

# **Desamparo aprendido e imunização utilizando o jato de ar quente como estímulo aversivo em ratos**

*(Learned Helplessness and Immunization Using the Hot Air Blast as an Aversive Stimulus in Rats)*

**Marcus Bentes de Carvalho-Neto<sup>1</sup>, Débora Vanessa Nunes de Oliveira y Darlene Cardoso Ferreira**

Universidade Federal do Pará

(Brasil)

## **RESUMO**

No desamparo aprendido, sujeitos expostos a uma condição controlável antes da exposição aos eventos aversivos incontroláveis apresentam posteriormente menor déficit na aprendizagem de uma nova resposta. Tal fenômeno é conhecido como imunização. As pesquisas sobre controle aversivo, incluindo o desamparo aprendido, foram predominantemente realizadas com o choque elétrico em animais não humanos. O presente trabalho testou a generalidade da imunização contra o desamparo aprendido utilizando o jato de ar quente (JAQ). Vinte e quatro ratos foram divididos em três grupos (n=8): Grupo Imunização (Pré-Tratamento Controlável, Tratamento Incontrolável e Teste Controlável); Grupo Desamparo (Tratamento Incontrolável e Teste Controlável) e Grupo Neutro (Teste Controlável). Os principais resultados foram: a) o Grupo Desamparo não mostrou aprendizagem da resposta de fuga no Teste, reproduzindo um desempenho típico de desamparo aprendido; b) os grupos Neutro e Imunização mostraram padrões de aprendizagem no Teste, sendo que o primeiro obteve o melhor desempenho; (c) observou-se um efeito de imunização (parcial). Tais resultados confirmam a generalidade dos fenômenos de fuga, de desamparo aprendido e de imunização com o JAQ em ratos, atestando também a relevância científica e a utilidade técnica do equipamento e do estímulo aversivo em questão.

*Palavras-chave:* desamparo aprendido, imunização, fuga, jato de ar quente, ratos.

## ABSTRACT

In the helplessness learned subjects exposed to a controllable condition before exposure to uncontrollable aversive events have fewer deficits in learning a new response. Such a phenomenon is known as immunization. Research on aversive control, including learned helplessness, was predominantly conducted with electric shock in non-human animals. The present work tested the generality of immunization against helplessness learned with an alternative aversive stimulus: the hot air blasts (HAB). Would exposure to a controllable situation in the Pre-Treatment (escape by focusing), prior to exposure to uncontrollable HAB, eliminate or reduce the deleterious effects on learning a new escape response in the Final Test (escape by jumping)? 24 rats were divided into three Groups (n = 8): Immunization Group, exposed to the sequence: Controllable Pre-Treatment (escape by nose poking), Uncontrollable Treatment (without escape possibility) and Controllable Test (escape by jumping); Helplessness Group, exposed to the sequence: Uncontrollable Treatment (without possibility of escape) and Controllable Test (escape by jumping); Neutral Group, exposed only to the Controllable Test (escape by jumping). The main results were: a) the Helplessness Group showed no learning of the escape response in the Test, reproducing a typical learned helplessness performance; b) the Neutral and Immunization groups showed learning patterns in the Test, with Neutral Group having the best performance; c) an (partial) immunization effect was observed. Such results confirm the generality of the phenomena of escape, learned helplessness and immunization with hot air blasts in rats, also attesting to the scientific relevance and technical usefulness of the equipment and aversive stimulus.

*Keywords:* learned helplessness, immunization, escape, hot air blast, rats.

Hunziker (1997) definiu o desamparo aprendido como um fenômeno comportamental marcado “pela dificuldade de aprendizagem demonstrada por sujeitos previamente expostos a eventos aversivos incontroláveis” (p. 17). Tal fenômeno ganhou importância dentro e fora da Análise do Comportamento especialmente depois que foi apresentado por Seligman (1975) como um modelo experimental para a depressão humana (para uma análise crítica da proposta, ver Abramson, Seligman & Teasdale, 1978; Abreu, 2011; Buchwald, Coyne & Cole, 1978; Ferreira & Tourinho, 2013; Hunziker, 1993 e 2001; Maier, 1984; Willner, 1986). Nos estudos pioneiros no final dos anos 1960 (Overmier & Seligman, 1967; Seligman & Maier, 1967), cães expostos a choques elétricos incontroláveis, isto é, dos quais não podiam fugir ou se esquivar (fase de tratamento), não aprendiam ou tinham mais dificuldades de aprender a fugir ou se esquivar de estímulos aversivos controláveis em uma nova tarefa (fase de teste). A hipótese do desamparo aprendido, que acabou nomeando o próprio fenômeno, seria, em linhas gerais, de que os organismos aprenderiam, por conta de uma primeira experiência com estímulos aversivos incontroláveis, que nenhuma resposta seria efetiva em eliminar (ou evitar) uma situação aversiva, mesmo que esta fosse controlável por eles em um segundo momento (Hunziker, 2003).

