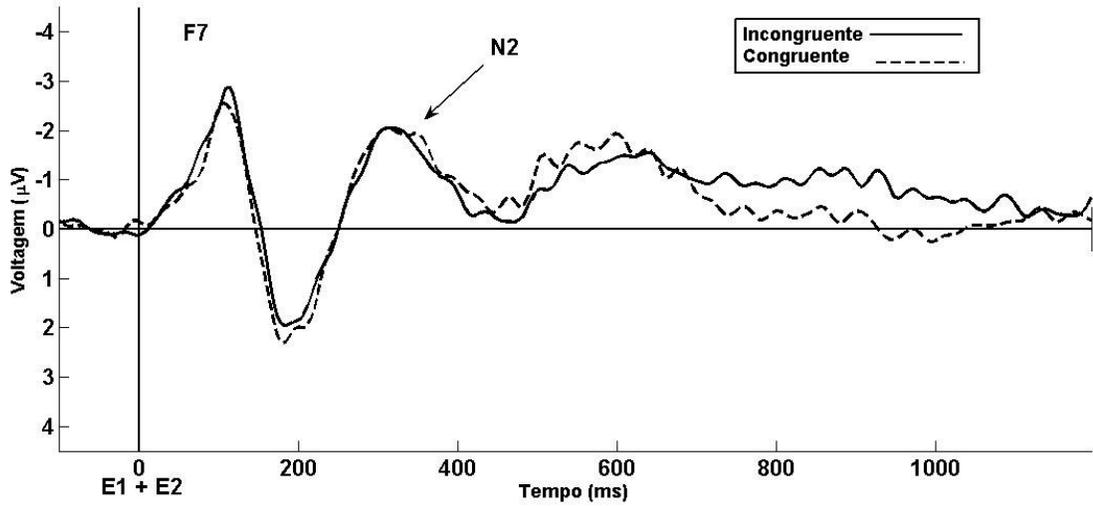
Por ejemplo, cuando la palabra de arriba sea **AZUL** y la palabra de abajo sea ROJO usted deberá apretar la tecla. Cuando la palabra de arriba sea **AMARILLO** y la palabra de abajo sea AMARILLO, no deberá apretar la tecla.

!Hay que acordarse de que es necesario prestar atención sólo al color de la palabra de arriba e ignorar su significado para realizar correctamente la tarea!

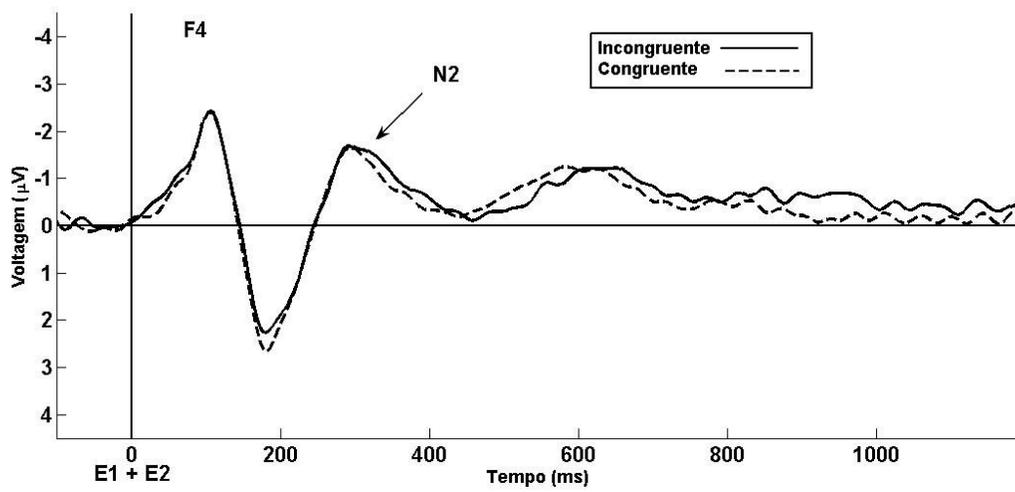
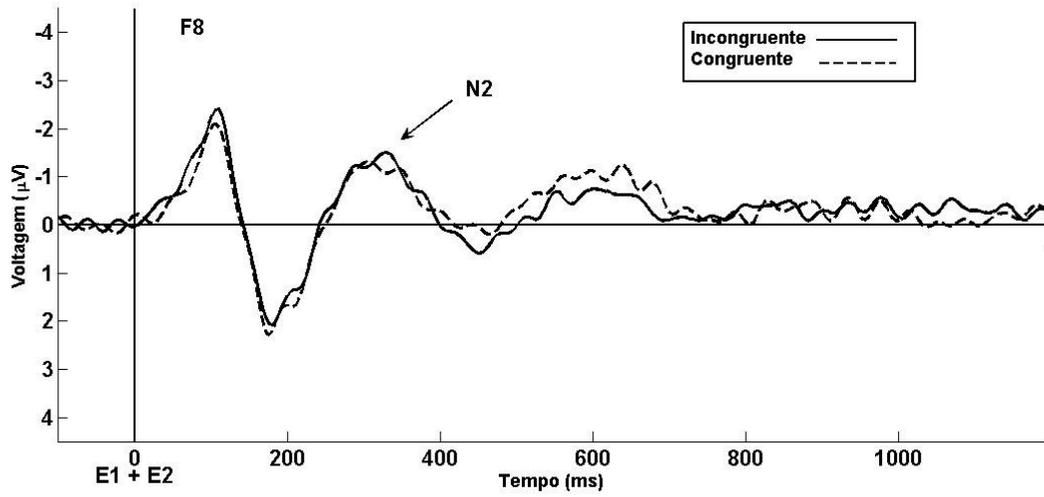
Debe ser lo más rápido posible pero hay que evitar cometer errores.

