



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL  
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA  
INSTITUTO DE PSICOLOGIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM PSICOLOGIA



*Fabiana Pires Teobaldo*

**Atenção e Memória Visuoespacial: Efeito da atenção na  
recuperação de itens na memória de trabalho visual**

**UBERLÂNDIA  
2016**



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL  
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA  
INSTITUTO DE PSICOLOGIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM PSICOLOGIA



*Fabiana Pires Teobaldo*

**Atenção e Memória Visuoespacial: Efeito da atenção na  
recuperação de itens na memória de trabalho visual**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Psicologia – Mestrado, do Instituto de Psicologia da Universidade Federal de Uberlândia, como requisito parcial à obtenção do Título de Mestre em Psicologia Aplicada.

Área de Concentração: Psicologia Aplicada

Orientador(a): Prof. Dr. Joaquim Carlos Rossini

**UBERLÂNDIA  
2016**

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)  
Sistema de Bibliotecas da UFU, MG, Brasil.

---

T314a  
2016      Teobaldo, Fabiana Pires, 1978-  
Atenção e memória visuoespacial : efeito da atenção na recuperação  
de itens na memória de trabalho visual / Fabiana Pires Teobaldo. - 2016.  
62 f. : il.

Orientador: Joaquim Carlos Rossini.  
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Uberlândia,  
Programa de Pós-Graduação em Psicologia.  
Inclui bibliografia.

1. Psicologia - Teses. 2. Atenção - Aspectos psicológicos - Teses. 3.  
Memória - Aspectos psicológicos - Teses. 4. Psicologia aplicada - Teses.  
I. Rossini, Joaquim Carlos. II. Universidade Federal de Uberlândia.  
Programa de Pós-Graduação em Psicologia. III. Título.

CDU: 159.9

---



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL  
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA  
INSTITUTO DE PSICOLOGIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM PSICOLOGIA



*Fabiana Pires Teobaldo*

**Atenção e Memória Visuoespacial: Efeito da atenção na recuperação de itens  
na memória de trabalho visual**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Psicologia – Mestrado, do Instituto de Psicologia da Universidade Federal de Uberlândia, como requisito parcial à obtenção do Título de Mestre em Psicologia Aplicada.

Área de Concentração: Psicologia Aplicada

Orientador (a): Prof. Dr. Joaquim Carlos Rossini

**Banca Examinadora**

Prof. Dr. Joaquim Carlos Rossini

Universidade Federal de Uberlândia – Uberlândia, MG

---

Prof. Dr. Ederaldo José Lopes

Universidade Federal de Uberlândia – Uberlândia, MG

---

Prof. Dr. César Alexis Galera

Universidade de São Paulo – Ribeirão Preto, SP

---

**UBERLÂNDIA**

**2016**

*Dedico este trabalho aos meus pais, minha eterna gratidão pela vida!*

*Agradeço ao meu marido que sempre me deu apoio,  
tornando a rotina mais leve e organizada para que eu  
pudesse estudar;*

*Aos meus filhos, razão de todo meu esforço e empenho, pela  
compreensão nos momentos de ausência e necessidade de  
sono;*

*Agradeço ao meu orientador, prof. Dr.Joaquim Carlos  
Rossini, um verdadeiro educador, obrigada pelo  
aprendizado, paciência, acompanhamento e otimismo;*

*Aos meus colegas de laboratório: Renata Okubo, Lorena,  
Ingrid, Isabela, Bruno, Fernanda, Raphael, Rodolpho;*

*Agradecimento especial a todos os participantes da pesquisa  
que dispuseram de seu tempo, contribuindo para o  
desenvolvimento da pesquisa.*

## RESUMO

A atenção visual e a memória de trabalho visual são aspectos fundamentais na cognição humana e compreendê-los é fundamental para o estudo do comportamento humano. Estudos mais recentes têm investigado como a atenção visual pode ser controlada e direcionada para representações mantidas na memória de trabalho através do uso de sugestões ou retrodicas espaciais em tarefas de atenção visual. A presente pesquisa teve como objetivo investigar o efeito do compartilhamento da atenção sustentada no processo de manutenção e recuperação de itens na memória de trabalho visual, através de três experimentos utilizando o paradigma de retrodica. O uso da retrodica pode favorecer a busca de informações armazenadas por um curto período de tempo na memória de trabalho visual. Porém, os mecanismos responsáveis por esse favorecimento não estão totalmente claros, principalmente com relação à atenção sustentada no item sugerido. Uma tarefa secundária de busca visual foi inserida em parte das condições com o objetivo de deslocar a atenção no intervalo entre estímulos, 50ms (CB50) ou 500ms (CB500) após a apresentação da dica, o arranjo de memória foi constituído por quatro símbolos e apresentado de maneira simultânea e sequencial. Os resultados indicaram que apesar da busca visual ter prejudicado o desempenho dos participantes, a magnitude do efeito da retrodica se manteve nas provas com e sem busca visual.

**Palavras-chave:** Atenção; Atenção sustentada; memória de trabalho visual, retrodica.

## ABSTRACT

Visual attention and visual working memory are fundamental aspects of human cognition and understanding them is critical to the study of human behavior. More recent studies have investigated how visual attention can be controlled and directed to representations held in working memory through the use of spatial retrocues in visual attention tasks. This research aimed to investigate the effect of sharing of sustained attention in the maintenance process and recovery of items in visual working memory, through three experiments using retrocues paradigm. The use of retrocues can favor the search for information stored for a short period of time in the visual working memory. However, the mechanisms responsible for this favoritism are not entirely clear, especially with regard to sustained attention in the suggested item. A secondary task of visual search was inserted into part of the conditions in order to shift attention in the range of stimuli, 50ms (CB50) or 500ms (CB500) after submission of the retrocues, the array memory was composed of a four items and it was presented for simultaneous and sequential manner. The results indicated that despite the visual search have impaired the performance of the participants, the magnitude of the effect was maintained retrocues tests with and without visual search.

**Keywords:** Attention; Sustained attention; visual working memory, retrocues.



## Sumário

RESUMO .....	6
Sumário .....	8
<b>1- INTRODUÇÃO .....</b>	<b>10</b>
<b>2 - MÉTODO.....</b>	<b>25</b>
2.1 - Experimento 1 .....	25
2.1.1 - <i>Participantes</i> .....	26
2.1.2 - <i>Material</i> .....	26
2.1.3 - <i>Estímulos</i> .....	26
2.1.4 - <i>Procedimento</i> .....	27
2.1.5 - <i>Resultados</i> .....	29
2.1.6 - <i>Discussão</i> .....	31
2.2 - Experimento 2 .....	33
2.2.1 - <i>Participantes</i> .....	33
2.2.2 - <i>Material e Método</i> .....	33
2.2.3 - <i>Estímulos</i> .....	33
2.2.4 - <i>Procedimento</i> .....	33
2.2.5 – <i>Resultados</i> .....	34
2.2.6 – <i>Discussão</i> .....	40

2.3 - Experimento 3 .....	41
2.3.1 – <i>Participantes</i> .....	41
2.3.2 - <i>Material e Método</i> .....	41
2.3.3 - <i>Estímulos</i> .....	41
2.3.4 - <i>Procedimento</i> .....	42
2.3.5 – <i>Resultados</i> .....	42
2.3.6 – <i>Discussão</i> .....	46
3 - DISCUSSÃO GERAL .....	48
Anexo I- Critérios para Participação no Estudo .....	60
Anexo II- FICHA SOCIODEMOGRÁFICA E BIOMÉDICA .....	61
Anexo III - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO .....	62

## 1- INTRODUÇÃO

A atenção visual e a memória de trabalho são aspectos fundamentais na cognição humana. Esta importância é evidenciada nas ações cotidianas em que interagimos com o meio circundante, selecionando ativamente a informação do ambiente, ou quando resgatamos informações relevantes armazenadas na memória de curto prazo. Ao longo das últimas seis décadas, tanto a atenção como a memória, têm sido estudadas através de vários procedimentos experimentais, que ampliaram significativamente a compreensão dos complexos processos mentais que promovem a integração adequada da informação e a expressão do comportamento.

Em meados da década de 1950, os processos atencionais foram comparados a um “filtro” capaz de selecionar a informação relevante em detrimento da irrelevante (Broadbent, 1958). Posteriormente, já na década de 1980, a seleção atencional foi comparada a um holofote que destaca a informação relevante (Posner, 1980) ou a uma “cola mental” capaz de integrar a informação tornando-a consciente (Treisman & Gelade, 1980). Os mecanismos atencionais podem selecionar, modular e sustentar o foco na informação mais relevante para o comportamento, através de formas separadas, mas interativas de controle atencional, uma forma internamente orientada pelos diversos processos cognitivos; e outra externamente orientada pelas características dos estímulos externos. A memória de trabalho pode estar na interface dessas duas formas (Chun, Golomb & Turk-Browne, 2011). Vários aspectos relacionados à capacidade de selecionar a informação e manter ativamente um conjunto de estímulos relevantes para a adaptação comportamental permitiram a elaboração de vários modelos explicativos e sugerem uma intrínseca relação entre os recursos atentos e os processos mnemônicos.

A memória, e especialmente a memória de curto prazo, desempenha um papel de extrema importância no nosso cotidiano, sendo requerida a todo o momento para armazenar e processar informações de forma simultânea (Baddeley, Anderson & Eysenck, 2011). Um dos modelos mais influentes de memória de trabalho foi o proposto por Baddeley e Hitch (1974) composto inicialmente por três subsistemas: a alça fonológica, o esboço visuoespacial e o executivo central. Em uma atualização desse modelo ocorrida no ano de 2000, um quarto subsistema de armazenamento multimodal foi inserido, o buffer episódico (Baddeley, 2000).

A alça fonológica é responsável pelo armazenamento de informações verbais e pode ser considerado um modelo de memória verbal de curta duração. Estudos foram conduzidos com pacientes com déficit na alça fonológica ou em situações experimentais em que a alça fonológica era mobilizada por uma tarefa concorrente (supressão articulatória) sugerindo uma relevância significativa na manutenção da informação verbal de curto prazo. Estes estudos também sugerem um papel importante desse sistema na aquisição do vocabulário na língua nativa em crianças (Gathercole & Baddeley, 1990). O esboço visuoespacial é o componente do modelo de Baddeley e Hitch responsável pela manutenção e armazenamento de informações visuais e espaciais. A sua função é análoga ao papel desempenhado pela alça fonológica no sistema verbal, porém, para estímulos visuais e posições espaciais, apresentando também uma capacidade de armazenamento limitada. Por fim, o executivo central é responsável pelo gerenciamento da memória de trabalho, se constitui em um controlador atencional, é responsável pelo foco e capacidade de dirigir a atenção à uma tarefa disponível ou mesmo dividir o foco atencional quando a tarefa exigir (Baddeley, 1996, 2000, 2012; Baddeley, Anderson & Eysenck, 2011).

O modelo foi atualizado com a inserção do quarto subsistema, o buffer episódico. O buffer episódico é um sistema de armazenamento temporário multimodal, também limitado, capaz de agir como um elo, integrando as informações dos outros subsistemas de memória de trabalho.

Estruturando representações dos objetos de maneira integrada como um episódio. Este subsistema também é responsável por relacionar as informações captadas do ambiente com as informações contidas na memória de longo prazo, tornando essas informações disponíveis na consciência. É um sistema ativo e controlado pelo executivo central e é capaz de reunir conceitos não relacionados e criar novas combinações, permitindo, assim, resolver problemas e reavaliar experiências através do nosso conhecimento adquirido mais recentemente (Baddeley, 2000; Baddeley, Anderson & Eysenck, 2011; Baddeley, Allen, & Hitch, 2011).

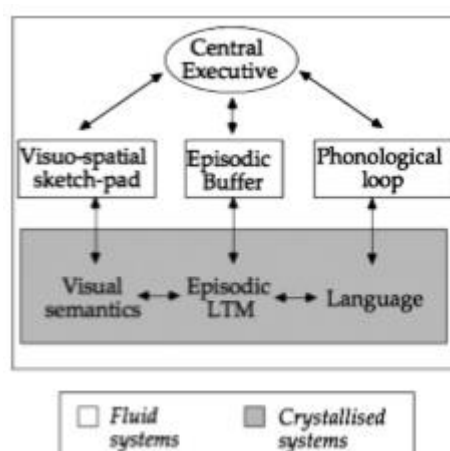


Figura 1. Representação esquemática do modelo de memória de trabalho (Baddeley, 2000)

O buffer episódico integra as informações tornando-as disponíveis para utilização imediata apresentando uma capacidade de armazenamento limitada. Ele também é responsável pela integração de características que podem envolver um ou mais subsistemas da memória de trabalho (Baddeley, 2000). Vale lembrar que, de acordo com o modelo ilustrado na Figura 1, o acesso dos subsistemas ao buffer episódico é via executivo central, logo, qualquer processo de integração de características que envolva codificação, manutenção ou ambos dentro do buffer episódico dependerá de recursos atencionais gerais disponibilizados pelo executivo central (Allen, Baddeley & Hitch, 2006).

Luck e Vogel (1997) investigaram a capacidade de armazenamento da memória de trabalho visual no armazenamento de características únicas como cor ou orientação e para conjunções de características (cor e orientação) que compõem um objeto integrado. Em uma série de experimentos os autores solicitaram que os participantes memorizassem arranjos compostos por características únicas ou arranjos compostos por estímulos definidos pela conjunção de mais de uma característica. Após um breve intervalo de tempo a acurácia no reconhecimento dos arranjos era avaliada. De modo geral, os resultados desses experimentos sugerem que é possível armazenar a informação de até quatro características únicas simultaneamente na memória de trabalho. Mais importante, os autores sugerem que é possível armazenar até quatro objetos definidos por uma conjunção de características. Esse resultado sugere que a manutenção dos objetos integrados na memória de trabalho apresenta uma característica passiva, ou seja, independente de recursos atencionais ativos para a sua manutenção.

Em razão dos resultados observados por Luck e Vogel (1997), Wheeler e Treisman (2002) investigaram, em cinco experimentos, a necessidade ou não de recursos atencionais ativos para a manutenção da informação integrada na memória de trabalho. Essa integração das características pode ser entendida como uma “cola mental” (*binding*) que permite a junção de duas ou mais características únicas em um objeto mais complexo. Essa ideia é preconizada inicialmente pela *Teoria da Integração das Características* (Treisman & Gelade, 1980) e permanece bastante influente até os dias atuais. Essa teoria estabelece que as características únicas que compõem um objeto são integradas em um mapa retinotópico de posição, objeto após objeto, por meio do deslocamento serial do foco atencional. Assim, a representação do objeto seria integrada em um “pacote” de características (*object file*) relativamente estável ao longo do tempo de sucessivas posições (Kahneman, Treisman, & Gibbs, 1992). Dessa forma, os experimentos propostos por Wheeler e Treisman (2002) tiveram como objetivo investigar se os objetos, uma vez integrados, podem ser automaticamente armazenados na memória de

trabalho sem a necessidade de uma manutenção atencional ativa ou se haveria a necessidade de recursos atencionais para que isso ocorra.

