

## PRIMEIRA PARTE

### 1. INTRODUÇÃO

O presente estudo pretende contribuir com o problema da habilidade inibitória no referencial teórico da neuropsicologia. O objetivo foi desenvolver um teste de papel e lápis, de uso simples para a rápida obtenção de medidas práticas, na avaliação da habilidade de deter uma ação. Para a validação desse teste foi desenvolvida uma tarefa computadorizada com interrupção sinalizada. Na primeira parte deste trabalho, são apresentados estudos envolvendo a tarefa computadorizada, cujos resultados permitiram levantar algumas questões teóricas. Na segunda parte, de valor eminentemente prático, é apresentado o teste de papel e lápis.

### A NEUROPSICOLOGIA

A neuropsicologia pode ser definida como a ciência que investiga e procura compreender e explicar as relações entre o cérebro, as atividades mentais superiores e o comportamento (ELLIS & YOUNG, 1992), procurando esclarecer a organização cerebral das habilidades cognitivas e estudar os distúrbios nas funções cognitivas que resultam de lesão cerebral. Os avanços tecnológicos nas intervenções neurocirúrgicas, nos exames anatômicos e clínicos forneceram evidências para descartar as concepções de localização estrita e de funcionamento equipotencial do cérebro, e conceber a existência de sistemas de especialização cerebral. A disponibilidade de métodos dinâmicos de imagens cerebrais habilitaram uma nova era de investigação em neurociências (INGVAR & RISBERG, 1967).

O avanço no desenvolvimento da neuropsicologia cognitiva tem possibilitado o estabelecimento de modelos funcionais cerebrais cada vez mais complexos. Tais

modelos estruturam a pesquisa de componentes de habilidades cotidianas complexas, tais como a capacidade de pensar, reconhecer, recordar, planejar e tomar decisões cognitivas, proporcionando uma metodologia convergente para construir esquemas de avaliação dos distúrbios neuropsicológicos e modelos de funções baseados em estudos de sujeitos normais. A dissociação entre os aspectos prejudicados e preservados da execução supõe a existência de subsistemas, ou módulos cognitivos independentes para as distintas operações cognitivas, os quais podem ser representados em diagramas de processamento de informação. Nesta estrutura, é possível pesquisar as propriedades dos componentes de sistemas de processamento (MCCARTHY & WARRINGTON, 1990).

### MODELOS DE PROCESSAMENTO DE INFORMAÇÃO

As premissas básicas subjacentes supõem: (a) a noção do sistema nervoso concebido como um mecanismo gerador de comportamento; (b) a noção de modelo mecânico entendido como um processo cujas entradas e saídas mensuráveis atuam em tempo real e concebido como a explicação teórica última do comportamento; (c) todo modelo mecânico válido tem implicações teóricas para o sistema nervoso (STADDON & BUENO, 1991).

A abordagem do processamento de informação é caracterizada por MASSARO & COWAN (1993) mediante cinco propriedades: 1) o processamento mental e ambiental pode ser descrito em termos de quantidades e tipos de informação; 2) os estágios de processamento podem ser subdivididos; 3) o princípio de continuidade do fluxo de informação; 4) o princípio de fluxo dinâmico; 5) a suposição de que o processamento acontece num sistema físico. A teoria do

processamento de informação refere como a informação é transformada em estados do sistema conformando representações, e as operações que as transformam. Estas operações, ou componentes funcionais específicos que permitem a execução das tarefas com sucesso, são chamadas processos. O princípio de fluxo dinâmico assegura que cada estágio ou operação leva algum tempo; o processo não pode ser instantâneo (MASSARO & COWAN, 1993). O substrato material específico que sustenta tais processos é chamado mecanismo (STUSS et al., 1995).

### A HABILIDADE INIBITÓRIA

Os estudos sobre a atividade motora tiveram o controle como tema central desde há mais de um século (ex. Woodworth apud LOGAN & COWAN, 1984). Os pensamentos e as ações têm importância para a sobrevivência devido ao fato de poderem ser controlados. Na psicologia, o tema do controle recebeu um considerável interesse a partir dos trabalhos de CRAIK (1947; 1948), nos quais propôs-se que o operador humano comporta-se basicamente como um mecanismo de correção intermitente. Esses trabalhos forneceram um quadro de referência para o estudo das tarefas de rastreamento e foram a origem de estudos sobre o período refratário psicológico (PRP) (ex. VINCE, 1948). O fenômeno do PRP traduz-se como um aumento do tempo de reação para o segundo de dois estímulos que se sucedem rapidamente, em comparação com o tempo de reação para esse mesmo estímulo apresentado só. Foi nesse marco de trabalho que HELSON & STEGER (1962) reportaram o achado de que um tempo de reação visual simples podia ser inibido mediante um segundo estímulo, o qual exercia em forma retroativa um efeito com forma de “U” invertida em função do intervalo com o máximo de retardo nos

100 ms. LAPPIN & ERIKSEN (1964), e KOPLIN et al. (1966) falharam para replicar o efeito inibitório do segundo estímulo. Contudo, LAPPIN & ERIKSEN (1966) sugeriram um outro tipo de enfoque para o fenômeno descrito por HELSON & STEGER (1962) mediante a seguinte pergunta: se um sujeito é instruído para responder quando uma de duas lâmpadas acender mas não quando as duas se acenderem, quão assíncrono pode ser o acender das duas lâmpadas antes de que a habilidade de inibir seja prejudicada? Mediante a operacionalização dessa pergunta, os autores tentaram estudar de que forma a relação entre o tempo real e o tempo psicológico pode afetar uma resposta disjuntiva a um estímulo visual. Os seus resultados, além de permitir algumas considerações acerca do PRP, deram origem a uma frutífera linha de pesquisa acerca da inibição.

Os achados acerca do PRP também resultaram na formulação da teoria do canal único (em inglês *single-channel*) (Davis apud LOGAN & COWAN; Welford apud LOGAN & COWAN, 1984). Nesta teoria prevalece a idéia de que na cadeia estímulo-resposta existe um ponto de estrangulamento (em Inglês *bottleneck*), mediante o qual seria possível explicar o fato de que certo tipo de processamento de informação não poder ser desempenhado simultaneamente em duas tarefas (PASHLER, 1998). BROADBENT (1958) estendeu a teoria do canal único à fenômenos da atenção, influenciando em grande medida na psicologia cognitiva. A partir dessa época, o número de estudos envolvendo tarefas de rastreamento foi diminuindo, sendo que os psicólogos interessados no modelo de canal único centraram o seu interesse na memória (NORMAN, 1968), nas expectativas (LaBerge apud LOGAN & COWAN, 1984), na seletividade (TREISMAN, 1969) ou no partilhar do tempo (POSNER & BOIES, 1971).

O interesse pelo controle ressurgiu em pesquisas acerca da automaticidade e das habilidades (ex. ANDERSON, 1982). LOGAN & COWAN (1984) apresentaram uma teoria sobre um ato de controle, cobrindo a brecha entre os estudos prévios sobre o controle motor e o controle cognitivo, e contribuíram para o conhecimento do papel dos processos inibitórios na cognição. Essa teoria baseou-se em pesquisas que utilizaram o procedimento do sinal inibitório originado no trabalho de LAPPIN & ERIKSEN (1966). O procedimento do sinal inibitório para medir a habilidade de inibir pensamentos ou palavras, tem-se constituído em um dos métodos mais importantes na investigação da habilidade inibitória.

A capacidade de inibir uma ação e iniciar outra é normalmente requerida em inúmeras circunstâncias da vida diária, permitindo uma importante opção de controle que possibilita reações eficientes a mudanças ambientais repentinas. A interrupção é o primeiro passo em direção à reordenação de metas ou à adaptação a novos ambientes, e é considerada como um ato de controle gerado internamente. A interrupção de uma ação é uma forma extrema de controle, diferente de outros atos de controle que podem apresentar-se com diferentes graus. A interrupção de uma ação é de interesse teórico por ser um ato de controle gerado internamente. LOGAN (1994) salientou que a pesquisa nesta área enfoca o papel do sujeito no controle cognitivo, complementando as pesquisas que enfocam o papel do ambiente; por ex. perguntando como estímulos familiares, novos e distintivos controlam a conduta. É possível capturar a essência de uma situação da vida real que requer inibição, mediante um análogo de laboratório: um participante desempenha uma tarefa de tempo de reação (TR) sendo que ocasionalmente lhe é apresentado um sinal que indica que deve inibir a sua resposta. Esse procedimento é chamado de sinal

inibitório (em inglês *Stop Signal Procedure*). A inibição envolvida no paradigma do sinal inibitório difere da inibição observada em outros paradigmas, tais como inibição neurológica e inibição reativa. Esta última, por exemplo, implica que a execução de um processo tem um efeito colateral que deve ser superado por outro processo concorrente ou um subsequente, como no caso dos efeitos de *priming* negativo e de inibição de retorno (LOGAN, 1994). A inibição no sinal inibitório exige que o sujeito faça uma ação deliberada. Esta resposta representa um processo completo desde o estímulo até a resposta; processo que não pode ser compreendido adequadamente sem uma teoria formal do processo da interrupção de uma ação (LOGAN & COWAN, 1984).

O dado principal na tarefa do sinal inibitório é se o sujeito interrompe ou não a sua resposta à tarefa primária quando ocorre o sinal. Esse dado, interpretado em termos do tempo transcorrido entre a apresentação do estímulo e a resposta, pode apresentar elementos para a inferência de mecanismos subjacentes (LOGAN, 1994).

Uma questão central neste paradigma é a discussão sobre a existência ou não de um “ponto de não retorno”, depois do qual a inibição de uma resposta motora seria impossível. Trabalhos a respeito propuseram que o ponto de não retorno seria uma característica essencial da função motora que poderia também ser aplicada nos processos do pensamento. Distinguiu-se entre respostas motoras balísticas e controladas. No caso das respostas balísticas haveria uma ausência de controle após o ponto de não retorno. Este contexto deu importância ao trabalho de DE JONG et al. (1990), no qual questiona-se à existência do ponto de não retorno.

Na teoria é importante distinguir entre processos balísticos, automáticos e autônomos. Os processos balísticos são frequentemente associados a processos

automáticos, os quais uma vez iniciados continuam até a sua finalização, independentemente da vontade do sujeito de continuá-los ou não. Contudo, essa característica é só uma das várias propriedades dos processos automáticos, cujos processos podem ser rápidos e sem esforço. Os processos automáticos podem ser balísticos, mas os processos balísticos não são necessariamente automáticos. Os processos autônomos podem ser iniciados sem intenção, o que não ocorre sempre com os processos balísticos. O paradigma do sinal inibitório trata a questão da balisticidade diretamente, enquanto que trata a automaticidade e a autonomia através das suas relações com os processos balísticos (LOGAN, 1994).

#### O modelo da inibição de resposta

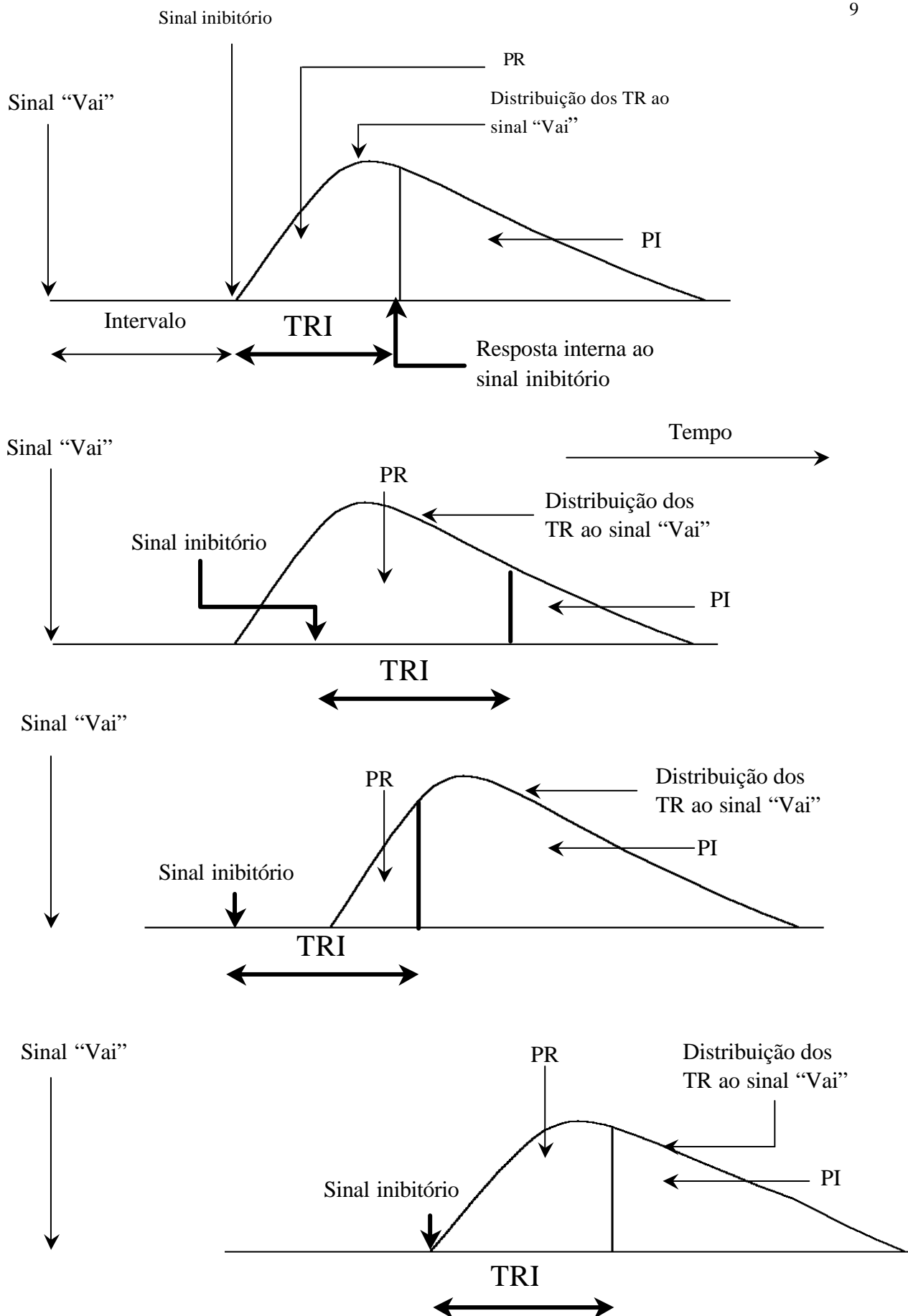
O modelo da inibição de resposta foi chamado de modelo da “corrida de cavalos” (LOGAN et al. 1984; LOWAN & COWAN, 1984; LOGAN, 1994). O modelo assume que os processos de resposta aos estímulos “Vai”, ou excitatórios, trabalham (ou “correm”) contra os processos de resposta ao sinal inibitório. O primeiro conjunto de processos é subjacente ao desempenho normal de resposta; incluindo o reconhecimento do estímulo, a escolha da resposta, e a preparação e execução da resposta. O segundo conjunto de processos é envolvido quando ocorre o sinal inibitório, incluindo a detecção do sinal inibitório e a inibição da resposta. O primeiro conjunto começa com a apresentação do estímulo imperativo, enquanto que o segundo começa com a apresentação do sinal inibitório. Neste modelo, a ocorrência da resposta depende de qual conjunto ganha a corrida. Se ganharem os processos de resposta, ela ocorreria apesar do sinal inibitório; se pelo contrário, ganharem os processos de inibição, não se teria resposta. Uma variável dependente

importante é a probabilidade de inibir a resposta à tarefa primária ou a sua equivalente; isso é, à probabilidade de responder à tarefa primária quando ocorre o sinal inibitório (DE JONG et al., 1990).

