



## ARTIGO ORIGINAL

## Efeito do estresse crônico na memória espacial de curto e longo prazo em ratos Wistar

*Effect of chronic stress on short and long-term spatial memory in Wistar rats*

Rodolfo Souza de Faria<sup>1,\*</sup>, Amanda Rocha Moreno<sup>1</sup>, Ana Isabel Leone Pinto<sup>1</sup> , Elisa Moreira Pessoa<sup>1</sup>, Júlia Peloso Maia<sup>1</sup>, Clarissa Trzesniak<sup>1</sup>, Paulo José Oliveira Cortez<sup>1</sup> 

<sup>1</sup>Faculdade de Medicina de Itajubá, Itajubá, Minas Gerais, Brasil.

## INFORMAÇÕES GERAIS

Recebido em: 13 de agosto de 2019  
Aceito em: 23 de maio de 2020

**Palavras-Chave**

Aprendizagem  
Estresse psicológico  
Memória

**Keywords**

Learning  
Psychological stress  
Memory

## RESUMO

**Objetivo:** Investigar a relação entre o estresse crônico e a memória espacial em ratos. **Métodos:** Utilizaram-se 20 ratos, machos, com 45 dias de vida, linhagem Wistar, divididos em 2 grupos: Estresse Choque (n = 10), onde foram alocados em uma caixa onde receberam um choque elétrico nas patas traseiras de 0,5 mA, por 2 s, a cada 30 s, por 5 min/dia, por 49 dias consecutivos; e Controle (n = 10), alocados na mesma caixa, porém sem receber estímulo, por 5 min, durante 49 dias. Posteriormente, iniciaram-se os procedimentos comportamentais, que consistiram na Habituação na Arena, Teste de Campo Aberto, Treino de Reconhecimento de Objetos, Teste de Memória de Curto Prazo (TMCP) e Teste de Memória de Longo Prazo (TMLP). Foram obtidas as taxas de duração de preferência exploratória. Os dados foram apresentados como média ± erro padrão da média. **Resultados:** No TMCP, o grupo Estresse Choque apresentou um aumento significativo da taxa de exploração (75,75 ± 4,77% vs 58,49 ± 4,83%; p = 0,023), demonstrando um efeito positivo do estresse crônico sobre a memória de curto prazo. No TMCP, não houve diferença significativa do grupo Estresse Choque (55,23 ± 8,33%) em relação ao Controle (71,61 ± 4,76%; p = 0,146). **Conclusão:** o estresse crônico revelou efeitos positivos sobre a memória de curto prazo no Teste de Reconhecimento de Objetos, quando comparado ao grupo de controle, porém não obteve efeitos significativos sobre a memória de longo prazo.

## ABSTRACT

**Objective:** To investigate the relationship between chronic stress and spatial memory in rats. **Methods:** 20 male rats, 45 days old, Wistar lineage, were used, divided into two groups: Shock Stress (n = 10), placed in a box where they were submitted to an electric shock 0.5 mA in the rear legs, for 2 s, every 30 s, for 5 min/day, for 49 consecutive days; and Control (n = 10), allocated in the same box, but without receiving stimulus, for 5 min, for 49 days. Subsequently, behavioral procedures were initiated, which consisted of Habituation at the Arena, Open Field Test, Object Recognition Training, Short-Term Memory Test (STMT), and Long-Term Memory Test (LTMT). Exploratory preference duration rates were obtained. Data were presented as mean ± standard error of median. **Results:** At STMT, the Shock Stress group showed a significant increase in the exploration rate (75.75 ± 4.77% vs. 58.49 ± 4.83%; p = 0.023), demonstrating a positive effect of chronic stress on short-term memory. In the LTMT, there was no significant difference in the Shock Stress group (55.23 ± 8.33%) compared to the Control group (71.61 ± 4.76%; p = 0.146). **Conclusion:** chronic stress revealed positive effects on short-term memory in the Object Recognition Test when compared to the control group, but it did not have significant effects on long-term memory.

