

RELAÇÕES ENTRE EMOÇÃO E MEMÓRIA OPERACIONAL: EVIDÊNCIAS DE ESTUDOS COMPORTAMENTAIS E PSICOFISIOLÓGICOS

Fabiana Silva Ribeiro¹, Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-1826-5253>
Pedro Barbas Albuquerque¹, Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-5874-4497>
Flávia Heloísa dos Santos^{1,2}, <https://orcid.org/0000-0003-2592-9038>

Resumo. Baddeley (2007) propôs o Detector Hedônico para explicar a relação entre as emoções e memória operacional (MO). Esta revisão teve como objetivo sistematizar evidências da influência das emoções no desempenho em tarefas de MO a partir de artigos atuais e sua associação com o sistema Hedônico. Para isso, foi realizada uma pesquisa em variadas bases de dados que gerou 103 artigos em um período restrito (2007-2017). Foram selecionados dez artigos combinando testes comportamentais com medidas psicofisiológicas e dez artigos utilizando tarefas estritamente comportamentais. Em todas as abordagens foi observado que o tipo de demanda cognitiva subjacente à tarefa foi crucial para entender como o desempenho da MO é influenciado pelas emoções. Além disso, foi possível detectar uma tendência para explicação dos resultados com base no processamento executivo relacionado a um modelo neural da MO, visto que apenas um artigo comportamental explicou os resultados com base no sistema de detecção Hedônica.

Palavras-chave: Emoção; memória operacional; revisão sistemática.

RELATIONS BETWEEN EMOTION AND WORKING MEMORY: EVIDENCE FROM BEHAVIOURAL AND PSYCHOPHYSIOLOGICAL STUDIES

ABSTRACT. Baddeley (2007) proposed the Hedonic Detection to explain the connection between emotion and working memory (WM). This review aimed to systematize evidence of the influence of emotion on performance of WM tasks and its association with the Hedonic system on current studies. We carried out a database research that generated 103 papers in a restricted period (2007-2017). Ten papers combining behavioural tests with psychophysiological measures and ten papers using strictly behavioural tasks were selected. In all approaches were observed that the type of cognitive request underlying the task is crucial to understand how WM performance is influenced by emotion. Besides, was possible to detect a trend in the literature to focus on executive process related to a neural model for WM, since just only one behavioural paper explained the results based on Hedonic Detector system.

Key-words: Emotion; working memory; systematic review.

¹ Universidade do Minho, Braga, Portugal.

² Universidade Estadual de São Paulo (UNESP), Bauru-SP, Brasil. - flavinska@gmail.com

RELACIONES ENTRE EMOCIÓN Y MEMORIA OPERATIVA: EVIDENCIA DE LOS ESTUDIOS CONDUCTUALES Y PSICOFISIOLÓGICOS.

RESUMEN. Baddeley (2007) ha propuesto Detector Hedónica en un intento de explicar la conexión entre emoción y memoria operativa (MO). En la presente revisión se tuvo como objetivo sistematizar a partir de artículos actuales la influencia de las emociones en la performance de tareas de MO a partir de artículos actuales y su asociación con el sistema Hedónico. Para ello, llevamos a cabo una búsqueda exhaustiva que generó 103 artículos con un período restringido (2007-2017). Se seleccionaron 10 artículos conductuales combinados con medidas psicofisiológicas y otros 10 utilizaron solo medidas conductuales. En ambos abordajes se observó que el tipo de demanda cognitiva presente en la tarea es crucial para comprender cómo la ejecución en la tarea es influenciada por la emoción. Además, fue posible detectar una tendencia en la literatura a centrarse en el proceso ejecutivo relacionado con un modelo neural de MO; ya que solo un estudio conductual explicó sus resultados con base en el sistema de Detector Hedónico.

Palabras clave: Emoción e memoria operativa; revisión sistemática.

Introdução

A memória operacional (MO) é um sistema de armazenamento de curto prazo sob controle atencional que apoia a capacidade de pensamento multifacetado (Baddeley & Hitch, 1974; Baddeley, 2003). O primeiro modelo de MO, proposto por Baddeley e Hitch (1974), incluiu os componentes nomeados como executivo central, a alça fonológica e o esboço visuoespacial. Sendo que o executivo central está relacionado à seleção, à iniciação e ao término das rotinas de processamento. Os outros dois componentes são responsáveis por armazenar e manipular informações verbais e visuoespaciais; a alça fonológica e o esboço visuoespacial, respectivamente. O quarto componente, o buffer episódico, foi incluído por Baddeley (2000) em uma tentativa de explicar a integração de informações entre os outros componentes MO e a memória de longo prazo.

Embora o modelo de Baddeley e Hitch seja o mais citado, outros modelos de MO já foram desenvolvidos. Por exemplo, um modelo de processos incorporados (*embedded-processes model*) proposto por Cowan (1988), no qual o desempenho é determinado de acordo com uma ativação temporária, que aciona representações advindas da memória de longo prazo e é controlada por processos atencionais. Nesse conceito, as informações não são preservadas dentro de armazenadores, mas os recursos atencionais ativarão temporariamente um subconjunto de informações da memória de longo prazo para manter a realização de tarefas durante sua ocorrência (Cowan, 1999).

Atualmente, é possível observar no campo das neurociências a prevalência do modelo de Cowan, principalmente porque o conceito de diferentes componentes de armazenamento implica, em termos neurais, a transferência de informações de uma parte do cérebro para outra, o que sugere ativações inespecíficas durante a codificação, independentemente de sua modalidade de representação (D'Esposito, 2007). Focalizando na relação entre tarefas de MO e áreas encefálicas, os autores assumem que o material está codificado na MO por meio da alocação da atenção a representações internas da memória de longo prazo (D'Esposito & Postle, 2015).

Alguns estudos argumentaram que as tarefas de atualização visual são positivamente correlacionadas com tarefas de *span* visual complexas (Schmiedek, Hildebrandt, Lövdén, Lindenberger, & Wilhelm, 2009). No entanto, uma recente meta-análise de Redick e Lindsey (2013) mostrou que as tarefas de *span* e *n-back* são fracamente correlacionadas, e os autores apontaram que elas não podem ser usadas como medidas intercambiáveis de MO, uma vez que essas duas tarefas testam diferentes processos cognitivos. De fato, em tarefas de *span* complexas, os participantes devem gerar e manipular uma sequência de estímulos apresentados em uma determinada ordem, enquanto que as tarefas de *n-back* requerem que os participantes reconheçam um item atual que tenha sido previamente apresentado em uma posição serial específica (Wilhelm, Hildebrandt, & Oberauer, 2013).