Os resultados obtidos por Wheeler e Treisman não corroboram os resultados encontrados por Luck e Vogel (1997), sugerindo que a informação visual é armazenada na memória de trabalho em paralelo, ou seja, a memória para características únicas dos objetos e a memória para objetos integrados não competem por recursos limitados da memória de trabalho visual. No entanto, a manutenção da informação integrada requer recursos atencionais ativos para o seu armazenamento na memória de trabalho. Essa hipótese sugere dois mecanismos distintos e paralelos no armazenamento da informação em curto prazo.

Estes estudos ampliaram a discussão sobre o papel da atenção no armazenamento de informações na memória de trabalho visual. Um estudo seminal, e hoje considerado clássico, foi proposto por Sperling (1960). Esse estudo investigou o direcionamento atencional para os conteúdos mantidos na memória icônica. Nestes experimentos os participantes eram expostos, por um breve período de tempo, a uma determinada quantidade de itens não sendo capazes de relatar a grande maioria deles (*Whole Report*). No entanto, quando uma dica sonora indicava qual linha o participante deveria relatar após o desaparecimento dos estímulos a acurácia dos participantes apresentou uma melhora significativa (*Partial Report*). Esse resultado sugere que os participantes foram beneficiados pela utilização da dica sonora o que possivelmente pode ser atribuído a orientação espacial dos recursos atencionais para uma área específica do campo visual. Posner (1980) também encontrou resultados que demonstram que há custos e benefícios no uso de dicas espaciais para direcionar a atenção para o alvo a ser testado. As dicas espaciais válidas geram um benefício na acurácia e no tempo de reação, as inválidas, um custo maior no tempo de tempo de reação.

Posner (1994) publicou uma revisão de vários artigos que discutem o processo atencional e as estruturas anatômicas envolvidas. A busca visual tem sido uma tarefa muito utilizada para o estudo da atenção, uma vez que para localizar o alvo, o participante tem que orientar a sua atenção para cada localização a fim de efetuar a busca pelo alvo desejado. O lobo parietal é ativado quando a atenção precisa ser deslocada de uma localização a outra na tarefa de busca visual. É necessário considerar uma certa especialização hemisférica, o hemisfério esquerdo parece ser importante no reconhecimento dos objetos enquanto que o hemisfério direito parece estar envolvido com características como navegação, os dois hemisférios operam juntos na tarefa de busca visual. A atenção depositada em um objeto visual pode ser evidenciada pelo aumento da atividade neural nas regiões que processam o tipo de informação utilizada, por exemplo, cor, forma quando comparada as informações não atentadas. Outro aspecto importante no processo atencional, o estado de alerta, parece envolver ativação da região frontal direita.

Já no início da década de 2000, Griffin e Nobre (2003) propuseram três experimentos para investigar se é possível orientar a atenção espacial de forma seletiva para as representações internas mantidas na memória de trabalho após o período atribuído à memória icônica. Nesses experimentos os autores utilizaram duas condições, uma em que apresentavam uma dica imediatamente antes da apresentação de um arranjo composto por quatro estímulos coloridos (pré-dicas ou *precue*). Nesta condição, a pré-dica indicava uma das quatro posições possíveis do estímulo teste antes da apresentação do arranjo. Após a apresentação da dica (100ms) e um intervalo de 1500 ou 2500ms, um estímulo teste era apresentado. O participante tinha como tarefa julgar se o estímulo teste havia sido apresentado ou não no arranjo previamente apresentado. Nessa condição (pré-dica) a identificação do estímulo teste foi beneficiada pela apresentação da pré-dica válida. Em uma segunda condição, a dica espacial era apresentada após a apresentação do arranjo (retrodica ou *retrocue*), exigindo que o participante recordasse o estímulo apresentado naquela posição específica. Desta forma, o direcionamento dos recursos



atencionais ocorre sobre uma representação mnemônica do arranjo. Nessa condição, os resultados também sugerem um benefício na recuperação da informação indicada pela dica espacial (retro-dica). Em suma, os resultados apontam um benefício da dica espacial em orientar os recursos atencionais tanto em uma condição perceptual (precue) quanto na orientação atencional para representações internas mantidas na memória de trabalho (retrocue).

Posteriormente, Lepsien, Griffin, Devlin e Nobre (2005) conduziram um estudo similar ao realizado por Griffin e Nobre (2003), porém utilizando somente retrodicas e manipulando a carga perceptual do arranjo de memória (2 ou 4 itens). O objetivo desse estudo foi ampliar a compreensão acerca do processo de orientação dos recursos atencionais sobre representações mentais e de um possível efeito benéfico do uso desse tipo de dica na recuperação de representações mentais na memória de trabalho visual. Os resultados mostram que a utilização de dicas válidas contribuiu para uma redução do tempo de reação e aumento da precisão nas respostas, indicando um benefício do uso de dicas na recuperação da informação visual de curto prazo. Os resultados deste estudo também indicaram um efeito de carga, refletindo um maior tempo de reação e menor precisão com o aumento da carga perceptual de memória (2 para 4). Porém, esse efeito da carga foi menor com o uso da dica informativa orientando a atenção espacial na memória de trabalho, especialmente nas provas onde o alvo estava presente, melhorando o desempenho dos sujeitos. Este efeito da orientação espacial não foi encontrado nas provas onde o alvo estava ausente.

O procedimento desenvolvido por Griffin e Nobre (2003) mostrou que o uso de dicas espaciais informativas apresentadas depois do evento perceptual pode melhorar o desempenho, aumentando a acurácia na recuperação dos itens armazenados na memória de trabalho, diminuindo custos deste processo de recuperação (Lepsin & Nobre, 2006). A atenção facilita o processamento do estímulo teste em ambos os estágios de processamento, perceptual e pós perceptual. Nesse sentido, a atenção pode determinar quais itens serão processados e

armazenados no espaço limitado da memória de trabalho visual, mantendo este item em um estado ativo para possível recuperação (Awh, Vogel & Oh, 2006). Em conjunto, esses resultados sugerem um importante papel dos recursos atencionais na manutenção da informação visual na memória de trabalho, seja na seleção da informação representada ou na integração das características dos objetos brevemente armazenados na memória de trabalho.

Mais especificamente, Allen, Baddeley e Hitch (2006) conduziram cinco experimentos utilizando os mesmos estímulos utilizados em um dos experimentos realizados por Wheeler e Treisman (2002) (Experimento 4) variando, no entanto, o procedimento de apresentação das provas. Allen, Baddeley e Hitch investigaram a dependência de recursos atencionais para a integração de características através da acurácia dos participantes ao longo dos vários delineamentos. Duas hipóteses foram testadas acerca desse processo de integração de características, uma caracterizando um processo automático de integração, sem a mobilização da atenção sustentada e outra caracterizando um processo ativo de integração que demandaria um processo ativo de atenção sustentada. Para isso, foi delineada uma tarefa atensiva concorrente (a contagem de trás para frente) ao processo de memorização. Essa tarefa teve o objetivo de mobilizar a atenção enquanto desempenhavam a tarefa de detecção de mudanças de estímulos memorizados. Os autores avaliaram o papel do subsistema episódico (*episodic buffer*) na integração e manutenção da informação visual na memória de trabalho. De modo geral, os resultados indicaram uma possível automaticidade na integração de características na memória de trabalho, não exigindo recursos atencionais extras para este processo.

A contribuição da atenção no armazenamento de itens na memória de trabalho visual foi investigada por Makovski e Jiang (2006) que conduziram dois experimentos utilizando o procedimento da retrodica. O arranjo de memória foi constituído por seis discos coloridos dispostos em um círculo imaginário apresentado por 800ms. Makovski e Jiang utilizaram como

tarefa interveniente uma tela composta por seis discos coloridos sendo apresentada antes da retrodica ou 400ms após a retrodica, ficando disponível por 100ms. Em uma condição controle a tarefa interveniente não foi apresentada. No Experimento 1, 1000ms após a apresentação dos estímulos a serem memorizados, uma dica espacial, uma seta, indicava o possível estímulo teste, nas condições sem dica, após 1500ms, apenas um estímulo teste foi apresentado. Três condições foram manipuladas neste primeiro experimento: condição sem dica, dica apresentada antes da tarefa interveniente e a dica apresentada depois da tarefa interveniente. A tarefa do participante era julgar se o estímulo teste havia sido apresentado no arranjo de memória. No Experimento 2, Makovski e Jiang utilizaram retrodica e predica exógenas que poderiam indicar uma, duas ou três localizações possíveis do estímulo teste. Os resultados indicaram que quando a atenção é distribuída em múltiplos itens a memória de trabalho é vulnerável a interferência, como a tarefa interveniente. Por outro lado, quando a dica é utilizada, permitindo focar a atenção em um único item daqueles inicialmente memorizados, a interferência da tarefa interveniente é eliminada.

Em um trabalho posterior, Makovski, Sussman e Jiang (2008) também confirmam o benefício da atenção orientada através do paradigma da retrodica na manutenção e recuperação dos itens na memória de trabalho visual. Makovski, Sussman e Jiang testaram a memória para cor e forma com arranjos de memória de quatro ou seis estímulos apresentados por 300ms, a retrodica utilizada foi uma seta que apontava para uma das localizações do arranjo inicial de memória apresentada por 100ms e após 1000ms do fim da apresentação do arranjo de memória. Uma das condições testadas pelos autores foi a retrodica sendo apresentada simultaneamente a reapresentação de todos os estímulos de memória.

Johnson, Hollingworth e Luck (2008) propuseram três experimentos para investigar o papel da atenção na manutenção das características integradas na memória de trabalho, alegando que

o papel da atenção sustentada na manutenção de itens nesse sistema ainda apresenta várias lacunas. Os resultados desta pesquisa sugerem que os recursos atencionais alocados para a manutenção de características integradas na memória de trabalho desempenham uma função tão importante quanto para a manutenção de características únicas no sistema de memória de trabalho. A atenção sustentada não parece ser essencial para a manutenção e recuperação de características integradas na memória de trabalho visual. Estes resultados também foram encontrados em um estudo desenvolvido por Delvenne, Cleeremans e Laloyaux (2010) que também testaram memória de características únicas (cor ou forma) e características integradas (cor e forma) utilizando o procedimento da retrodica em uma tarefa de detecção de mudanças.

Mais recentemente, Hollingworth e Maxcey-Richard (2013) propuseram um estudo no qual foi investigado o papel da atenção sustentada na manutenção seletiva da informação na memória de trabalho. Uma visão amplamente aceita é que o sistema atencional e a memória de trabalho compartilham amplamente os recursos de processamento, entre eles, os recursos de seleção e manutenção da informação (Gazzaley & Nobre, 2012; Griffin & Nobre, 2003; Landman, Spekreijse, & Lamme, 2003; Makovski & Jiang, 2007; Makovski, Sussman, & Jiang, 2008; Matsukura & Hollingworth, 2011; Matsukura, Luck, & Vecera, 2007), ou que, em uma interpretação mais extremista, seriam dois nomes para o mesmo sistema de processamento (Cowan, 1995). No entanto, algumas características dessas interações ainda não são claramente compreendidas. Nesse sentido, Hollingworth e Maxcey-Richard (2013) abordam duas questões importantes acerca das possíveis interações entre o sistema atencional, mais especificamente a atenção sustentada, e o processamento da informação na memória de trabalho. A primeira questão é referente a real necessidade da ocorrência de um processo atencional ativo na priorização e integração da informação na memória de trabalho. Esse é um ponto controverso que tem gerado um esforço investigativo considerável. Por um lado, várias pesquisas sugerem que os recursos atencionais são fundamentais para a manutenção da informação armazenada

temporariamente na memória de trabalho (Gazzaley & Nobre, 2012; Griffin & Nobre, 2003; Wheeler & Treisman, 2002), por outro, um número crescente de pesquisas tem apontado limitações nessa interpretação, sugerindo certa independência atencional para a manutenção integrada da informação na memória de trabalho (Allen et al., 2006; Allen, Hitch, Mate, & Baddeley, 2012; Gajewski & Brockmole, 2006; Johnson, Hollingworth, & Luck, 2008). Um segundo aspecto, mais ecológico, é se há necessidade de uma manutenção ativa da integração da informação na memória de trabalho até o momento da sua recuperação. Seguindo o exemplo apresentado por Hollingworth e Maxcey-Richard, imaginemos uma situação de busca visual em que há a necessidade de manutenção ativa das características de um alvo disposto em meio à distratores (ex. uma maçã em meio a tomates) durante todo o processo de busca. Caso os recursos para a manutenção mnemônica das características de uma maçã sejam os mesmos empregados no processo serial de busca, seria esperado uma interferência ou um conflito entre esses processos.