**\* Correspondência:**

Av. Renó Júnior, 368 | São Vicente | CEP 37502-138 | Itajubá - MG.  
e-mail: [rodolfo.fisiologia@gmail.com](mailto:rodolfo.fisiologia@gmail.com)

## Introdução

A memória é definida como uma modificação comportamental advinda das relações entre o organismo e o meio no qual está inserido. Tais relações ocorrem como resultado da prática, da experiência e/ou observação, estabelecendo alterações moleculares e celulares nos circuitos neuronais do sistema nervoso central, onde o encéfalo constantemente cria e evoca memórias. Porém, a memória não é apenas a capacidade de repetir, mas sim de variar a resposta frente a uma nova aprendizagem<sup>1,2</sup>. A aprendizagem transforma experiências em memórias e é o processo pelo qual humanos e outros animais captam conhecimento. Em uma perspectiva cognitiva, a aprendizagem seria concebida como a aquisição de novas informações e a sua integração no conjunto de conhecimentos pré-existentes. Aprender, porém, não se limita apenas à aquisição de novas informações, mas tem ainda por objetivo corrigir, aprofundar, expandir e reorganizar a base dos conhecimentos já adquiridos. Dessa forma, a aprendizagem está vinculada aos demais processos mentais de atenção, percepção, memória e raciocínio, sendo o conhecimento o resultado da mediação coordenada dos vários processos cognitivos<sup>3</sup>.

Classicamente, a memória pode ser dividida em estágios, que se classificam conforme o tempo de retenção ou armazenamento de uma informação: muito rápido (na ordem de milissegundos, denominada de memória sensorial), de curto e de longo prazo. A memória de curto prazo é aquela que apresenta armazenamento temporário de poucas informações por curto intervalo de tempo advindas da memória sensorial ou da memória de longo prazo. A memória de longo prazo tem a capacidade de armazenar informações por períodos de tempo bem mais longos, na ordem de minutos, horas, dias, semanas, meses ou anos<sup>3-5</sup>.

Neste cenário, a memória espacial envolve a habilidade para codificar, armazenar e recuperar informações sobre localizações espaciais, configurações ou rotas. É esta função que permite lembrar da localização de objetos ou encontrar o caminho dentro do meio ambiente. Informações referentes aos objetos e às relações espaciais entre eles são armazenadas pelo esboço visuoespacial, também considerado um sistema duplo formado por um armazenador visual e por um sistema ativo, responsável por manter informações visuoespaciais<sup>6-8</sup>. A memória espacial pode ser afetada por vários fatores externos e internos, incluindo o estresse<sup>9-11</sup>.

Demonstrou-se ainda que o estresse pode melhorar ou piorar as memórias relacionadas a diversas tarefas (como na memória de reconhecimento de objeto, condicionamento clássico e navegação espacial)<sup>9</sup>. A direção destes efeitos depende da intensidade da resposta ao estresse, do tipo de agente estressante utilizado e da fase da memória na qual se induz o estresse.<sup>10</sup> A exposição ao estresse agudo pode exercer um efeito positivo ou negativo na memória de curto prazo<sup>1</sup>. Troncoso et al.<sup>11</sup> demonstraram que a indução de estresse agudo por imobilização em ratos, antes da aquisição de uma tarefa espacial, avaliada no labirinto radial de oito braços, melhorou o desempenho desta tarefa comparados ao grupo controle. Por outro lado, o estresse crônico também é capaz de exercer efeitos na memória espacial. Barreto et al.<sup>12</sup> demonstraram que, apesar do desgaste metabólico, a memória de aprendizagem foi preservada durante o

estresse crônico. Esse fato é interessante, uma vez que esta forma de estresse é frequentemente relatada como deletéria para o desempenho da memória em mamíferos, assim como evidenciado em Izquierdo et al.<sup>13</sup>, que demonstraram o estresse agudo como prejudicial tanto para a memória de reconhecimento de objetos a curto prazo quanto para a longo prazo, enquanto o estresse crônico prejudicou apenas a de longo prazo<sup>14-16</sup>.

Diante da relevância de tal problemática e da escassez de estudos relacionados especificamente ao estresse crônico e suas interações com a memória de longo prazo, o objetivo do presente estudo foi, visando ampliar as bases da relação entre tais temas, investigar o efeito do estresse crônico nas diferentes fases da memória espacial em ratos.

## Métodos

### Animais

Os experimentos foram realizados com ratos machos (espécie *Rattus norvegicus*, linhagem Wistar), de 220 a 280 g, com idades entre seis e nove semanas, obtidos no biotério da Faculdade de Medicina de Itajubá. Os animais foram mantidos em temperatura média de 25 °C e ciclo claro/escuro de 12 h (às 07 h e 19 h), com comida e água disponíveis *ad libitum*. Todos procedimentos experimentais foram realizados de acordo com o Requisitos do Comitê de Ética no Uso de Animais da mesma instituição, sob o número de protocolo 015/2015.