Assume-se que os tempos de reação dos processos excitatórios e dos inibitórios são independentes e variam ao acaso através das tentativas, e que o tempo de processamento do sinal inibitório é constante. Portanto, a inibição da resposta será probabilística, refletindo a probabilidade de que os processos inibitórios sejam finalizados antes que os processos excitatórios. A independência entre os processos excitatórios e os inibitórios foi também sugerida a partir do trabalho de DE JONG et al., (1990) no qual foi reportado o resultado de uma série de Simulações de Monte Carlo do modelo.

O modelo prediz que os efeitos do retardo do sinal inibitório e os do tempo de reação ao sinal inibitório podem compensar-se mutuamente. Em geral, a probabilidade de responder à aparição de um sinal inibitório não deveria mudar apesar de mudanças no tempo de reação na tarefa primária ou do retardo do sinal inibitório. Pelo menos quatro fatores determinam os tempos de finalização relativos das respostas “Vai” e de inibição: (a) o intervalo entre a aparição do sinal “Vai” e aparição do sinal inibitório, (b) a média dos TR das respostas “Vai”, (c) a média dos TR das respostas inibitórias, e (d) a variância dos TR das respostas “Vai”. Uma das medidas, o tempo de reação ao sinal inibitório, corresponde a um fato que não é observável; trata-se de uma resposta suprimida e por tanto difícil de medir diretamente, mas consistindo em uma ferramenta teórica de muito poder (Ver Fig. 1).





**Fig. 1** Representação gráfica das predições e premissas do modelo da corrida, indicando como a probabilidade de inibir a resposta (PI), e a probabilidade de responder tendo ocorrido o sinal inibitório (PR) dependem da distribuição dos tempos de reação (TR) ao sinal "Vai", tempo de reação ao sinal inibitório (TRI) e intervalo. O modelo assume que o TRI é constante (Redesenhado de LOGAN, 1994)



### Modelo do Sinal inibitório e Simulações Monte Carlo

O desenvolvimento teórico do modelo não assume que a distribuição das respostas têm uma forma particular; por ex., normal, exponencial, etc., fazendo-o muito geral. O modelo foi desenvolvido por LOGAN & COWAN (1984), para tarefas discretas com respostas discretas. Contudo, consideraram a possibilidade de generalizá-lo. É provável que a suposição de um tempo de reação constante não seja respeitada na prática. Dados vários graus de variabilidade no tempo de reação, existem várias formas nas quais dependências ao acaso entre o tempo de reação “Vai” e o tempo de reação ao sinal inibitório podem violar a suposição de independência feita pelo modelo da corrida.

Foram desempenhadas uma série de simulações Monte Carlo, para estudar os efeitos no desempenho do modelo da corrida, da violação das suposições de independência e duração constante mencionadas no parágrafo anterior. No caso geral dos tempos de reação do sinal inibitório, a suposição de independência do modelo da corrida afirma que a distribuição dos tempos de reação da tarefa primária é a mesma para tentativas com e sem sinal inibitório, e que os tempos de processamento da tarefa primária e do sinal inibitório são ao acaso. Os resultados das simulações mostraram as duas maiores características dos dados experimentais: a forte correspondência entre os tempos de reação observados e os preditos, e a relativa invariância do tempo de reação estimado ao sinal inibitório como função do retardo do sinal. Portanto, embora a suposição de um tempo de reação ao sinal inibitório constante possa não ser correta num sentido estrito, fornece uma aproximação razoável. O bom ajuste entre o resultado das simulações e os dados experimentais,

sugerem independência estocástica entre processamentos excitatórios e inibitórios (DE JONG et al., 1990).

### Implicações teóricas

A aplicação do modelo da corrida sugere que os sujeitos têm estrito controle, sobre as suas ações, podendo deter o curso da ação em aproximadamente 200 ms. A análise das funções de inibição nos estudos de LOGAN & COWAN (1984), mostraram que os sujeitos podem deter uma resposta até o ponto da sua execução. A probabilidade de inibir uma resposta (variável dependente principal), depende dos tempos relativos da finalização da tarefa primária e da tarefa inibitória, não de seus tempos relativos do começo do processamento. Estas conclusões, em conjunto, têm implicações para os conceitos de controle da atenção e para os processos automáticos.

Em geral, os dados são consistentes com a teoria da atenção de seleção tardia. Esta teoria propõe que a atenção exerce o seu controle nas etapas posteriores do processamento, depois de que o estímulo completou o seu acesso ao sistema semântico. A atenção é necessária primariamente para controlar o acesso ao sistema motor, como um portão para a informação relevante do estímulo. O *locus* tardio do controle, pode contribuir para explicar o fato de que a inibição da resposta depende do tempo relativo de finalização, mais do que do tempo relativo do começo. O controle é exercido no ponto no qual a informação do estímulo atinge o sistema motor, independentemente de quanto tempo necessita para chegar até esse ponto (LOGAN & COWAN, 1984). Contudo, os dados também são consistentes com a teoria hierárquica da atenção, a qual propõe que a atenção exerce o seu controle

agindo como um executivo que dá ordens para os sistemas subordinados. Esses subsistemas interpretam as ordens e as executam até finalizarem as tarefas, ou até que o executivo dê uma ordem contrária. Um sistema hierárquico poderia responder rapidamente a um sinal inibitório mediante ordens contrárias para os sistemas subordinados. A teoria hierárquica foi considerada mais apropriada no contexto do paradigma do sinal inibitório por facilitar a elaboração de conceitos sobre controle (LOGAN & COWAN, 1984).

Procuraram-se entender os processos automáticos mediante, por ex., o contraste entre processos controlados e automáticos. Foi atribuído a estes últimos rapidez, e relativa imunidade à interferência por tarefa dupla; enquanto que os processos controlados seriam, lentos, seriais, e sujeitos a severa interferência por tarefa dupla. Também atribuiu-se aos processos automáticos a característica de não poderem ser inibidos uma vez que tenham começado, enquanto que os processos controlados poderiam ser detidos facilmente; implicando assim que os processos automáticos e os de controle são opostos, o qual é contrário à evidência apresentada pelos estudos do sinal inibitório, além da evidência dos estudos dos erros na vida diária. A distinção entre processamento executivo e subordinado é considerada importante, abrindo a perspectiva para pesquisas a respeito dos processos automáticos que incluam, por ex., perguntas tais como: Quais aspectos da interação do sujeito com o ambiente estão sendo controlados numa determinada tarefa; o que o sujeito faz para trazer aqueles aspectos sob controle? Estas questões fornecem um contexto para investigar quanto do trabalho é efetuado pelo processo executivo, e quanto pelos processos subordinados, assim como a eficácia da divisão do trabalho (LOGAN & COWAN, 1984).

A análise do material eletroencefalográfico do trabalho de DE JONG et al. (1990) sugeriu dois mecanismos de inibição: um central, que operaria seletivamente inibindo a preparação central da resposta; e outro periférico, que operaria de forma não seletiva, inibindo todas as respostas.

Os tempos de reação para o sinal “Vai” após uma tentativa inibitória recebem o pós-efeito inibitório, traduzido em um incremento nos tempos de reação (RIEGER & GAUGGEL, 1999).

### O procedimento

O procedimento do sinal inibitório pertence, segundo HACKLEY et al. (1990), ao tipo de tarefas chamado tarefa de Donders tipo “C”, ou seja uma variação das tarefas tipo “Vai/NãoVai” (Em inglês *Go/No-Go*). Originalmente, foram utilizadas tarefas simples tais como responder quando uma de duas lâmpadas acender mas não quando as duas se acenderem (ex. LAPPIN & ERIKSEN, 1966). Posteriormente, foram utilizadas tarefas que envolviam uma tarefa primária (ex. classificação de letras) sobre a qual um sinal (usualmente auditivo) exercia o efeito de contra-ordem (ex. LOGAN, 1994; LOGAN & COWAN, 1984; LOGAN et al., 1984; LOGAN & BURKELL, 1986). Um aspecto importante na execução da tarefa para não comprometer o modelo é que as respostas ao sinal “Vai” devem ocorrer sem que o participante espere a chegada do sinal inibitório. Em algumas tarefas do sinal inibitório, os intervalos entre os sinais “Vai” e os inibitórios eram extraídos de um conjunto fixo mantido constante através do experimento (LOGAN & COWAN, 1984). Contudo, alguns pesquisadores variaram os intervalos de forma dinâmica,

dependendo da conduta do participante (OSMAN et al., 1986; SCHACHAR & LOGAN, 1990; SCHACHAR et al., 1995).

O modelo da “corrida de cavalos” permite formas diferentes e de certa complexidade para estimar o TR ao sinal inibitório (LOGAN, 1994). LOGAN et al. (1997) propuseram um método para estimar o TR ao sinal inibitório, derivado também do modelo da corrida, que é mais fácil de computar e de compreender do que os outros métodos. O novo método utiliza um procedimento de rastreamento (Em inglês *tracking procedure*), no qual o intervalo muda depois de cada prova de sinal inibitório, recebendo um incremento de 50 ms se o participante consegue inibir a sua resposta e diminuindo em 50 ms se o sujeito responde. O procedimento, que fora introduzido por OSMAN et al. (1986; 1990), converge em um intervalo no qual as respostas são possíveis de serem inibidas em um 50%. Esse intervalo representa a vantagem necessária para igualar a corrida e nele os processos excitatórios e inibitórios finalizam ao mesmo tempo. Assim, o TR ao sinal inibitório, o qual não é diretamente observável, é estimado mediante a subtração do intervalo da média dos TR ao sinal “Vai”.

#### Relevância clínica e experimental do paradigma do sinal inibitório

O paradigma do sinal inibitório vem sendo utilizado com propósitos variados. Na investigação sobre o controle motor, este paradigma permitiu pesquisar a relação entre programação motora e execução de resposta (ex. OSMAN et al., 1990), entre processos balísticos e controlados (ex. LOGAN, 1981; 1982; 1983; 1985; LOGAN & COWAN, 1984; DE JONG et al., 1990) e entre os processos que inibem as repostas

manuais e dos olhos (ex. HANES & CARPENTER, 1999; LOGAN & IRWIN, 2000).

A influência da idade na habilidade de deter uma ação também tem sido pesquisada (ex. KRAMER et al., 1994; HASHER et al., 1999; RIDDERINKHOF et al., 1999; WILLIAMS et al., 1999).

Existem contribuições deste paradigma para o conhecimento acerca dos modelos de processamento que procuram detalhar o funcionamento cognitivo envolvido na execução de tarefas duplas (ex. LOWAN & COWAN, 1984; LOGAN & BURKELL, 1986).

Alem do uso do paradigma na pesquisa experimental, foram relatadas diferenças entre a habilidade inibitória de pacientes com traumatismos cerebrais de grau médio e controles sadios (STEWART & TANNOCK, 1999). As diferenças achadas entre a capacidade inibitória de crianças, adultos e idosos, sugerem que o processo de detenção é o mesmo ao longo da vida, aumentando a sua velocidade e efetividade até o seu declínio na velhice (LOGAN & COWAN, 1984).

Foi achado que crianças com hiperatividade tiveram problemas nas provas do sinal inibitório, enquanto o seu desempenho na detecção do sinal foi igual ao dos controles. A medicação (*methylphenidate*), a qual melhora os sintomas da conduta nas crianças com hiperatividade, também melhorou o seu desempenho nas tarefas do sinal inibitório. Portanto, a inibição do sinal inibitório pode estar implicada na psicopatologia da inibição.(LOGAN, 1994). O uso clínico do paradigma é cada vez maior, uma vez que a capacidade inibitória foi relacionada com o conceito de impulsividade. LOGAN et al. (1997) propuseram a operacionalização da impulsividade em termos da habilidade de inibir cursos de ação prepotentes. As



peessoas com maior índice de impulsividade teriam maiores dificuldades para inibir uma ação. Essa hipótese teve fundamento em achados provenientes de estudos sobre crianças com transtorno de déficit de atenção/hiperatividade (TDAH). O TDAH foi objeto de numerosos estudos nos últimos anos, sendo que vários deles envolveram o paradigma do sinal inibitório (ex. SCHACHAR & LOGAN, 1990; QUAY, 1997; JENNINGS et al., 1997; BRANDIES et al., 1998; OOSTERLAAN et al., 1998; RUBIA et al., 1998; PLISZKA et al. 2000; SCHACHAR et al., 2000). CHEVALIER et al. (2000) relataram diferenças entre a habilidade inibitória de crianças com epilepsia focal benigna infantil e crianças sadias.



## 2. EXPERIMENTO No.1: O CONTROLE EXPERIMENTAL DAS ESTRATÉGIAS DE ESPERAR VOLUNTARIAMENTE O SINAL INIBITÓRIO

### INTRODUÇÃO

Uma questão da maior importância no desempenho nas tarefas de sinal inibitório, é que o sujeito não deve esperar à aparição desse sinal. Esta estratégia de espera conduz a tempos de reação instáveis e constituem uma séria ameaça para as premissas do modelo da corrida de cavalos (ex. LOGAN & COWAN, 1984).

Em um estudo piloto sobre a tarefa do sinal inibitório, observou-se que vários participantes começavam esperar a ocorrência do sinal inibitório, para decidir sobre a resposta. Instruções contrárias eram repetidas durante o teste, mas sem resultado. A espera era evidente e, portanto, foi necessário determinar se as estratégias de esperar podiam ser controladas experimentalmente.

O objetivo do presente estudo foi investigar o efeito de um procedimento de controle “*on-line*” da estabilidade dos tempos de reação para o sinal “Vai” sobre as estratégias de esperar voluntariamente o sinal inibitório, as quais podem tornar inutilizáveis aos dados. Para tal objetivo, foi comparado o desempenho de dois grupos de participantes. Num grupo os participantes desempenharam a tarefa do sinal inibitório com um algoritmo que habilitava o controle “*on-line*” dos tempos de reação e no outro grupo os participantes desempenharam a tarefa sem tal algoritmo. Antes da tarefa do sinal inibitório os participantes desempenharam uma tarefa de tempo de reação simples (TRS). Além de fornecer uma linha de base para comparar

o desempenho de ambos grupos, a tarefa de TRS serviu de preparo para a tarefa do sinal inibitório<sup>1</sup>.