Hollingworth e Maxcey-Richard (2013) utilizaram o procedimento da retrodica em uma tarefa de detecção de mudança. Nesse procedimento os autores introduziram uma tarefa de busca visual apresentada 500ms após a apresentação da retrodica, investigando a importância dos recursos atencionais para o efeito benéfico da dica. No primeiro experimento, os participantes foram instruídos a memorizar um arranjo de seis quadrados coloridos (vermelho, azul, verde, amarelo, preto, marrom, laranja e verde água) dispostos em um círculo imaginário apresentado por 250ms. Durante toda a prova os participantes realizavam uma tarefa de supressão articulatória que visava minimizar a codificação verbal dos estímulos. Após um intervalo de 700ms, uma dica válida (indicando a localização de um item do arranjo de memória que poderia ser testado, ou neutro (não indicava nenhuma localização) foi apresentada por 500ms. Na condição de tarefa única (sem a busca visual), a dica era seguida por um intervalo de 2500ms e um estímulo teste era apresentado aos participantes que deveria julgar se este

símbolo havia sido apresentado ou não no arranjo inicial memorizado. Nas condições de tarefa dupla (tarefa de memória e tarefa de busca visual), a dica foi seguida por um intervalo de 500ms e uma tarefa de busca visual foi apresentada aos participantes. O arranjo da busca visual foi composto por 8 quadrados com um dos lados em aberto, o alvo a ser localizado foi o quadrado com a abertura para a esquerda ou para a direita e os distratores apresentavam uma abertura para cima ou para baixo. Os participantes deveriam emitir duas respostas, primeiro eles deveriam responder a tarefa de busca e depois a tarefa de memória indicando “mesmo” ou “diferente” para o estímulo teste. Os resultados deste primeiro experimento confirmaram um efeito significativo da busca visual, o que era esperado, visto que a busca introduziu um elemento adicional no processamento. A dica também foi significativa, mas estes dois fatores não interagiram. Hollingworth e Maxcey-Richard estimaram o efeito da dica como sendo a diferença na acurácia na tarefa de memorização entre as provas com dica válida e as provas com dica neutra, a magnitude da dica foi comparada nas condições com e sem busca visual. Como resultado desta análise, o efeito da dica permaneceu o mesmo independente da tarefa de busca visual. No segundo experimento, os pesquisadores utilizaram o mesmo delineamento do primeiro experimento, porém com algumas exceções. O arranjo de memória foi constituído por três quadrados coloridos com a mesma cor, porém em diferentes tons, apresentados por 350ms. Esse procedimento tinha como objetivo reduzir a possibilidade de nomeação das cores. Os resultados desse experimento corroboraram os resultados observados no Experimento 1 e o efeito da retrodica permaneceu o mesmo tanto nas condições com busca quanto nas condições sem busca. No Experimento 3, o arranjo de memória foi o mesmo utilizado no Experimento 2, porém os estímulos foram apresentados no centro da tela e de maneira serial, a dica foi uma palavra que indicava a categoria do item sugerido, por exemplo, “azul” e quando a dica foi neutra foi apresentada a palavra “todas”. Apesar da tarefa de busca visual não ter apresentado um efeito significativo, a retrodica verbal apresentou um efeito robusto, indicando que o

mecanismo pelo qual o item sugerido foi selecionado na memória de trabalho visual não parece depender do direcionamento da atenção visual para localizações em particular. Por fim, o Experimento 4, teve o objetivo de investigar se a tarefa de memória havia impactado no desempenho da busca visual, uma vez que os resultados dos Experimentos 1-3 poderiam indicar que a atenção pode manter um foco único, na tarefa de memória, mas ser deslocada rapidamente entre a representação do item de memória sugerido e a representação do arranjo de busca visual. A sequência de eventos foi igual a do Experimento 2, porém o arranjo da tarefa de busca foi constituído por um, dois, três ou quatro pares de estímulos. As condições foram somente busca, os participantes desempenharam somente a tarefa de busca e a condição de tarefa dupla. Como resultado, houve um efeito do tamanho do arranjo da busca visual, mas nenhum efeito principal da tarefa de memória e nenhuma interação, indicando que a tarefa de memória não prejudicou no desempenho da tarefa de busca. Os resultados confirmam o efeito benéfico das dicas válidas nas medidas de acurácia dos participantes e sugerem que a manutenção seletiva na memória de trabalho não depende da atenção sustentada.

Este resultado foi confirmado também por Rerko, Souza e Oberauer (2014) que conduziram três Experimentos para testar se o efeito benéfico da retrocue na memória de trabalho visual depende da atenção sustentada sob o objeto indicado pela dica espacial. Para isso, os pesquisadores inseriram uma tarefa de interrupção entre a retrocue e o estímulo teste, em parte das provas. Os resultados confirmam o benefício da retrocue sob a acurácia e o tempo de reação dos participantes mesmo nas provas onde houve a inserção da tarefa de interrupção. A atenção sustentada parece não ser necessária para manter e recuperar a representação do item sugerido na memória de trabalho visual.

Todavia, resultados apresentados por Janczyk e Berryhill (2014) contradizem, em parte, os resultados obtidos por Hollingworth e Maxcey-Richard (2013) em relação ao efeito da

retrodica. Os pesquisadores investigaram o impacto do desempenho de uma tarefa dupla no efeito da retrodica através de dois experimentos. No primeiro experimento, o arranjo da tarefa de memória foi constituído por quatro círculos que poderiam variar entre nove cores (azul, marrom, amarelo, cinza, verde, roxo, laranja, vermelho e rosa) distribuídos em um quadrado imaginário. A tarefa secundária foi uma discriminação de tons (300 ou 900 Hz) na qual os participantes deveriam responder se o tom apresentado foi alto ou baixo. As provas foram iniciadas com um ponto de fixação apresentado por 200ms, seguido do arranjo de memória constituído por quatro círculos coloridos por 300ms, depois de um intervalo de 1000ms uma retrodica foi apresentada por 100ms podendo ser válida (uma seta) ou neutra (um X). Após um intervalo de 400ms uma tela constituída por um círculo colorido e três círculos brancos ficou disponível até a resposta dos participantes, estes deveriam julgar se o símbolo colorido estava presente ou não na posição indicada no arranjo de memória. Nas condições de tarefa dupla, o tom foi apresentado em dois momentos: 150ms antes da apresentação da retrodica (*early tone condition*) ou apresentado imediatamente após o fim da apresentação da retrodica (*late tone condition*). Todos os participantes desempenharam três condições: tarefa única (sem discriminação de tom), tom apresentado 150ms antes da retrodica e tom apresentado imediatamente após a apresentação da retrodica. Os resultados deste primeiro experimento indicaram um efeito da tarefa secundária prejudicando o desempenho dos participantes no nível de acurácia e tempo de reação. A magnitude do efeito da dica foi menor nas provas em que a tarefa secundária foi desempenhada quando comparada a condição na qual o tom não foi apresentado, porém não houve diferença significativa no efeito da dica entre as duas condições de tons. Essa diferença pode indicar que a tarefa dupla provocou uma reorientação da atenção e reorganização dos conteúdos da memória de trabalho visual e este processo impactou no efeito da retrodica. No Experimento 2, foi utilizado a mesma tarefa de memória, porém com algumas modificações na tarefa secundária, foi utilizado o paradigma PRP (Pashler, 1994), uma



condição em que há uma alta sobreposição (150ms antes da apresentação da retrodica) e outra em que há baixa sobreposição (850ms antes da apresentação da retrodica). Os resultados indicaram um prejuízo no desempenho na condição de alta sobreposição, confirmando uma diferença na magnitude do efeito da retrodica entre as condições de alta e baixa sobreposição, o efeito da retrodica foi maior na condição de baixa sobreposição. De maneira geral, os resultados dos dois experimentos corroboram em parte os resultados obtidos por Hollingworth e Maxcey-Richard (2013) em relação ao impacto da tarefa dupla na manutenção e recuperação da informação na memória de trabalho, porém contradiz em relação a magnitude do efeito da retrodica.

Allen, Baddeley e Hitch (2014) investigaram a contribuição da atenção executiva no armazenamento e processamento na memória de trabalho de itens, com características simples (cor ou forma) e integradas (conjunção de cor e forma), apresentados sequencialmente. Foram três experimentos que investigaram o impacto de uma tarefa concorrente (contagem de trás para frente) na recuperação de itens armazenados na memória de trabalho apresentados sequencialmente. Os efeitos da carga atencional imposta pela tarefa concorrente teve maior impacto nos primeiros itens da sequência, indicando que processos executivos são importantes para a manutenção destes itens. Para o último item da sequência nenhum efeito da tarefa concorrente foi encontrado.

## **Objetivo**

A presente pesquisa teve como objetivo investigar o efeito do compartilhamento de recursos da atenção sustentada e seu possível impacto na manutenção e recuperação da informação armazenada na memória de trabalho, utilizando o procedimento da retrodica (Griffin & Nobre, 2003; Hollingworth & Maxcey-Richard, 2013), na apresentação serial e simultânea de

estímulos visuais. Uma tarefa de busca visual foi apresentada 50ms ou 500ms após a apresentação de uma retrodica para a posição do estímulo alvo (inválida, neutra ou válida).

## **Hipótese**

A hipótese testada nesta pesquisa foi que se a atenção sustentada é necessária para manter, de maneira seletiva e ativa, o item sugerido na memória de trabalho visual, a tarefa de busca visual deve impactar significativamente e negativamente no efeito da retrodica na tarefa de recuperação da informação memorizada. O impacto desta tarefa interveniente seria maior quando apresentada 50ms depois do fim da apresentação da dica e um impacto menor quando apresentada 500ms depois do fim da apresentação da dica. Era esperado que o modo de apresentação dos estímulos da tarefa de memória também gerasse resultados diferentes, visto que embora o modo de apresentação simultâneo e serial envolvam mecanismos similares, na apresentação simultânea, o arranjo inteiro, todos os itens juntos e integrados, são codificados em um único período de tempo limitado. Já na apresentação serial cada item é codificado por vez antes de ser retido, enquanto os outros itens também são apresentados (Allen, Baddeley & Hitch, 2014).

## **2 - MÉTODO**

### *2.1 - Experimento 1*

O Experimento 1 teve como objetivo investigar o efeito do compartilhamento de recursos da atenção sustentada na manutenção / recuperação de informações na memória de trabalho em uma apresentação simultânea de estímulos memorizados. Uma tarefa de busca visual foi inserida, em parte das provas, no intervalo de retenção (entre o fim da apresentação da retrodica e apresentação do estímulo alvo da tarefa de memorização). O intervalo entre o fim da

apresentação da retrodica e a apresentação do arranjo de busca também foi manipulado, considerando duas condições: 50ms e 500ms após a apresentação da dica.

Caso a atenção sustentada seja necessária para a manutenção e recuperação da informação na memória de trabalho, um possível compartilhamento dos seus recursos prejudicaria o processo de manutenção/recuperação da informação.







### *2.1.1 - Participantes*

Participaram do Experimento 1, treze participantes saudáveis (sendo oito sujeitos do sexo feminino), com média de idade dos participantes foi de 22 anos, DP = 5,09, com visão normal ou corrigida. Todos responderam ao questionário de Critério de participação no estudo (Anexo I), a Ficha sociodemográfica e Biomédica (Anexo II) e assinaram Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (Anexo III) antes do início do experimento.

### *2.1.2 - Material*

A apresentação dos estímulos e o registro do tempo de reação dos participantes foi realizada pelo aplicativo E-Prime 2.0 ® (Schneider, Eschman & Zuccolotto, 2008) controlado por um microcomputador IBM GHz Intel core 2 Duo, 4GB de memória RAM. A tarefa foi realizada em um ambiente reservado e com baixa luminosidade.

### *2.1.3 - Estímulos*

Para a tarefa de memória foram utilizados seis estímulos de difícil nomeação: ; ; ; ; ;  (1,40 x 1,40 cm) apresentados nos vértices de um quadrado imaginário com lado igual a 5cm. O ponto de fixação foi um quadrado com dimensões 1,35 x 1,35 cm e 1 mm de espessura na cor cinza. A dica teve as mesmas dimensões do ponto de fixação, porém com dois lados adjacentes realçados com 2mm de espessura na cor preta, indicando um dos quadrantes do campo visual. Os quatros lados do quadrado eram realçados na condição de dica neutra. O

estímulo alvo foi um dos símbolos apresentados na tarefa de memória em uma das posições memorizadas. A tarefa de busca visual foi constituída por seis sinais de soma sendo cinco distratores e um alvo, distribuídos em um círculo imaginário de raio igual a 2,5cm. O alvo era definido pelo deslocamento do elemento vertical do sinal de soma para a esquerda ou para a direita. O feedback foi um quadrado, nas mesmas dimensões do ponto de fixação, na cor azul, para acertos e na cor vermelha para erros, tanto na tarefa de busca visual quanto na tarefa de memória. A Figura 2 exemplifica os estímulos utilizados em uma das provas experimentais.

#### *2.1.4 - Procedimento*

O presente projeto foi submetido e aprovado pelo CEP da Universidade Federal Uberlândia (33881214.7.0000.51.52).

Cada prova era iniciada pelo participante pressionando a tecla de espaço do teclado. Imediatamente eram apresentados três dígitos. Foi solicitado ao participante que repetisse, em voz alta, os três números apresentados, um por segundo, durante toda a prova (supressão articulatória). Após pressionar, novamente, a barra de espaço, um pequeno quadrado cinza claro (1,5 cm de lado) era apresentado no centro da tela como ponto de fixação e permanecia na tela até a conclusão da prova. Após 500ms, quatro símbolos foram apresentados simultaneamente nos vértices de um quadrado imaginário (5 cm de lado) por 750ms. Imediatamente após essa exposição, apenas o quadrado de fixação permanecia visível por 2000ms. Após esse intervalo, dois lados adjacentes (retrodica informativa) ou todos os lados do quadrado (retrodica neutra) eram realçados por 250ms. Após um intervalo de 50ms ou 500ms uma tarefa de busca visual foi apresentada em 50% das provas. A tarefa de busca foi composta por um arranjo de seis sinais de soma distribuídos em um círculo imaginário, sendo cinco distratores e um alvo. O alvo era definido pelo deslocamento do elemento vertical para esquerda ou para a direita. A tarefa do participante foi responder se o elemento vertical do alvo estava deslocado para a esquerda, pressionando a tecla 1 do teclado numérico ou para a direita ou pressionando a tecla 2, o mais

rápido possível. A tarefa de busca era encerrada com a resposta do participante ou após 2000ms. Imediatamente após o encerramento da busca visual um sinal de feedback referente a precisão na tarefa de busca era apresentado por 1500ms. Após 50ms, o estímulo teste era apresentado em uma das posições ocupadas inicialmente no arranjo inicialmente memorizado. A tarefa do participante era responder se o estímulo teste havia sido apresentado naquela posição no arranjo, pressionando a tecla 1, ou se o estímulo não havia sido apresentado naquela posição, pressionando a tecla 2. A tela com o estímulo alvo ficou disponível até a resposta do participante. Após a resposta do participante um feedback (acerto ou erro) referente a resposta ficou disponível por 1500ms. Nas provas sem a presença da busca visual, a dica foi seguida por um intervalo de 2500ms, seguida pela apresentação do estímulo teste.

Os participantes realizaram um total de 384 provas divididas em três blocos, cada bloco contendo 128 provas. A retrodica válida indicou a posição espacial do possível estímulo teste a ser testado, a retrodica inválida indicou uma posição espacial diferente do possível estímulo teste e por fim, a retrodica neutra não indicava nenhuma posição espacial. O símbolo testado sempre estava presente no arranjo inicial, porém ele poderia estar em uma posição diferente da apresentada inicialmente, constituindo as provas negativas ou ocupando a mesma posição inicial constituindo as provas positivas. Todos os participantes realizaram um bloco de treino composto por 10 provas.