Independentemente dessa discussão, Baddeley (2007) postula, o detector Hedônico, um novo componente em seu modelo que relaciona as emoções com o funcionamento da MO. Sugere-se que este componente seja responsável pela avaliação e processamento da informação emocional. Ele possuiria um ponto neutro para comparação de valências positivas e negativas de estímulos e estabeleceria um valor médio entre estímulos no ambiente e informações retidas na MO. As combinações dessas valências produziram um sinal hedônico que permite ao indivíduo calibrar futuras escolhas, enquanto que uma falha no ponto neutro pode assemelhar-se a traços psicopatológicos, como depressão e ansiedade.

Visto que o mau funcionamento do sistema Hedônico tem papel central na depressão (Baddeley, 2007), Baddeley, Banse, Huang e Page (2012) realizaram dois experimentos com o objetivo de testar a influência da emoção na cognição, no qual consideraram a capacidade da avaliação de valências de palavra após os participantes serem positivamente e negativamente induzidos por dois procedimentos diferentes. Eles mostraram que estados de humor negativos podem produzir menor taxa hedônica na valência de palavras, sugerindo que o humor induzido poderia influenciar um julgamento hedônico seguinte. Os resultados parecem demonstrar que os participantes que são induzidos pelo humor triste são menos capazes de suprimir pensamentos negativos intrusivos, logo pensamentos ru-minantes influenciarão a atenção, diminuindo assim o desempenho da tarefa MO (Baddeley, 2007).

De acordo com Kensinger e Corkin (2003), a maioria das pesquisas usando indução de humor positiva e negativa mostrou que o humor induzido pode realmente afetar o desempenho da MO (Gray, 2001; Mather et al., 2006). Mather et al. (2006) usaram uma tarefa visual de memória de curto prazo de monitoramento da fonte para investigar se o desempenho da memória diminuiria em função dos níveis de excitação (alto, médio ou baixo). Nessa tarefa, os participantes tiveram que se lembrar da localização de quatro imagens diferentes de um subconjunto que correspondiam à ativação emocional positiva ou negativa, e os autores concluíram que imagens de alta ativação negativas atraíram mais atenção, diminuindo assim a capacidade de processamento da MO.

Além disso, a influência disruptiva dos estímulos negativos no desempenho da MO parece ser causada pelo estreitamento do foco de atenção pelo conteúdo emocional. Isso é sugestivo de uma mudança no processamento de informações, pois os indivíduos passam a priorizar o processamento emocional, o que diminui os recursos que deveriam ser alocados à tarefa comportamental (King & Schaefer, 2011).

Em contraste, Gray (2001) descobriu que o desempenho em uma tarefa visual de *2-back* é melhorado pela indução de humor negativa e encontrou o padrão oposto para a tarefa verbal de *2-back*, argumentando que isso é um sinal de um efeito seletivo da emoção

nos componentes do controle cognitivo. De acordo com esses resultados, o desempenho em tarefas de MO parece estar relacionado não apenas ao conteúdo emocional, mas ao tipo de demanda cognitiva e modalidade subjacente à tarefa (Kensinger & Corkin, 2003). Portanto, estímulos emocionais parecem afetar a MO de maneira diferente em tarefas de span e de monitoramento *on-line - updating*.

De fato, os resultados acima reforçam a especificidade da modalidade proposta pelos módulos independentes (por exemplo, verbal ou visual) no modelo de MO de Baddeley. Em contraste, estes resultados não relacionados entre modalidades visuais e verbais não seriam possíveis no modelo de Cowan, já que este sugere um domínio geral, um executivo central que, por sua vez, pode ativar redes para muitas modalidades de informação armazenadas na memória de longo prazo, no qual a codificação é independente da forma de representação (Morrison, 2005).

Apesar de vários estudos na área, nenhum consenso foi alcançado em relação a efeitos precisos da emoção na MO. Em outras palavras, não se sabe se os estímulos positivos ou negativos em participantes saudáveis diminuem ou aumentam o desempenho da MO. Portanto, o objetivo desta revisão é triplo: (1) descrever e analisar os métodos e abordagens relacionados à influência das valências emocionais e da ativação no desempenho da MO (portanto, estudos combinando medidas comportamentais e de funcionamento cerebral ou medidas eletrodérmicas, ou estudos puramente com medidas comportamentais); (2) compreender os efeitos da emoção nos processos e modalidades da MO; e finalmente, (3) detectar os modelos da MO que foram referenciados em trabalhos nessa área desde que o detector hedônico foi proposto.

Método

Critério para seleção

Os critérios de inclusão foram: (1) os artigos que incluíssem como objetivo principal investigar os efeitos das valências emocionais (positiva ou negativa versus neutra) e/ou ativação/*arousal* nas tarefas de MO (nas modalidades verbal ou visual, ou ambos), por meio de uma metodologia que incluísse indução de humor ou estímulos emocionais na investigação com participantes adultos e saudáveis; (2) a pesquisa na base de dados foi realizada com uma restrição de data, na qual os artigos deveriam ter sido publicados entre 2007 e 2017, levando em conta a introdução do conceito do detector hedônico na literatura, a fim de observar a influência desse novo componente na explicação dos achados relacionados ao impacto da emoção no desempenho da MO; (3) o idioma dos artigos poderiam ser inglês, espanhol ou português. Os critérios de exclusão foram (1) artigos de revisão; (2) experimentos com amostras pediátricas e geriátricas; (3) modalidades sensoriais diferentes das verbal e visual; (4) estudos relacionados a treinamento da MO; (5) resumos expandidos e teses.

Identificação de artigos relevantes

Os artigos foram pesquisados nas seguintes bases de dados eletrônicas: Web of Science, MEDLINE, Scopus e Scielo. Os termos de pesquisa incluídos foram “hedonic de-

tector,” “working memory” e “emotion”, ou “valence,” ou “arousal” presentes no título, para aumentar a especificidade da pesquisa e padronizar a estratégia para todos os bancos de dados, uma vez que os campos de pesquisa variam entre elas. Também foram utilizadas as palavras correspondentes em português e espanhol: Portuguese - Detector Hedônico, memória operatória/memória operacional/de trabalho, emoção, valência, ativação; Spanish: Detector Hedónico, memória operativa/ memória de trabajo, emoción, valencia, excitación). As buscas foram realizadas em fevereiro de 2017.