### Procedimentos experimentais

Os procedimentos experimentais foram realizados individualmente para cada animal, e foram divididos nas seguintes etapas: indução do estresse crônico, habituação da arena, teste de campo aberto, treino de reconhecimento de objetos, teste de memória de curto prazo e teste de memória de longo prazo (Figura 1). O tempo de exploração de cada objeto, em todas as etapas, foi registrado em vídeo para documentação e posterior análise.

#### 1. Indução do estresse crônico

Os animais foram divididos, aleatoriamente, em dois grupos experimentais: Estresse Choque (n = 10), que foi introduzido em uma caixa de Skinner com dimensões de 35 X 23 X 35 cm (comprimento, largura e altura), utilizada para apresentação do estímulo aversivo choque (1,0 mA, com duração de 2 s, a cada 30 s, durante 5 min, por 49 dias consecutivos), programado por meio de um Scrambler, liberado pelo piso (de aço inox) da caixa; e Controle (n = 10), submetido à mesma caixa utilizada pelo grupo Estresse Choque, por 5 min, durante 49 dias consecutivos, mas não recebeu nenhum estímulo elétrico para indução de estresse<sup>9,17,18</sup>.

#### 2. Habituação da Arena

Do 50º ao 52º dia, os animais passaram pela fase de Habituação na Arena, onde foram expostos a uma arena de 90 x 90 x 40 cm, durante 10 min/dia, onde o animal não foi exposto a qualquer objeto<sup>9,18</sup>. Esse experimento tem como objetivo minimizar o estresse do animal no contexto experimental da arena.

#### 3. Teste de Campo Aberto

No 53º dia foi realizado o Teste de Campo Aberto, no qual os animais foram colocados no quadrante central de um campo aberto de 90 x 90 x 40 cm, com paredes brancas e piso dividido em 12 retângulos iguais por linhas pretas no piso, para medir a capacidade de movimentação e exploração de cada rato, sem exposição a qualquer objeto<sup>9,18</sup>. Esse experimento tem como objetivo analisar as atividades exploratórias e locomotoras, bem como a memória de habituação dos animais<sup>12</sup>.

#### 4. Treino de Reconhecimento de Objetos

No 54º dia decorreu o Treino de Reconhecimento de Objetos, em que os ratos foram colocados individualmente por 5 min para explorar a arena (90 x 90 x 40 cm), na presença de 02 objetos idênticos (1A a 2A) posicionados em dois cantos opostos, a 6 cm das paredes da caixa.<sup>9,18</sup>

#### 5. Teste de Memória de Curto Prazo

Após 1h30min do treino, os animais passaram pelo teste de memória de curto prazo, em que exploraram a mesma arena do treino por 5 minutos na presença de um objeto familiar (1A) e de um novo objeto (B)<sup>9,18</sup>.

#### 6. Teste de Memória de Longo Prazo

No 64º dia transcorreu o Teste de Memória de Longo Prazo, 10 dias após o Teste de Memória de Curto Prazo, em que os animais, individualmente, foram colocados na arena para exploração, por 5 minutos, na presença de um objeto familiar (1A) e de um novo objeto (C). Finalizado o Teste de Memória de Longo Prazo, os ratos retornaram para suas gaiolas. Sendo representada toda a metodologia de forma esquemática na figura a seguir.

Todos os objetos utilizados no treino de reconhecimento de objetos e nos testes eram do mesmo material (plástico), apresentavam a mesma textura e tamanho, mas formas e cores distintas. Após a realização de cada etapa dos procedimentos experimentais, os

animais retornaram a suas gaiolas no biotério. Ao final do período experimental, os animais foram submetidos a eutanásia por decapitação.