## CASUÍSTICA E MÉTODOS

### Participantes

Trinta e quatro estudantes universitários, 21 mulheres e 13 homens, participaram neste estudo. A idade dos participantes oscilou entre os 17 e os 26 anos, com uma média de idade de 20,44 anos  $\pm DP$  2,30. Dez mulheres e sete homens desempenharam a tarefa do sinal inibitório com o controle “*on-line*” (Grupo A), e 11 mulheres e seis homens desempenharam a tarefa de sinal inibitório sem o controle “*on-line*” (Grupo B). Todos os participantes tinham visão de cores normal e acuidade visual direita e esquerda normal ou corrigida à normal segundo o Standard No. 1 do Bausch & Lomb Occupational Vision Task (1952). Dominância manual foi avaliada mediante o Edingburgh Inventory (OLFIELD, 1971) e a dominância visual confirmada mediante o Point Test (PORAC & COHEN, 1981). Vinte e dois participantes tinham dominância manual e visual direita. Sendo que as funções inibitórias podem variar em função do horário no qual são avaliadas (MAY & HASHER, 1998), o horário da sessão experimental foi marcado para o melhor pico circadiano do participante, o qual foi determinado por meio do Morningness-Eveningness Questionnaire (HORNE & OSTBERG, 1976).

---

<sup>1</sup>Tanto a tarefa de TRS quanto a do sinal inibitório, possuíram um procedimento lateralizado na apresentação dos estímulos. O tema da lateralidade será detalhado no Experimento No. 2.

### Material e estímulos

Os estímulos das tarefas foram apresentados em forma binocular numa tela colorida de “*scan*” duplo (16 cm x 21 cm) de um computador portátil<sup>2</sup> (IBM-compatível), elevado 20 cm sobre uma mesa.

O computador foi equipado com uma caixa serial de resposta (17 cm x 20 cm x 4 cm, Psychology Software Tools, PA) que possui 5 lâmpadas e cinco teclas. Todas as lâmpadas e quatro teclas foram cobertas. A caixa de resposta foi colocada sobre a mesa na frente do computador e a tecla livre foi alinhada com o centro da tela. As tarefas foram programadas utilizando o software MEL Professional v2.01 (SCHNEIDER, 1988) e os tempos de resposta tiveram uma resolução temporal de 1 ms.

Cada um dos participantes desempenhou as tarefas computadorizadas numa sala escurecida, sentado numa cadeira com altura variável, com a sua cabeça situada aproximadamente a 60 cm do centro da tela e respondeu com o dedo indicador da sua mão dominante. Durante a sessão experimental o experimentador teve a tela do computador sempre visível e sentou-se atrás o participante.

Os estímulos foram círculos luminosos a cores, azul ou magenta (equiprováveis e equiluminantes em 5,4 cd/m<sup>2</sup>) de aproximadamente 2,2 graus de raio, projetados sobre um fundo escuro. Eles foram apresentados em forma randomica com seus centros situados a aproximadamente 3,4 graus à direita ou à

---

<sup>2</sup> O tipo de tela utilizada produz tempos de reação maiores, devido ao maior tempo requerido para gerar imagens. Contudo, o incremento no tempo é constante para todas as condições. Tanto o desenho das tarefas computadorizadas, quanto o uso de um computador portátil em todos os experimentos do presente estudo, obedecem ao fato de ter sido conduzidos outros experimentos com as mesmas tarefas, incluindo um estudo em um hospital com pacientes com lesão frontal. Assim, a comparação de dados é possível.

esquerda do ponto de fixação (sinal de alerta).

### Tarefas

#### Tarefa de TRS

Cada prova começou com a aparição no centro da tela de um ponto de fixação de 250 ms de duração, consistindo de um círculo amarelo de aproximadamente 0,7 graus de diâmetro com uma luminância de  $11,0 \text{ cd/m}^2$  e com um ponto preto no centro (Ver esquema na Fig. 1A, em Anexo). Depois da saída da fixação, foram utilizados três períodos preparatórios (0, 500 e 900 ms) e apresentados em forma randomica seguindo uma distribuição exponencial com o objetivo de minimizar as respostas antecipadas (PINS & BONNET, 1996). Logo o alvo era apresentado, permanecendo na tela 1,5 s ou até que a tecla fosse pressionada. Mediante essa duração da apresentação foi evitado o efeito da diferença entre reações cruzadas e não-cruzadas, o qual é obtido com *flashes*. O intervalo entre as tentativas foi de 1,5 s. Um bloco de prática e três blocos experimentais (28 tentativas para cada bloco) foram apresentados. Os participantes foram instruídos para olhar o ponto de fixação enquanto estiver ativado e para responder aos alvos mediante apertar a tecla de resposta o mais rápido possível. Se a tecla de resposta era apertada durante a fixação ou o período preparatório, ativava a aparição da seguinte legenda sobre fundo vermelho: “Por favor, espera a chegada do círculo maior para responder”. A legenda permanecia até a barra ser pressionada.

#### Tarefa do sinal inibitório

O ponto de fixação e os estímulos foram os mesmos que para a tarefa de TRS

salvo pela cor dos alvos, os quais nesta tarefa foram verde para o sinal “Vai” e vermelho para o sinal inibitório. Na Fig. 2A (em Anexo), pode-se observar o esquema correspondente à tarefa do sinal inibitório. Ambas cores foram equiluminantes em  $5,4 \text{ cd/m}^2$ . O sinal “Vai” foi apresentado logo depois da saída da fixação. Em um 33% das tentativas o sinal inibitório foi apresentado no hemisfério contralateral ao sinal “Vai”. Em resposta à pressão da tecla nas tentativas inibitórias, um som num nível confortável (440 Hz, 250ms) era emitido através dos fones do computador, como retroalimentação negativa. Na primeira tentativa inibitória, o sinal inibitório apareceu em forma simultânea ao sinal “Vai”, começando portanto, como em um procedimento do tipo Vai/NãoVai, no qual no existe o intervalo, ou retardo, característico do sinal inibitório. Nas tentativas inibitórias seguintes, para calcular o intervalo entre o sinal “Vai” e o sinal inibitório foi utilizado um procedimento de rastreamento “*on-line*” (em inglês “*staircase tracking*”), proposto por LOGAN et al. (1997), no qual o intervalo do sinal inibitório muda após cada tentativa inibitória. Assim, o intervalo recebe um incremento de 50 ms se o sujeito pode inibir a sua resposta e, é diminuído em 50 ms se falha em inibir a sua resposta (Ver esquema do procedimento na Fig. 3A, em Anexo).

Os sinais inibitórios esquerdos e os direitos tiveram procedimentos de rastreamento independentes, permitindo dessa forma avaliar possíveis diferenças entre respostas cruzadas e não cruzadas. Três blocos experimentais (72 tentativas cada bloco) foram apresentados. Os participantes foram instruídos para olhar a fixação enquanto estivesse ativa e para responder ao sinal “Vai” mediante apertar a tecla o mais rapidamente possível e para suspender a sua resposta caso aparecesse o sinal inibitório. Eles foram instruídos para não esperar o sinal inibitório. Os

participantes do grupo B desempenharam a tarefa com um algoritmo incluído no programação, o qual permitiu controlar a estabilidade dos tempos de reação para o sinal “Vai”. Assim, quando o tempo de reação a uma resposta era superior à média mais dois desvios padrão, computadas com um mínimo de três tentativas “Vai”, um legenda sobre um fundo verde avisava: “Por favor, responda ao círculo verde com maior rapidez!”. A legenda permanecia até ser pressionada a tecla de espaço do computador. O procedimento de rastreamento “*on-line*” para determinar os intervalos, procurou manter a probabilidade de responder nas tentativas inibitórias em um 50%<sup>3</sup>. Isso permitiu estimar com relativa facilidade o tempo de reação ao sinal inibitório, ao subtrair-se o tempo médio de espera à mediana dos tempos de reação ao sinal “Vai” (Ver Fig. 4A, em Anexo).

O tempo de reação para o sinal inibitório direito (IDIR) foi estimado subtraindo a média do intervalo do sinal inibitório esquerdo da mediana dos tempos de reação para o sinal “Vai” direito (VDIR). Todos os valores representam milissegundos. O tempo de reação ao sinal inibitório esquerdo (IESQ) foi estimado subtraindo a média do intervalo do sinal inibitório direito da mediana do tempo de reação ao sinal “Vai” esquerdo (VESQ). Se a tecla de resposta era apertada durante a fixação, ativava a aparição da seguinte legenda sobre fundo vermelho: “Por favor, espera a chegada do círculo maior para responder”. A legenda permanecia até ser pressionada a tecla de espaço do computador.

---

<sup>3</sup> O intervalo inicial citado na literatura é aproximadamente de 250 ms. Sendo que a presente tarefa foi planejada para poder ser utilizada na avaliação da habilidade inibitória em pacientes com lesão frontal, foi facilitado o desempenho inicial. Devido à conduta de perseverar que pode ser observada como produto de certas lesões frontais, seria difícil discriminar entre uma diminuição na habilidade inibitória ou numa falha para inibir respostas, devida à repetição de respostas erradas a partir de uma dificuldade inicial.



## RESULTADOS

### Tarefa de TRS

Os tempos de reação menores que 100 ms foram descartados. A média dos TRS esquerdos e direitos do grupo A ( $M = 295,00$ ,  $DP = 42,08$ ) não diferiu de forma significativa da média dos TRS esquerdos e direitos do grupo B ( $M = 297,79$ ,  $DP = 43,93$ )  $F(1,32) = 0,04$ ,  $P > 0,8$ . O sexo, dominância visual, cor do estímulo e lado de aparição do estímulo não afetaram de forma significativa os TRS de ambos grupos.

### Tarefa do sinal inibitório

Os tempos de reação menores que 100 ms foram descartados. As probabilidades de responder nas tentativas inibitórias foram estimadas descartando em forma prévia as primeiras 35 tentativas da tarefa, uma quantidade aproximada de tentativas necessárias para atingir a média do intervalo. As medianas dos tempos de reação ao sinal “Vai” esquerdos e direitos (VESQ e VDIR), tempos de reação ao sinal inibitório esquerdos e direitos (IESQ e IDIR), intervalo esquerdo e intervalo direito e a probabilidade responder em tentativas inibitórias (probabilidade esquerda e probabilidade direita) foram analisadas mediante ANOVAS separadas. Para investigar a possibilidade que o sexo, dominância manual e dominância visual tenham afetado os resultados, os dados foram analisados mediante ANOVA segundo estes fatores entre-sujeitos. Não foram achados efeitos principais destes fatores nem interação entre eles e os fatores experimentais intra-sujeitos. Portanto, sexo, dominância manual e dominância visual foram excluídos como fatores na análise experimental.

Grupo A. Os VESQ ( $M = 459,15$ ,  $DP = 148,83$ ) foram significativamente

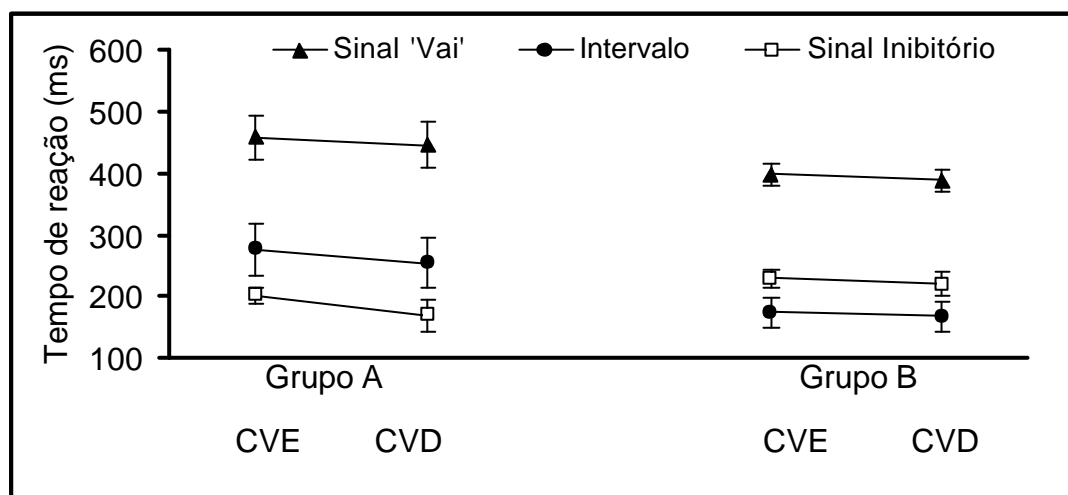
maiores do que os VDIR ( $M = 445,71$ ,  $DP = 152,22$ ),  $F(1, 16) = 5,91$ ,  $P = 0,0272$ . Não foram achadas diferenças significativas entre os estimados IESQ ( $M = 204,12$ ,  $DP = 53,67$ ) e os IDIR ( $M = 169,35$ ,  $DP = 103,88$ ), entre o intervalo esquerdo ( $M = 277,95$ ,  $DP = 171,84$ ) (Ver Fig.2) e o intervalo direito ( $M = 255$ ,  $DP = 170,61$ ), ou entre a probabilidade de responder tendo ocorrido um sinal inibitório no lado esquerdo ( $M = 0,388$ ,  $DP = 0,158$ ) e no lado direito ( $M = 0,343$ ,  $DP = 0,148$ ).

Grupo B. Os VESQ ( $M = 398,26$ ,  $DP = 72,28$ ) foram significativamente maiores do que os VDIR ( $M = 388,82$ ,  $DP = 77,28$ ),  $F(1, 16) = 7,54$ ,  $P = 0,014$ . Não foram achadas diferenças significativas entre os estimados IESQ ( $M = 229,41$ ,  $DP = 55,07$ ) e os IDIR ( $M = 220,50$ ,  $DP = 80,77$ ), entre o intervalo esquerdo ( $M = 174,20$ ,  $DP = 103,55$ ) e o intervalo direito ( $M = 168,85 \pm DP 100,86$ ), ou entre a probabilidade de responder tendo ocorrido um sinal inibitório no lado esquerdo ( $M = 0,475$ ,  $DP = 0,091$ ) e no lado direito ( $M = 0,482$ ,  $DP = 0,110$ ).