**ANEXO VII- Gráficos resultantes da promediação do sinal de EGG para os oito canais em cada IAE.**

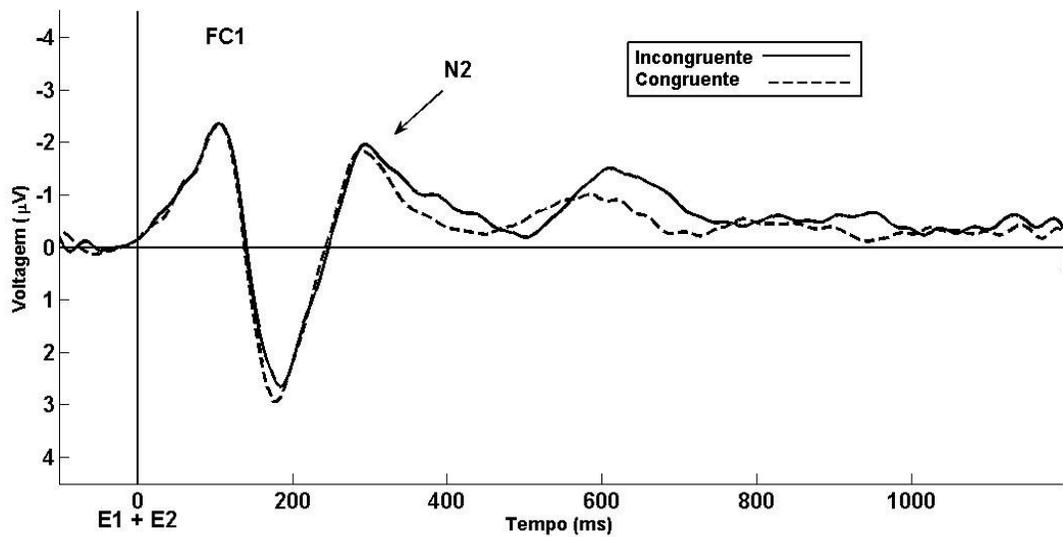
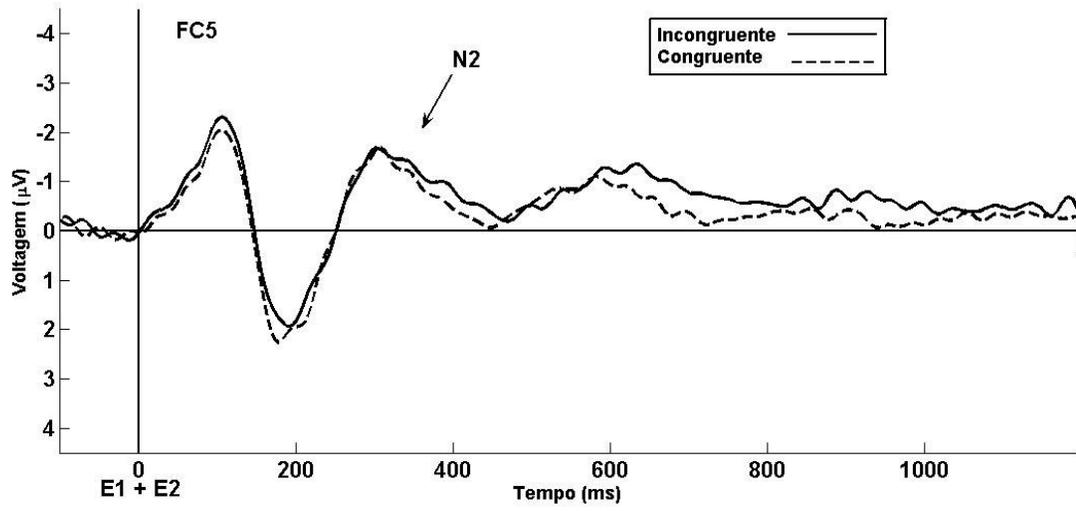
**IAE-0**