#### Análise estatística

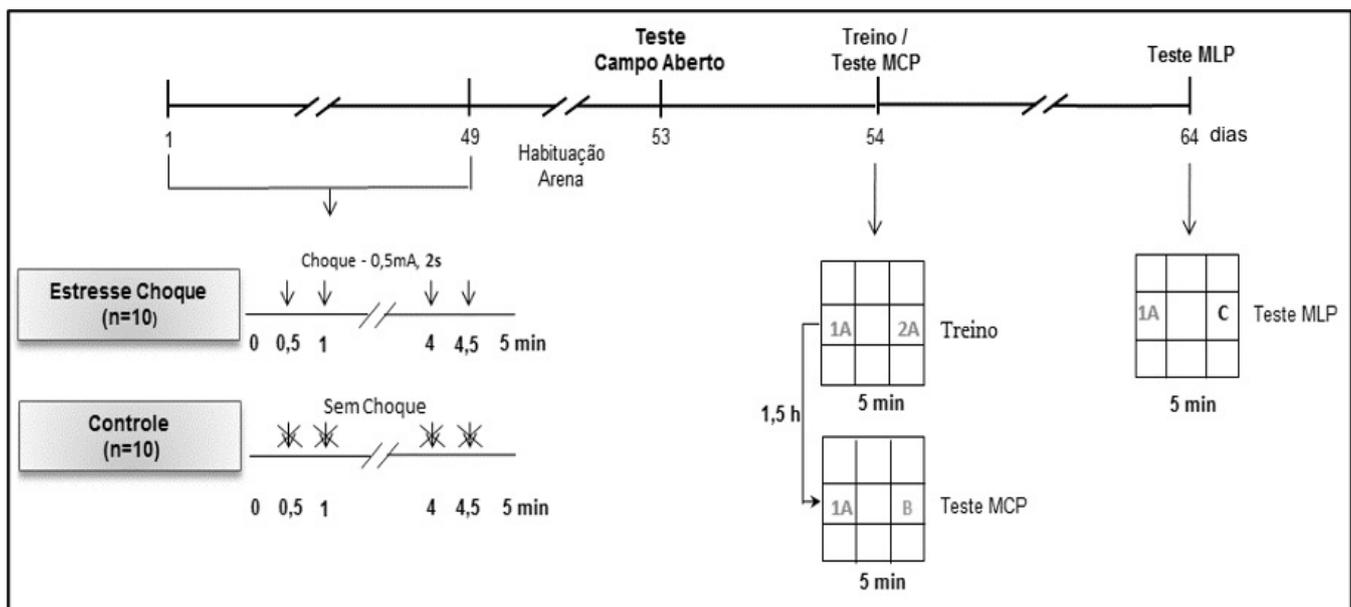
Os resultados relacionados ao comportamento de exploração de objetos são apresentados como preferência exploratória<sup>4</sup>. Para tanto, foi calculado o índice de reconhecimento para cada animal por meio da razão  $TB,C/(TA+TB,C) \times 100$ , em que TA = tempo gasto explorando o objeto familiar A e TB,C = tempo gasto explorando os novos objetos B ou C.

Todos os resultados experimentais foram expressos como média  $\pm$  erro padrão da média (EPM). Para garantir que análises paramétricas pudessem ser aplicadas, os dados foram submetidos aos testes *Kolmogorov-Smirnov* (para normalidade) e *Levene* (homogeneidade da variância). Em seguida, foram realizados testes t de *Student* para amostras independentes para comparar, entre os dois grupos, a preferência exploratória para cada uma das três fases do estudo: a) memória de curto prazo; b) memória de longo prazo (10 dias). Foram considerados significativos valores de  $p < 0,05$ . As análises estatísticas foram realizadas no IBM SPSS Statistics for Windows, versão 22 (IBM Corp., Armonk, N.Y., USA).

## Resultados

*Análise do comportamento de exploração dos objetos durante o teste de memória de curto prazo (90 min) de reconhecimento de objetos.*

A Figura 2A mostra os dados da taxa do tempo de preferência exploratória dos objetos A e B, durante a sessão do teste realizado 90 min após o treino de reconhecimento de objetos (memória de curto prazo). Foi observado um maior tempo de exploração no grupo Choque em relação ao grupo Controle ( $75,75 \pm 4,77\%$  vs  $58,49 \pm 4,83\%$ ;  $t(20) = 2,46$ ,  $p = 0,023$ ).