Resultados

A busca na base de dados com a palavra-chave “detector hedônico” revelou apenas um artigo (Baddeley et al., 2012), que não foi incluído nesta revisão, uma vez que o mesmo buscou investigar a plausibilidade do conceito teórico do detector hedônico e o seu objetivo principal foi pesquisar evidências deste componente. No geral, um total de 103 artigos foi encontrado usando as palavras-chave “working memory” e “emotion” ou “valence” ou “arousal”. Desses artigos, 20 preencheram nossos critérios e foram incluídos nesta revisão sistemática (os artigos selecionados foram marcados com 01 asterisco nas referências). Foram excluídos 83 estudos que não focalizaram os efeitos da emoção na MO, mas na regulação emocional ou investigações relacionadas à capacidade da MO e seu efeito nas emoções (22 artigos); estudos que examinaram emoções em amostras com transtornos de humor (27 artigos); investigações que incluíram outras modalidades sensoriais, como toque facial e/ou estimulação olfatória (3 artigos); com amostras pediátricas (7 artigos); com amostras pediátricas e geriátricas (3 artigos); com amostras geriátricas (2 artigos), com o efeito do treinamento da MO sob as emoções (6 artigos). As outras 13 exclusões foram de tese (1 artigo), revisão de literatura (1 artigo), dois capítulos de livros, um artigo com a intenção apenas para testar a confiabilidade do material de neuroimagem, e resumos de congressos expandido (3 artigos), idioma coreano (1 artigo), artigos não disponíveis para acesso on-line (3 trabalhos).

Dos 20 artigos selecionados, dez usaram técnicas para medir a atividade cerebral, como eletrofisiologia, neuroimagem funcional, espectroscopia no infravermelho próximo e medidas eletrodérmicas para observar mudanças fisiológicas durante as tarefas de MO e/ou no decorrer da indução de humor, enquanto que os outros dez artigos utilizaram tarefas estritamente comportamentais. O desenho experimental, as características e os resultados desses estudos estão resumidos nas Tabelas 1 e 2, respectivamente.

Tarefas comportamentais de MO dos artigos com medidas psicofisiológicas

Não foi objetivo nesta revisão discutir os resultados psicofisiológicos dos estudos selecionados, uma vez que sua generalização poderia ser inatingível pela diversidade de procedimentos utilizados. Portanto, apenas os resultados do desempenho comportamental da MO foram analisados nesta revisão sistemática.

A tarefa mais usada para avaliar o desempenho da MO foi a *n-back*, medida incluída em seis artigos (Choi et al., 2013; Grimm, Weigand, Kazzer, Jacobs, & Bajbouj, 2012; Kessel et al., 2016; Li, Ouyang & Luo, 2010b; Luo, Qin, Fernandez, Zhang, Klumpers, &

Li, 2014; Ozawa, Matsuda, & Hiraki, 2014), no qual está relacionada ao modelo de Cowan. Em relação à influência dos efeitos emocionais, três deles (Grimm et al., 2012; Li, Chan, & Luo, 2010a; Ozawa et al., 2014) não identificaram efeitos comportamentais pelos estímulos emocionais e valência no desempenho da MO. Outros dois autores usaram tarefas verbais de *n-back* (Grimm et al., 2012; Ozawa et al., 2014). No entanto, Grimm et al. (2012) utilizaram palavras emocionais como alvo na tarefa, enquanto que Ozawa et al. (2014) exploraram o processamento neural subjacente ao controle cognitivo de emoções induzidas por fotos emocionais antes de cada tarefa de 1-3 *back* verbal. Além disso, Li et al. (2010a) investigaram o efeito da emoção negativa induzida em diferentes períodos do processamento em tarefas de pareamento com atraso do modelo - *delayed matching-to-sample* espaciais e verbais.

Os seguintes artigos demonstraram diferenças significativas no desempenho da MO em função da valência e ativação dos estímulos: Erk, Kleczar e Walter (2007) investigaram a capacidade verbal por meio de tarefas de *delayed matching-to-sample* com duas condições de carga (os participantes deveriam se lembrar de 01 letra ou de 06 letras) e revelaram que o desempenho foi melhor após ambas as induções emocionais (negativa e positiva) em comparação com à indução neutra, o aumento do desempenho da MO também foi encontrado por Levens e Phelps (2010) que estabeleceram que a interferência proativa na MO foi menor para estímulos positivos e negativos em comparação com estímulos neutros, em outras palavras, as palavras emocionais foram lembradas em maior quantidade do que as neutras.

Em relação aos efeitos nas tarefas de *n-back*, Kessel et al. (2016), utilizando uma tarefa emocional de *3-back*, demonstraram que os estímulos emocionais (faces) foram preferencialmente processadas quando comparados aos neutros, ou seja, as faces emocionais negativas e positivas parecem ser mais facilmente reconhecidas, e resultados semelhantes foram encontrados por Luo et al. (2014), ao verificaram que os participantes tiveram melhor desempenho em tarefas de *2-back* com faces que demonstravam medo em comparação com os neutros. Ao que concerne à ativação, Choi et al. (2013) verificaram que o desempenho na tarefa *3-back* foi prejudicado no momento em que o sujeito se encontrava relaxado ou tenso em comparação com a indução neutra. Ademais, prejuízos nas tarefas de *span* de leitura e *2-back* foram encontradas por Osaka, Yaoi, Minamoto e Osaka (2013) e Li et al. (2010b), respectivamente.

Em alusão ao conceito de MO utilizado, foi possível observar que nenhum desses trabalhos citou o componente Detector Hedônico.

Tabela 1. Resumo dos artigos que investigaram os estímulos emocionais e sua influência na MO de acordo com as técnicas utilizadas.