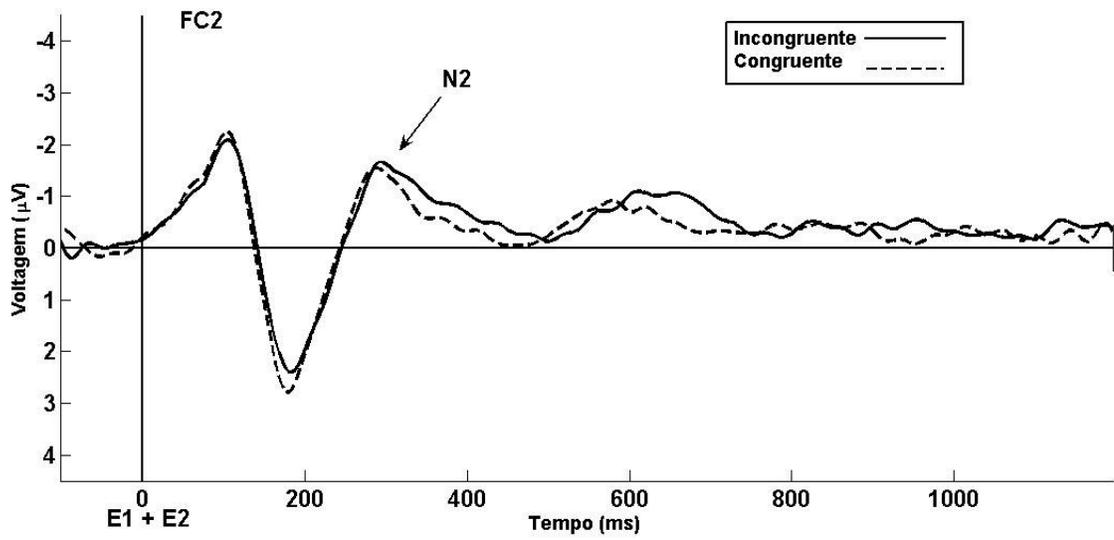
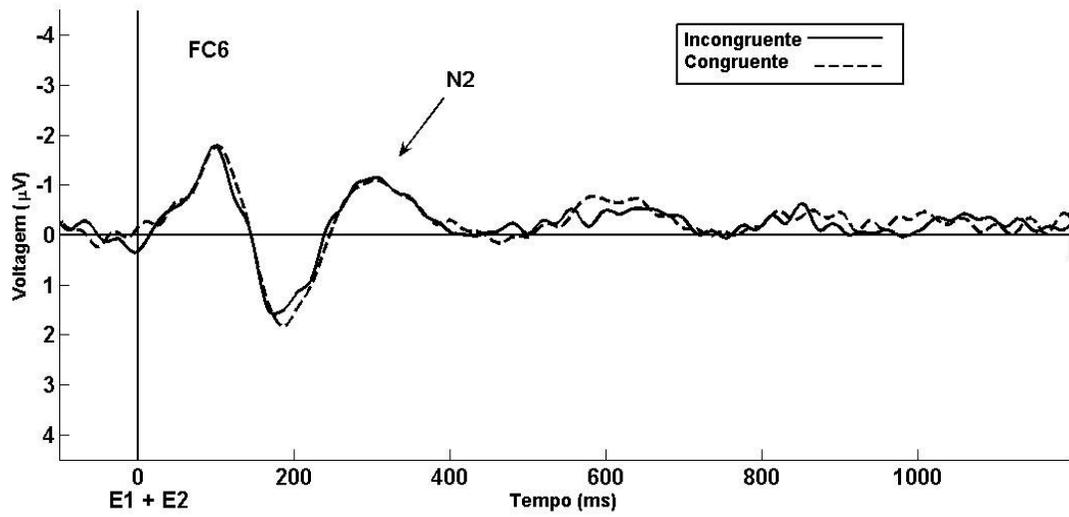
**IAE-0**



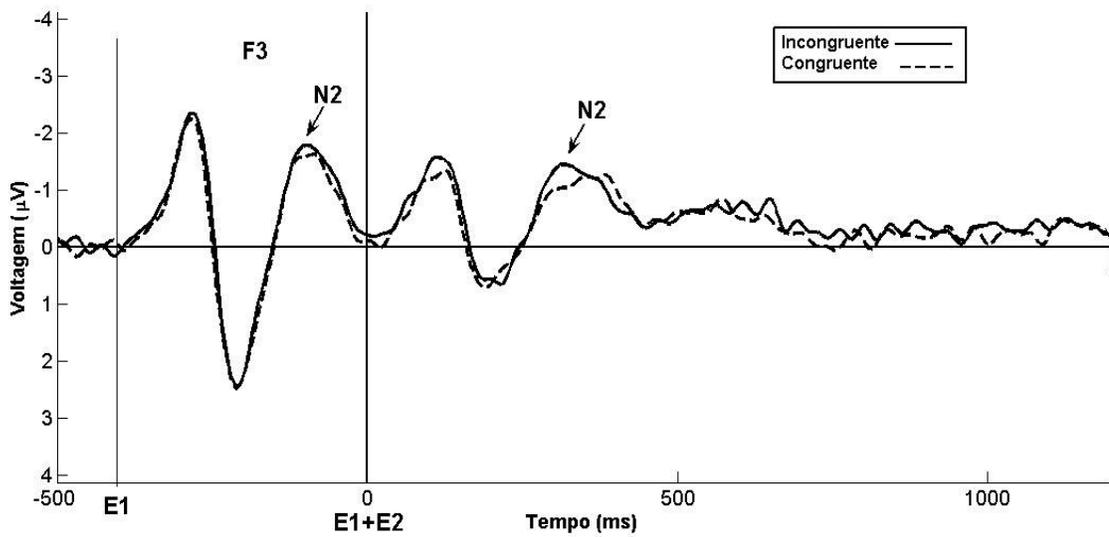
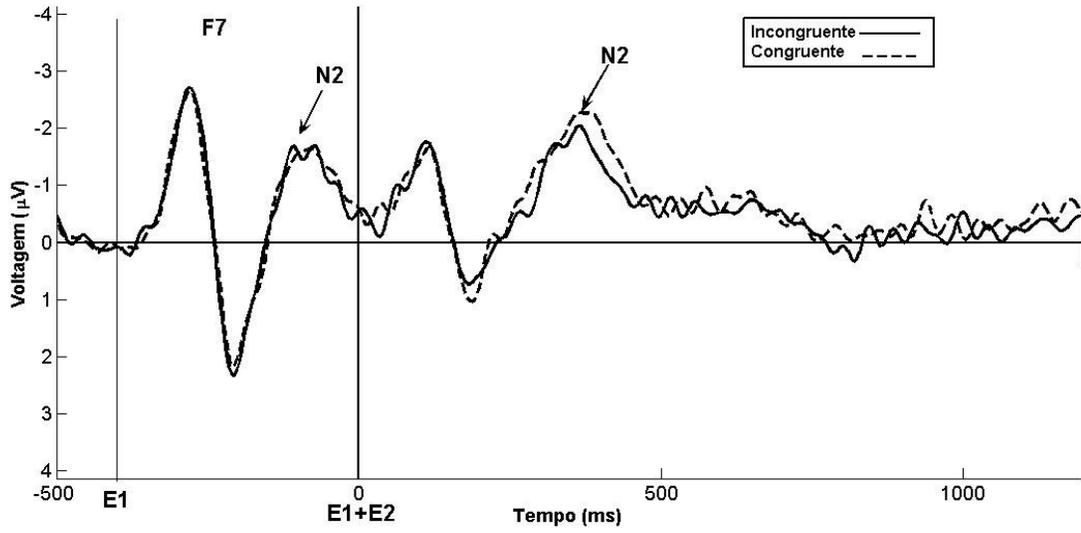
**IAE-0**