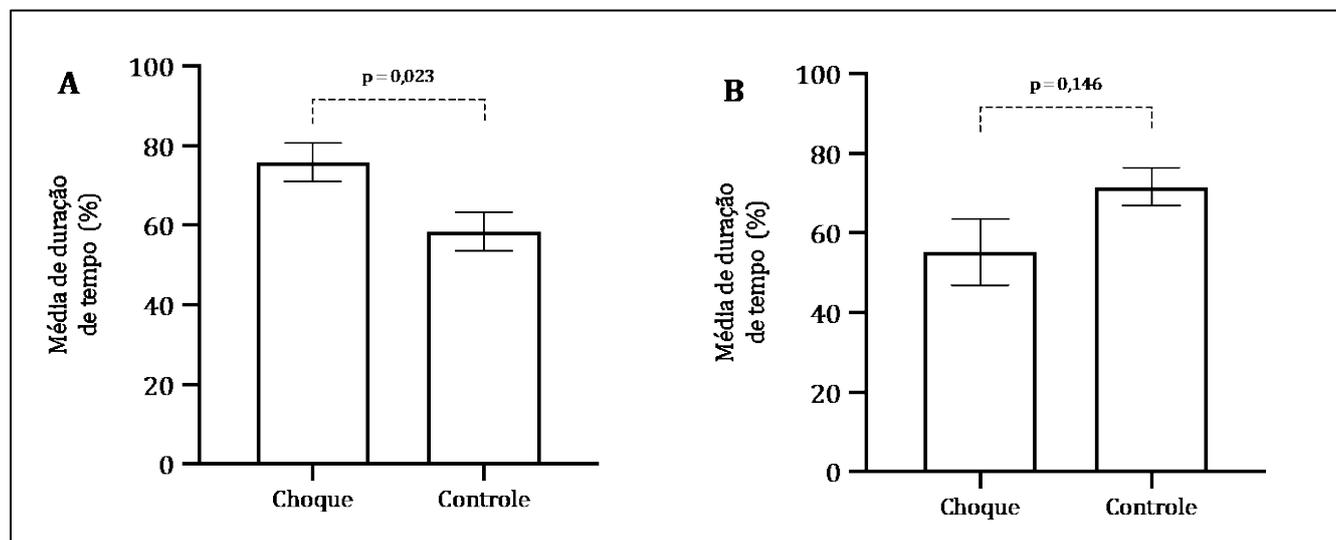


**Figura 1** – Desenho esquemático e linha do tempo dos procedimentos experimentais realizados.

Análise do comportamento de exploração dos objetos durante o teste de memória de longo prazo (10 dias após o treino) de reconhecimento de objetos.

A Figura 2B mostra os dados da taxa do tempo de preferência exploratória dos objetos A e C (teste ocorrido

10 dias após o treino). Não foram observadas diferenças significativas entre os grupos Choque e Controle no teste de longo prazo ( $55,23 \pm 8,33\%$  vs  $71,61 \pm 4,76\%$ ;  $p = 0,146$ ).



**Figura 2** – Média da porcentagem da duração de exploração de objetos para os grupos Choque (n = 10) e Controle (n = 10). Em (A), Teste de Curto Prazo ocorrido após 90 min do treino de reconhecimento de objetos. Em (B), Teste de Longo Prazo, onde não foram observadas diferenças estatisticamente significantes.

## Discussão

Nos dias atuais, a cada momento os indivíduos interagem com um complexo cotidiano de situações desafiadoras, nas quais o ritmo acelerado das mudanças socioeconômicas e culturais impõem ao organismo humano constantes readaptações psicofisiológicas, cognitivas e comportamentais. Tais adaptações são eficazes até certo limite, a partir do qual se sobrepõe um efeito desorganizador acompanhado de todas as repercussões relativas ao estresse<sup>19-24</sup>.

Um evento estressor é caracterizado como um estímulo que ameaça o organismo, gerando, como consequência, um padrão de respostas físicas que o corpo utiliza para evitar ou escapar de uma condição avaliada como adversa. Como parte desse padrão, o estresse pode desencadear mudanças fisiológicas nas taxas cardíacas e respiratórias, além da pressão arterial<sup>21</sup>. Esse efeito do estressor não está restrito apenas ao tecido periférico, mas também interage com as funções do sistema nervoso central e dos outros sistemas a ele relacionados<sup>19</sup>. Além disso, o estresse, agudo ou crônico, foi repetidamente associado à piora das funções cognitivas, incluindo os processos intrínsecos à aprendizagem e à memória<sup>16-18,20,22,25,26</sup>.