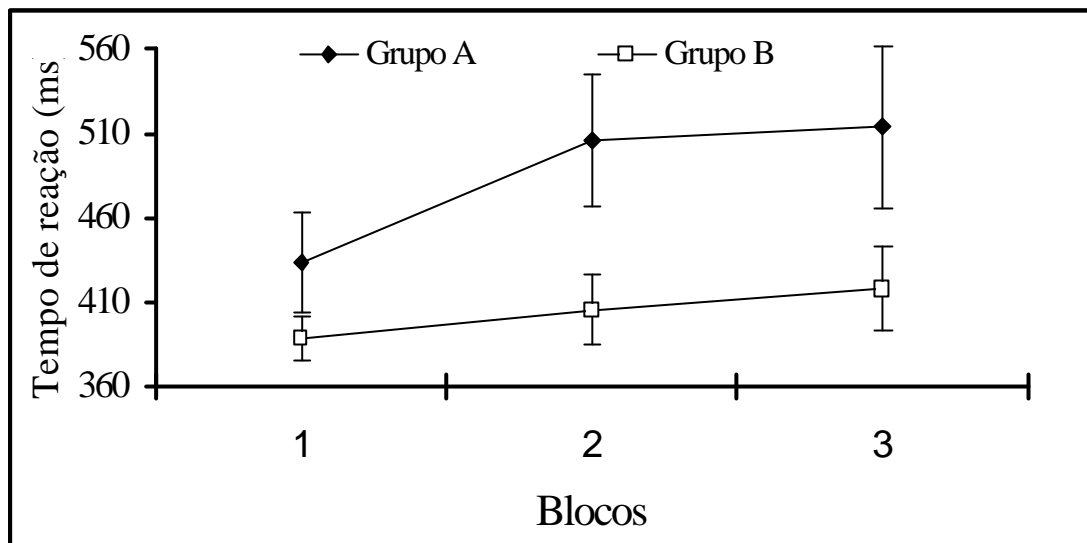
#### Análise entre grupos

Uma ANCOVA de duas vias com grupo como fator entre-sujeitos e lado como fator intra-sujeito realizada sobre os intervalos interquartil dos VESQ e VDIR, utilizando os respectivos VESQ e VDIR como covariadas, revelou que os intervalos interquartil no grupo B foram significativamente menores que no grupo A [ $F(1,31) = 7,63$ ,  $P = 0,009$ ]. ANOVAs de duas vias com grupo como fator entre-sujeitos e lado como fator intra-sujeito não mostrou diferenças significativas nas respostas aos sinais “Vai”, inibitórios, ou os intervalos. Contudo, a probabilidade de responder tendo ocorrido um sinal inibitório foi significativamente menor no grupo A do que no grupo B [ $F(1,32) = 10,37$ ,  $P = 0,003$ ].

Foi examinado se o tempo afetou aos TRV, mediante a comparação das médias dos TRV para cada bloco. ANOVA de duas vias com Grupo (A e B) como fator entre-sujeitos e Bloco (3) como fator intra-sujeitos, revelou efeitos principais de Grupo  $F(1,32) = 4,15, P < 0,05$  e Bloco  $[F(2,64) = 5,61, P < 0,006]$  (Ver Fig. 3). Não houve interação entre esse fatores. O teste *Post Hoc* de Duncan sobre os dados mostrou que não houve diferenças significativas entre blocos para o Grupo B, enquanto que para o Grupo A o primeiro bloco diferenciou-se de forma significativa dos restantes. Na mesma análise realizada sobre a transformação logarítmica dos dados o fator Grupo perdeu significação como fator principal, o fator Bloco foi significativo  $[F(2,64) = 10,515, P = 0,0001]$  e também a interação Grupo x Bloco  $[F(2,64) = 4,20, P = 0,019]$  mostrando a eficácia do procedimento “*on-line*” para controlar a estabilidade dos TRV.



**Fig. 2** Desempenho ( $M \pm EP$ ) na tarefa do sinal inibitório para o grupo A ( $n = 17$ ) e para o grupo B ( $n = 17$ ). CVE = campo visual esquerdo; CVD = campo visual direito. O intervalo representado no hemisfério direito é o intervalo do sinal inibitório que corresponde ao sinal inibitório apresentado no lado contralateral e vice-versa



**Fig. 3** Desempenho ( $M \pm EP$ ) na tarefa de sinal inibitório. Tempos de reação ao sinal “Vai” dos Grupos A (sem controle “on-line”) e B (com controle “on-line”) por blocos.

### DISCUSSÃO

Na tarefa de TRS, os tempos de reação não foram significativamente diferentes, o qual indica que os grupos não diferiram nas suas linhas de base. Na tarefa de sinal inibitório, os tempos de reação aos estímulos “Vai” esquerdos foram mais lentos que aos “Vai” direitos.

Apesar do procedimento “on-line” ter obtido sucesso na obtenção de tempos de reação mais estáveis, a probabilidade de responder nas tentativas inibitórias permaneceram levemente abaixo do 50% esperado, ainda no Grupo B. Porém, deve-se considerar o fato de que a maioria das tarefas de sinal inibitório têm uma tarefa primária de dupla escolha com respostas que envolvem discriminação de letras, sobre as quais o sinal inibitório exerce a contra-ordem. Em tais tarefas, dois tipos de erros são possíveis de serem cometidos, discriminação errada da letra e, responder nas tentativas inibitórias. Em todos os estudos sobre o sinal inibitório pode-se observar a

ênfase da instrução para não esperar a aparição do sinal inibitório para responder ao sinal “Vai”. Levanta-se aqui uma hipótese: tal instrução parece querer compensar a conseqüência da aversão produzida pelo reconhecimento do sujeito da sua falha para deter uma resposta. Assim, nas tarefas do sinal inibitório que possuem uma tarefa primária como a de discriminação de letras, a reação de aversão que produz a falha para inibir uma resposta numa tentativa inibitória, seria contra-balanceada por uma discriminação de letra com sucesso, ao menos parcialmente, e duma maneira que permita tempos de reação estáveis através da tarefa. Por outro lado, a presente tarefa de sinal inibitório não permite essa compensação. Em geral, quando os participantes deste e dos outros experimentos descritos neste estudo responderam nas tentativas inibitórias foram observadas variadas reações, ex. expressões verbais, sobressaltos e comentários que pareceram mais acentuados que as reações observadas em outros testes. A retroalimentação auditiva foi produzida num nível confortável e não justificou por si só tal reação. O resultado do presente experimento parece indicar que as instruções verbais e o procedimento “*on-line*” de controle da estabilidade das respostas, tiveram parcial sucesso no controle das estratégias de espera voluntárias. Existiriam ainda outro grupo de estratégias (mas ligadas ao conceito de *estratagema*) as quais não parecem funcionar sob um total domínio voluntário. Estas últimas estratégias podem diferenciar-se de outros tipos de inibição (constantes através da tarefa) que podem explicar parte da diminuição da velocidade de resposta ao sinal “Vai”, tais como a inibição reativa ou inibição neurológica (LOGAN, 1994). Assim, seria possível diferenciar entre lentidão para responder ao sinal “Vai” e o fato de esperar ao sinal inibitório. Sugere-se aqui que a ansiedade poderia ser um dos fatores que afeta a espera voluntária ao sinal inibitório. Ulterior investigação sobre o efeito

da ansiedade nas estratégias de espera nas tarefas do sinal inibitório poderia fornecer mais elementos para a compreensão da habilidade inibitória.

O objetivo do uso desta tarefa de sinal inibitório no âmbito da neuropsicologia clínica, na avaliação de pacientes com lesões frontais, resulta em certas limitações no procedimento. Tal o caso do intervalo inicial (zero) entre o sinal “Vai” e o inibitório. Considerando a conduta de perseverar, não pode ser utilizado um intervalo inicial correspondente á média geral da espera. Contudo, o intervalo inicial poderia influir sobre o desempenho geral na tarefa, através das expectativas. Assim, tanto para os pacientes quanto para os sujeitos sadios, se o desempenho inicial não oferecer dificuldade alguma, poderia se passar com maior facilidade do fato de perceber as respostas erradas em algumas tentativas inibitórias à idéia de mal desempenho geral, quando o intervalo começar a ultrapassar o limite. Contrariamente, se já desde o início da tarefa, o sujeito é confrontado com tentativas nas quais lhe é impossível inibir a sua resposta, a expectativa de responder em forma correta em todas as tentativas não será favorecida pelo procedimento. As avaliações cognitivas dos sujeitos acerca do seu próprio desempenho poderiam influir nas estratégias voluntárias de espera. Isso poderia explicar algumas reações frente á aparição da legenda de aviso para responder com maior rapidez, como por exemplo no seguinte comentário dum sujeito: “Mas, se esperei só um pouquinho! É que eu sentia que o computador estava apitando muito...”. Esse tipo de comentário contrasta com algumas reações de surpresa ou impossibilidade de controle frente à aparição da legenda no caso de uma segunda tentativa inibitória consecutiva, pós-efeitos inibitórios descritos por RIEGER & GAUGGEL (1999). As estratégias de espera, voluntárias ou não, parecem depender de fatores cuja duração excede à tentativa em

curso e, portanto, não podem ser explicadas utilizando o modelo da corrida. Sem fazer referência à posição serial, o modelo da corrida só explica o desempenho numa tentativa simples, considerando às tentativas como sendo independentes entre si (RIEGER & GAUGGEL, 1999).

### CONCLUSÃO

O resultado do presente experimento mostrou que o procedimento “on-line” para controlar a estabilidade dos tempos de reação ao sinal “Vai” dentro da mesma modalidade que os estímulos, afetou o desempenho na tarefa e provou ser mais eficaz do que a repetição verbal das instruções. Assim sendo, a presente tarefa do sinal inibitório com a inclusão procedimento de controle “on-line”, provou ser válida para a avaliação da habilidade inibitória.





### 3. EXPERIMENTO No. 2: A BUSCA DE ALGUM POSSÍVEL MECANISMO EM COMUM SUBJACENTE AO DESEMPENHO NA TAREFA DO SINAL INIBITÓRIO E NO TESTE DA TAREFA DUPLA.

#### INTRODUÇÃO

O presente estudo foi realizado com o fim de elucidar algum possível fator comum subjacente entre o desempenho na tarefa do sinal inibitório e no Teste da Tarefa Dupla, tarefas executivas que são amplamente usadas em estudos clínicos e experimentais. Para tal fim, foram utilizadas as duas tarefas computadorizadas descritas no estudo anterior, tarefas de TRS e do sinal inibitório. O objetivo foi conhecer se algum processo afetado pela lateralização nas tarefas computadorizadas poderia ser correlacionado com o desempenho em dois testes executivos de papel e lápis, o Teste da Tarefa Dupla e o Trail Making Test. Este procedimento poderia contribuir para uma melhor comparação entre resultados, sendo que a análise de correlação entre tarefas pode constituir uma fonte de erro de medida, uma vez que as tarefas executivas podem abranger uma gama de processos incidentais ao seu principal propósito (BURGESS, 1997).

#### FUNÇÕES EXECUTIVAS

Os processos executivos controlam a alocação da atenção entre itens através do tempo, ou simultânea e estrategicamente para mais de uma entrada regulando assim a cognição e as ações. BURGESS (1997) salientou que, embora esses processos possam estar envolvidos em várias atividades, por ex. solução de problemas, planejamento e estimativa cognitiva, eles são em geral pobremente

definidos. O termo ‘função executiva’ começou a ser utilizado na neuropsicologia a partir das últimas décadas (LEZAK, 1982). Existe uma grande variedade de tarefas envolvendo funções executivas, sendo que cada uma delas pode requerer de uma ou varias habilidades cognitivas; sendo que geralmente chama-se tarefa executiva aquela que envolve alguma função executiva. Por sua vez, a função executiva estaria ligada ao conceito de controle cognitivo e da ação. O controle executivo é necessário para a recuperação estratégica da memória de longo prazo e para lidar com tarefas novas que requeiram a formulação de objetivos, desenvolver um plano de ação e alternar entre seqüências para atingir uma meta, evitando respostas inadequadas (RABBITT, 1997). O conceito de novidade parece ter um papel relevante para o envolvimento de algumas funções executivas (BURGESS, 1997).

Historicamente, as funções executivas foram relacionadas aos lobos frontais (LURIA, 1966), sendo que lesões pré-frontais podem induzir inabilidade para planejar, afetando os processos necessários na resolução de problemas (MCCARTHY & WARRINGTON, 1990). As lesões frontais podem estar associadas a uma diversidade de sintomas conhecidos como “síndrome do lobo frontal”. LURIA (1966) considerou que esta desordem poderia expressar-se em comportamentos estereotipados substituindo os tipos de raciocínio e comportamento mais complexos. O conceito de conduta estereotipada poderia incluir falhas nas tarefas que exigem atenção seletiva, flexibilidade ou capacidade de avaliação dos resultados. A conduta desinibida que observa-se em alguns pacientes com lesão frontal foi associada com uma forma patológica da distribuição da atenção (BADDELEY, 1996). Nas últimas duas décadas atribuiu-se aos lobos frontais um papel mais relevante na disposição e distribuição da capacidade para desempenhar algumas tarefas, exercendo uma função

supervisora ou “executiva” sobre outras áreas cerebrais. Os termos “frontal” e “executivo” foram utilizados como sinônimos na teoria e na avaliação clínica neuropsicológica. Muitos dos sintomas frontais foram incluídos por BADDELEY (1986) na chamada síndrome desexecutiva. Contudo, a homologação dos conceitos anatômicos e funcionais pode induzir à exclusão de funções não frontais de natureza executiva. Por tal motivo, BADDELEY & WILSON (1988) propuseram substituir o conceito de síndrome frontal pelo conceito de síndrome desexecutiva.

Uma estratégia utilizada para o estudo das funções executivas envolve o estudo do envelhecimento. Algumas funções executivas poderiam estar comprometidas em pessoas idosas, e particularmente naquelas que padecem de demência (FOSTER et al., 1997). Esta proposta é principalmente baseada na atribuição de funções executivas ao córtex pré-frontal, o qual sofre deterioro em função do envelhecimento normal, e na probabilidade de que este fato biológico tenha conseqüências significativas para o declínio cognitivo nos idosos (PARKIN, 1997).

A habilidade de deter uma ação ou um pensamento, considerada como uma capacidade simples e geral é considerada com uma função executiva de grande importância (LOGAN, 1994).

A validade dos modelos do funcionamento executivo pode ser testada mediante procedimentos cujos mecanismos cerebrais subjacentes são conhecidos. Portanto é da maior relevância, tanto descrever apropriadamente os mecanismos cerebrais, quanto delimitar com clareza as funções executivas e possuir testes específicos para tais funções. Por exemplo, os pacientes com síndrome desexecutiva, apesar das queixas acerca das dificuldades no seu dia a dia, podem ter um ótimo

desempenho nos testes tradicionais (WILSON et al., 1997). O diagnóstico adequado é o primeiro passo na resolução dos diferentes problemas clínicos e no qual baseia-se qualquer estratégia de recuperação e reabilitação possível.

### TEMPO DE REACÇÃO SIMPLES (TRS)

Tem sido proposto que TRS fornece informação sobre a eficácia e responsividade do sujeito em dirigir a atenção aos estímulos presentes no campo da atenção (KINSELLA, 1998), além de fato de TRS refletir uma capacidade executiva uma vez que foi proposto um importante papel na regulação do estado de alerta por parte dos lobos frontais (ex. POSNER, 1992; BERRY et al., 1999). A secção do corpo caloso produz um incremento nos TR, embora outras atividades psicomotoras e intelectuais possam permanecer inalteradas. A maioria dos transtornos psicopatológicos parecem ocasionar um incremento nos TR dos pacientes, incremento que varia em relação ao grau de severidade do quadro clínico, dessa forma os tempos de reacção simples podem fornecer um índice da disfunção (NETTELBECK, 1980).