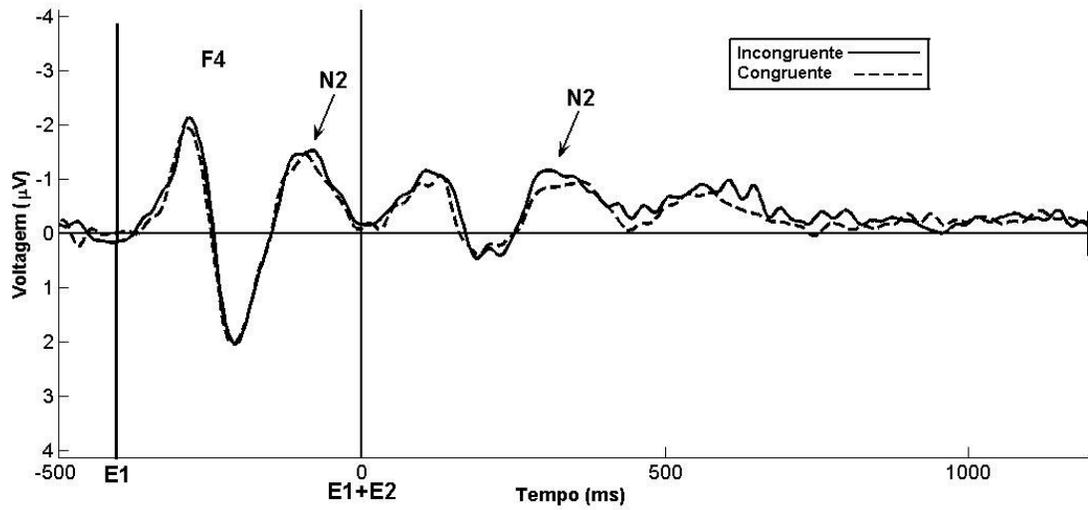
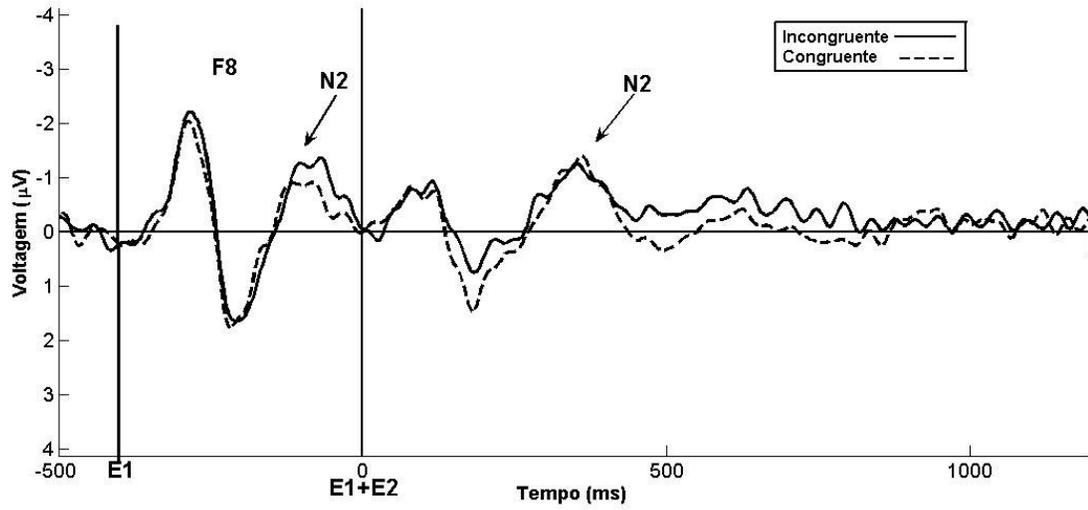
**IAE-0**