São poucos os estudos que avaliam os efeitos do estresse crônico sobre a memória de longo prazo, principalmente no modelo de reconhecimento de objetos. Os resultados obtidos por esse estudo apontam que o estresse crônico induziu efeitos positivos na memória de curto prazo, cuja análise foi feita durante a realização, 90

minutos após o treinamento, do Teste de Memória de Curto Prazo, no qual o grupo estresse revelou significância com um maior tempo de exploração, quando comparado ao grupo controle. Contudo, esse protocolo de estresse não apresentou diferenças significativas entre os grupos quando testados 10 dias após o treinamento, durante o Teste de Memória de Longo Prazo.

A literatura ainda apresenta divergentes resultados dos efeitos do estresse crônico na memória<sup>11,12,27</sup>. Faria et al.<sup>27</sup> demonstraram que ratos submetidos ao estresse do nado forçado, durante 30 dias, apresentaram uma melhora na memória de curto prazo quando testados ao contexto ao som, comparados ao grupo de ratos sedentários, os quais não foram submetidos ao estresse crônico. Os resultados confirmaram esse mesmo efeito positivo do estresse crônico sobre a memória de curto prazo no teste de reconhecimento de objetos. Izquierdo et al.<sup>13</sup> avaliaram a memória de curto e longo prazo submetendo ratos, que foram expostos ao estresse crônico por estímulo elétrico por 8 semanas, ao teste de reconhecimento de objetos. Os pesquisadores concluíram que o estresse crônico teve efeito deletério apenas na memória de longo prazo, não tendo efeito significativo na de curto prazo. Troncoso et al.<sup>11</sup> apresentaram resultados em que os animais foram expostos ao estresse crônico por estímulo elétrico por 8 semanas e ao Labirinto de Barnes. Esses animais apresentaram efeito prejudicial na memória de longo prazo apenas, sem interferência na de curto prazo.

Outro novo parâmetro avaliado no presente estudo foram os efeitos do estresse crônico sobre as duas

fases da memória – curto e longo prazo – pelo protocolo de reconhecimento de objetos, tendo em vista que a literatura é escassa acerca desses dados especificamente. O principal resultado destacou um efeito positivo do estresse crônico na memória de curto prazo, no entanto, não evidenciando nenhum impacto na memória de longo prazo. As médias dos animais do grupo Estresse Choque não revelaram diferença estatística no comportamento de exploração quando comparados ao grupo Controle no Teste de Memória de Longo Prazo. Estes resultados podem sugerir que o efeito do estresse foi capaz de induzir alterações neuronais necessárias para estabelecer a memória de curto prazo.

Assim, este estudo contribui e complementa a literatura relacionada ao campo de pesquisa explorada nesse trabalho, fornecendo uma outra perspectiva das

relações entre o estresse crônico e a memória no reconhecimento de novos objetos. Os efeitos do estresse, de acordo com nossos resultados, apresentaram-se limitados à memória de curto prazo, talvez modulando uma série de eventos moleculares e celulares necessários para a regulação fina da plasticidade neuronal vital para a consolidação da memória.

## Conclusão

O estresse crônico revelou efeitos positivos sobre a memória de curto prazo no teste de reconhecimento de objetos. Ainda assim, essa modalidade de estresse não exerceu nenhuma mudança na memória de longo prazo.