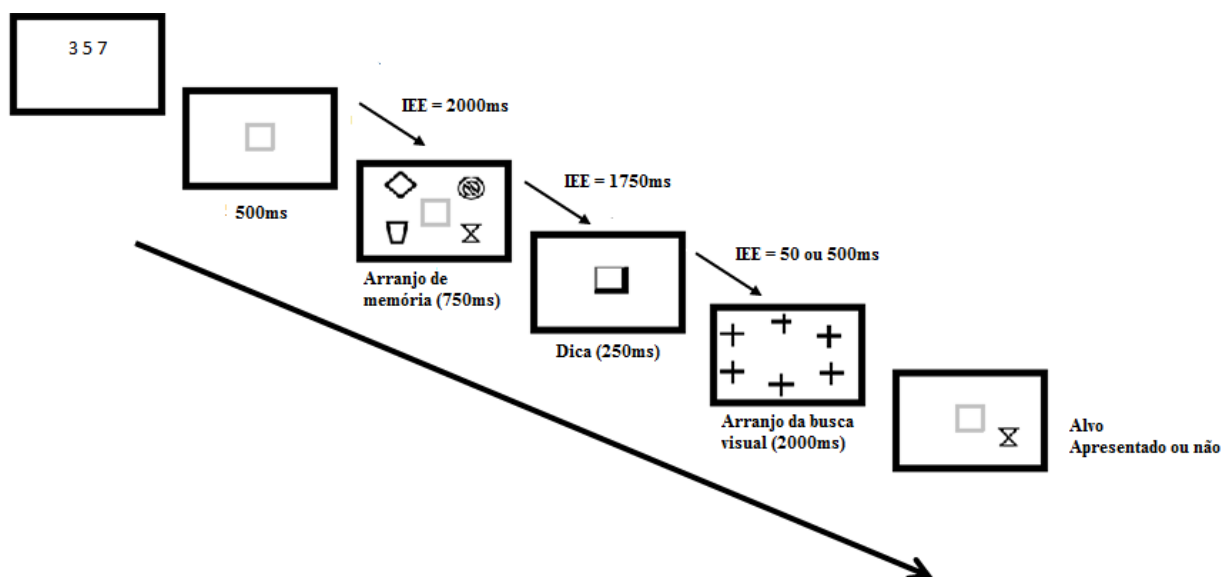


Figura 2 - Representação esquemática do Experimento 1.

### 2.1.5 - Resultados

A acurácia, bem como o tempo de reação dos participantes na tarefa de memorização foram submetidos a uma ANOVA para medidas repetidas tendo como fatores principais de análise: 1) Tipo de Retrodica (Inválida, Neutra, Válida) e 2) Tipo de Busca (Com Busca após 50ms da retrodica (CB 50); Com Busca após 500ms da retrodica (CB 500); Sem Busca (SB). Essa análise mostrou que o fator Tipo de Retrodica apresentou um efeito não significativo sobre a acurácia na tarefa de memória,  $F(2,24) = 2,56$ ,  $p = .09$ , Retrodica Inválida- 77% de acerto; Retrodica Neutra – 78% de acerto; Retrodica Válida – 80% de acerto. Uma análise desse fator por meio do teste *post hoc* LSD confirmou um efeito significativo da Retrodica Válida em relação à Retrodica Invalida ( $p < .05$ ). O fator Tipo de Busca foi significativo,  $F(2,24) = 24,82$ ,  $p < .001$ ,  $\eta^2p = 0,64$ . A porcentagem de acertos em função desse fator foi: CB50 – 73,5%; CB500 – 79,54%; SB 83,64%. Uma análise *post hoc* LSD confirmou que todas as condições de busca (CB 50 e CB 500) influenciaram significativamente a acurácia na tarefa de memória ( $p < .01$ ). Houve uma interação significativa entre os fatores principais,  $F(4,48) = 2,61$ ,  $p = .05$ ,  $\eta^2p =$

0,16. Uma análise *post hoc* LSD dessa interação confirmou uma diferença significativa na dica válida nas condições CB50 em relação à condição SB ( $p < .05$ ). Os resultados estão representados na Figura 3.

Seguindo a lógica de análise proposta por Hollingworth e Maxcey-Richard (2013), o efeito da busca sobre a retrodica foi calculado como a diferença da porcentagem de acertos na condição retrodica válida e retrodica inválida (retrodica válida - retrodica inválida). A magnitude do efeito da retrodica foi então comparada entre as provas com busca (CB 50 e CB 500) e as provas sem busca (SB). Essa análise não confirmou uma diferença significativa na magnitude do efeito da dica entre as provas CB 50 e SB,  $F(1,12) = 3,7$ ,  $p > .05$ , e entre as provas CB 500 e SB,  $F(1,12) = 0,01$ ,  $p > .05$ .

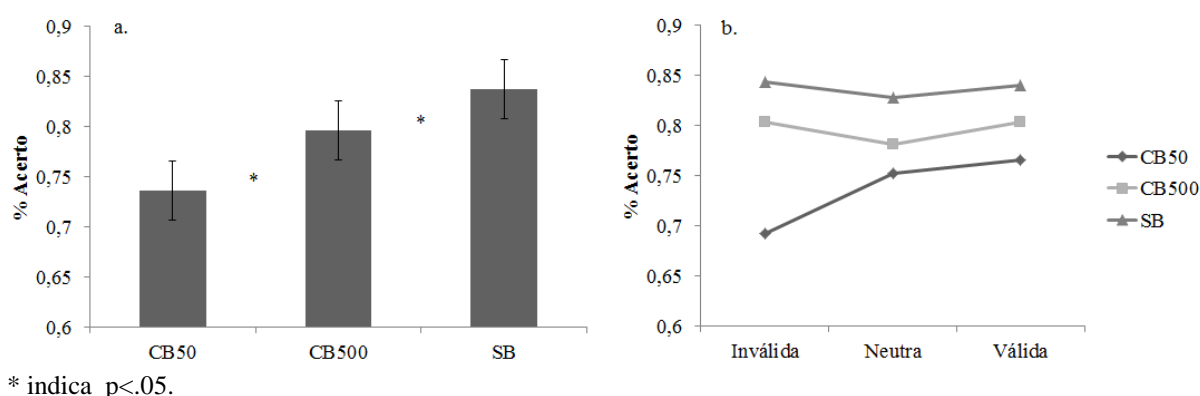


Figura 3: Porcentagem de acertos em função da dica (a) e em função da interação dica e busca (b).

A mesma análise foi realizada para a média do tempo de reação (TR) nos fatores: 1) Tipo de Retrodica (inválida, neutra, válida); 2) Tipo de Busca (CB50, CB500, SB).

O fator Tipo de retrodica foi significativo,  $F(2,24) = 12,48$ ,  $p < .001$ ,  $\eta^2p = 0,51$  (Inválida: 1246ms; Neutra: 1216ms; Válida: 1112ms). O fator Tipo de Busca não foi significativo,  $F(2,24) = 2,74$ ,  $p > .05$ . Não houve interação significativa entre os fatores investigados,  $F(4,48) = 1,11$ ,

$p > .05$ . Os resultados estão representados na Figura 4. A mesma análise realizada para o efeito da busca sobre a retrodica na acurácia foi realizada para o TR. Assim, o efeito da retrodica foi calculado como a diferença do TR na condição retrodica válida e retrodica inválida (retrodica válida - retrodica inválida). A magnitude do efeito da retrodica foi então comparada entre as provas com busca (CB 50 e CB 500) e as provas sem busca (SB). Como na acurácia, essa análise não confirmou uma diferença significativa na magnitude do efeito da dica entre as provas CB 50 e SB,  $F(1,12) = 1,22$ ,  $p > .05$ , e entre as provas CB 500 e SB,  $F(1,12) = 0,25$ ,  $p > .05$ .

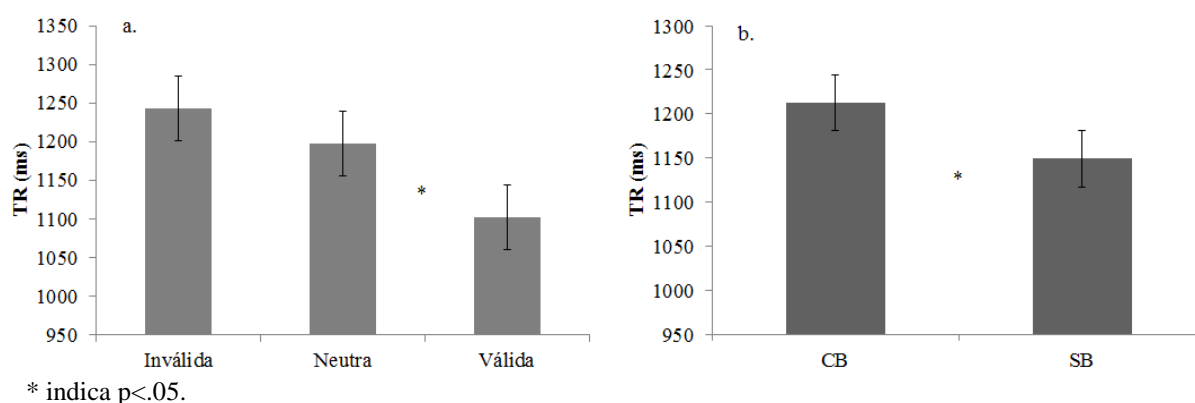


Figura 4 : Tempo de reação (TR) em função da dica (a) e em função da busca (b).

### 2.1.6 - Discussão

O Experimento 1 teve como objetivo investigar o efeito do compartilhamento de recursos da atenção sustentada, na manutenção / recuperação de informações na memória de trabalho em uma apresentação simultânea dos estímulos a serem memorizados. Para isso, uma tarefa de busca visual foi inserida no intervalo de retenção (entre o fim da apresentação da retrodica e apresentação do arranjo de busca) em 50% das provas. Na outra metade de provas a tarefa de



busca não era apresentada. As variáveis dependentes analisadas foram a acurácia e o tempo de reação (TR) na tarefa de memória.

Os resultados sugerem um efeito significativo da retrodica válida em relação a retrodica inválida na acurácia na tarefa de memória. Isso aponta um efeito significativo na mobilização dos recursos atencionais para as posições espaciais indicadas, tanto na porcentagem de acertos quanto no tempo de reação (retrodica válida associada a um aumento na acurácia e uma redução no tempo de reação) (Griffin & Nobre, 2003; Lepsin, Griffin, Devlin & Nobre, 2005; Lepsin & Nobre, 2006; Lepsin & Nobre, 2007; Lepsien, Thornton & Nobre, 2011). O fator busca visual também foi significativo evidenciando um efeito da tarefa de busca na porcentagem de acertos na tarefa de memória (menor porcentagem de acertos nas provas com busca). O tempo de reação na tarefa de recuperação não foi significativamente influenciado por esse fator. Uma análise da magnitude do efeito da retrodica nas condições com busca visual e sem busca visual não evidenciou uma diferença significativa associada a presença da busca. Esse resultado corrobora os achados de Hollingworth e Maxcey-Richard (2013) e pode indicar um não compartilhamento de recursos da atenção sustentada na orientação dos recursos por meio da retrodica e a execução atencional da tarefa de busca.

## 2.2 - Experimento 2

O Experimento 2 tem como objetivo ampliar essa investigação manipulando a carga na tarefa de memória (2 ou 4 elementos). Assim, caso os recursos atencionais sejam compartilhados uma maior carga na memória poderá influenciar na acurácia e no tempo de busca na tarefa de busca visual (quanto maior a carga de mnemônica, pior será o desempenho na tarefa de busca). Caso a manutenção dos elementos na memória de trabalho seja relativamente independente dos recursos atencionais mobilizados na tarefa de busca, a carga mnemônica não apresentará efeito no desempenho da busca.

### 2.2.1 - Participantes

Participaram do Experimento 2, treze sujeitos saudáveis, sendo nove sujeitos do sexo feminino (a média de idade de 21 anos,  $DP = 5,01$ ) com visão normal ou corrigida. Todos responderam ao questionário de Critério de participação no estudo (Anexo I), a Ficha sociodemográfica e Biomédica (Anexo II) e assinaram Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (Anexo III) antes do início do experimento.

### 2.2.2 - Material e Método

Os mesmos utilizados no Experimento 1.

### 2.2.3 - Estímulos

Os estímulos foram os mesmos utilizados no Experimento 1.

### 2.2.4 - Procedimento

A Figura 5 ilustra o Experimento 2. O procedimento foi o mesmo utilizado no experimento anterior com algumas exceções: o arranjo de símbolos da tarefa de memória foi constituído por dois ou quatro símbolos e o estímulo teste foi sempre apresentado no centro da tela. Por fim,

nas provas negativas um novo estímulo foi inserido, ou seja, nas provas negativas o estímulo alvo não fazia parte do arranjo de estímulos memorizados.

No total, os participantes realizaram 288 provas divididas em dois blocos, cada um com 144 provas, das quais 96 provas com retrodica válida, 96 provas com retrodica inválida e 96 provas com retrodica neutra.

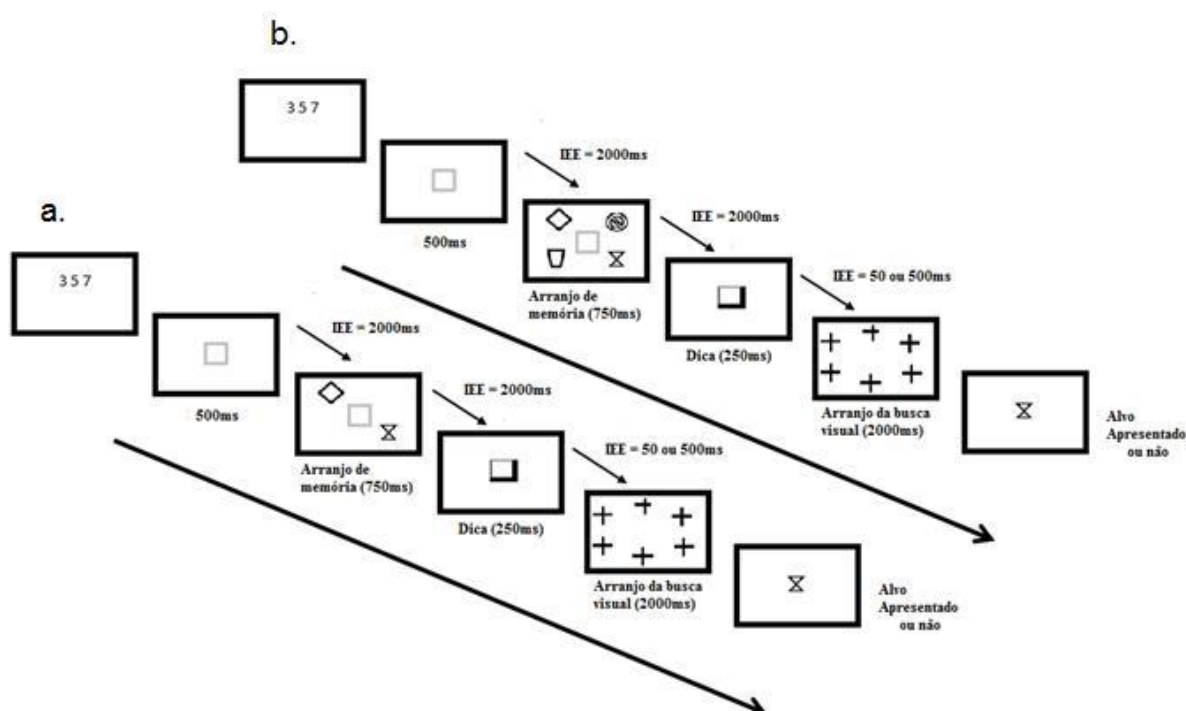


Figura 5 - Representação esquemática da sequência de eventos de uma prova do Experimento 2. (a). Provas com carga mnemônica 2;(b). Provas com carga mnemônica 4.