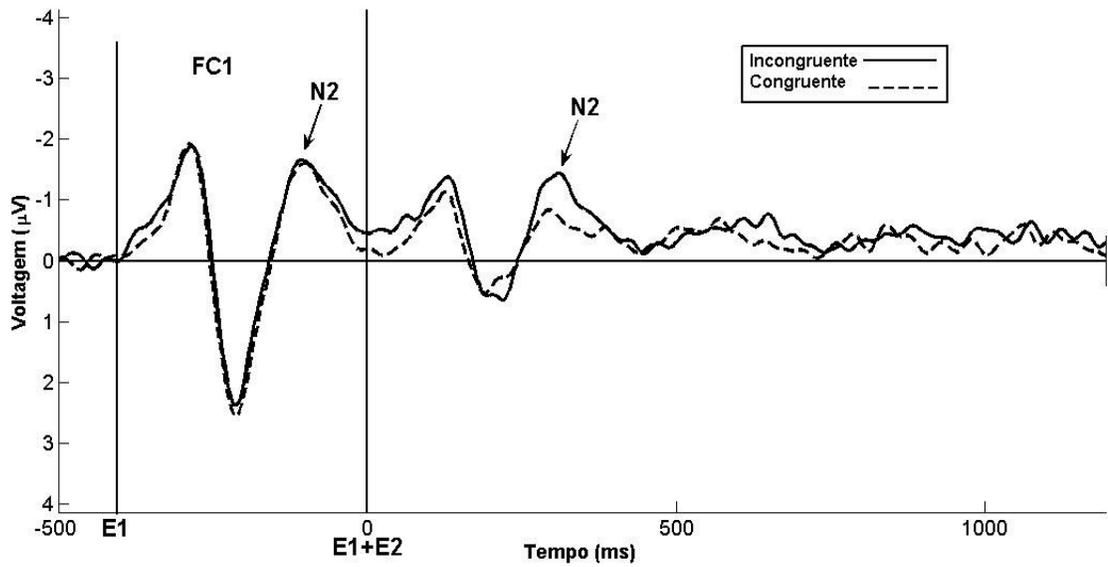
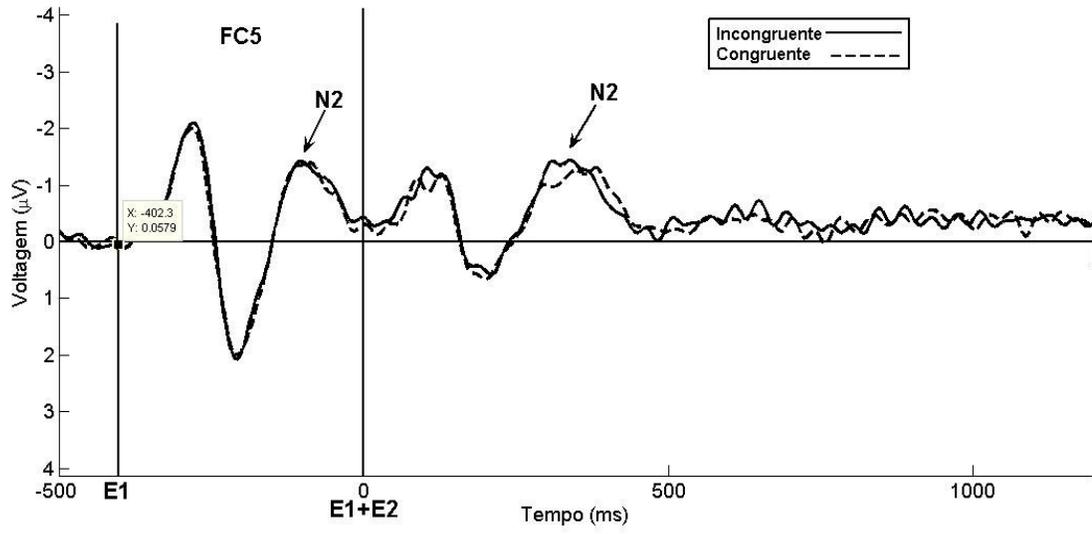
**IAE-400**



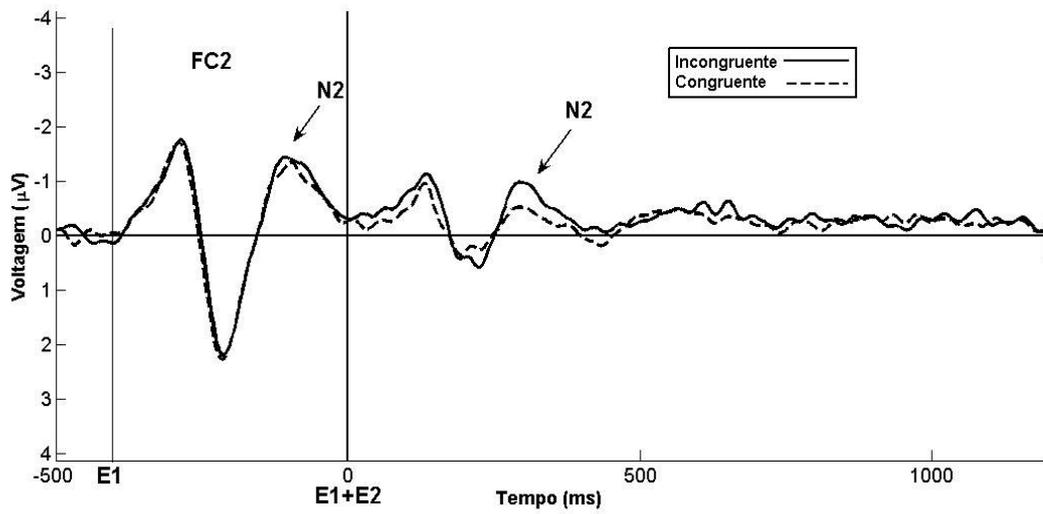
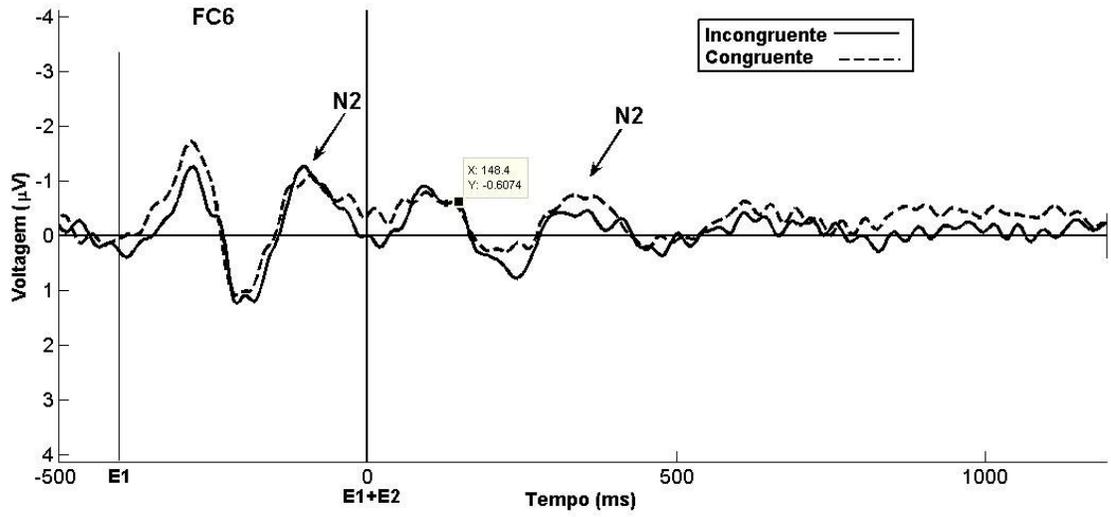
**IAE-400**