Um objetivo parcial do presente experimento foi confirmar a hipótese de que os TRS constituem um índice de capacidade executiva.

### LATERALIDADE

Nas últimas décadas o número de trabalhos publicados acerca da assimetria hemisférica cerebral tem aumentado em forma geométrica, em grande parte devido à compreensão de que existem aspectos da assimetria hemisférica de relevância para uma ampla gama de temas na neurociência cognitiva. Embora a investigação sobre a

assimetria hemisférica seja muitas vezes controvertida e os resultados experimentais as vezes contraditórios, alguns achados estão bem estabelecidos. Qualquer função cognitiva envolve a participação de ambos hemisférios e existem pesquisas motivadas pelo interesse em conhecer qual dos dois possui vantagem para alguma tarefa determinada, entanto que outra linha de investigação procura estabelecer a interação entre hemisférios. O conhecimento atual sobre a assimetria hemisférica é o resultado da convergência de estudos da influência da assimetria hemisférica sobre a conduta, da interação entre hemisférios, das assimetrias em espécies não humanas, de diferenças individuais na assimetria, e da assimetria hemisférica biológica e evolução.

Algumas das assimetrias que tem sido identificadas na conduta humana podem ser atribuídas à assimetria hemisférica cerebral. Por exemplo, sendo que aproximadamente o 90% das pessoas possui dominância manual direita, pode-se concluir que o hemisfério esquerdo é dominante no controle manual na maioria das pessoas. A dominância do hemisfério esquerdo para vários aspectos da linguagem constitui a mais citada das assimetrias cognitivas. O hemisfério esquerdo parece ter dominância para a produção do discurso falado, para a percepção da informação fonética e para certos aspectos da análise semântica. Enquanto ao processamento visuoespacial, o hemisfério esquerdo parece ter dominância para os aspectos locais dos estímulos, entanto que o hemisfério direito parece ter dominância para os aspectos globais dos estímulos (HELLIGE, 1993). Os lobos frontais parecem ser importantes para a regulação do estado de alerta (BERRY et al., 1999), particularmente o lobo frontal direito (HELLIGE, 1993).

### Modelos de interação hemisférios cerebrais

Existem vários modelos que procuram explicar o funcionamento cerebral em termos de especialização dos hemisférios (ex. ALLEN, 1983).

#### Modelos de especialização unilateral

O princípio proposto por estes modelos é que somente um dos hemisférios desempenha uma tarefa determinada. Este modelos são feitos principalmente para o hemisfério esquerdo em geral, e particularmente para a produção da linguagem (ex. Broca apud ALLEN, 1983; LENNEBERG, 1967).

#### Modelos de interação cooperativa

Os modelos a seguir possuem uma característica em comum: o postulado de que ambos hemisférios têm a capacidade de desempenhar uma função determinada, isto é: a bilateralização. A ênfase está colocada principalmente no fato do ‘quando’ um hemisfério realiza uma função. Presume-se nestes modelos que a necessária comunicação interativa entre os hemisférios é realizada através do corpo caloso e as comissuras cerebrais ou de mecanismos do tronco cerebral.

#### Modelos de interação cooperativa positiva

Alguns modelos de interação cooperativa propõem que ambos hemisférios estariam realizando aproximadamente o mesmo, sendo que o desempenho geral numa determinada tarefa seria simplesmente o vetor integrativo. LURIA (1973) propôs que a interação cooperativa pode ser uma característica geral do processamento hemisférico e que a maioria dos tipos de atividade psicológica ajusta-

se a este modelo. DIMOND (1972) propôs um modelo no qual a interação cooperativa representa uma estágio posterior de processamento, que segue à atividade inicial na qual ambos hemisférios realizam o processamento em forma simultânea, mas relativamente independente. Outros modelos propõem que ambos hemisférios desempenhariam subprocessos diferentes e necessários para realizar uma tarefa, sendo que o desempenho geral dependeria da coordenação dinâmica dos subprocessos.

#### Modelos de interação cooperativa negativa

Os modelos de interação cooperativa negativa postulam que ambos hemisférios operam simultaneamente e possuem a capacidade de desempenhar uma função determinada, mas sob circunstâncias normais existe inibição entre hemisférios. Alguns destes modelos propõem um tipo de inibição unidirecional, ou seja um hemisfério inibe ao outro e não vice-versa (ex. MOSKOVITCH, 1976), enquanto outros modelos postulam um tipo de inibição bidirecional, segundo os quais ambos os hemisférios inibem-se mutuamente de forma equilibrada (ex. KINSBOURNE, 1970 ).

#### Modelos de processamento paralelo

Estes tipos de modelos caracterizam-se pela proposta de que os hemisférios operam simultaneamente, mas em forma independente um do outro (ex. ALLPORT et al., 1972). São modelos bilaterais e não interativos. Os modelos de processamento paralelo podem ser classificados em dois tipos: aqueles que propõem que ambos hemisférios desempenham exatamente a mesma função e os que propõem que os

hemisférios desempenham funções qualitativamente diferentes ou subcomponentes diferentes de uma função de ordem superior, mas estas distinções não os tornam incompatíveis.

#### Modelos de distribuição

Nestes modelos propõe-se que ambos hemisférios possuem a capacidade para desempenhar uma determinada tarefa, sendo que usualmente somente um a faz. Estes modelos são bilaterais, mas não interativos nem paralelos. Um tipo de modelo de distribuição sugere que a distribuição do processamento ao hemisfério apropriado ocorre uma vez só, seja no começo do processamento (modelo de entrada) ( ex. SUBERI & MCKEEVER, 1977) ou no final (modelo de saída) (ex. BEAUMONT, 1974). Um terceiro tipo (modelo de alternância) propõe que a distribuição pode ocorrer mais de uma vez durante uma tarefa, sendo que os processos de controle alternam entre hemisférios (ex. PETERS, 1977).

#### Transferência interhemisférica e processamento de informação

BANICH (1995) propôs que o processamento interhemisférico da informação constitui uma ajuda para o desempenho quando as tarefas são complexas no seu aspecto computacional. Foi achado que quando uma tarefa requer uma decisão mais difícil do que um simples julgamento de identidade física obtém-se uma vantagem interhemisférica. Portanto, uma das utilidades do processamento interhemisférico é que permite a distribuição da carga durante o desempenho de tarefas com alto grau de exigência. A comunicação interhemisférica ajudaria o desempenho distribuindo o processamento entre o maior espaço neural possível. Os fatores que afetam o



processamento interhemisférico diferem dos atributos que afetam o processamento unilateral.

#### Reações cruzadas e não-cruzadas

O campo visual é o setor visto pelos dois olhos, sem movimentar a cabeça. As metades esquerdas e direitas do campo visual podem ser definidas quando as fôveas de ambos olhos estão fixadas num ponto no espaço. O arranjo anatômico do sistema visual determina que os estímulos luminosos que são apresentados no hemiscampo visual esquerdo ou direito, são projetados ao córtex visual do hemisfério contralateral respectivamente (KANDEL et al., 2000).

As reações de cada mão são controladas pelo hemisfério contralateral. As reações de cada mão aos estímulos apresentados no hemiscampo ipsilateral são integradas portanto no mesmo hemisfério e são chamadas reações não-cruzadas. Nas chamadas reações cruzadas da cada mão aos estímulos apresentados no hemiscampo contralateral requerem uma interação entre o hemisfério que recebe o estímulo visual e o que emite a resposta. Em 1912, Poffenberger apud TANIGUCHI (1999) observou uma diferença de poucos ms nos tempos de reação de respostas cruzadas e não-cruzadas à luz de um *flash*, sendo as últimas mais rápidas. IACOBONI & ZAIDEL (2000) relataram uma diferença de aproximadamente 2 ms. Estes fenômenos foram designados como compatibilidade espacial estímulo-resposta (BÄCHTOLD et al., 1998). A diferença devido à velocidade de condução nervosa entre reações cruzadas e não cruzadas nas tarefas de TRS é possível de ser obtida mediante o uso de estimulação muito breve (ex. mediante o uso de *flashes*), portanto

qualquer diferença obtida com outro tipo de estimulação deve necessariamente envolver outra fonte para a sua explicação.

No presente experimento as hipóteses a respeito da lateralidade foram que na tarefa de TRS não haveria diferenças significativas entre as reações cruzadas e as não-cruzadas, enquanto que na tarefa do sinal inibitório a essa diferença apareceria devido à maior dificuldade para responder, sendo que os processamentos de maior complexidade parecem ser afetados pela lateralização.

#### O MODELO DA “WORKING MEMORY”<sup>4</sup>

O modelo da *working memory* (WM) formulado por A. Baddeley e G. Hitch (BADDELEY & HITCH, 1974; BADDELEY, 1986; BADDELEY, 2000), é um dos modelos de componentes múltiplos que procura explicar os processos envolvidos na manutenção precoce e manipulação temporária de informação durante o desempenho de várias tarefas cognitivas; tais como compreensão, aprendizagem e raciocínio. Baseado na proposta de BROADBENT (1958) de separação entre as memórias de curto e de longo prazo, o modelo foi formulado a partir de propostas derivadas de observações de problemas do dia a dia, na procura de explicar a aprendizagem humana desde um ponto de vista do processamento de informação.

BADDELEY & HITCH (1974) observaram que tarefas que exigem uma carga concorrente de memória, como é o caso da tarefa de “*span*” (termo inglês que indica capacidade ou amplitude) de dígitos, alteram o desempenho em determinadas

---

<sup>4</sup> Existem atualmente várias traduções ao português do termo inglês “*Working Memory*”, tais como Memória Ativa, Memória de Trabalho e Memória Operacional, entre outras. No presente estudo utiliza-se o termo inglês de maneira a evitar possíveis confusões, sendo que, além do fato de possuírem diferentes conotações, os conceitos relacionados àquelas traduções nem sempre correspondem ao envolvido no modelo de BADDELEY & HITCH (1974).

tarefas, mas não totalmente, de modo que os outros componentes parecem ser preservados. O modelo é composto por quatro instâncias (BADDELEY, 2000) organizadas de forma tal que uma delas, o executivo central (EC), coordenaria o funcionamento das outras três, chamadas laço fonológico, agenda visuoespacial e armazém episódico, respectivamente.

O EC é um sistema muito poderoso, mas pobremente especificado (BADDELEY, 1996). A versão do BADDELEY (1986) do modelo, tem uma maior descrição das características do EC, baseado em grande parte no Sistema Supervisor de Ativação (em Inglês *Supervisory Activating System*), um componente do modelo de controle da atenção de NORMAN & SHALLICE (1980). O modelo da WM é principalmente um modelo funcional, e assume-se um papel relevante do EC como controlador da atenção é selecionar determinados fluxos de entrada de informação e rejeitar outros.

Entre outras funções atribuídas ao EC encontram-se a habilidade de selecionar e manipular informação na memória de longo prazo, geração ao acaso e a capacidade de coordenação de outros componentes da WM. Assim, a capacidade para desempenhar duas tarefas concorrentes, parece refletir o funcionamento do EC (BADDELEY, 1986). Uma estratégia metodológica para investigar o planejamento e o controle foi o estudo do desempenho em tarefas duplas uma vez que o desempenho simultâneo requer uma distribuição estratégica da atenção e uma sincronização de respostas.

### Paradigma da tarefa dupla

Para ser testada a capacidade de coordenação de respostas mediante o paradigma da tarefa dupla foram combinadas uma tarefa auditivo-verbal, a repetição constante de seqüências de dígitos, com outra visuoespacial, o “*box-crossing*”.

A tarefa dupla foi proposta para avaliar a síndrome desexecutiva por ter apresentado sensibilidade na avaliação de pacientes com doença de Alzheimer e com lesões frontais que apresentaram a síndrome desexecutiva. Na tarefa verbal se apresenta ao sujeito, em forma verbal-oral, seqüências de dígitos previamente estabelecidos ao acaso que o sujeito deve repetir na mesma ordem. O comprimento da seqüência de dígitos varia segundo o “*span*” de dígitos de cada sujeito, sendo determinado no maior comprimento em que o sujeito é capaz de repetir três seqüências com sucesso. Depois de estabelecer o “*span*”, seqüências desse comprimento são apresentadas de forma contínua e testadas por um período de dois minutos. A variável dependente é o número de seqüências de dígitos corretamente repetidas durante os dois minutos do teste. O “*box-crossing*” é uma tarefa de rastreamento, que exige que o sujeito faça um “X” em cada quadradinho de uma cadeia de quadrinhos, alinhados de forma irregular sobre uma folha de papel e unidos entre si, começando por um dos extremos até completar a série do jeito mais rápido. Para verificar a compreensão da tarefa, os sujeitos passam por um treino inicial realizando a tarefa numa amostra de 10 quadrinhos.

A diferença entre o desempenho entre a forma isolada e a dupla, é proposta como um índice da demanda do funcionamento do EC. Em função disso, foi desenvolvida uma medida composta do desempenho na tarefa dupla, “*mu*”. A medida

$\mu$  é expressa como a percentagem do desempenho da tarefa simples, considerando de igual peso as contribuições de ambas as tarefas (BADDELEY et al., 1997).

Em um estudo normativo cujo objetivo era pesquisar a distribuição estatística de  $\mu$ , não foram encontradas correlações estatisticamente significativas entre esta medida e fatores como idade, sexo e nível educacional. Esse trabalho foi desenvolvido com o objetivo de delimitar uma região de desempenho indicadora de síndrome desexecutiva (BADDELEY et al., 1997). Baseados no estudo de ROSIN et al. (1999), SYLWAN et al. (1999) propuseram uma modificação na aplicação do teste com o objetivo de incrementar a baixa confiabilidade achada por BADDELEY et al., 1997.

### INIBIÇÃO E WORKING MEMORY

HASHER et al. (1999) propuseram que o termo controle refere-se ao grau no qual uma meta ativada determina os conteúdos da consciência. Em uma fase inicial do controle, os estímulos familiares no ambiente ativariam de forma automática e em paralelo as suas representações na memória. Tal ativação poderia se expandir mediante conexões com a informação associada. Estes processos seriam modulados por mecanismos excitatórios e inibitórios. Nesse contexto, a inibição teria três funções sobre os conteúdos da WM: (1) impedir à informação irrelevante o acesso à WM, (2) suprimir informação dentro da WM que tenha se tornado irrelevante e (3) restringir às respostas mais relevantes o controle da ação. As pessoas idosas parecem apresentar diminuição na eficiência destes mecanismos.