## Referências

- Moreira MB, Montero EFS, Fagundes DJ, Chida VV, Ramalho CEB, Juliano Y. A Função Renal de Ratos Espontaneamente Hipertensos Submetidos ao Pneumoperitônio. *Acta Cir Bras.* 2002;17(3):168-76. doi: [10.1590/S0102-86502002000300004](https://doi.org/10.1590/S0102-86502002000300004)
- Lin M, Hou G, Zhao Y, Yuan T. Recovery of Chronic Stress-Triggered Changes of Hippocampal Glutamatergic Transmission. *Plast Neural*. 2018;2018: 9360203. doi: [10.1155/2018/9360203](https://doi.org/10.1155/2018/9360203)
- Brito MVH, Araújo M, Acácio GJS, Acácio, GJS, dos Reis JMC. Lesão intestinal após isquemia e reperfusão: estudo comparativo usando sal tetrazólico (MTT) e histologia. *Acta Cir. Bras.* 2001;16(1):26-31. doi: [10.1590/S0102-86502001000100005](https://doi.org/10.1590/S0102-86502001000100005)
- Cechella JL, Leite MR, Rosario AR, Sampaio TB, Zeni G. Disphenyl diselenide-supplemented diet and swimming exercise enhance novel object recognition memory in old rats. *Age (Dordr).* 2014;36(4):96. doi: [10.1007%2Fs11357-014-9666-8](https://doi.org/10.1007%2Fs11357-014-9666-8)
- Lindqvist C, Jensen, P. Domestication and stress effects on contrafreeloading and spatial learning performance in red jungle fowl (*Gallus gallus*) and White Leghorn layers. *Behav Processes.* 2009;81(1):80-4. doi: [10.1016/j.beproc.2009.02.005](https://doi.org/10.1016/j.beproc.2009.02.005)
- Pinto A. Memória, cognição e educação: implicações mútuas. Educação, cognição e desenvolvimento: textos de psicologia educacional para a formação de professores. Lisboa: Edinova; 2001. pp17-54.
- Dias LBT, Landeira-Fernandez J. Neuropsicologia do desenvolvimento da memória: da pré-escola ao período escolar. *Neuropsicol Latinoamericana [Internet].* 2011 [cited 2020 May 23];3(1):19-26. Available from: [pepsic.bvsalud.org/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2075-94792011000100003&lng=pt&nrm=iso](https://pepsic.bvsalud.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2075-94792011000100003&lng=pt&nrm=iso)
- Diehl F. Plasticidade de receptores colinérgicos muscarínicos M4 hipocámpais decorrente de uma consolidação da memória como possível marcador sináptico do engrama: ensaios farmacológico-comportamentais [Doctoral Thesis]. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul; 2010 [cited 2020 May 23]. Available from: [www.lume.ufrgs.br/handle/10183/26580](http://www.lume.ufrgs.br/handle/10183/26580)
- Galera C, Garcia RB, Vasques R. Componentes funcionais da memória visuoespacial. *Estud Av.* 2013;27(77):29-44. doi: [10.1590/S0103-40142013000100004](https://doi.org/10.1590/S0103-40142013000100004)
- Rocha SFB. Avaliação da memória espacial em pacientes portadores de Epilepsia com esclerose hipocámpal [Dissertation]. Curitiba: Universidade Federal do Paraná; 2008 [cited 2020 May 23]. 87 pp. Available from: [hdl.handle.net/1884/23257](http://hdl.handle.net/1884/23257)
- Troncoso J, Lamprea M, Cuestas DM, Múnera A. El estrés agudo interfiere con la evocación y promueve la extinción de la memoria espacial en el laberinto de Barnes. *Acta Biol Colomb [Internet].* 2010 [cited 2020 May 23];15(1):207-22. Available from: [revistas.unal.edu.co/index.php/actabiol/article/view/9692/14654](http://revistas.unal.edu.co/index.php/actabiol/article/view/9692/14654)
- Barreto AB. Estresse e memória: Efeito do estresse agudo e crônico na retenção da memória em diferentes perfis de personalidade em tilápias-do-Nilo [Doctoral Thesis]. Botucatu: Universidade Estadual de São Paulo, 2018. Available from: [repositorio.unesp.br/handle/11449/153772](https://repositorio.unesp.br/handle/11449/153772)
- Izquierdo I, Mello PB, Benetti F, Cammarota M. Effects of acute and chronic physical exercise and stress on different types of memory in rats. *An Acad Bras Ciênc.* 2008;80(2):301-9. doi: [10.1590/s0001-37652008000200008](https://doi.org/10.1590/s0001-37652008000200008)
- Conrad CD. What Is the Functional Significance of Chronic Stress-Induced CA3 Dendritic Retraction Within the Hippocampus? *Behav Cogn Neurosci Rev.* 2006;5(1):41-60. doi: [10.1177/1534582306289043](https://doi.org/10.1177/1534582306289043)
- Mueller BR, Bale TL. Early prenatal stress impact on coping strategies and learning performance is sex dependent. *Physiol Behav.* 2007;91(1):55-65. doi: [10.1016/j.physbeh.2007.01.017](https://doi.org/10.1016/j.physbeh.2007.01.017)
- Narayanan SN, Kumar RS, Potu BK, Nayak S, Mailankot M. Spatial memory performance of wistar rats exposed to mobile phone. *Clinics.* 2009;64(3):231-4. doi: [10.1590%2FS1807-59322009000300014](https://doi.org/10.1590%2FS1807-59322009000300014)
- Joëls M, Pu Z, Wiegert O, Oitzl MS, Krugers HJ. Learning under stress: how does it work? *Trends Cogn Sci.* 2006;10(4):152-8. doi: [10.1016/j.tics.2006.02.002](https://doi.org/10.1016/j.tics.2006.02.002)
- De Kloet E, Oitzl MS, Joëls M. Stress and cognition: are corticosteroids good or bad guys? *Trends Neurosci.* 1999;22(10):422-6. doi: [10.1016/s0166-2236\(99\)01438-1](https://doi.org/10.1016/s0166-2236(99)01438-1)
- Margis R, Picon P, Cosner AF, Silveira RO. Relação entre estressores, estresse e ansiedade. *Rev Psiquiatr Rio Gd Sul.* 2003;25(1):65-74. doi: [10.1590/S0101-81082003000400008](https://doi.org/10.1590/S0101-81082003000400008)
- Machado SS. Qualidade de vida e stress de adultos jovens na sociedade contemporânea [Doctoral Thesis]. Rio Grande do Sul: Universidade Federal do Rio Grande do Sul; 2003. 185 pp. Available from: [www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/8816/000589499.pdf](http://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/8816/000589499.pdf)
- Rocha R, Porto M, Morelli MYG, Maestá N, Waib PH, Burini RC. Efeito do estresse ambiental sobre a pressão arterial em trabalhadores. *Rev Saúde Pública.* 2002;36(5):568-75. doi: [10.1590/S0034-89102002000600005](https://doi.org/10.1590/S0034-89102002000600005)
- Cortez CM, Silva D. Implicações do estresse sobre a saúde e a doença mental. *Arq Catarin Med.* 2007;36(4):96-108.
- Pereira A, Freitas C, Mendonça C, Marçal F, Souza J, Noronha JP, Lessa L, et al. Envelhecimento, estresse e sociedade: uma visão psiconeuroendocrinológica. *Comun Ciênc Saúde [Internet].* 2004 [cited 2020 May 23];1:34-53. Available from: [pepsic.bvsalud.org/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1806-58212004000100006&lng=pt&nrm=iso](https://pepsic.bvsalud.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1806-58212004000100006&lng=pt&nrm=iso)
- Schultchen D, Reichenberger J, Mittl T, Weh TRM, Smyth JM, Blechert J, et al. Bidirectional relationship of stress and affect with physical activity and healthy eating. *Br J Health Psychol.* 2019;24(2):315-33. doi: [10.1111/bjhp.12355](https://doi.org/10.1111/bjhp.12355)