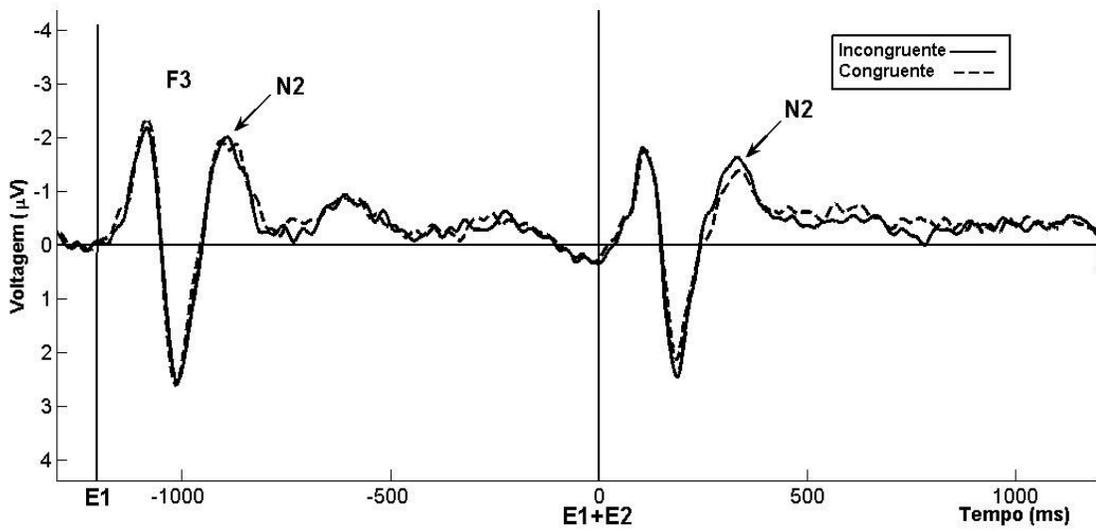
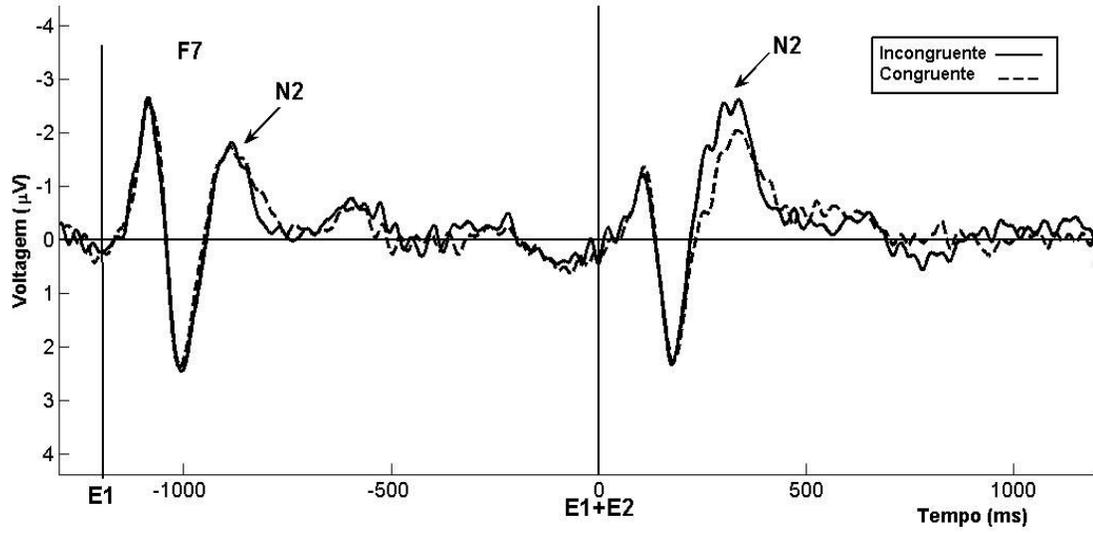
**IAE-400**