Artigos	Técnica	N de Participantes (media etária)	Modalidade	Valência ou/ativação	Tarefas	Efeitos da emoção da tarefa de MO
Choi et al. (2013)	Medidas eletrodérmicas	20 (25.10)	verbal	Neutro/relaxado/tenso	3-back	Prejuízo
Erk et al. (2007)	fMRI	12	verbal	Neutro/negativo/positivo com baixa e alta ativação	Delayed matching-to-sample	Facilitação
Grimm et al. (2012)	fMRI	20 (23.5)	Verbal	Neutral/negativo/positivo	2-back emocional	Sem achados
Levens & Phelps (2010)	fMRI	27 (18.0)	Verbal	Neutro/negativo/positivo	Interferência proativa	Facilitação
Li et al. (2010a)	ERP	15 (25.0)	Espacial e verbal	Neutro e negativo	Delayed matching-to-sample	Sem achados
Li et al. (2010b)	ERP	20 (24.0)	Espacial e verbal	Neutro/negativo/positivo	0-back e 2-back emocionais	Prejuízo na tarefa de MO espacial
Luo et al. (2014)	fMRI	25 (23.1)	Visual	Medo e neutro	0-back e 2-back emocionais	Prejuízo na 0-back Facilitação na 2-back
Osaka et al. (2013)	fMRI	26 (23.5)	Verbal	Neutro/negativo/positivo	Reading Span	Prejuízo
Ozawa et al. (2014)	NIRS	20 (19.4)	Verbal	Neutro e negativo	1-back e 3-back	Sem achados
Kessel et al. (2016)	ERP	23 (22.4)	Visual	Neutro/negativo/positivo	3-back	Facilitação

Artigos com delineamento estritamente comportamentais

Foram encontrados dez artigos utilizando apenas tarefas comportamentais para investigar o processamento emocional da MO. A tarefa de *n-back* foi incluída em dois artigos (Lindström & Bohlin, 2011; Hur, Iordan, Dolcos, & Berenbaum, 2016). Outros artigos contemplaram tarefas de *span* simples que mediam a memória de curto prazo (Bergmann, Rijpkema, Fernandez, & Kessels, 2012; Fairfield, Mammarella, Domenico, & Palumbo, 2014; Esmaeili, Karimi, Tabatabaie, Moradi, & Farahini, 2011; Gotoh, 2012; Gotoh, Kikuchi & Olofsson, 2010; Xie & Zhang, 2016), *Operation Span Task* - OSPAN (Storbeck & Maswood, 2015), e o método de interferência seletiva (Levens & Phelps, 2008) vinculados ao modelo de Baddeley.

Quatro artigos (Gotoh et al., 2010; Gotoh, 2012; Levens & Phelps, 2008; Lindström & Bohlin, 2011) mostraram aumento no desempenho da MO com a utilização de estímulos com valências e um trabalho usando indução emocional (Esmaeili et al., 2011). Mais

especificamente, Levens e Phelps (2008) indicaram que a emoção positiva e negativa, independentemente de como é elicitada (por palavras ou imagens), facilita a resolução de interferência proativa na MO, já que o mesmo não foi observado na lista de palavras neutras. Enquanto Lindström e Bohlin (2011), utilizando uma tarefa emocional de *2-back*, mostraram que os estímulos emocionais usados como alvo poderiam facilitar o desempenho da MO, pois mais acertos foram associados aos estímulos positivos e negativos, além de maior discriminabilidade e menor tempo de reação em comparação com itens neutros.

Usando uma tarefa de discriminação de cores e de detecção de alvo com palavras afetivas com retro-pistas espaciais, Gotoh et al. (2010) descobriram que estímulos negativos geraram tempos de resposta mais curtos em comparação com os estímulos verbais neutros e positivos. Em outro artigo, Gotoh (2012) demonstrou que as palavras com valências (negativas e positivas) foram mais lembradas em comparação às palavras neutras em um ensaio nos quais palavras com valência afetiva negativa, neutra e positiva foram simultaneamente apresentadas em três autofalantes diferentes. No artigo de Esmaeili et al. (2011) foram encontrados resultados significativos na comparação entre grupos (positivos vs. neutros) induzidos com vídeos em escores totais de tarefas de MO compostos por tarefas de número-letra e *span* espacial. Além disso, Storbeck e Maswood (2015) observaram que apenas a valência positiva aumentou os escores da capacidade espacial e verbal da MO em comparação às valências negativas e neutras, no sentido de que o humor positivo pareceu melhorar a coordenação entre os objetivos da tarefa. Por outro lado, os achados de Xie e Zhang (2016) não indicaram efeitos quantitativos; contudo a tarefa visual de MO sob emoção negativa exibiu melhor resolução em comparação com as condições neutras e positivas.

Dois artigos revelaram pior desempenho da MO quando os estímulos emocionais foram usados como indução de humor (Bergmann et al., 2012; Fairfield et al., 2014) e um (Hur et al., 2016) quando o estímulo emocional foi usado como alvo da tarefa. Mais precisamente, Bergmann et al. (2012) mostraram por meio de uma tarefa de *delayed matching-to-sample*, contendo cinco pares de fotos no qual cada par consistia de uma foto neutra e outra com valência, que pares que incluíam fotos com baixa-ativação ou dois estímulos neutros eram processados mais facilmente do que pares que consistiam em alta-ativação, ademais o resultado da ativação foi modulado pela valência afetiva para a MO.

Fairfield et al. (2014) revelaram diminuição na acurácia para palavras positivas e negativas apenas em listas mais longas, indicando que a dificuldade da tarefa interage com o processamento da valência na MO. Além disso, Hur et al. (2016) observaram que o desempenho da MO era pior quando o material já estava sendo mantido *on-line* e o novo *input* era de emoções correspondentes (por exemplo, ambos eram negativos), comparado a quando não eram.

Considerando a linha conceitual que suporta os resultados dos trabalhos apresentados, dois dos dez artigos (Fairfield et al., 2014; Xie & Zhang, 2016) discutiram os resultados especificamente de acordo com o modelo de Baddeley, e Fairfield citou o componente Detector Hedônico. Os demais trabalhos (Hur et al., 2016; Levens & Phelps, 2008; Lindström & Bohlin, 2011; Storbeck & Maswood, 2015; Gotoh, 2012; Gotoh et al., 2010) focaram nos processos executivos, como o controle atencional e *updating*, sem especificar um modelo. Bergmann et al. (2012) não definiram nenhum modelo de MO. Finalmente, Esmaeili et al. (2011) discutiram seus dados com base em conceitos de neurociência (áreas cerebrais específicas).

Tabela 2. Estímulos emocionais e sua influência no desempenho da MO em estudos com delineamento estritamente comportamental.