### 2.2.5 – Resultados

A acurácia e o tempo de reação (TR) dos participantes na tarefa de busca visual foram analisados em função da carga mnemônica (2 ou 4). Assim como no primeiro experimento, o desempenho da tarefa mnemônica foi submetido a uma análise geral com o objetivo de analisar

o efeito da dica em função da tarefa de busca. A magnitude do efeito da retrodica foi analisada em função das provas com busca visual e sem busca visual. O tempo de reação na tarefa de busca visual não foi influenciado pelo fator carga mnemônica (2 ou 4),  $F(1,12) = 0,05$ ,  $p > .05$ , (TR médio da busca nas condições com carga 2: 1080ms; TR médio da busca nas condições com carga 4: 1083ms). O fator carga mnemônica também não influenciou a porcentagem de acertos na busca visual,  $F(1,12) = 0,01$ ,  $p > .05$  (porcentagem de acertos na busca visual igual a 93% em ambas as condições de carga), conforme representado na figura 6.

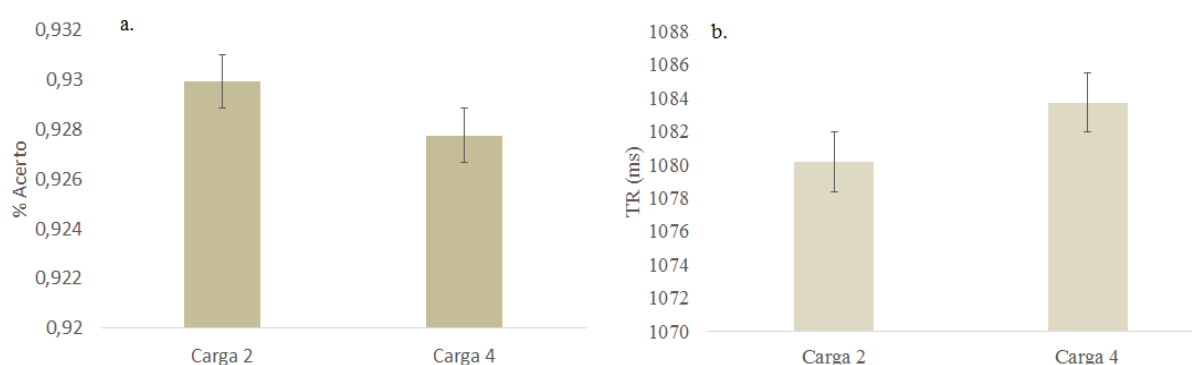


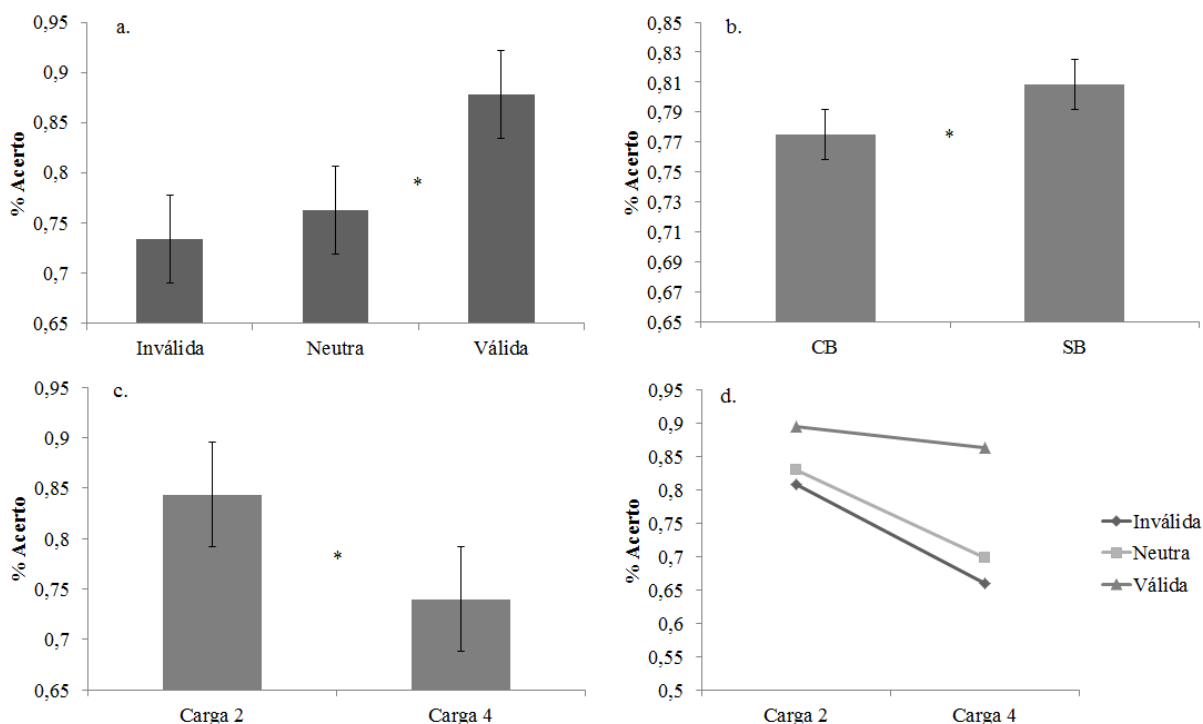
Figura 6 – Porcentagem de acertos da busca visual em função da carga mnemônica (a) e Tempo de Reação (TR) da busca visual em função da carga mnemônica

Uma primeira análise da porcentagem de acertos foi realizada por meio da ANOVA para medidas repetidas para os seguintes fatores: 1) Tipo de Retrodica (inválida, neutra, válida); 2) Tipo de Busca (CB50, CB500, SB50, SB500); 3) Carga Mnemônica (carga 2, carga 4). Essa análise confirmou um efeito significativo do fator Tipo de retrodica,  $F(2,24) = 16,90$ ,  $p < .001$ ,  $\eta^2_p = 0,58$  (Retrodica inválida: 72%; Retrodica Neutra: 75%; Retrodica Válida: 87% de acerto). O fator Tipo de Busca não foi significativo,  $F(2,24) = 2,67$ ,  $p > .05$ . O fator carga mnemônica foi significativo,  $F(1,12) = 28,19$ ,  $p < .001$ ,  $\eta^2_p = 0,70$ , (Carga 2: 84%; Carga 4: 73% de acerto). Houve uma interação significativa entre os fatores Tipo de Retrodica e Carga Mnemônica,  $F$

$(2,24) = 3,66, p < .05, \eta^2_p = 0,23$ , como mostra a Figura 6 (d). As demais interações não foram significativas ( $p > .05$ ).

Uma análise *post hoc* por meio do teste LSD confirmou um efeito não significativo entre as condições CB50 e CB500 e entre as condições SB50 e SB500, nesse sentido, uma nova análise foi realizada considerando a média entre as condições com busca (CB) e sem busca (SB). Essa análise buscou evidenciar o efeito da retrodica na comparação entre essas condições. Essa nova análise confirmou um efeito significativo no desempenho dos participantes na tarefa de memória em função do tipo de retrodica,  $F(2,24) = 18,82, p < 0,01, \eta^2_p = 0,61$  (porcentagem de acertos: inválida – 73,38%; neutra – 76,29%; válida – 87,81%). Uma análise através do teste *post hoc* LSD confirmou uma diferença significativa na dica válida em relação à dica inválida e dica neutra ( $p < .001$ ). O fator busca visual também apresentou efeito significativo,  $F(1,12) = 9,31, p < .05, \eta^2_p = 0,44$ . A porcentagem de acertos em função da busca: CB – 77,48%; SB – 80,85%. O fator principal carga também foi significativo,  $F(1,12) = 28,94, p < .001, \eta^2_p = 0,71$ . A porcentagem de acertos em relação a este fator foi: carga 2 – 84,33% e carga 4 – 74%. Houve uma interação significativa entre o fator retrodica e carga,  $F(2,24) = 4,83, p < .05, \eta^2_p = 0,29$ . O teste *post hoc* LSD confirmou o efeito significativo da dica válida comparada as dicas inválida e neutra em ambas condições de carga perceptual (2 e 4). As demais interações não foram significativas ( $p > .05$ ). Os resultados da análise de acertos estão representados na Figura 7.

Como no primeiro experimento, o efeito da busca sobre a retrodica foi calculado como a diferença da porcentagem de acertos na condição retrodica válida e retrodica inválida (retrodica válida - retrodica inválida). A magnitude do efeito da retrodica foi então comparada entre as provas com busca (CB) e as provas sem busca (SB). Essa análise não confirmou uma diferença significativa na magnitude do efeito da dica entre as provas CB e SB,  $F(1,12) = 0,66, p > .05$ .



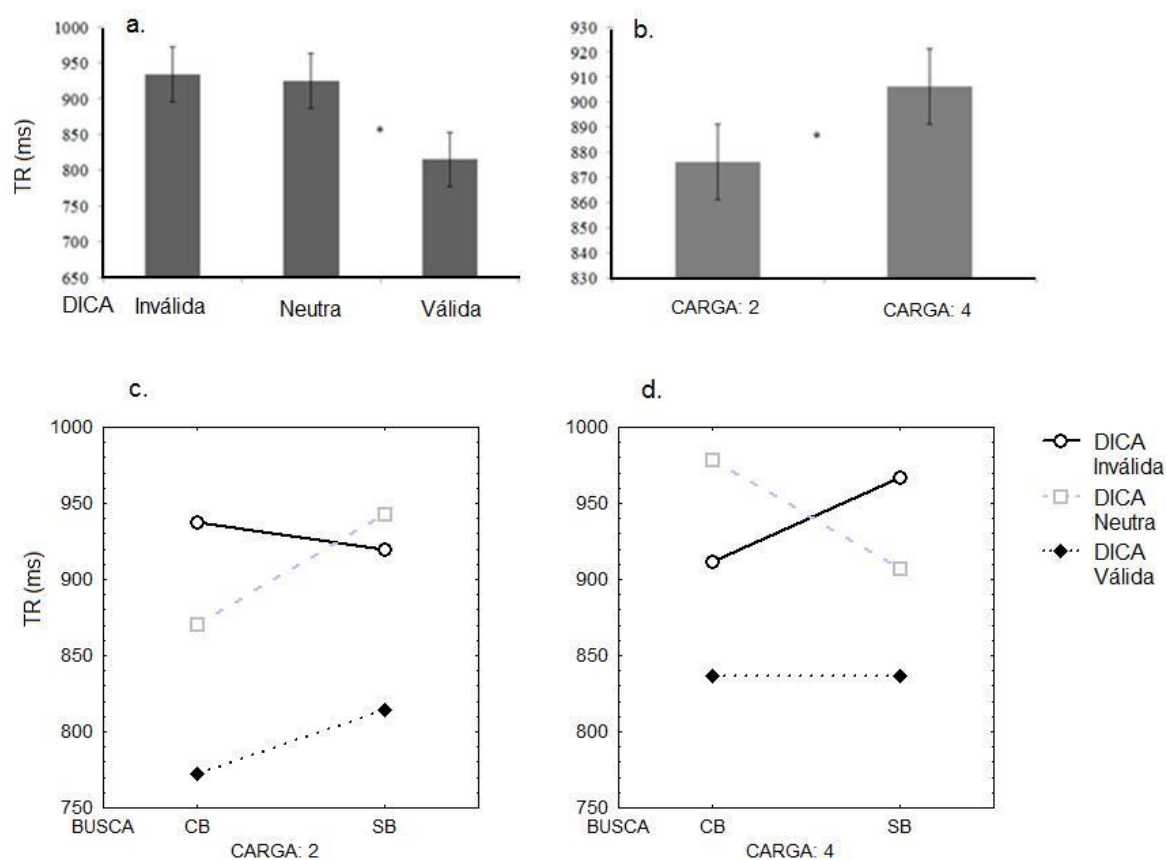
\* indica uma diferença significativa com  $p < .05$ .

Figura 7 – Porcentagem de acertos em função da dica (a); busca (b); carga (c) e da interação entre dica e carga (d).

Como na análise da acurácia, uma primeira análise do tempo de reação foi realizada por meio de ANOVA para medidas repetidas considerando os fatores: 1) Tipo de Retrodica (inválida, neutra, válida); 2) Tipo de Busca (CB50, CB500, SB50, SB500); 3) Carga mnemônica (carga 2, carga 4). O fator principal Retrodica foi significativo,  $F(2,24) = 11,795$ ,  $p < .001$ ,  $\eta^2 p = 0,50$ , o fator principal Tipo de Busca não foi significativo,  $F(2,24) = 1,32$ ,  $p = .284$ , o fator principal carga mnemônica foi significativo,  $F(1,12) = 7,430$ ,  $p = .018$ ,  $\eta^2 p = 0,38$  e houve uma interação entre os fatores principais,  $F(4,48) = 3,659$ ,  $p = .011$ ,  $\eta^2 p = 0,23$ .

Uma análise *post hoc* por meio do teste LSD confirmou um efeito não significativo entre as condições CB50 e CB500 e entre as condições SB50 e SB500, nesse sentido, uma nova análise foi realizada considerando a média entre as condições com busca (CB) e sem busca (SB). E

como na análise da acurácia, uma segunda análise foi realizada considerando os fatores: 1) Tipo de Retrodica (Inválida, Neutra, Válida); 2) Tipo de Busca (CB e SB); 3) Carga Mnemônica (Carga 2 e carga 4). Nessa análise realizada com o tempo de reação (TR) na tarefa de memória evidenciou um feito significativo do fator Tipo de Retrodica,  $F(2,24) = 12,85$ ,  $p < .001$ ,  $\eta^2p = 0,52$ , (TR médio Retrodica Invalida 933,87ms; Retrodica neutra – 924,7ms e Retrodica válida – 814,72ms). O fator busca não apresentou significância,  $F(1,12) = 0,66$ ,  $p > .05$ . O fator carga mnemônica foi significativo,  $F(1,12) = 4,87$ ,  $p < .05$ ,  $\eta^2p = 0,52$ , (carga 2 – 876ms; carga 4 – 906ms). Houve uma interação significativa entre os três fatores analisados,  $F(2,24) = 8,2$ ,  $p < .01$ ,  $\eta^2p = 0,40$ . Os resultados estão representados na Figura 8.