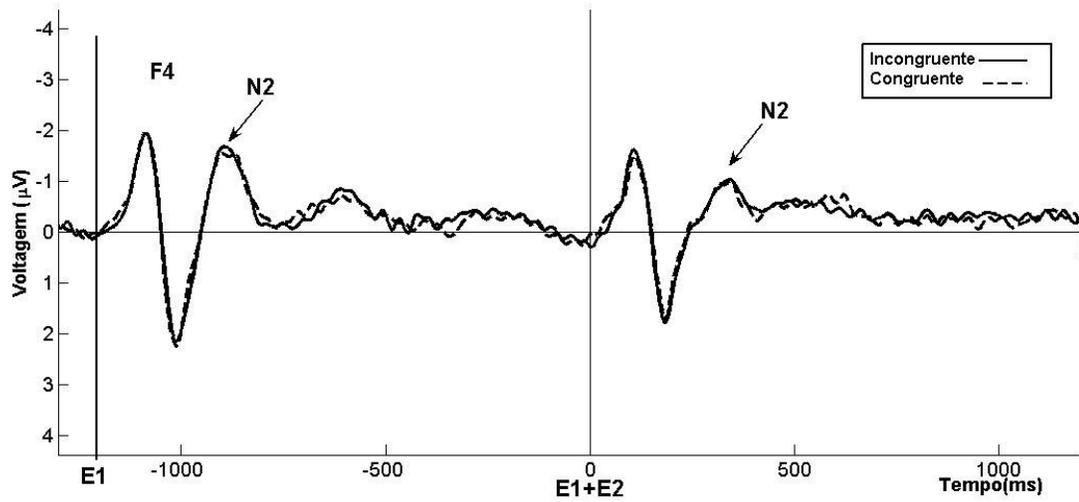
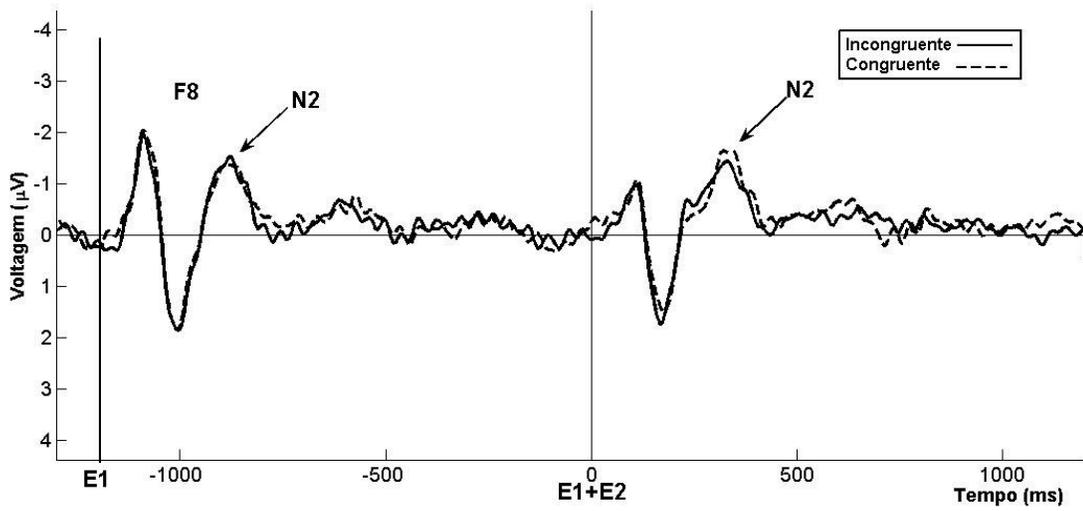
**IAE-400**



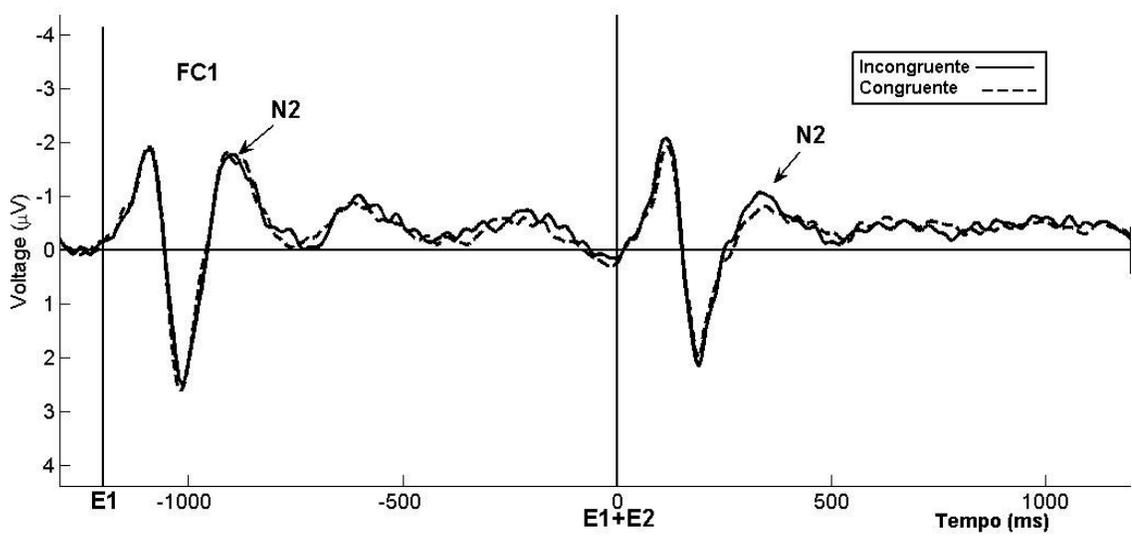
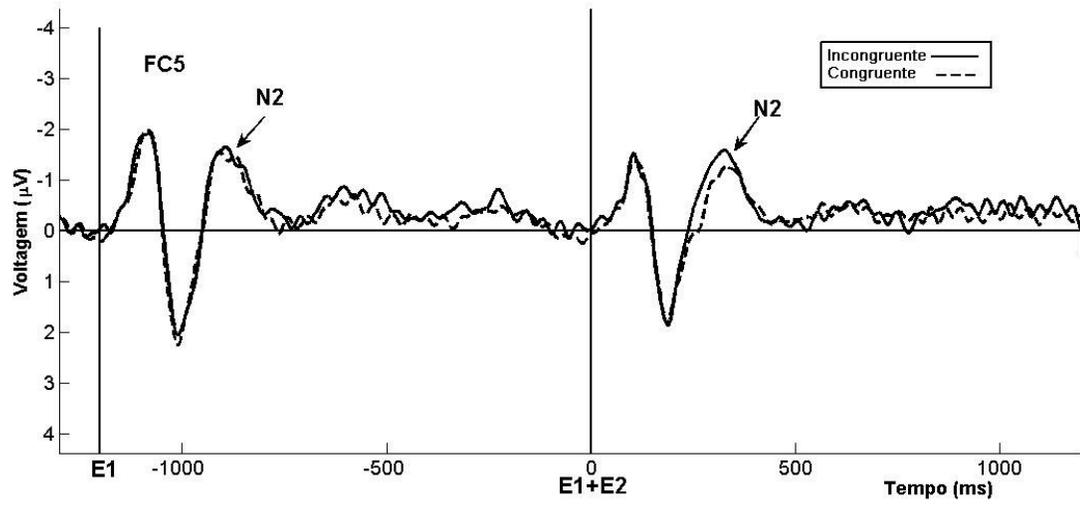
**IAE-1200**