As principais tarefas do presente Experimento envolvem ao modelo da ‘corrida de cavalos’ (LOGAN & COWAN, 1984) e o modelo da WM (BADDELEY

& HITCH, 1974). Cabe salientar que a tarefa do sinal inibitório foi considerada por LOGAN & COWAN (1984) como sendo uma tarefa dupla contendo uma forma de extrema interferência entre a tarefa primária e a inibitória, a qual cancela as respostas à primária. Contrariamente, no Teste da Tarefa Dupla (DELLA SALA et al., 1995) a interferência entre as tarefas que a compõem é mínima. Não foram achados na literatura estudos à procura de possíveis relações entre o Teste da Tarefa Dupla e a tarefa do sinal inibitório.

## CASUÍSTICA E MÉTODOS

### Participantes

Quarenta e três estudantes universitários, 22 mulheres e 21 homens, participaram neste estudo. A idade dos participantes variou entre 18 e 35 anos, sendo a idade média 22,0 anos (DP = 3,7). Todos os participantes tinham visão de cores normal e acuidade visual direita e esquerda normal ou corrigida à normal segundo o Standard No. 1 do BAUSCH & LOMB OCCUPATIONAL VISION TASK (1952). Dominância manual foi avaliada mediante o Edingburgh Inventory (OLFIELD, 1971) e a dominância visual confirmada mediante o Point Test (PORAC & COHEN, 1981). Trinta participantes tinham dominância manual e visual direita. Para determinar o horário da sessão experimental foi considerado o melhor pico circadiano do participante, o qual foi determinado por médio do Morningness-Eveningness Questionnaire (HORNE & OSTBERG, 1976).

### Material e estímulos

As tarefas computadorizadas foram as mesmas que as utilizadas no

Experimento No. 1, sendo que a tarefa do sinal inibitório incluiu o procedimento “*on-line*” de controle da estabilidade das respostas nas tentativas “Vai”.

Cada um dos participantes desempenhou as tarefas computadorizadas numa sala escurecida, sentado numa cadeira com altura variável, com a sua cabeça situada aproximadamente a 60 cm do centro da tela, e respondeu com o dedo indicador da sua mão dominante. Durante a sessão experimental com as tarefas computadorizadas o experimentador sentou-se atrás o participante, tendo a tela do computador sempre visível. Os testes de papel e lápis foram administrados individualmente numa sala tranqüila e bem iluminada.

#### Tarefas de papel e lápis

##### Teste da Tarefa Dupla

Este teste consistiu na execução da tarefa de span de dígitos e a de “box-crossing”, na sua versão simples antes da execução combinada na tarefa dupla. O desempenho na tarefa dupla foi estimado mediante  $\mu$ , um índice da habilidade de coordenação das tarefas de *span* de dígitos e de “*box-crossing*” (BADDELEY et al., 1997). As variáveis dependentes foram a perda proporcional no desempenho no *span* de dígitos e no “*box-crossing*” sob a condição dupla relativa á condição simples, e o índice  $\mu$ . Este índice expressa a relação entre o desempenho das tarefas duplas e simples como uma percentagem, considerando as contribuições de ambas as tarefas como sendo de igual peso. Para este teste, foi utilizada a modificação no procedimento proposta por SYLWAN et al. (1999).

A variável dependente foi o desempenho para cada tarefa sob as duas condições, simples e combinadas, quantificado segundo as medidas estabelecidas no

trabalho de BADDELEY et al. (1997). Na tarefa de “*box-crossing*” avaliou-se o número de quadradinhos marcados com um “X” em dois minutos; sendo  $ts$  e  $td$ , o número de quadradinhos marcados corretamente sob as condições simples e dupla, respectivamente. Na tarefa de *span* de dígitos avaliou-se o número de seqüências de dígitos corretamente repetidas em dois minutos; sendo  $ns$  e  $nd$ , o número de listas corretamente recuperadas sob as condições simples e dupla, respectivamente. O número total de listas apresentadas na tarefa simples e dupla denominam-se  $Ns$  e  $Nd$ , respectivamente. O desempenho foi indicado pela porcentagem de respostas corretas, sendo  $ps$  e  $pd$ , as proporções de respostas corretas sob a condição simples e dupla, respectivamente, para as seqüências de dígitos:

$$ps = ns / Ns \quad ; \quad pd = nd / Nd$$

A perda de memória proporcional no desempenho sob condições de tarefa dupla para a tarefa de dígitos ( $pm$ ) e para “*box-crossing*” ( $pt$ ), foi calculada:

$$pm = ps - pd$$

$$pt = (ts - td) / ts$$

A medida  $mu$  do desempenho do sujeito na tarefa dupla foi expressada como a porcentagem do desempenho na tarefa simples, considerando de igual peso as contribuições de ambas tarefas:

$$mu = \{ 1 - [(pm + pt) / 2] \} \times 100$$

Forma de determinar o comprimento do *span*

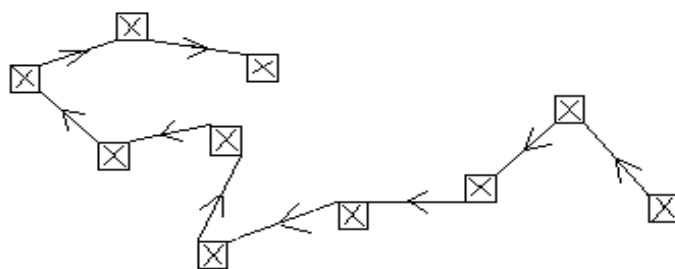
Para obter o comprimento do “*span*” a ser utilizado na tarefa, foi necessário estabelecer primeiro outras duas medidas de “*span*”. A primeira, mediante a forma proposta por DELLA SALA, et al. (1995), pelo qual seqüências diferentes de dígitos previamente estabelecidos ao acaso são apresentados com um intervalo de 1



segundo, as quais o sujeito deve repetir na ordem. Cada três seqüências repetidas com sucesso o comprimento da seqüência de dígitos apresentada aumenta mais um dígito. O tamanho do “*span*” foi determinado no maior comprimento que o sujeito era capaz de repetir por três seqüências consecutivas com sucesso. Em seguida continuou-se testando a segunda medida de “*span*”, utilizando o método da medida tradicional do “*span*” do teste WAIS, mediante a apresentação de duas seqüências de dígitos cujo comprimento é acrescentado em mais um dígito em cada apresentação. O tamanho da segunda medida do “*span*” foi determinado naquele maior comprimento em que o sujeito era capaz de repetir uma seqüência com sucesso. Para a tarefa de dois minutos, a primeira medida do “*span*” foi diminuída em dois dígitos se coincidissem com a segunda medida; a primeira medida foi diminuída em um dígito se fosse menor em um ou dois dígitos do que a segunda medida, ou a primeira medida não foi modificada se era menor em três ou mais dígitos do que a segunda medida. O limite de comprimento mínimo foi fixado em três dígitos.

#### Tarefa de “*box-crossing*”

Para verificar a compreensão da tarefa, os sujeitos que não passarem pelo pré-treino realizaram previamente à tarefa numa amostra de 10 quadrinhos (Fig. 4)



**Fig. 4.** Exemplo da amostra de 10 quadradinhos corretamente preenchida.

### Pré-treino em “*box-crossing*”

Os participantes executaram, previamente às tarefas simples e duplas, duas tarefas simples de “*box-crossing*”. Assim, após a determinação do “*span*”, realizaram a tarefa de colocar o “X” do jeito mais rápido em cada um dos 10 quadrinhos alinhados na folha de amostra para verificar a compreensão da tarefa. Logo depois, completaram do mesmo jeito folhas de 40 quadradinhos por um período de dois minutos. Após um intervalo de um minuto repetiram a execução desta tarefa, completando mais folhas de 40 quadrinhos durante dois minutos. O desempenho no pré-treino não foi considerado na análise dos dados.

### Trail Making Test (Partes A e B)

Este é um teste destinado à avaliação de velocidade para a atenção, seqüências, flexibilidade mental, busca visual e função motora (SPREEN & STRAUSS, 1998), e exerce uma grande exigência nas estratégias de alternância (em Inglês *switching*) (BADDELEY, 1996). Os testes foram construídos em 1938 e chamados “Caminhos de Partington” (Partingtong’s Pathways) ou Teste de Atenção Dividida (PARTINGTON & LEITER, 1949). Em 1944 formaram parte do Army Individual Test Battery, e posteriormente Reitan os incorporou à Halstead Battery. A Parte A requer unir na ordem mediante linhas 25 círculos contendo números, enquanto que a Parte B requer alternar entre números e letras. O desempenho é medido no tempo para completar cada folha. LEZAK (1995) propôs o uso da diferença da Parte B menos a Parte A como índice válido.

## RESULTADOS

Primeiro será apresentada a análise dos dados correspondentes ao desempenho na tarefas de TRS, sinal inibitório, Trail Making e Teste da Tarefa Dupla. Em seguida, será apresentada a análise de correlação. Para todos os testes estatísticos foi fixado um nível de Alfa igual a 0,05. Para as tarefas computadorizadas, as respostas com TR menores a 100 ms foram descartadas. Todos os valores das tarefas computadorizadas representam milisegundos.

### Tarefa de TRS

As medianas dos TRS de 43 sujeitos foram analisadas mediante ANOVA em função de sexo, dominância manual, dominância visual, lado de apresentação do estímulo e cor do estímulo. A análise mostrou que nenhum desses fatores afetou em forma significativa os TRS.

A média das medianas foi 313,50 ( $DP = 41,27$ ) para TRS esquerdos e 314,08 ( $DP = 37,88$ ) para TRS direitos. A média das medianas dos TRS para os estímulos azul e magenta forma 313,13 ( $DP = 40,24$ ) e 315,37 ( $DP = 40,79$ ), respectivamente (Ver Fig. 5).

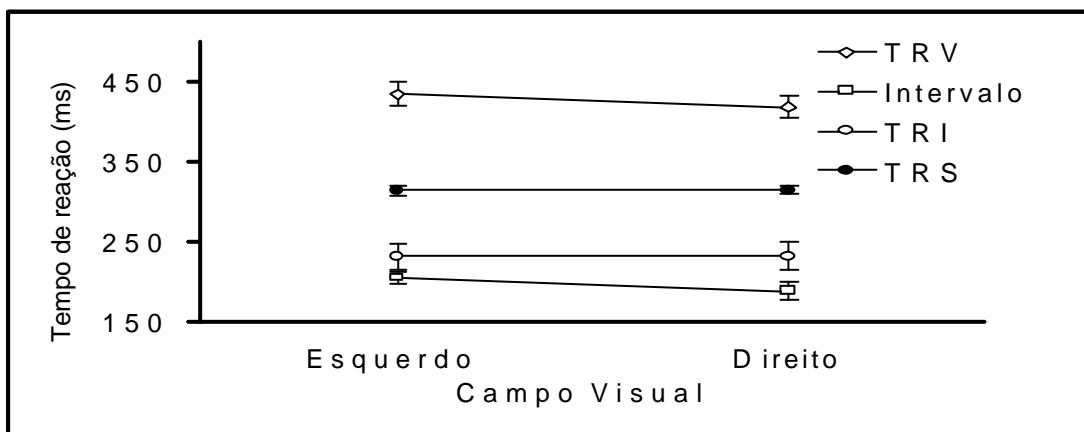
### Tarefa do sinal inibitório

Quarenta e dois participantes desempenharam esta tarefa. As probabilidades de responder nas tentativas inibitórias foram estimadas descartando as primeiras 35 tentativas da tarefa, uma quantidade aproximada de tentativas necessárias para atingir a média do intervalo. As medianas dos tempos de reação ao sinal “Vai” (VESQ e VDIR), tempos de reação ao sinal inibitório (IESQ e IDIR), intervalo esquerdo e

intervalo direito, e a probabilidade responder em tentativas inibitórias (probabilidade esquerda e probabilidade direita) foram analisadas mediante ANOVAS separados.

Para investigar a possibilidade que o sexo, dominância manual e dominância visual tenham afetado os resultados, os dados foram analisados mediante ANOVA segundo estes fatores entre-sujeitos. Não foram achados efeitos principais destes fatores nem interação entre eles e os fatores experimentais intra-sujeitos. Portanto, sexo, dominância manual e dominância visual foram excluídos como fatores na análise experimental.

Os VESQ ( $M = 434,71$ ,  $DP = 98,61$ ) foram significativamente maiores do que os VDIR ( $M = 418,83$ ,  $DP = 95,56$ ),  $F(1, 41) = 12,53$ ,  $P = 0,001$ . Não foi achada diferença significativa entre os estimados IESQ ( $M = 230,43$ ,  $DP = 52,43$ ) e IDIR ( $M = 231,35$ ,  $DP = 65,98$ ). Não foi achada diferença significativa entre o intervalo esquerdo ( $M = 187,49$ ,  $DP = 111,48$ ) e o intervalo direito ( $M = 204,29$ ,  $DP = 119,69$ ) (ver Fig.5).



**Fig. 5.** Desempenho ( $M \pm EP$ ) nas tarefas de tempo de reação simples (TRS,  $n = 43$ ) e do sinal inibitório do Experimento 2 ( $n = 42$ ). TRV é o tempo de reação para o sinal "Vai"; TRI é o tempo de reação estimado para o sinal inibitório. O intervalo de espera representado dentro do hemisfério direito é o intervalo de espera correspondente ao sinal inibitório apresentado no lado contralateral, e vice-versa.

Não foi achada diferença significativa entre a probabilidade de responder tendo aparecido um sinal inibitório esquerdo ( $M = 0,458$ ,  $DP = 0,063$ ) e a probabilidade de responder tendo aparecido um sinal inibitório direito ( $M = 0,461$ ,  $DP = 0,091$ ). Os intervalos interquartil dos VESQ ( $M = 127,05$ ,  $DP = 53,65$ ) não diferiram em forma significativa dos intervalos interquartil dos VDIR ( $M = 124,94$ ,  $DP = 56,67$ )  $F(1, 41) = 0,37$ ,  $P = 0,546$ .

#### Trail Making Test (Partes A e B)

Quarenta e três participantes desempenharam este teste. A média do tempo requerido para completar as folhas foi de 30,76 s ( $DP = 9,91$ ) para a Parte A e 64,44 s ( $DP = 19,86$ ) para a Parte B. O sexo, dominância manual e a dominância visual não afetaram significativamente o desempenho nas Partes A ou B, tal como fora revelado por ANOVAs.

#### Tarefa dupla

Vinte e dois participantes desempenharam este teste. O sexo, dominância manual e dominância visual não afetaram significativamente o índice  $mu$  ( $M = 98,01$ ,  $DP = 3,71$ ), a perda proporcional no desempenho no span de dígitos duplo ( $M = 0,017$ ,  $DP = 0,058$ ) nem no “box-crossing” duplo ( $M = 0,023$ ,  $DP = 0,046$ ), segundo revelado pelas ANOVAs.

#### Análise de correlação

A diferença Parte B-menos-Parte A do Trail Making Test correlacionou significativamente com as medianas dos TRS esquerdos e direitos ( $n = 43$ ,  $r = 0,314$ ,

$P = 0,040$ ) (ver Tabela 1).