Artigos	N de Participantes (media etária)	Modalidade	Valência ou/ativação	Tarefas	Efeitos da emoção da tarefa de MO
Bergmann et al. (2012)	43 (21.24)	Visual	Neutro/negativo/ positivo	<i>Delayed matching-to-sample</i>	Prejuízo
Fairfield et al. (2014)	40 (22.1)	Verbal	Neutro/negativo/ positivo	<i>Running MO</i>	Prejuízo
Gotoh et al. (2010)	Exp 1: 23 (19.0) Exp 2: 32 (19.50)	Visual	Neutro/negativo/ positivo	Tarefa de discriminação de cores com pistas com valências e neutras	Facilitação
Gotoh (2012)	26 (21.30)	Verbal	Neutro/negativo/ positivo	Recordação de palavras	Facilitação
Levens & Phelps (2008)	Exp 1: 44 (>18) Exp 2: 45 (>18) Exp 3: 52 (>18)	Verbal e visual	Neutro/negativo/ positivo	Interferência proativa	Facilitação
Lindström & Bohlin (2011)	55 (24.15)	Visual	Neutro/negativo/ positivo	<i>2-back</i> emocional	Facilitação
Storbeck & Maswood (2015)	Exp 1: 120 (20.62) Exp 2: 100 (20.66)	Verbal e visual	Neutro/negativo/ positivo	<i>Operation Span</i>	Facilitação
Xie & Zhang (2016)	Exp 1: 18 (19.99) Exp 2: 19 (19.85) Exp 3: 18 (20.24)	Visual	Neutro/negativo/ positivo	Tarefa de Cor de MO Tarefa de formas de MO	Sem achados
Hur et al. (2016)	131 (19.3)	Visual	Negativo e neutro	<i>n-back</i>	Prejuízo
Esmaeili et al. (2011)	60	Verbal e visual	Positivo e Neutro	Número-Letra <i>Span</i> Espacial	Facilitação

Discussão

Os objetivos desta revisão foram três: (1) examinar os métodos e abordagens em relação à influência das valências emocionais e da ativação no desempenho da MO; (2) compreender os efeitos da emoção nos processos e modalidades da MO e (3) identificar os modelos de MO que foram referenciados em artigos nesta área. Para este propósito, foi realizada uma revisão de vários artigos utilizando diferentes abordagens.

Métodos e modelos teóricos utilizados na literatura revisada

Em relação ao primeiro objetivo desta revisão, identificamos que o uso de tarefas *n-back*, em vez de outras tarefas, é saliente, pois sua utilização foi observada em oito dos 20 artigos (07 artigos que usaram técnicas para medir a atividade cerebral - Choi et al., 2013; Grimm et al., 2012; Kessel et al., 2016; Li et al., 2010b; Luo et al., 2014; Ozawa et al., 2014) e 02 estritamente comportamentais (Hur et al., 2016; Lindström & Bohlin, 2011). Além disso, a maioria dos estudos focou no processo executivo relacionado a MO, o que parece ser a tendência atual na literatura, especialmente após a construção de um modelo neural da MO (D'Esposito, 2007; D'Esposito & Postle, 2015).

A influência dos estímulos emocionais em tarefas de MO verbais e visuoespaciais.

O segundo objetivo desta revisão foi discernir os efeitos dos estímulos emocionais nas tarefas e modalidades da MO. Nesse contexto, três dos quatro trabalhos que avaliaram os efeitos dos estímulos emocionais para a modalidade verbal por meio de tarefas de *n-back* não exibiram influência de palavras emocionais como alvo (Grimm et al., 2012), fotos emocionais usadas como indução antes da realização de tarefa *n-back* (Ozawa et al., 2014), ou com o estímulo emocional posicionado antes de cada letra de tarefa verbal *n-back* (Li et al., 2010b), a falta de achados comportamentais para tarefas verbais de *n-back* poderia indicar efeitos de modalidade. Isso significa que as emoções negativas podem diminuir a capacidade de atenção nas tarefas visuoespaciais, o que adviria de uma competição de recursos atencionais entre MO visuoespacial e emoções negativas. Este tipo de efeito é menos perceptível para MO verbal porque seu processamento depende principalmente de componentes fonológicos (Sakai & Passingham, 2004). De fato, apenas o nível mais alto de ativação (estado emocional tenso) parece reduzir o desempenho de uma tarefa de 3-back verbal após uma indução de humor visual em comparação com a neutra (Choi et al., 2013).

Outros artigos, utilizando o paradigma de *n-back*, tarefas de *updating*, incluíram o estímulo emocional como o alvo da tarefa (Lindström & Bohlin, 2011; Hur et al., 2016; Kessel et al., 2016; Luo et al., 2014), em contraste com Li et al. (2010b). Dois desses estudos (Kessel et al., 2016; Luo et al., 2014), o primeiro comparando faces emocionais com valências negativas, ou ambas negativas e positivas versus neutras e o segundo comparando faces que demonstravam medo versus neutras, demonstraram resultados semelhantes para carga cognitiva mais alta, no qual estímulos emocionais aumentaram o desempenho visual da MO para valência negativa comparado com os estímulos neutros, provavelmente porque os estímulos seriam mais distintivos. Evidência semelhante é apresentada por Lindström & Bohlin (2011), utilizando tarefas emocionais de 2-back, com condições negativa (cenas violentas), positivas (cenas sexuais) e neutras, mostrando que a ativação do estímulo facilita o processamento do *updating* quando os estímulos são usados como alvos.

Diferentemente, Li et al. (2010b) e Hur et al. (2016) verificaram o decaimento do desempenho na tarefa visual 2-back com fotos com valência negativas; no entanto, em Li et al. (2010b) as imagens não foram intrínsecas à tarefa. De fato, o estímulo foi posicionado antes de cada letra que compunham a tarefa de 2-back com o intuito de induzir emoções, e

em Hur et al. (2016) os participantes deveriam indicar se a cor (ou emoção) da foto daquele ensaio já tinha sido apresentada em dois ensaios anteriores. Consequentemente, nesses casos os estímulos visuais prejudicam a capacidade de *updating* de informações.

Outros tipos de tarefas, como a *delayed matching-to-sample*, mostraram resultados inconsistentes, por exemplo, Li et al. (2010a), utilizando uma indução através de fotos aversivas antes do desempenho nas tarefas, não mostraram nenhum efeito emocional, uma explicação argumentada pelos autores foi a ineficácia das imagens aversivas para induzirem mudanças no desempenho comportamental da MO. Congruentemente, Erk et al. (2007) não encontraram efeitos da estimulação emocional para condição de baixa carga, ou seja, quando apenas um item deveria ser lembrado, apenas na condição em que os participantes deveriam se lembrar de seis letras (condição de maior carga) o desempenho foi melhor para estímulo positivo e negativo comparados à condição neutra.

Controversamente, Bergmann et al. (2012) descobriram que o desempenho visual da MO foi comprometido para imagens negativas com ativações baixas e altas. Diferenças metodológicas críticas do primeiro artigo (Li et al., 2010a) podem ser observadas, como maior quantidade de participantes compondo a amostra e também o período de atraso de retenção, que foi muito mais longo em Bergmann et al. (2012) e que, provavelmente, levou ao aumento da atenção em estímulos negativos, gerando custo para o processo de *binding*.