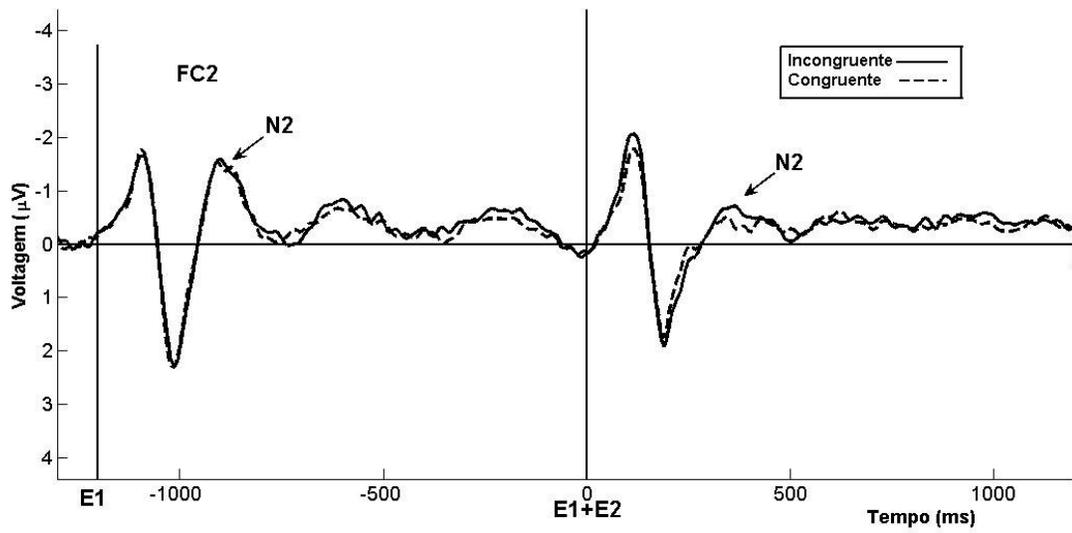
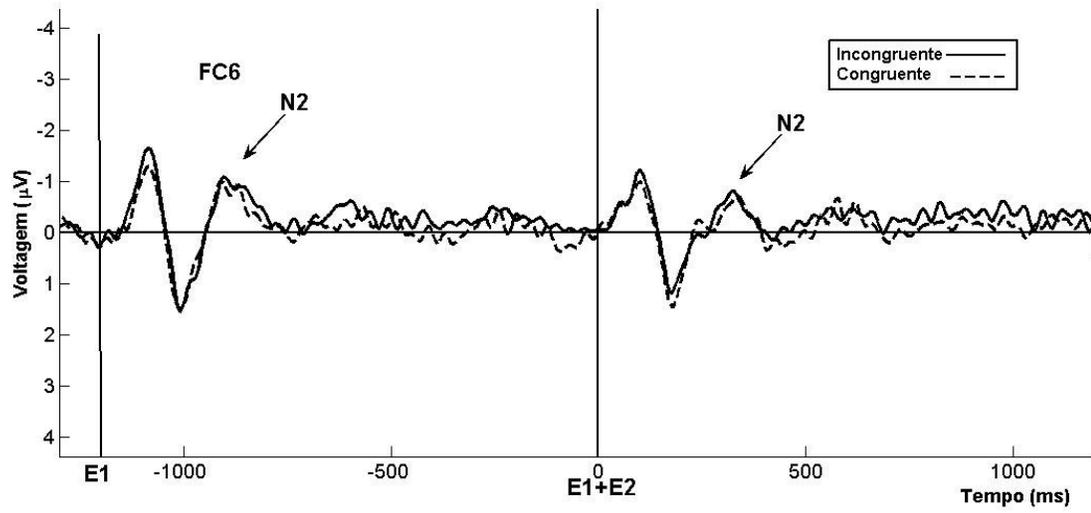
**IAE-1200**



IAE-1200



**IAE-1200**



# Livros Grátis

( <http://www.livrosgratis.com.br> )

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

[Baixar livros de Literatura](#)  
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)  
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)  
[Baixar livros de Matemática](#)  
[Baixar livros de Medicina](#)  
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)  
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)  
[Baixar livros de Meteorologia](#)  
[Baixar Monografias e TCC](#)  
[Baixar livros Multidisciplinar](#)  
[Baixar livros de Música](#)  
[Baixar livros de Psicologia](#)  
[Baixar livros de Química](#)  
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)  
[Baixar livros de Serviço Social](#)  
[Baixar livros de Sociologia](#)  
[Baixar livros de Teologia](#)  
[Baixar livros de Trabalho](#)  
[Baixar livros de Turismo](#)