Os quocientes de TRS esquerdo ao TRS direito e o cociente de VESQ ao VDIR não correlacionaram significativamente com a perda no *box-crossing*, *span* de dígitos ou *mu*. Foi achada uma correlação inversa significativa entre o cociente de VESQ menos TRS esquerdo ao VDIR menos TRS direito e a perda entre o *box-crossing* ( $n = 22$ ,  $r = -0,559$ ,  $P = 0,007$ ). Na Tabela 2, é possível observar um padrão inverso na relação entre TRS e TRV com os componentes visuo-espaciais e verbais da Tarefa Dupla respectivamente. Uma ANOVA das diferenças esquerdas e direitas entre o TRS e o TRV mostrou um efeito do lado,  $F(1, 41) = 10,23$ ,  $P = 0,003$ , indicando que a diferença para o hemisfério visual direito foi menor do que a diferença para o hemisfério visual esquerdo.

### **Tabela 1**

#### **Correlação ( $r$ de Pearson) entre o desempenho na tarefa de TRS, TRV da tarefa do sinal inibitório e desempenho no Trail Making Test**

	Trail A	Trail B	DifB-A
<b>Tarefas Computadorizadas</b>			
TRS	-0,022	0,259	0,314*
TRV	0,041	0,009	-0,011

\* =  $P < 0,05$ .

**Nota.** DifB-A: Diferença entre Trail Making Parte B menos Parte A. TRS: Média das medianas dos tempos de reação simples direitos e esquerdos. TRV: Média das medianas dos tempos de reação direitos e esquerdos para o sinal "Vai" ( $n = 42$ ).

**Tabela 2****Correlação (r de Pearson) entre nos desempenhos nas tarefas de TRS, sinal inibitório e o Teste da Tarefa Dupla**

	<i>pt</i>	<i>pm</i>	<i>mu</i>
Tarefas Computadorizadas			
TRSE	0,394	-0,182	-0,102
TRSD	0,459	-0,227	-0,083
VESQ	-0,028	0,255	-0,181
VDIR	-0,036	0,269	-0,187
DIESQ	0,139	<b>0,549*</b>	<b>-0,512*</b>
DIDIR	0,020	0,211	-0,177
Razão 1	0,050	0,148	-0,145
Razão 2	0,083	-0,132	0,051
Razão 3	<b>-0,559*</b>	-0,023	0,363

\* P &lt; 0,05.

**Nota.** *pt*: perda na tarefa de box-crossing dupla; *pm*: perda na tarefa span de dígitos dupla; *mu*: índice do desempenho na tarefa dupla. TRSE: tempo de reação simples para estímulos esquerdos. TRSD: tempos de reação simples para estímulos direitos. VESQ: tempo de reação para o sinal “Vai” esquerdo. VDIR: tempo de reação para o sinal “Vai” direito. DIESQ: intervalo interquartil de VESQ. DIDIR: intervalo interquartil de VDIR. Razão 1: TRSE dividido TRSD. Razão 2: VESQ dividido VDIR. Razão 3: VESQ-menos-TRSE dividido VDIR-menos-TRSD ( $n = 22$ ).

**DISCUSSÃO**

A associação achada entre TRS e o desempenho no Trail Making proporciona mais evidências indicando que o tempo de reação simples é uma medida de capacidade executiva. Na tarefa do sinal inibitório, a vantagem para o campo visual direito parece indicar o envolvimento de uma especialização do hemisfério cerebral esquerdo, o qual poderia obedecer a um incremento nas demandas da tarefa de inibitório relativo às demandas da tarefa de TRS: decidir se responder, ou não em função da presença ou ausência do sinal inibitório.

O fato de que o tempo de reação ao sinal inibitório não foi afetado pela lateralização (contrariamente ao ocorrido com os tempos de reação ao sinal “Vai”) parece constituir mais uma evidência em favor da proposta de um mecanismo geral e simples para os processos inibitórios, independentes dos processos excitatórios.

Os tempos de reação ao sinal inibitório não correlacionaram com as medidas do Teste da Tarefa Dupla, portanto a habilidade de inibir pensamentos e ações e a capacidade de coordenação de tarefas parecem ser duas capacidades executivas separadas. Porém, os processos excitatórios na tarefa do sinal inibitório parecem compartilhar um mecanismo com os processos envolvidos no desempenho na Tarefa Dupla. Assim, o cociente de VESQ menos TRS esquerdo ao VDIR menos TRS direito foi correlacionado com o desempenho no box-crossing duplo: uma maior vantagem para o campo visual direito/hemisfério esquerdo corresponde a um melhor desempenho no box-crossing duplo. Foi sugerido que somente para tarefas difíceis, nas quais uma transferência interhemisférica é possível, se pode observar uma vantagem interhemisférica (HOPTMAN & DAVIDSON, 1994). Foi proposto que a carga da tarefa de dígitos dupla pode ter seus principais efeitos no box-crossing duplo e o box-crossing duplo poderia ter permitido um desempenho mais automatizado, enquanto a atenção estaria principalmente dirigida à tarefa de span de dígitos dupla (ROSIN et al., 1999). BANICH (1995) propôs que uma diminuição da carga de processamentos poderia ocorrer como resultado do fato de serem distribuídos através dos hemisférios e que essa interação interhemisférica permitiria flexibilidade de processamento, aumentando a habilidade de analisar a informação. No caso da Tarefa Dupla, a carga das duas tarefas poderia ser diminuída mediante a sua distribuição através dos hemisférios. Assim, a diferença entre hemicampos na



dificuldade de responder ao alvo, no contexto da tarefa do sinal inibitório (maior dificuldade ao respeito da tarefa de TRS), e a capacidade de coordenação de tarefas parecem requerer do funcionamento de um mecanismo baseado em uma especialização hemisférica e transferência interhemisférica, o qual poderia facilitar um melhor desempenho executivo. Este mecanismo poderia afetar a distribuição da ativação para regiões cerebrais relevantes para a tarefa, com um benefício proveniente da interação hemisférica quando o nível de dificuldade da tarefa é aumentado. Provavelmente, as medidas executivas em questão refletem o custo da distribuição da ativação, assim como também o custo da integração do processamento na resposta.

O procedimento lateralizado parece constituir uma ferramenta útil para ulteriores investigações das funções executivas.



#### 4. EXPERIMENTO No. 3: EFEITO DO HEMICAMPO NA APRESENTAÇÃO DO SINAL INIBITÓRIO EM RELAÇÃO AO SINAL “VAI”, NA TAREFA COMPUTADORIZADA

##### INTRODUÇÃO

O papel da atenção nos processos psicológicos foi discutido já muito antes da psicologia ter-se convertido em uma disciplina independente (PASHLER, 1998). Os processos da atenção possuem um papel relevante no dia a dia dos pacientes com distúrbios neuropsicológicos. A maioria das medidas da atenção são complexas, não sendo possível distinguir facilmente os componentes (SPREEN & STRAUSS, 1998).

O rastreamento visual requer uma combinação entre dois tipos de movimentos dos olhos, os movimentos sacádicos e os lentos. Os movimentos sacádicos trazem a imagem de um objeto para a fóvea; enquanto que os lentos mantêm a imagem do objeto em movimento dentro da fóvea. Os sistemas neurais envolvidos nesses movimentos incluem porções do campo frontal visual, e lobos temporais, parietais e occipitais, além do colículo superior, o tálamo, os gânglios basais, a ponte, o mesencéfalo e o cerebelo (KANDEL et al., 1999). A eficiência do funcionamento do rastreamento visual pode ser indicadora do estado de pacientes com trauma cerebral ou grau de severidade de demência, entre outras utilidades (ANSELL, 1995). LOGAN & IRWIN (2000) compararam o controle inibitório nos movimentos do olho e da mão; foi reportado que os olhos e as mãos são inibidos por processos diferentes que operam sob princípios similares.

POSNER (1980) diferenciou dois atos cognitivos dentro do fenômeno da atenção. Utilizou o termo 'orientar' para designar o processo de alinhar a atenção com a fonte da entrada sensorial, e chamou 'detectar' ao fato de um estímulo ter atingido o nível necessário para um sujeito reportar a sua presença. No mesmo estudo foi proposto que as mudanças na orientação da atenção que podem ser observadas diretamente, tais como os movimentos sacádicos, devem ser diferenciadas das mudanças encobertas da atenção através do campo visual, as quais seriam realizadas somente por mecanismos centrais.

Em um estudo realizado sobre a relação entre a atenção espacial visual e as assimetrias dos campos visuais, foi relatado que as vantagens dos campos visuais originam-se em uma interação entre fatores, e foi proposto que as assimetrias dos campos visuais devem ser controladas a fim de obter uma melhor descrição das capacidades funcionais relativas dos hemisférios cerebrais (MONDOR & BRYDEN, 1992).

Os resultados do Experimento precedente indicam uma clara assimetria nas respostas ao sinal "Vai". As respostas ao sinal inibitório não foram significativamente afetadas pela lateralidade. Contudo, a assimetria achada para as respostas ao sinal "Vai" poderiam obedecer, não à especialização hemisférica e a transferência inter-hemisférica, senão ao custo imposto pelo deslocamento da atenção desde o hemisfério visual onde apareceu o sinal "Vai" até o contralateral onde foi detectado o sinal inibitório. Sendo assim, a lateralidade afetaria de forma diferenciada o deslocamento da atenção, sendo que o deslocamento à esquerda teria vantagem sobre o deslocamento à direita.

A hipótese de que a assimetria observada nas respostas ao sinal “Vai” seja devida ao deslocamento da atenção desde o hemisfério visual de aparição do sinal “Vai” ao contralateral foi testada neste Experimento mediante a apresentação do sinal inibitório no mesmo hemisfério no qual apareceu o sinal “Vai”.

## CASUÍSTICA E MÉTODOS

### Participantes

Nove estudantes universitários com dominância manual e visual direita, cinco mulheres e quatro homens, participaram neste estudo. As idades dos participantes variou desde os 17 até os 30 anos, com uma idade média de 24,0 ( $DP = 3,8$ ). Nenhum deles tinha desempenhado anteriormente algum dos testes do estudo. Todos eles tinham visão de cores normal e acuidade visual esquerda e direita normal ou corrigida à normal. As avaliações da acuidade visual, dominância manual, dominância visual e ritmo circadiano foram determinados na mesma forma do que a descrita no Experimento 1.

### Materiais e estímulos

O aparelho utilizado neste experimento foi o mesmo do que o aparelho descrito no Experimento 1.

### Tarefas

#### Tarefas de TRS<sub>2</sub>

Esta tarefa foi similar á descrita no Experimento 1, salvo pela localização do alvo. Os alvos foram apresentados com seus centros aproximadamente 2,6 graus para

abaixo e 3,5 graus à esquerda ou à direita da fixação (Ver Fig. 5A, em Anexo).

Tarefa do sinal inibitório.

Esta tarefa teve as mesmas características do que no Experimento 1, exceto pela localização dos sinais “Vai” e a os dos inibitórios. O sinal “Vai” foi apresentado com seu centro situado aproximadamente 2,6 graus para acima e 3,5 graus à esquerda ou à direita da fixação. O sinal inibitório foi apresentado no mesmo hemisfério do que o sinal “Vai”, com o seu centro situado aproximadamente 2,6 graus abaixo e 3,5 graus à direita ou à esquerda da fixação (Ver Fig. 6A, em Anexo).

## RESULTADOS

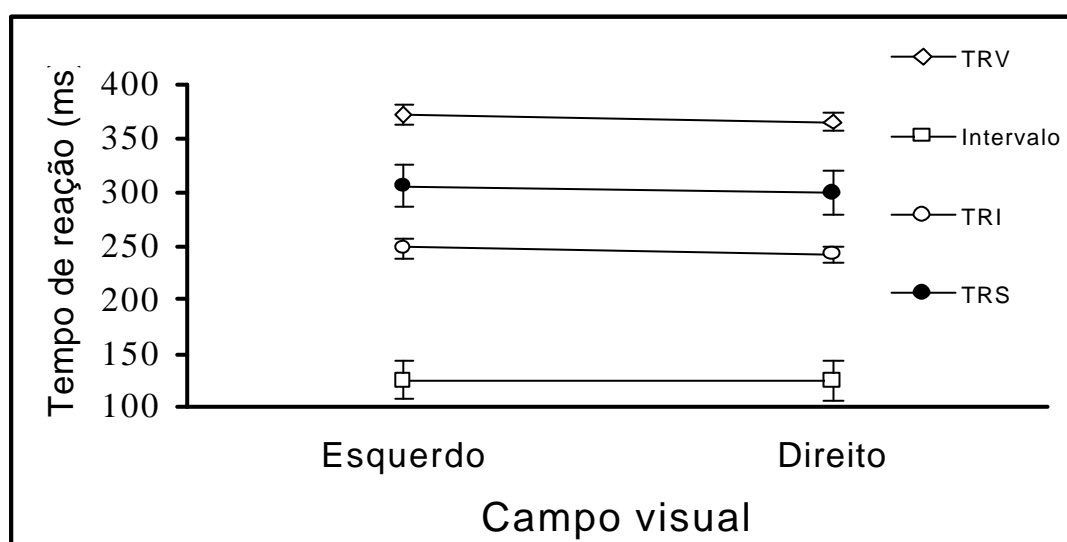
### Tarefa de TRS

ANOVA com o lado de aparição do alvo como fator intra-sujeito mostrou que os TRS esquerdos não diferiram significativamente dos TRS direitos.

### Tarefa de sinal inibitório

Tal como foi realizado no Experimento 1, as probabilidades de responder nas tentativas inibitórias foram estimadas descartando previamente as primeiras 35 provas da tarefa. Os tempos de reação para os sinais “Vai” e os sinais inibitórios, os intervalos e as probabilidades de responder nas tentativas inibitórias foram analisados por ANOVAs separados com o lado de aparição do estímulo como fator intra-sujeito. VESQ (Média de medianas = 372,83 ms,  $DP = 87,88$ ), foi significativamente maior do que VDIR (Média de medianas = 366,00 ms,  $DP = 88,29$ ),  $F(1, 8) = 5,54$ ,  $P = 0,046$ . IESQ ( $M = 248,21$  ms,  $DP = 61,25$ ) e IDIR ( $M =$

242,01 ms,  $DP = 49,34$ ) intervalo esquerdo ( $M = 124,62$ ,  $DP = 116,13$ ) e intervalo direito ( $M = 123,99$ ,  $DP = 118,67$ ) (ver Fig. 6), e a probabilidade de responder em tentativas inibitórias esquerdas ( $M = 0,514$ ,  $DP = 0,117$ ) ou em tentativas inibitórias direitas ( $M = 0,495$ ,  $DP = 0,117$ ) não foram significativamente diferentes. Não foram achadas diferenças significativas entre os intervalos interquartil dos VESQ ( $M = 109,72$ ,  $DP = 73,1$ ) e os intervalos interquartil dos VDIR ( $M = 116,61$ ,  $DP = 82,12$ )  $F(1,8) = 1,78$ ,  $P = 0,218$ . Não foram achadas diferenças significativas entre os TRS, TR ao sinal “Vai” e inibitório, probabilidades de responder nas tentativas inibitórias das tarefas dos Experimentos 2 e das tarefas do Experimento 3, tal como revelado pela ANOVA de duas vias, utilizando tarefa (Experimento 2 e Experimento 3) como fator entre-sujeitos.