Levens e Phelps (2010) e Gotoh (2012) avaliaram o efeito de estímulos positivos, negativos e neutros em paradigmas de interferência que avaliavam a MO verbal. Os resultados indicaram que os estímulos verbais com valências (positivos e negativos) foram mais distintivos que os itens visuais, possivelmente porque os estímulos emocionais verbais diminuíram a força do sinal de familiaridade. Reforçando este ponto, Storbeck e Maswood (2015) observaram que a indução com valência positiva aumentou o desempenho na capacidade da MO verbal, independentemente do domínio da MO avaliado (armazenamento e processamento). Além disso, este foi o único artigo que distinguiu o processamento e o armazenamento no desempenho da MO usando uma tarefa de *span - Operation Span*; o que é outro aspecto teórico negligenciado em muitos estudos. Os autores argumentaram que a tarefa de *n-back* envolve manutenção ativa e atualização de informações, enquanto a tarefa de *span* exige maiores demandas de controle executivo em comparação com a primeira (Kane, Conway, Hambrick, & Engle, 2007), que é outro argumento de que estas tarefas não são medidas equivalentes de MO.

Ainda relacionado aos estudos que investigaram o desempenho verbal da MO, Osaka et al. (2013) demonstraram piores resultados para o desempenho verbal da MO (*Reading Span*) com estímulos negativos em comparação com estímulos neutros. Além disso, Fairfield et al. (2014) observaram que a precisão com palavras positivas e negativas diminuiu conforme as listas se estenderam, embora a extensão da lista não tenha tido impacto na recordação de palavras neutras.

Discrepâncias nos resultados das tarefas comportamentais observadas nos estudos acima podem ser parcialmente explicadas pela forma como os estímulos emocionais são usados para compor a tarefa. Em outras palavras, os participantes que tinham que se lembrar apenas de itens emocionais podem ter demonstrado um processo distintivo para estímulos emocionais em comparação com os neutros (Levens & Phelps, 2008; 2010; Lindström & Bohlin, 2011; Luo et al., 2014). Por sua vez, quando é necessária a manuten-

ção do conteúdo emocional ao longo do desempenho, e tais estímulos não estão totalmente relacionados à tarefa o desempenho diminui, pelo menos, para estímulos negativos. Este pode ser o caso de vários artigos (Fairfield et al., 2014; Li et al., 2010b; Osaka et al., 2013), na qual existe a diminuição da capacidade da MO, corroborando com as observações de Kensinger e Corkin (2003). Enquanto a indução de humor positiva vs. neutra parece aumentar o desempenho nas tarefas de MO, como o número da letra e o *span* espacial (Esmaeili et al., 2011).

Além disso, no caso de Xie e Zhang (2016), que usaram emoção negativa como indução anteriormente das tarefas de MO (os participantes tentaram reter formas ou cores) revelaram aumentar seletivamente o aspecto qualitativo das representações internas na MO visual, independente de seu aspecto quantitativo, esse resultado é plausível porque as imagens não eram fortes o suficiente para promover mudanças nos aspectos de atenção ou armazenamento. Ademais, Gotoh et al. (2010) mediram o impacto de palavras afetivas como retro-pistas espaciais na discriminação de cor e na tarefa de detecção de alvos e verificaram que estímulos negativos produziram tempos de resposta mais curtos em comparação com sinais verbais neutros e positivos, mostrando aumento no foco atencional em favor de estímulos negativos.

Os artigos nesta revisão mostraram que tarefas de *span* complexo, simples e de *n-back* parecem testar diferentes capacidades, o que pode ser observado, por exemplo, em estudos que usaram a indução de humor antes da realização da tarefa, enquanto estímulos positivos e negativos parecem diminuir o desempenho em tarefas de *span*. Por outro lado, nenhum efeito foi encontrado para tarefas verbais de *n-back*.

Consequentemente, diferentes processos parecem estar implicados no desempenho dessas tarefas de MO (Kane et al., 2007). Portanto, estudos sobre MO devem considerar como a falta dessa conexão afeta a explicação de seus resultados e a relação com outros estudos pela diferença entre as tarefas (Redick & Lindsey, 2013).

Estímulos emocionais e MO: detector hedônico e seus efeitos na literatura

De fato, os estímulos emocionais parecem influenciar o desempenho da MO, como proposto por Baddeley (2007). Entretanto, a maioria dos autores não utilizou o detector hedônico para discutir seus resultados, por exemplo, em nossa revisão, apenas Fairfield et al. (2014) citaram o componente detector hedônico para explicar os efeitos emocionais em uma tarefa de *span* simples. Outro estudo Xie & Zhang, (2016) citaram Baddeley (2012), mas não explicaram seus resultados com base no sistema hedônico. No entanto, detectamos pelo menos sete artigos (Bergmann et al., 2012; Esmaeili et al., 2011; Li et al., 2010a; Li et al., 2010b; Osaka et al., 2013; Ozawa et al., 2014; Xie & Zhang, 2016) que poderiam se beneficiar desse modelo teórico, pois aplicaram uma metodologia que incluiu a indução emocional e uma comparação com estímulos neutros, o que é coerente com a proposta de Baddeley (2007). Uma explicação para a falta de citação poderia advir da tendência de transição de procedimentos que usam paradigmas puramente comportamentais para aqueles que também incluem técnicas de neurociências, como citado anteriormente nesta revisão. As diferenças significativas entre esses dois paradigmas são - a primeira implica uma série de experimentos para descartar as possíveis interpretações estratégicas dos

dados, enquanto que a segunda busca mecanismos neurais específicos de sistemas que, geralmente, estão relacionados a um sistema de controle (D'Esposito & Postle, 2015) e não a múltiplos componentes que, segundo Baddeley (2003), seriam impraticáveis em estudos de neuroimagem.

Além disso, embora Baddeley et al. (2012) tenham destacado a associação entre emoção e MO, não especificaram como o detector hedônico poderia ser integrado ao modelo de MO. Por exemplo, eles também não incluíram tarefas de MO neste artigo seminal e alegaram fornecer especulações teóricas que podem permitir aos pesquisadores desenvolverem um modelo empiricamente frutífero. Finalmente, outro referencial teórico que poderia explicar os resultados, por exemplo, seria a hipótese do marcador somático, que sugere que quando um evento emocional é trazido para a MO, ele poderia provocar um estado somático (Bechara & Damásio, 2005) capaz de afetar o desempenho cognitivo.