\* indica uma diferença significativa com  $p < .001$ .

Figura 8 – Tempo de reação (TR) em função da dica (a) e carga (b). (c) e (d). Representação da tripla interação entre os fatores, TR em função dos fatores: Tipo de dica; Tipo de busca; Carga Mnemônica.

Uma análise da magnitude do efeito da retrodica em função da presença ou da ausência da tarefa de busca visual foi realizada. O efeito da retrodica foi calculado como a diferença do TR na condição retrodica válida e retrodica inválida (retrodica válida - retrodica inválida). A magnitude do efeito da retrodica foi então comparada entre as provas com busca (CB) e as provas sem busca (SB). Essa análise não evidenciou diferença significativa na magnitude do efeito da retrodica em função da presença ou da ausência da tarefa de busca,  $F(1,12) = 0,001$ ,  $p > .05$ .



### 2.2.6 – Discussão

Os resultados do Experimento 2 não evidenciaram uma influência significativa da carga mnemônica no desempenho da tarefa de busca visual. Esse resultado é interessante, sugerindo que os recursos atencionais alocados nas duas tarefas guardam certa independência, como sugerido por outros autores (Hollingworth & Maxcey-Richard, 2013; Hollingworth & Hwang, 2013; Olivers, Houtkamp, & Roelfsema, 2011)

De modo geral os resultados confirmaram o impacto gerado pela busca visual no nível de acurácia dos participantes, sendo este impacto significativo tanto na condição CB50 quanto CB500. Os participantes foram mais precisos nas provas em que a busca não foi apresentada. O efeito benéfico da dica válida em relação a dica inválida e a dica neutra foi confirmada em ambas análises (acurácia e TR). Os participantes foram mais precisos e mais rápidos na presença da dica válida de maneira significativa, independente da carga perceptual, resultado já confirmado em estudos anteriores (Griffin & Nobre, 2003; Lepsin, Griffin, Devlin & Nobre, 2005; Lepsin & Nobre, 2006; Lepsin & Nobre, 2007; Murray, Nobre, Clark, Cravo & Stokes, 2013; Makovski, 2012). Novamente, a magnitude do efeito da dica não se alterou de forma significativa em função da busca visual, corroborando os resultados do primeiro experimento. A carga de memórial também apresentou um efeito significativo na acurácia dos participantes, demonstrando que o aumento na carga de estímulos a serem mantidos na memória de trabalho visual impacta no processo de recuperação (Lepsin, Griffin, Devlin & Nobre, 2005; Murray, Nobre, Clark, Cravo & Stokes, 2013).

Nesse sentido, o compartilhamento de recursos da atenção sustentada parece não influenciar no processo de manutenção e recuperação das informações na memória de trabalho, pelo menos neste tipo de delineamento. A dica válida proporcionou um ganho no desempenho dos participantes refletido em maior média de acerto e tempo de reação mais curto, mantendo seu

efeito em ambas as condições (CB e SB). Esta vantagem pode ser observada independentemente da carga mnemônica.

### *2.3 - Experimento 3*

O Experimento 3 utilizou o mesmo delineamento do Experimento 1 e 2, porém, os estímulos do arranjo da tarefa de memória foram apresentados serialmente. O objetivo foi investigar se o efeito do compartilhamento de recursos da atenção sustentada na memória de trabalho, considerando a apresentação serial dos estímulos de memória.

#### *2.3.1 – Participantes*

Participaram do Experimento 3, quinze sujeitos saudáveis (sendo treze sujeitos do sexo feminino e dois do sexo masculino), a média de idade dos participantes foi de 23 anos, DP = 4,9, com visão normal ou corrigida. Todos responderam ao questionário de Critério de participação no estudo (anexo I), a Ficha sociodemográfica e Biomédica (anexo II) e assinaram Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (anexo III) antes do início do experimento.

#### *2.3.2 - Material e Método*

O material e método utilizados neste Experimento foram os mesmos do Experimento 1 e 2.

#### *2.3.3 - Estímulos*

Os estímulos e a tarefa foram os mesmos utilizados no Experimento 1 e 2.

### 2.3.4 - Procedimento

O procedimento foi o mesmo utilizado nos Experimentos 1 e 2, exceto pelo modo de apresentação dos estímulos no arranjo da tarefa de memória. No presente experimento os estímulos foram apresentados de forma serial, cada estímulo foi apresentado por 250ms e o intervalo entre os estímulos também foi de 250ms. A Figura 9 representa esquematicamente os eventos em uma prova experimental.

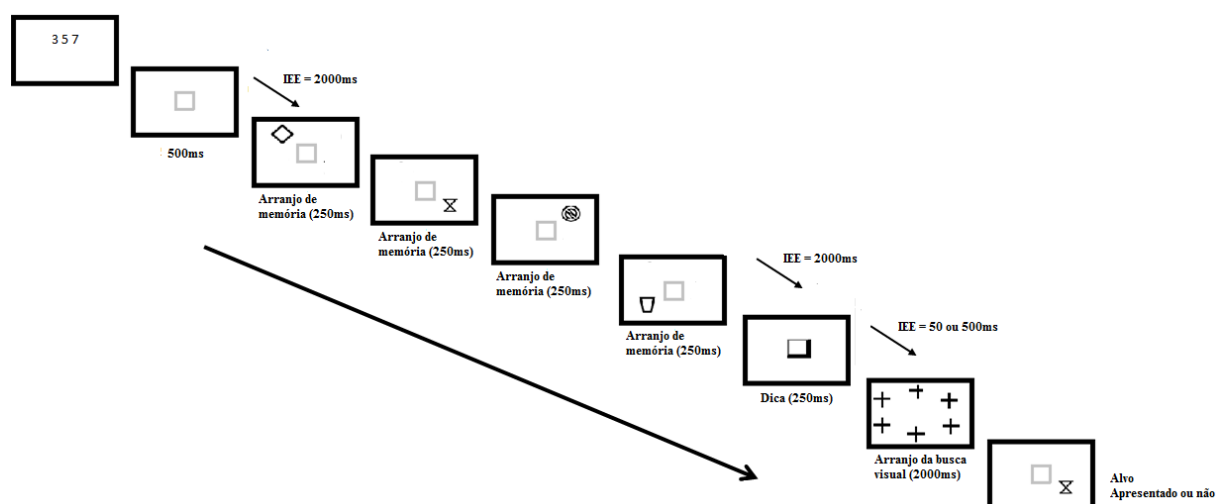
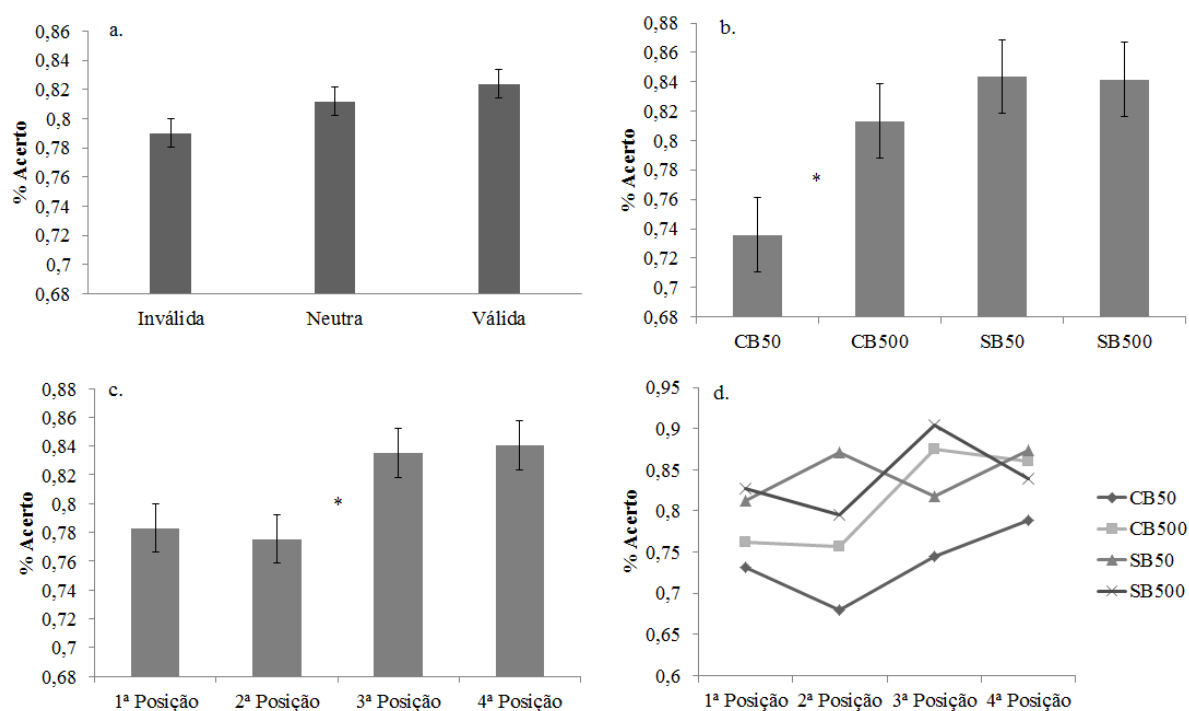


Figura 9 - Representação esquemática do Experimento 3.

### 2.3.5 – Resultados

A porcentagem de acertos e o tempo de reação (TR) dos participantes na tarefa de memória foi submetida a uma análise através da ANOVA para medidas repetidas para os fatores: 1) Tipo de Retrodica (inválida, neutra, válida); 2) Busca (provas com busca após 50ms – CB 50, com busca após 500ms – CB 500, sem busca após 50ms – SB 50, sem busca após 500ms – SB 500); 3) Posição Serial (1ª, 2ª, 3ª, 4ª). Para a porcentagem de acertos, houve um efeito significativo

do fator Tipo de Retrodica, ,  $F(2,28) = 3,22$ ,  $p = .05$ ,  $\eta^2p = 0,19$ , (Inválida – 79%; neutra – 81,18% e válida – 82,37%). O fator Busca também apresentou um efeito significativo,  $F(3,42) = 11,76$ ,  $p < .01$ ,  $\eta^2p = 0,46$ , (CB50 - 73,58%; CB 500 - 81,32%; SB50 - 84,35% e SB500 – 84,15%). A análise através do teste *post hoc* LSD confirmou uma diferença significativa entre a condição CB 50 e as demais condições ( $p < .001$ ). O fator principal Posição Serial apresentou significância,  $F(3,42) = 9,48$ ,  $p < .01$ ,  $\eta^2p = 0,40$ , ( 1ª posição – 78,30%; 2ª posição – 77,54%; 3ª posição – 83,54% e 4ª posição – 84,02%). A análise *post hoc* confirmou não haver diferença significativa na acurácia entre as posições 1 e 2 e entre as posições 3 e 4 ( $p > .05$ ), porém, confirmou uma diferença significativa entre as duas primeiras posições e as duas últimas posições 3 e 4 ( $p < .05$ ). Essa análise também confirmou uma interação significativa entre os fatores busca e posição serial,  $F(9,126) = 3,2$ ,  $p < .01$ ,  $\eta^2p = 0,19$ . Os resultados estão representados na Figura 10.

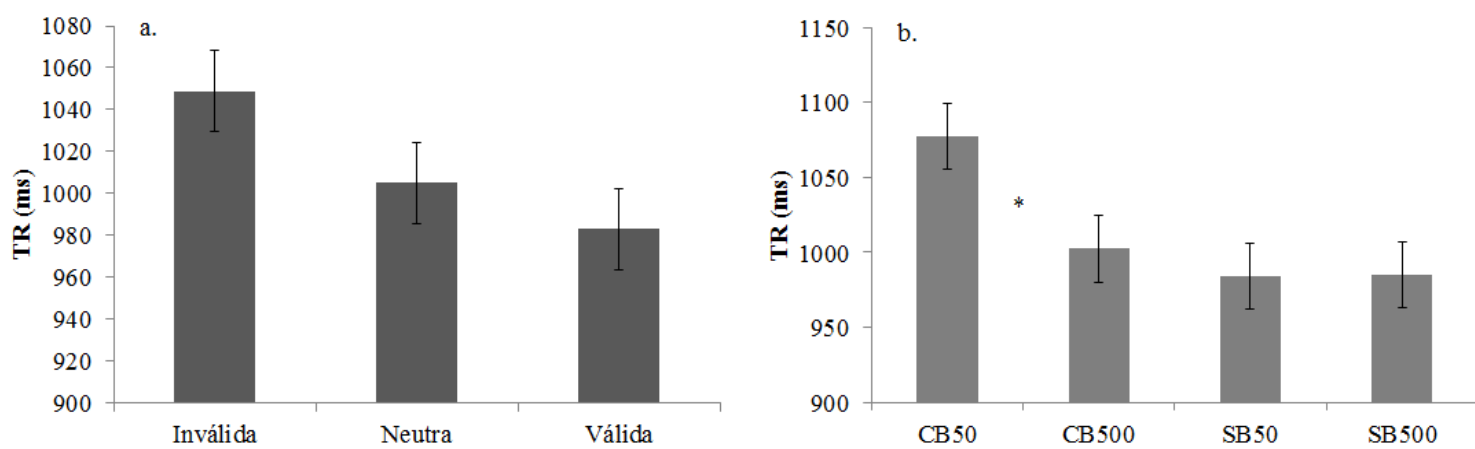


\* indica uma diferença significativa com  $p < .05$ .

Figura 10 - Porcentagem de acertos em função do fator dica (a), busca (b), posição (c) e da interação dica e posição (d).

Como na análise dos experimentos anteriores, a magnitude do efeito da retrodica em função da presença ou da ausência da busca foi realizada (retrodica válida - retrodica inválida). A magnitude do efeito da retrodica foi então comparada entre as provas com busca (CB) e as provas sem busca (SB). Essa análise não confirmou uma diferença significativa na magnitude do efeito da dica entre as provas CB e SB,  $F(1,14) = 0,002, p > .05$ .

A mesma análise foi conduzida para a variável dependente tempo de reação (TR) na tarefa de memória. Esta análise confirmou um efeito significativo do fator Tipo de Retrodica,  $F(2,28) = 3,89, p < .05, \eta^2p=0,22$ , (inválida –1048,75ms; neutra – 1004,89ms e válida – 982ms). A análise desse fator através do teste *post hoc* LSD indicou uma diferença significativa da dica válida quando comparada à dica inválida. O fator principal busca também apresentou efeito significativo,  $F(3,42) = 6,24, p < .01, \eta^2p=0,31$ , (CB50 – 1077,43ms; CB500 – 1002,35ms; SB50 – 984ms e SB500 – 985,14ms). Uma análise através do teste *post hoc* LSD confirmou uma diferença significativa entre a condição CB50 em relação as demais condições. O fator posição serial não apresentou efeito significativo,  $F(3,42) = 2,52, p = .07$ . Houve uma interação entre o fator retrodica e o fator posição serial,  $F(6,84) = 2,3, p < .05, \eta^2p= 0,14$ , como mostra a Figura 12. A análise da magnitude do efeito da retrodica com a presença da busca e sem a presença da busca não evidenciou diferenças significativas no desempenho,  $F(1,14) = 0,14, p > .05$ .