**Fig. 6** Desempenho ( $M \pm EP$ ) nas tarefas de tempo de reação simples (TRS) e do sinal inibitório do Experimento 3 ( $n = 9$ ). TRV é o tempo de reação para o sinal “Vai”. TRI é o tempo de reação estimado para o sinal inibitório.

## DISCUSSÃO

A possibilidade de que a vantagem observada para os sinais “Vai” da tarefa do sinal inibitório do Experimento 2 dever-se-ia somente a uma assimetria no deslocamento da atenção entre hemicampos sinal inibitório foi excluída, uma vez que essa vantagem foi mantida no Experimento 3. Estes achados são consistentes com a hipótese da especialização hemisférica e transferência inter-hemisférica como fatores determinantes da vantagem para o tempo de reação ao sinal “Vai” direito. Ulterior investigação incluindo amostras maiores de participantes com diferente dominância manual e visual seria necessária para avaliar o papel das diferenças individuais nas preferências laterais nas presentes tarefas, uma vez que o nível de ativação e o compartilhamento de recursos entre hemisférios podem ser afetados por diferenças individuais na conectividade interhemisférica (HOPTMAN & DAVIDSON, 1994).



## 5. EXPERIMENTO No. 4: O EFEITO DA IDADE SOBRE O DESEMPENHO NA TAREFA COMPUTADORIZADA DO SINAL INIBITÓRIO

### INTRODUÇÃO

As funções executivas parecem variar em função do envelhecimento normal (PARKIN, 1997). A idade é um fator que pode fornecer importantes informações sobre as funções executivas. Contudo, existem alguns riscos quando conclui-se sobre os efeitos do envelhecimento mostrando que as pessoas idosas desempenham de pior forma alguma tarefa, sendo que elas também mostram até certo ponto um declínio na maioria das suas funções cognitivas e físicas (BADDELEY, 1996; LOWE & RABBIT, 1997). BADDELEY (1996), dentro do marco da WM, utilizou um paradigma de atenção seletiva em grupos de adultos jovens e idosos. Incluiu alguns aspectos importantes do déficit ligado ao envelhecimento, tais como inteligência geral ou velocidade de processamento, como parte de uma análise multivariada para despejar esses fatores. Efeitos adicionais argüiriam em favor de um sistema executivo multicomponente.

WILLIAMS et al. (1999) estudaram o controle inibitório através das diferentes idades, utilizando o procedimento de sinal inibitório. Eles relataram um efeito geral que afeta os tempos de reação dos processos excitatórios e dos inibitórios, e sugeriram que estes dois processos poderiam seguir diferentes padrões

temporais de desenvolvimento. Porém, WILLIAMS et al. (1999) não acharam diferenças significativas entre os tempos de reação das pessoas idosas e jovens para o sinal inibitório. Em contraste, foi relatado em outro estudo (KRAMER et al. 1994) que os tempos de reação ao sinal inibitório das pessoas idosas e jovens diferiram de forma significativa.

WILLIAMS et al. (1999) propuseram que o fato de existirem diferentes resultados sobre os tempos de reação ao sinal inibitório através dos estudos relatados na literatura, tanto envolvendo a participação de adultos idosos quanto de adultos jovens, pode obedecer a diferenças nas cargas cognitivas das tarefas envolvidas (ex. tarefas de tempos de reação de duas escolhas vs. quatro escolhas na tarefa primária).

Sendo que o modelo da corrida de cavalos propõe a independência entre os processos excitatórios e inibitórios, usualmente conclui-se sobre a inibição de respostas na base dos tempos de reação ao sinal inibitório (ex. WILLIAMS et al., 1999) ou na base das probabilidades de inibir uma resposta (ex. HASHER et al., 1999). Já o controle inibitório é um conceito que envolveria a relação entre processos excitatórios e inibitórios (WILLIAMS et al., 1999). Embora exista independência entre processos excitatórios e inibitórios, no paradigma do sinal inibitório não é possível medir diretamente os tempos de reação ao sinal inibitório, uma vez que não são observáveis; é impossível obtê-los em uma verdadeira independência, ou seja em ausência das respostas ao sinal “Vai”. Portanto a idéia de um certo balanço entre processos não deveria ser descartada. Além disso, a independência entre processos não exclui possíveis interações complexas com outros fatores, tais como tipo de tarefa primária ou modalidade de apresentação dos estímulos. Essas interações poderiam explicar em parte as diferenças entre estudos.

O objetivo do presente experimento foi pesquisar a habilidade das pessoas idosas para conter uma resposta, na tarefa do sinal inibitório utilizada nos Experimentos anteriores deste trabalho. Sendo que as pessoas adultas idosas tem um declínio geral na velocidade de desempenho em numerosas tarefas cognitivas, além do conhecimento acerca dos escores do desempenho, procurou-se estabelecer também as diferenças relativas, ou seja tanto a velocidade dos processos inibitórios quanto o controle inibitório dos jovens e idosos.

## CASUÍSTICA E MÉTODOS

### Participantes

Vinte participantes adultos idosos de 65 a 77 anos de idade com uma idade média de 70,20 ( $DP = 3,56$ ), 12 mulheres e nove homens, foram escolhidos em vários centros de recreação para a terceira idade, onde tinham participação ativa. Os dados de 17 adultos jovens de 18 a 26 anos, 11 mulheres e 6 homens, com uma idade média de 20,71 anos ( $DP = 2,28$ ) reportados no Experimento 1 (Grupo B), foram incluídos na análise de dados para fornecer contraste entre os estádios evolutivos.

Os participantes de ambos grupos tinham visão de cores normal. Os participantes do grupo de pessoas idosas foram capazes de nomear letras de pelo menos 5 mm impressas em tinta preta sobre uma folha de papel branco e vistas em forma binocular desde uma distância de aproximadamente 60 cm. O mesmo grupo foi examinado mediante o MINI-MENTAL STATE EXAMINATION (FOLSTEIN et al., 1975) para avaliar as habilidades cognitivas gerais. O escore médio (escore máximo = 30) foi de 28,15,  $DP = 1,87$  pontos. A dominância manual e visual, e o melhor pico circadiano foram avaliados da mesma forma que a descrita nos

experimentos precedentes. Doze participantes do grupo de pessoas idosas tinham dominância manual e visual direita. O horário da sessão experimental foi marcado para o melhor pico circadiano participante.

### Materiais e estímulos

Os aparelhos e as tarefas utilizadas foram as mesmas que as descritas nos experimentos 1 e 2. Devido a que as pessoas idosas foram incluídas no estudo considerando como requisito a acuidade binocular, a comparação entre grupos foi realizada utilizando a média das medianas dos tempos de reação simples esquerdos e direitos (TRS), assim como para os IESQ e IDIR (TRI), e VESQ e VDIR (TRV). O mesmo procedimento foi aplicado para com o intervalo e para com a probabilidade de responder tendo ocorrido o sinal inibitório.

## RESULTADOS

Com o objetivo de investigar a possibilidade de que o sexo possa ter afetado os resultados, ANOVA de uma via com esse fator entre-sujeitos foi conduzido nos dados. O sexo como fator principal não teve efeitos significativos, portanto foi excluído como fator na análise experimental. O tempo de reação ao sinal inibitório, o TRV, o intervalo e a probabilidade de responder tendo ocorrido o sinal inibitório foram analisados mediante ANOVAs de uma via, com grupos (adultos jovens e adultos idosos) como fator entre sujeitos. Um nível de Alfa de 0,05 foi fixado para todos os testes estatísticos.

### Tarefa de TRS

Os tempos de reação menores a 100 ms foram descartados. TRS do grupo

de adultos idosos ( $M = 402,73$ . Ms,  $DP = 78,15$ ) foram significativamente mais lentos do que os dos adultos jovens ( $M = 297,79$  ms,  $DP = 43,93$ )  $F(1, 35) = 21,74$ ,  $P < 0,00001$ .

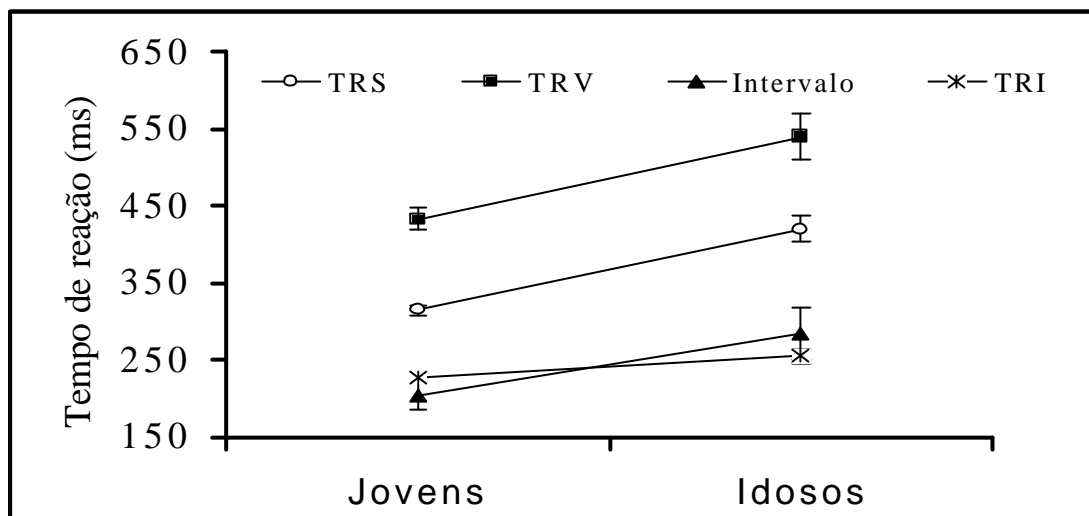
#### Tarefa de sinal inibitório

TRV menores a 100 ms foram descartadas. As probabilidades de responder tendo ocorrido o sinal inibitório foram estimadas tendo primeiro descartado as primeiras 35 tentativas da tarefa, número aproximado ao requerido para atingir a média do intervalo. ANOVA de uma via indicou que não houve diferença significativa entre os três blocos para os tempos de reação ao sinal “Vai” do grupo dos idosos  $F(2,38)=1,76$ ,  $p= 0,185$ .

Os TRV dos adultos jovens ( $M = 393,54$ ,  $DP = 74,49$ ) foram significativamente mais rápidos do que os TRV dos adultos idosos ( $M = 539,52$ ,  $DP = 132,75$ ),  $[F(1, 35) = 16,18$ ,  $P < 0,0003]$ . O grupo de adultos jovens também teve intervalos interquartil dos TRV ( $M = 81,70$ ,  $DP = 27,96$  significativamente menores do que os intervalos interquartil dos TRV do grupo de adultos idosos ( $M = 171,83$ ,  $DP = 67,80$ )  $F(1,35) = 26,16$ ,  $P < 0,00001$ . Não houve diferença significativa entre os Tempos de reação ao sinal inibitório dos adultos jovens ( $M = 224,96$ ,  $DP = 61,83$ ) e dos os adultos idosos ( $M = 255,06$ ,  $DP = 43,24$ )  $[F(1, 35) = 3,01$ ,  $P = 0,091]$ . O intervalo necessário para os adultos jovens ( $M = 171,52$ ,  $DP = 99,99$ ) foi significativamente menor do intervalo necessário para os adultos idosos ( $M = 284,46$ ,  $DP = 149,46$ )  $[F(1,35) = 7,02$ ,  $P = 0,012]$  (Ver Fig. 7).

A análise não mostrou diferença significativa entre a probabilidade de responder tendo ocorrido o sinal inibitório no grupo de adultos jovens ( $M = 0,455$ ,

$DP = 0,072$ ) e nos adultos idosos ( $M = 0,445$ ,  $DP = 0,099$ )  $F(1, 60) = 0,01$ ,  $P = 0,670$ .



**Fig. 7** Desempenho ( $M \pm EP$ ) na tarefa tempo de reação simples (TRS) e do sinal inibitório dos adultos jovens ( $n = 17$ ) e dos adultos idosos ( $n = 20$ ); TRI tempo de reação ao sinal inibitório; TRV = tempo de reação ao sinal “Vai”.

## DISCUSSÃO

No presente estudo a habilidade de deter uma ação não foi significativamente diferente entre os jovens e os idosos. STUSS et al.(1999) propuseram o uso de proporções para comparar o desempenho de grupos com diferentes linhas de base, como é o caso do presente experimento. Contudo, os mesmos autores reconheceram que na utilização de escores proporcionais algumas das propriedades das medidas podem ser perdidas, sendo que quando são utilizadas proporções assume-se que a lentidão afeta todos os processos subjacentes à tarefa de igual forma. Foi realizado uma análise utilizando proporções como um método complementar de estabelecer

possíveis diferenças entre grupos. Portanto, foi estimada a proporção dos tempos de reação para o sinal inibitório para TRV da seguinte forma:

$$(TRV - \text{intervalo}) / TRV.$$

ANOVA de uma via, com Grupo como fator entre-sujeitos, não revelou diferenças significativas entre as proporções estimadas dos jovens ( $M = 0,585$ ,  $DP = 0,174$ ) e dos idosos ( $M = 0,501$ ,  $DP = 0,154$ ),  $F(1, 35) = 2,42$ ,  $P = 0,128$ . Também não foi achada diferença significativa entre o controle inibitório de ambos grupos.

MAY & HASHER (1998) propuseram uma possível fonte de diferenças entre o desempenho dos jovens e dos idosos nas tarefas que requerem de inibição, além das mencionadas por WILLIAMS et al. (1999) (complexidade da tarefas e diferenças individuais em impulsividade), que é a hora na qual é desempenhada a tarefa. Esse fator foi controlado no presente estudo, sendo que as tarefas foram desempenhadas no melhor pico do ritmo circadiano de cada participante.

Outro fator que poderia afetar de forma diferencial o desempenho nestas tarefas é a modalidade na qual são apresentados os estímulos. A maioria das tarefas do sinal inibitório utilizadas para avaliar o efeito da idade sobre a habilidade inibitória, como por exemplo a utilizada por WILLIAMS et al. (1999) envolveram uma tarefa de tempo de reação de escolha numa modalidade visual sobre a qual um sinal auditivo exercia a contra-ordem. O processamento do sinal inibitório nas tarefas visuoauditivas, poderia ser diferente do processamento do sinal inibitório apresentado na mesma modalidade do que o sinal “Vai”. É de se esperar uma complexa interação entre a complexidade da tarefa, modalidade de apresentação dos estímulos, horário da sessão experimental, e diferenças individuais entre impulsividade e ansiedade. Ulterior investigação da interação entre esses fatores

poderia contribuir tanto para uma melhor compreensão da habilidade inibitória, quanto para comparar resultados provenientes de estudos diferentes.