No geral, nossa revisão sistematizou uma base suficiente para desenvolver melhores testes de hipóteses emergentes sobre modulação emocional na MO, mas no geral, há pouca consistência entre as pesquisas. Além disso, pelas variações metodológicas entre os estudos (tipo de indutor, modalidade e também processos de MO avaliados), uma meta-análise não pôde ser realizada. Por fim, a clareza sobre o modelo de MO utilizado parece ser crucial para explicar os resultados e até mesmo para replicação futura. Apesar de o modelo de Baddeley ser o mais utilizado na literatura relacionada a MO, as discrepâncias podem ser explicadas pelo surgimento de novas tecnologias neurocientíficas que enfatizam modelos baseados no estado-*state-based models* (D'Esposito & Postle, 2015), criando uma teoria incompatível com as tarefas cognitivas. Portanto, apesar de quase todos os estudos parecerem demonstrar a estreita relação e influência da emoção no desempenho da MO, o novo componente "Detector Hedônico" foi pouco referido.

Considerações finais

Em conclusão, podemos argumentar que resultados congruentes foram observados para *n-back* em que estímulos emocionais mais ativadores, como imagens amedrontadoras, poderiam aumentar o desempenho de *updating* dos participantes, enquanto que a indução de humor negativa antes da realização de tarefas de armazenamento, *span* e tarefas de MO complexas poderia reduzir a capacidade. O padrão oposto é observado para a indução de humor positiva, que parece aumentar o desempenho. No entanto, resultados incongruentes foram encontrados pelos estudos que utilizaram tarefas de *Delayed Matching to Sample*, pela ampla variedade de procedimentos usados nos artigos. Em geral, a influência das emoções parece estar relacionada à como uma tarefa é construída e como ela mede os processos de memória.

Referências

Baddeley, A. D., & Hitch, G. J. (1974). Working memory. In G. H. Bower (Ed.), *The psychology of learning and motivation* (pp. 47–89). New York: Academic Press.

- Baddeley, A. D. (2000). The episodic buffer: a new component of working memory? *Trends in Cognitive Sciences*, 4(11), 417-423. [http://dx.doi.org/10.1016/S1364-6613\(00\)01538-2](http://dx.doi.org/10.1016/S1364-6613(00)01538-2)
- Baddeley, A. (2003). Working Memory: Looking Back and Looking Forward. *Nature Reviews Neuroscience*, 4(10), 829-839. <http://dx.doi.org/10.1038/nrn1201>
- Baddeley, A. D. (2007). *Working Memory, thought and action*. Oxford, UK: Oxford Univ. Press.
- Baddeley, A., Banse, R., Huang, Y. M., & Page, M. P. A. (2012). Working memory and emotion: Detecting the hedonic detector. *Journal of Cognitive Psychology*, 24(1), 6-16. <http://dx.doi.org/10.1080/20445911.2011.613820>
- Bechara, A., & Damasio, A., (2005). The somatic marker hypothesis: A neural theory of economic decision. *Game and Economic Behaviour*, 52(2), 336-372. <https://doi.org/10.1016/j.geb.2004.06.010>
- Bergmann, H. C., Rijpkema, M., Fernández, G., & Kessels, R. P. C. (2012). The effects of valence and arousal on associative working memory and long-term memory. *PLoS ONE*, 7(12). <http://dx.doi.org/10.1371/journal.pone.0052616>
- Choi, M-H., Min, Y-K., Kim, H.-S., Kim, J.-H.... Chung, S.C. (2013). Effects of three levels of arousal on 3-back working memory task performance. *Cognitive Neuroscience*, 4(1), 1-6. <http://dx.doi.org/10.1080/17588928.2011.634064>
- Cowan, N. (1988). Evolving conceptions of memory storage, selective attention, and their mutual constraints within the human information processing system. *Psychological Bulletin*, 104(2), 163–91. <http://dx.doi.org/10.1037/0033-2909.104.2.163>
- Cowan, N. (1999). An Embedded-Processes Model of working memory. In A. Miyake & P. Shah (Eds.), *Models of working memory: Mechanisms of active maintenance and executive control* (pp. 62-101). New York, NY, US: Cambridge University Press.
- D'Esposito, M. (2007). From cognitive to neural models of working memory. *Philosophical transactions of the Royal Society B*, 362(1481), 761–772. <http://dx.doi.org/10.1098/rstb.2007.2086>
- D'Esposito, M., & Postle, B. R. (2015). The cognitive neuroscience of working memory. *Annual Review of Psychology*, 66, 115-142. <http://dx.doi.org/10.1146/annurev-psych-010814-015031>
- Erk, S., Kleczar, A., & Walter, W. (2007). Valence-specific regulation effects in a working memory task with emotional context. *NeuroImage*, 37, 623–632. <http://dx.doi.org/10.1016/j.neuroimage.2007.05.006>
- Esmaili, M. T., Karimi, M., Tabatabaie, K. R., Moradi, A., & Farahini, N. (2011). The effect of positive arousal on working memory. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 30, 1457-1460. <http://dx.doi.org/10.1016/j.sbspro.2011.10.282>