25. Smith AM, Hughes GI, Davis FC, Thomas AK. Acute stress enhances general-knowledge semantic memory. *Horm Behav*. 2019;109:38-43. doi: [10.1016/j.yhbeh.2019.02.003](https://doi.org/10.1016/j.yhbeh.2019.02.003)
26. Barry TJ, Sze WY, Raes F. A meta-analysis and systematic review of Memory Specificity Training (MeST) in the treatment of emotional disorders. *Behav Res Ther*. 2019;116:36-51. doi: [10.1016/j.brat.2019.02.001](https://doi.org/10.1016/j.brat.2019.02.001)
27. Faria RS, Gutierrez LFS, Faria FCS, Vale I, Reis J, Dias EV, Sartori CR, *et al*. Effects of the swimming exercise on the consolidation and persistence of auditory and contextual fear memory. *Neurosci Lett*. 2016;628:147-52. doi: [10.1016/j.neulet.2016.06.020](https://doi.org/10.1016/j.neulet.2016.06.020)

**Os autores declaram não haver conflitos de interesse.**

**Contribuição dos autores:**

Concepção e desenho do estudo: RSF  
Análise e interpretação dos dados: RSF, ARM, AILP, EMP, JPM  
Coleta de dados: ARM, AILP, EMP, JPM  
Redação do manuscrito: RSF, ARM, AILP, EMP  
Revisão crítica do texto: CT, RSF, PJO  
Aprovação final do manuscrito: RSF  
Análise estatística: RSF, CT  
Responsabilidade geral pelo estudo: RSF

**Informações de financiamento:** Fundação de Amparo à Pesquisa de Minas Gerais (FAPEMIG).