\* indica uma diferença significativa com  $p < .05$ .

Figura 11 - Tempo de reação (TR) em função da dica (a) e do fator busca (b).

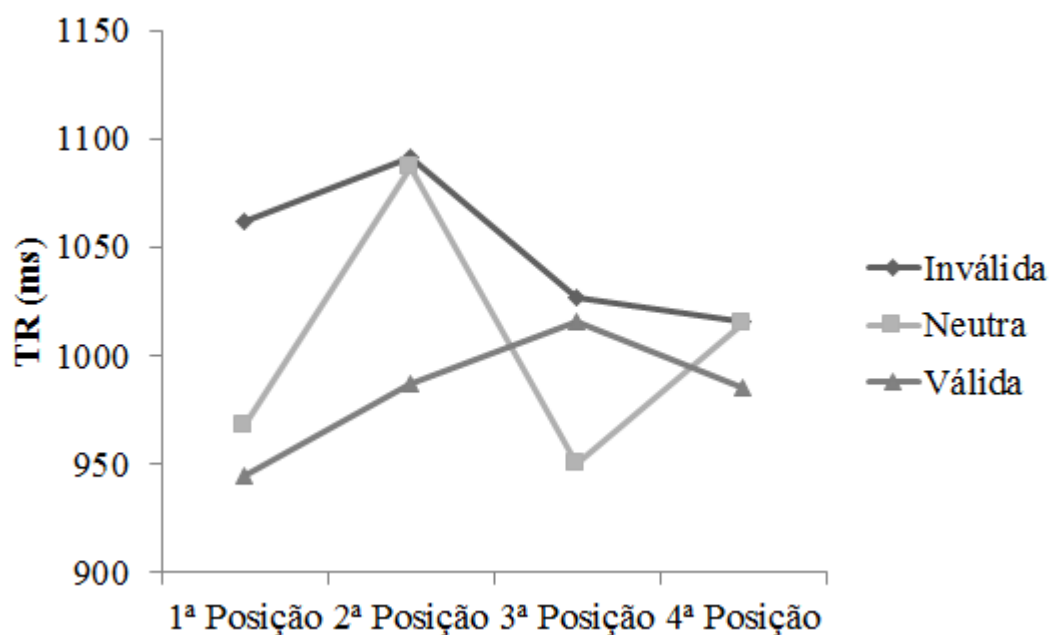


Figura 12 - Tempo de reação (TR) em função da interação dica e posição.

### 2.3.6 – Discussão

O Experimento 3 teve como objetivo investigar o efeito do compartilhamento de recursos da atenção sustentada, na manutenção / recuperação de informações na memória de trabalho em uma apresentação serial dos estímulos a serem memorizados. Para isso, uma tarefa de busca visual foi inserida no intervalo de retenção (entre o fim da apresentação da dica e apresentação do alvo, 50 ou 500ms).

De acordo com os resultados do Experimento 3, a busca visual causou um prejuízo no desempenho dos participantes, confirmando porcentagens menores de acerto e tempo de reação maior nas condições onde a busca visual foi apresentada. Porém, mesmo com a presença da busca visual, a magnitude da dica permaneceu, não apresentando diferenças significativas entre as provas com busca e sem busca.

O fator principal dica foi significativo no tempo de reação (TR) corroborando com os resultados de pesquisas anteriores (Griffin & Nobre, 2003; Lepsin, Griffin, Devlin & Nobre,

2005; Lepsin & Nobre, 2006; Lepsin & Nobre, 2007; Lepsien, Thornton & Nobre, 2011). Evidenciando tempo de reação (TR) menor para as provas em que a dica foi válida, sendo essa diferença significativa em relação as outras condições (inválida e neutra). A interação com o fator posição confirmou um ganho no desempenho em relação ao TR nas primeiras posições (1 e 2) quando comparada a dica inválida e neutra.

A ordem em que os estímulos foram apresentados no arranjo de memória, fator principal posição, também foi significativo no desempenho dos participantes em relação ao nível de acurácia. O maior prejuízo foi nas primeiras posições (1 e 2) na condição CB50, sugerindo maior de recursos atencionais para manutenção/recuperação dos itens primeiros itens apresentados. A maior porcentagem de acertos nas últimas posições, pode indicar um efeito de recência em que os últimos itens apresentados são recuperados com menor custo (Allen, Baddeley & Hitch, 2014). Este efeito não foi encontrado na análise do TR.



### **3 - DISCUSSÃO GERAL**

A presente pesquisa teve como objetivo investigar o efeito do compartilhamento da atenção sustentada na manutenção / recuperação de informações na memória de trabalho visual através de três experimentos. O método utilizado foi o procedimento da retrodica desenvolvido por Griffin e Nobre (2003) que consiste em uma tarefa de reconhecimento na qual os participantes devem memorizar um conjunto de quatro símbolos distribuídos em um arranjo espacial. Depois que este arranjo não estiver mais presente no campo visual, uma dica retroativa sinaliza ou não a posição espacial do possível alvo a ser testado. A tarefa do participante seria julgar se um determinado símbolo foi apresentado ou não no conjunto de símbolos inicialmente apresentado. A presença da dica informativa permitiria maior recuperação dos itens mantidos na memória de trabalho visual, uma vez que ela pode mobilizar a atenção para o item sugerido, mantendo este em um estado ativo para que possa ser recuperado. Estudos conduzidos com este paradigma confirmam o efeito benéfico da retrodica válida no desempenho dos participantes, tanto em porcentagem de acertos quanto tempo de reação (TR) (Griffin & Nobre, 2003; Lepsin, Griffin, Devlin & Nobre, 2005; Lepsin & Nobre, 2006; Lepsin & Nobre, 2007; Makovski & Jiang, 2007; Makovski, Sussman & Jiang, 2008; Murray, Nobre, Clark, Cravo & Stokes, 2013; Makovski, 2012). Para esta pesquisa, uma tarefa de busca visual foi inserida no intervalo entre o fim da apresentação da dica e apresentação do estímulo teste (50ms ou 500ms) em parte das provas com o objetivo foi mobilizar recursos da atenção sustentada. Ou seja, em parte das provas, após a apresentação dos símbolos a serem memorizados no campo visual, os participantes engajaram em uma tarefa de busca visual antes de efetuarem o julgamento da presença do estímulo teste no conjunto de símbolos apresentados. Foram utilizadas duas formas de apresentação dos estímulos a serem memorizados, simultânea e serial. Logo, nas provas em que a busca foi inserida, os participantes tiveram que emitir duas respostas: primeira em relação

a busca, indicando se o alvo continha o elemento vertical para a direita ou pela esquerda e segunda resposta em relação ao estímulo teste, julgando se ele havia sido apresentado ou não naquela posição no arranjo de memória. No experimento 1, os estímulos da tarefa de memória foram apresentados de maneira simultânea distribuídos no formato de um quadrado imaginário disponível por 750ms. Após um intervalo de 2000ms uma dica foi apresentada podendo ser informativa ou não. O fim da apresentação da dica poderia ser seguido pela apresentação do estímulo teste (estímulo foi apresentado em uma das posições ocupadas pelo arranjo inicial) ou por uma busca visual, que foi inserida antes da apresentação do estímulo nesta condição. No experimento 2, foi utilizado o mesmo delineamento do Experimento 1, porém a carga mnemônica da tarefa de memória poderia se alterar de dois para quatro estímulos e o estímulo teste foi apresentado no centro da tela. Por fim, no Experimento 3 foi seguido a mesma sequência de eventos dos Experimentos 1 e 2, todavia os estímulos da tarefa de memória foram apresentados serialmente, cada estímulo disponível por 250ms. A hipótese principal considerada foi que se os recursos da atenção sustentada fossem compartilhados entre o processo de manter ativo o item sugerido pela dica na memória de trabalho visual e entre desempenho da tarefa de busca visual efetuada antes da recuperação do item, a magnitude do efeito da dica seria diferente em função da presença da busca visual.

Hollingworth e Maxcey- Richard (2013) utilizaram o paradigma da retrodica em uma tarefa de busca visual, apresentada 500ms após fim da apresentação da dica, em quatro experimentos, para investigar se a atenção seletiva é necessária para o processo manutenção seletiva de objetos na memória de trabalho visual. Seus resultados confirmaram que apesar da busca visual ter impacto no nível de acurácia dos participantes, o que já era esperado, visto que a busca visual é um elemento adicional que pode ter interferido no conteúdo da memória de trabalho visual, a magnitude do efeito da dica não se altera, significativamente, com a presença da busca. Isso sugere que a manutenção seletiva da informação na memória de trabalho visual pode não exigir

atenção sustentada, ou seja, os recursos utilizados para manter o item sugerido ativo para posterior recuperação não são compartilhados com os recursos atencionais para desempenhar a tarefa de busca visual. Uma consequência funcional deste resultado é que a priorização da informação na memória de trabalho visual e atenção visual podem ser dissociadas, sendo possível manter vários itens simultaneamente selecionados na memória de trabalho visual e na percepção visual.

De maneira geral, os resultados da presente pesquisa corroboraram os resultados obtidos por Hollingworth e Maxcey- Richard (2013) tanto na apresentação simultânea (Experimentos 1 e 2) quanto os estímulos foram apresentados serialmente (Experimento 3). Apesar da tarefa de busca visual ter impactado no desempenho dos participantes, o efeito da dica não se alterou de maneira significativa em função da presença ou ausência da busca visual. Os participantes se beneficiaram da dica válida e foram capazes de manter e recuperar mais itens na memória de trabalho comparada as condições onde a dica foi invalida, esta magnitude se manteve relativamente independente da presença da busca visual. Estes resultados podem sugerir que a informação pode assumir diferentes estados na memória de trabalho (Olivers, Peter, Houtkamp, & Roelfsema, 2011) .

No Experimento 3, o impacto da busca visual foi maior nas primeiras posições apresentadas (1 e 2) confirmado por níveis de acurácia, significativamente, menores, ou seja, a busca visual pode ter mobilizado recursos atencionais necessários para manter e recuperar os primeiros itens na memória de trabalho visual, prejudicando sua recuperação. Isto pode ter acentuado um possível efeito de recência, no qual os últimos itens são recuperados com maior acurácia em comparação aos primeiros elementos memorizados. Nesse sentido, o resultado observado no Experimento 3 corrobora o estudo feito por Allen, Baddeley e Hitch (2014) que sugerem que o processo de retenção dos primeiros itens apresentados na sequencia seja mais dependente de recursos atencionais, diferente dos últimos que teriam acesso a memória de trabalho visual sem

necessidade de recursos atencionais. Segundo Allen, Baddeley e Hitch, estes resultados podem apontar para um modelo de dois componentes que operam na memória de trabalho visual para estímulos apresentados sequencialmente. Um componente dependente de controle executivo que armazena os itens primeiramente apresentados na sequência e outro componente que opera de maneira relativamente automática responsável pela codificação dos itens recentemente apresentados.

A partir dos resultados desta pesquisa, algumas possibilidades podem ser discutidas. A maneira como os estímulos são apresentados no arranjo de memória, simultâneo ou serial, pode influenciar no processo de manutenção/recuperação dos itens sugeridos na memória de trabalho visual. Kahneman, Treisman e Gibbs (1992) propuseram que as características de um objeto visto em uma cena visual podem ser integradas em um formato único, como um modelo, uma representação integrada do arranjo de estímulos na memória de trabalho visual, definido por “*object file*”. Esse “pacote” é uma representação do objeto que pode ser atualizada ao longo do tempo e do espaço, preservando sua identidade mesmo se ele se mover ou se suas propriedades se alterarem. A apresentação simultânea dos estímulos do arranjo de memória pode ter contribuído para a criação deste “pacote”, os participantes puderam integrar as informações apresentadas simultaneamente em um “pacote” coeso de informações que, uma vez integrado, seria independente de recursos atencionais de manutenção. Já na apresentação serial da informação, os estímulos são apresentados sequencialmente, cada um sendo codificado separadamente antes de ser retido na memória de trabalho visual. Essa constante atualização da informação disponível na memória de trabalho visual resultaria em uma mobilização dos recursos atencionais para a manutenção da informação. Todavia, nossos resultados não evidenciaram um efeito significativo na magnitude do efeito da retrodica (Retrodica Válida – Retrodica Inválida), com e sem busca, na tarefa de memorização serial. Isso pode sugerir que os recursos de monitoramento da informação na memória de trabalho, pelo menos para a

informação serialmente memorizada, apresentam uma certa independência em relação aos recursos mobilizados pela tarefa de busca visual. Sugerindo que diferentes operações na memória de trabalho visual mobilizam diferentes recursos atencionais. Na recuperação de itens serialmente memorizados, os primeiros itens seriam mais dependentes da atenção sustentada para a manutenção ativa da informação até o momento da recuperação, os últimos itens apresentados estariam em uma posição privilegiada de recuperação, não necessitando de recursos atencionais extras. A busca visual, por sua vez, mobilizaria recursos seletivos, compartilhando assim pouco recurso da atenção sustentada.