- Fairfield, B., Mammarella, N., Domenico, A., & Palumbo, R. (2014). Running with emotion: When affective content hampers working memory performance. *International Journal of Psychology, 50*(2), 161-4. <http://dx.doi.org/10.1002/ijop.12101>
- Gotoh, F. (2012). Affective valence of words impacts recall from auditory working memory. *Journal of Cognitive Psychology, 24*(2), 117-124. <http://dx.doi.org/10.1080/20445911.2011.589380>
- Gotoh, F., Kikuchi, T., & Olofsson, U. (2010). A facilitative effect of negative affective valence on working memory. *Scandinavian Journal of Psychology, 51*, 185–191. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1467-9450.2009.00766.x>
- Gray, J. R. (2001). Emotional modulation of cognitive control: Approach–withdrawal states double-dissociate spatial from verbal two-back task performance. *Journal of Experimental Psychology: General, 130*, 436–452. <http://dx.doi.org/10.1037/0096-3445.130.3.436>
- Grimm, S., Weigand, A., Kazzer, P., Jacobs, A. M., & Bajbouj, M. (2012). Neural mechanisms underlying the integration of emotion and working memory. *NeuroImage, 61*(4), 1188–1194. <http://dx.doi.org/10.1016/j.neuroimage.2012.04.004>
- Hur, J., Jordan, A. D., Dolcos, F., & Berenbaum, H. (2016). Emotional influences on perception and working memory. *Cognition and Emotion, 31*(6), 1294-1302. <http://dx.doi.org/10.1080/02699931.2016.1213703>
- Kane, M. J., Conway, A. R. A., Hambrick, D. Z., & Engle, R. W. (2007). Variation in working-memory capacity as variation in executive attention and control. In A. R. A. Conway, C. Jarrold, M. J. Kane, A. Miyake, & J. Towse (Eds.), *Variation in Working Memory* (pp. 21-48). New York: Oxford University Press.
- Kensinger, E. A., & Corkin, S. (2003). Memory enhancement for emotional words: Are emotional words more vividly remembered than neutral words? *Memory and Cognition, 31*, 1169-1180. <http://dx.doi.org/10.3758/BF03195800>
- Kessel, D., García-Rubio, M. J., González, E. K., Tapia, M., López-Martín, S... & Carretié, L. (2016). Working memory of emotional stimuli: electrophysiological characterization. *Biological Psychology, 119*, 190-199. <http://dx.doi.org/10.1016/j.biopsycho.2016.07.009>
- King, R., & Schaefer, A. (2011). The emotional startle effect is disrupted by a concurrent working memory task. *Psychophysiology, 48*, 269–276. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1469-8986.2010.01062.x>
- Levens, S. M., & Phelps, E. A. (2010). Insula and Orbital Frontal Cortex Activity Underlying Emotion Interference Resolution in Working Memory. *Journal of Cognitive Neuroscience, 22*(12), 2790–2803. <http://dx.doi.org/10.1162/jocn.2010.21428>

- Levens, S. M., & Phelps, E. A. (2008). Emotion Processing Effects on Interference Resolution in Working Memory. *Emotion, 8*(2), 267–280. <http://dx.doi.org/10.1037/1528-3542.8.2.267>
- Li, X., Chan, R. C., & Luo, Y. J. (2010a). Stage effects of negative emotion on spatial and verbal working memory. *BioMed Central Neuroscience, 11*(60). <http://dx.doi.org/10.1186/1471-2202-11-60>
- Li, X., Ouyang, Z., & Luo, Y. J. (2010b). The effect of cognitive load on interaction pattern of emotion and working memory: an ERP study. In *The 9th IEEE International Conference on Cognitive Informatics, Beijing, China*, (pp. 61–67). Beijing, China: IEEE Computer Society.
- Lindström, B. R., & Bohlin, G. (2011). Emotion processing facilitates working memory performance. *Cognition and Emotion, 25*(7), 1196–1204. <http://dx.doi.org/10.1080/02699931.2010.527703>
- Luo, Y., Qin, S., Fernandez, G., Zhang, Y., Klumpers, F., & Li, H. (2014). Emotion Perception and Executive Control Interact in the Salience Network During Emotionally Charged Working Memory Processing. *Human Brain Mapping, 35*(11), 5606–5616. <http://dx.doi.org/10.1002/hbm.22573>
- Mather, M., Mitchell, K. J., Raye, C. L., Novak, D. L., Greene, E. J., & Johnson, M. K. (2006). Emotional arousal can impair feature binding in working memory. *Journal of Cognitive Neuroscience, 18*, 614–625. <http://dx.doi.org/10.1162/jocn.2006.18.4.614>
- Morrison, R. G. (2005). Thinking in working memory. In K. J. Holyoak & R. G. Morrison (Eds.), *Cambridge Handbook of Thinking and Reasoning* (pp. 457–473). Cambridge, MA: Cambridge University Press.
- Osaka, M., Yaoi, K., Minamoto, T., & Osaka, N. (2013). When do negative and positive emotions modulate working memory performance? *Scientific reports, 3*, 1375. <http://dx.doi.org/10.1038/srep01375>
- Ozawa, S., Matsuda, G., & Hiraki, K. (2014). Negative emotion modulates prefrontal cortex activity during a working memory task: a NIRS study. *Frontiers in Human Neuroscience, 8*, 46. <http://dx.doi.org/10.3389/fnhum.2014.00046>
- Redick, T. S., & Lindsey, D. R. B. (2013). Complex span and n-back measures of working memory: A meta-analysis. *Psychonomic Bulletin & Review, 20*(6), 1102–1113. <http://dx.doi.org/10.3758/s13423-013-0453-9>
- Sakai, K., & Passingham, R. E. (2004). Prefrontal selection and medial temporal lobe reactivation in retrieval of short-term verbal information. *Cerebral Cortex, 14*(8), 914–921. <http://dx.doi.org/10.1093/cercor/bhh050>
- Schmiedek, F., Hildebrandt, A., Lövdén, M., Lindenberger, U., & Wilhelm, O. (2009). Complex span versus updating tasks of working memory: The gap is not that deep. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition, 35*, 1089–1096. <http://dx.doi.org/10.1037/a0015730>

- Storbeck, J., & Maswood, R. (2015). Happiness increases verbal and spatial working memory capacity where sadness does not: Emotion, working memory and executive control. *Cognition and Emotion*, 7, 1-14. <http://dx.doi.org/10.1080/02699931.2015.1034091>
- Wilhelm, O., Hildebrandt, A., & Oberauer, K. (2013). What is working memory capacity, and how can we measure it? *Frontiers in Psychology*, 4, 433. <http://doi.org/10.3389/fpsyg.2013.004>
- Xie, W., & Zhang, W. (2016). Negative Emotion Boosts Quality of Visual Working Memory Representation. *Emotion*, 16(5), 760–774. <http://dx.doi.org/10.1037/emo0000159>

Recebido em 03/03/2017

Aceito em 16/05/2018

Fabiana Ribeiro: é bacharel em Psicologia, pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (2010), e seu projeto de iniciação científica durante a graduação explorou os efeitos do conhecimento musical sobre as habilidades matemáticas e memória operacional em crianças. Este estudo foi financiado pela Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo - Fapesp, Processo: 08/54970-2. Em 2013, obteve o título de mestre em Psicologia do Desenvolvimento e Aprendizagem, pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, também fomentado pela Fapesp, Processo: 11/01907-4. Atualmente, ela cursa o doutorado em Psicologia Básica na Universidade do Minho, em Portugal, onde investiga os efeitos da indução musical nos processos de memória operacional. Seu doutorado é financiado pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - CNPq, Processo: 229520/2013-8.

Flávia Heloísa Santos: Universidade do Minho, Portugal e Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Bauru, Brasil.