De modo geral, os nossos resultados sugerem a possibilidade dos recursos da atenção sustentada não serem compartilhados entre a tarefa de memorização e a tarefa de busca visual. Como esse resultado poderia ser explicado considerando o modelo de memória de trabalho de proposto por Baddeley e colaboradores? Esse modelo prevê a existência de um sistema episódico ativo (buffer episódico) dependente do sistema executivo central, capaz de integrar características vindas dos subsistemas e manter a comunicação com a memória de longo prazo. Ou seja, qualquer processo de integração de características, seja no tempo, espaço ou através das modalidades, que envolva codificação, manutenção ou ambos dentro do buffer episódico dependerão de recursos atencionais gerais disponibilizados pelo executivo central (Allen, Baddeley & Hitch, 2006; Baddeley, 2000). Porém, os resultados de uma série de estudos considerando a manutenção e recuperação de objetos com características únicas e integradas na memória de trabalho visual apontam para uma possível automaticidade no processo de integração de características. O método utilizado foi o de uma tarefa dupla, introduzindo uma tarefa concorrente, capaz de mobilizar recursos executivos. O impacto da tarefa concorrente foi em ambas as condições (características únicas e integradas), não sendo maior na condição na qual as características foram integradas (Allen, Baddeley & Hitch, 2006; Delvenne, Cleeremans & Laloyaux, 2010; Johnson & Hollingworth, 2008;). Em uma revisão de alguns estudos que

corroboram estes resultados, Allen, Baddeley & Hitch (2011) propõem uma modificação no modelo de memória de trabalho proposto por Baddeley e Hitch (2000), no centro desta nova visão do modelo, está o buffer episódico que permanece com seu papel crucial no processo de integração da informação, porém agora provido de um sistema passivo acessório. O acesso consciente ao esboço visuoespacial e alça fonológica continua sendo via buffer episódico, mas tanto esboço visuoespacial quanto a alça fonológica pode operar como buffers de nível inferior, permitindo, em alguns casos, que a informação seja integrada. Nesse sentido, nossos resultados corroboram esta visão, evidenciando que o engajamento na tarefa de busca visual, uma tarefa concorrente que demanda recursos atencionais, prejudicou o desempenho dos participantes, porém eles foram capazes de manter o item sugerido ativo na memória de trabalho facilitando o processo de recuperação de forma relativamente independente. Os sujeitos mantiveram a informação visual integrada no tempo e no espaço, apesar de desempenharem uma tarefa concorrente. Isso pode ser constatado pela magnitude constante do efeito da retrodica nas condições com e sem busca visual. A partir desses resultados, novas investigações serão realizadas com o intuito de ampliar a compreensão de um possível sistema multi atencional de manutenção, seleção e recuperação da informação na memória de trabalho. Uma questão interessante a ser abordada na investigação da memória de trabalho seria a inclusão de tarefas de busca visual com múltiplos alvos associada a retrodicas auditivas. Essa abordagem multi sensorial, apesar de consideravelmente mais complexa, poderá caracterizar melhor o sistema de armazenamento ativo da informação a curto prazo e o seu impacto no processo de adaptação comportamental.

## Referências

- Allen, R. J., Baddeley, A. D., & Hitch, G. J. (2006). Is the binding of visual features in working memory resource-demanding?. *Journal of Experimental Psychology: General*, 135(2), 298-313.
- Allen, R. J., Baddeley, A. D., & Hitch, G. J. (2014). Evidence for two attentional components in visual working memory. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 40(6), 1499.
- Allen, R. J., Hitch, G. J., Mate, J., & Baddeley, A. D. (2012). Feature binding and attention in working memory: A resolution of previous contradictory findings. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 65(12), 2369-2383.
- Awh, Edward, E. K. Vogel, and S-H. Oh. "Interactions between attention and working memory." *Neuroscience* 139.1 (2006): 201-208.
- Baddeley, A. (1996). Exploring the central executive. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology: Section A*, 49(1), 5-28.
- Baddeley, A. (2000). The episodic buffer: a new component of working memory? *Trends in Cognitive Sciences*, 4(11), 417-423.
- Baddeley, A. (2012). Working memory: theories, models, and controversies. *Annual Review of Psychology*, 63, 1-29.
- Baddeley, A., Eysenck, M.W., & Anderson, M.C. (2011). *Memória* (C. Stolting, Trad.). Porto Alegre: Artmed.

- Baddeley, A. D., Allen, R. J., & Hitch, G. J. (2011). Binding in visual working memory: The role of the episodic buffer. *Neuropsychologia*, 49(6), 1393-1400.
- Baddeley, A. D., & Hitch, G. (1974). Working memory. *Psychology of Learning and Motivation*, 8, 47-89.
- Broadbent, D. (1958). *Perception and Communication*. London: Pergamon.
- Cowan, N. (1995). *Attention and Memory: An integrated framework*. New York, NY: Oxford University Press.
- Chun, M. M., Golomb, J. D., & Turk-Browne, N. B. (2011). A taxonomy of external and internal attention. *Annual Review of Psychology*, 62, 73-101.
- Delvenne, J. F., Cleeremans, A., & Laloyaux, C. (2015). Feature bindings are maintained in visual short-term memory without sustained focused attention. *Experimental Psychology*, 57(2), 108-116
- Gajewski, D. A., & Brockmole, J. R. (2006). Feature bindings endure without attention: Evidence from an explicit recall task. *Psychonomic Bulletin & Review*, 13(4), 581-587.
- Gathercole, S. E., & Baddeley, A. D. (1990). Phonological memory deficits in language disordered children: Is there a causal connection?. *Journal of Memory and Language*, 29(3), 336-360.
- Gazzaley, A., & Nobre, A. C. (2012). Top-down modulation: bridging selective attention and working memory. *Trends in Cognitive Sciences*, 16(2), 129-135.
- Griffin, I. C., & Nobre, A. C. (2003). Orienting attention to locations in internal representations. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 15(8), 1176-1194.



- Hollingworth, A., & Hwang, S. (2013). The relationship between visual working memory and attention: retention of precise colour information in the absence of effects on perceptual selection. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 368(1628), 20130061.
- Hollingworth, A., & Maxcey-Richard, A. M. (2013). Selective maintenance in visual working memory does not require sustained visual attention. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 39(4), 1047-1058.
- Janczyk, M., & Berryhill, M. E. (2014). Orienting attention in visual working memory requires central capacity: Decreased retro-cue effects under dual-task conditions. *Attention, Perception, & Psychophysics*, 76(3), 715-724.
- Johnson, J. S., Hollingworth, A., & Luck, S. J. (2008). The role of attention in the maintenance of feature bindings in visual short-term memory. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 34(1), 41-55.
- Kahneman, D., Treisman, A., & Gibbs, B. J. (1992). The reviewing of object files: Object-specific integration of information. *Cognitive Psychology*, 24(2), 175-219.
- Landman, R., Spekreijse, H., & Lamme, V. A. (2003). Large capacity storage of integrated objects before change blindness. *Vision Research*, 43(2), 149-164.
- Lepsien, J., Griffin, I. C., Devlin, J. T., & Nobre, A. C. (2005). Directing spatial attention in mental representations: Interactions between attentional orienting and working-memory load. *Neuroimage*, 26(3), 733-743.
- Lepsien, J., & Nobre, A. C. (2006). Cognitive control of attention in the human brain: Insights from orienting attention to mental representations. *Brain Research*, 1105(1), 20-31.

- Lepsien, J., & Nobre, A. C. (2007). Attentional modulation of object representations in working memory. *Cerebral Cortex*, 17(9), 2072-2083.
- Lepsien, J., Thornton, I., & Nobre, A. C. (2011). Modulation of working-memory maintenance by directed attention. *Neuropsychologia*, 49(6), 1569-1577.
- Luck, S. J., & Vogel, E. K. (1997). The capacity of visual working memory for features and conjunctions. *Nature*, 390(6657), 279-281.
- Makovski, T. (2012). Are multiple visual short-term memory storages necessary to explain the retro-cue effect?. *Psychonomic Bulletin & Review*, 19(3), 470-476.
- Makovski, T., & Jiang, Y. V. (2007). Distributing versus focusing attention in visual short-term memory. *Psychonomic Bulletin & Review*, 14(6), 1072-1078.
- Makovski, T., Sussman, R., & Jiang, Y. V. (2008). Orienting attention in visual working memory reduces interference from memory probes. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 34(2), 369-380.
- Matsukura, M., & Hollingworth, A. (2011). Does visual short-term memory have a high-capacity stage?. *Psychonomic Bulletin & Review*, 18(6), 1098-1104.
- Matsukura, M., Luck, S. J., & Vecera, S. P. (2007). Attention effects during visual short-term memory maintenance: Protection or prioritization?. *Perception & Psychophysics*, 69(8), 1422-1434.
- Melo, W.V. (2011). *Avaliação da ansiedade de traço e estado no viés de atenção nos canais visual e auditivo*. Tese de doutorado apresentada ao Programa de Pós-Graduação

em Psicologia do Desenvolvimento, Instituto de Psicologia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

Melo, W. V., Bizarro, L., Peixoto, M. S., & Oliveira, A. A. (2012). Avaliação do viés de atenção no canal auditivo e ansiedade em universitários. *Ciências e Cognição/Science and Cognition*, 17(2).

Murray, A. M., Nobre, A. C., Clark, I. A., Cravo, A. M., & Stokes, M. G. (2013). Attention restores discrete items to visual short-term memory. *Psychological Science*, 24(4), 550-556.

Olivers, C. N., Peters, J., Houtkamp, R., & Roelfsema, P. R. (2011). Different states in visual working memory: When it guides attention and when it does not. *Trends in Cognitive Sciences*, 15(7), 327-334.

Posner, M. I. (1980). Orienting of attention. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 32(1), 3-25.

Rerko, L., Souza, A. S., & Oberauer, K. (2014). Retro-cue benefits in working memory without sustained focal attention. *Memory & Cognition*, 1-17.

Schneider, W., Eschman, A., & Zuccolotto, A. (2008). *E-Prime reference guide*. Psychology Software Tools, Incorporated.

Sperling, G. (1960). The information available in brief visual presentations. *Psychological monographs: General and Applied*, 74(11), 1-29.

- Treisman, A. M., & Gelade, G. (1980). A feature-integration theory of attention. *Cognitive Psychology*, 12(1), 97-136.
- Wheeler, M. E., & Treisman, A. M. (2002). Binding in short-term visual memory. *Journal of Experimental Psychology: General*, 131(1), 48-64.

## Anexo I- Critérios para Participação no Estudo

O presente estudo será realizado com pessoas de ambos os sexos, com visão normal ou corrigida e sem problemas neurológicos diagnosticados. No entanto, alguns fatores podem alterar os resultados (melhorando ou piorando o seu desempenho) o que poderia trazer dificuldades na interpretação dos resultados gerais do estudo. Estes fatores não significam que você apresenta algum problema, apenas podem distorcer o seu real desempenho em uma tarefa atenta, dificultando a interpretação final dos resultados. Estes fatores são:

1. Uso de medicamentos de uso contínuo, exceto anticoncepcional;
2. Ingestão de café nas últimas 2 horas;
3. Uso de cigarro ou semelhantes nas últimas 2 horas;
4. Uso de qualquer quantidade de bebida alcoólica nas últimas 24 horas;
5. Uso de drogas consideradas ilegais nos últimos 12 meses.
6. Transtornos cognitivos com diagnóstico médico
7. Transtornos do sono com diagnóstico médico
8. Déficits motores
9. Histórico clínico de epilepsia
10. Histórico clínico de traumatismo crânio-encefálico
11. Uso de medicamentos neurológicos ou psiquiátricos

( ) Não posso ser participante neste estudo pois li os critérios listados acima e responderia “sim” para um ou mais fatores listados.

( ) Concordo em participar do estudo pois li os critérios listados acima e responderia “não” para todos os fatores listados.

Código:

Data: \_\_/\_\_/\_\_

Fonte: Adaptado de: Melo, W.V. (2011). Avaliação da ansiedade de traço e estado no viés de atenção nos canais visual e auditivo. Tese de doutorado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Psicologia do Desenvolvimento, Instituto de Psicologia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

## Anexo II- FICHA SOCIODEMOGRÁFICA E BIOMÉDICA

1. Código: \_\_\_\_\_
2. Data de Nascimento: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_
3. Sexo: ☐ Masculino ☐ Feminino
4. Estado Civil:
5. ☐ Solteiro(a) ☐ Casado(a) ou União Estável ☐ Divorciado(a)/Separado(a) ☐ Viúvo(a)
6. Anos de escolaridade:
7. Profissão / Ocupação Atual:
8. Em que período do dia você se sente mais produtivo?
9. ☐ Início do dia ☐ Final do dia ☐ Indiferente
10. Em um dia de folga (final de semana, feriado,...) até que horas você costuma dormir?
11. ☐ Acorda cedo ☐ Dorme até tarde ☐ Indiferente
12. Você dormiu bem esta noite? ☐ Sim ☐ Não
13. Você está alimentado? ☐ Sim ☐ Não
14. Tem alguma doença crônica diagnosticada por um médico? ☐ Sim ☐ Não Se sim, por favor, informe  
quais e desde quando tem o diagnóstico:

---

2 Fonte: Adaptado de: Melo, W.V. (2011). Avaliação da ansiedade de traço e estado no viés de atenção nos canais visual e

auditivo. Tese de doutorado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Psicologia do Desenvolvimento, Instituto de Psicologia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

**Anexo III - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO**

Você está sendo convidado (a) para participar da pesquisa intitulada “Atenção e memória visuoespacial”, sob a responsabilidade dos pesquisadores: Dr. Joaquim Carlos Rossini e Fabiana Pires Teobaldo.

Nesta pesquisa nós estamos buscando entender experimentalmente, como a atenção e a memória de estímulos visuais interagem. Especificamente, será investigado o limite da capacidade de armazenamento de informações visuais na memória de trabalho.

O Termo de Consentimento Livre e Esclarecido será obtido pela pesquisadora Fabiana Pires Teobaldo no campus Umuarama da Universidade Federal de Uberlândia, Av. Maranhão, s/n, bloco 2C, sala 29.

Na sua participação você deverá realizar uma tarefa de memorização de estímulos visuais, onde as respostas serão armazenadas e analisadas posteriormente, considerando o tempo de reação e a porcentagem de erros.

Em nenhum momento você será identificado. Os resultados da pesquisa serão publicados e ainda assim a sua identidade será preservada. Você não terá nenhum gasto e ganho financeiro por participar na pesquisa.

A pesquisa oferece risco mínimo aos seus participantes, pois se trata de uma pesquisa de registro comportamental, mas como em toda pesquisa empírica com humanos, há o risco da quebra do sigilo. Neste sentido, os pesquisadores responsáveis pela presente proposta irão assegurar que todas as medidas cabíveis para evitar tal acontecimento serão tomadas. Os benefícios de tal investigação estão inseridos na ampliação do conhecimento científico na área da Psicologia Cognitiva e na compreensão do processamento da informação visual em humanos.

Você é livre para deixar de participar da pesquisa a qualquer momento sem nenhum prejuízo ou coação. Uma via original deste Termo de Consentimento Livre e Esclarecido ficará com você. Qualquer dúvida a respeito da pesquisa, você poderá entrar em contato com: Dr. Joaquim Carlos Rossini – Instituto de Psicologia da Universidade Federal de Uberlândia, Av. Maranhão, s/n, bloco 2C, sala 29; fone: 34-3218002547 - Campus Umuarama e Fabiana Pires Teobaldo; fone: 34-32182701. Poderá também entrar em contato com o Comitê de Ética na

Pesquisa com Seres-Humanos – Universidade Federal de Uberlândia: Av. João Naves de Ávila, nº 2121, bloco A, sala 224, Campus Santa Mônica – Uberlândia –MG, CEP: 38408-100; fone: 34-32394131

Uberlândia, ..... de .....de 20.....

---

Assinatura dos pesquisadores

Eu aceito participar do projeto citado acima, voluntariamente, após ter sido devidamente esclarecido.

---

\_\_\_\_\_ Assinatura do participante da pesquisa