O desamparo aprendido mostrou-se presente em um grande espectro do reino animal, como em insetos, peixes, aves e mamíferos (Eisenstein & Carlson, 1997). O fenômeno já foi relatado, por exemplo, em macacos (Rush, Mineka & Suomi, 1983), cães (Overmier & Seligman, 1967; Seligman & Maier, 1967), gatos (Seward & Humphrey, 1967), ratos (Altenor, Kay & Richter, 1977; Freda & Klein, 1976; Glazer & Weiss, 1976; Maier, Albin, & Testa, 1973; Maier & Testa, 1975; Rosellini & Seligman, 1975, 1976 e 1978; Santos, Gehm & Hunziker, 2011; Seligman & Beagley, 1975; Trashner, 1979), gerbis (Brown & Dixon, 1983), galinhas (Job, 1987; Rodd, Rosellini, Stock, & Gallup Jr., 1997), peixes dourados/goldfish (Padilla, Padilla, Ketterer & Giacalone, 1970), paulistinhas/zebrafish (Nascimento, Walsh Monteiro & Gouveia Jr, 2016), abelhas (Dinges, 2013; Dinges, Varnon, Cota, Slykerman & Abramson, 2017), baratas (Brown, Busby, & Klopfenstein, 1992; Brown & Stroup, 1988), lesmas (Brown, Davenport & Howe, 1994) e humanos (Hiroto, 1974; Hiroto & Seligman, 1975; Miller, & Norman, 1979; Miller & Seligman, 1975; Thornton & Jacobs, 1971; Winefield & Tiggemann, 1978).

Tendo sido identificadas as variáveis relevantes para a produção do desamparo aprendido, passou-se a investigar as variáveis relevantes para preveni-lo. Dentro da lógica do desamparo aprendido como um fenômeno comportamental supostamente relacionado à depressão, passou-se a utilizar o conceito, de inspiração biotecnológica, de “imunização”. No estudo original de Seligman e Maier (1967), observou-se que os cães com experiência prévia com estímulos aversivos controláveis (choque elétrico), ou seja, que podiam fugir ou se esquivar desses estímulos emitindo respostas de fuga ou esquivas (metaforicamente, a “vacina”), apresentaram menor déficit de aprendizagem na fase de teste em comparação aos sujeitos que não tiveram essa história antes de serem submetidos a estímulos aversivos incontroláveis. Teriam sido “imunizados” contra o desamparo aprendido. Tal procedimento, de caráter profilático, já foi atestado além de em cães, também em ratos (Alloy & Bersh, 1979; Ferrandiz & Pardo, 1991; Hannum, Rosselini & Seligman, 1976; Kelsey, 1977; Kirk & Blampied, 1986; Moye, Coon, Grau & Maier, 1981; Seligman, Rosselini & Kozak, 1975; Troisi II, Bersh, Stromberg, Mauro & Whitehouse, 1991; Vicente, Ferrándiz & Díaz Berciano, 2006; Williams & Maier, 1977; Yano & Hunziker, 2000), baratas (Brown, Howe & Jones, 1990) e humanos (Dyck & Breen, 1978; Hirt & Genshaft, 1981; Jones, Nation & Massad, 1977; Prindaville & Stein, 1978; Ramírez, Maldonado & Martos, 1992; Samelo, 2012; Stein, 1980).

A investigação ampla e sistemática sobre a generalidade entre espécies não foi acompanhada na mesma medida pela busca de generalidade entre estímulos aversivos. A grande maioria dos estudos sobre controle aversivo em Análise do Comportamento utilizou o choque elétrico como estímulo (Azrin & Holz, 1966) e a mesma preferência é observada nas investigações básicas sobre o desamparo aprendido em animais não humanos (Hunziker, 1997, 2003 e 2005). Vinte e quatro dos 25 estudos previamente referidos sobre desamparo e todos os citados sobre imunização com animais não humanos utilizaram o choque elétrico como estímulo aversivo. A única exceção foi o estudo de Brown, Davenport e Howe (1994) com lesmas (*Limax maximus*) que utilizou luz e calor, emitidos por uma lâmpada, como aversivos. A preferência pela manipulação sistemática do choque elétrico como estímulo

em diversos contextos experimentais reforça a sua aplicabilidade técnica, entretanto, também acaba por restringir a generalidade dos princípios produzidos na área (Carvalho Neto et al., 2005; Carvalho Neto, Maestri & Menezes, 2007). O choque elétrico produz efeitos fisiológicos muito peculiares, não necessariamente generalizáveis para outros aversivos (Catania, 1998).

Uma alternativa ao choque elétrico que vem sendo testada sistematicamente nos últimos anos seria o jato de ar quente (JAQ) em ratos. Utilizando equipamentos de baixo custo e de fácil adaptação, tal estímulo tem demonstrado a sua eficácia como estímulo aversivo em contextos de supressão do responder quando apresentado de maneira contingente a uma classe de respostas, punição positiva (Carvalho Neto et al, 2005; Carvalho Neto, Maestri & Collares, 2007; Carvalho Neto, Magalhães, Santos & Mayer, 2018; Mayer & Carvalho Neto, 2016; Mayer, Silva & Carvalho Neto, 2015; Rodrigues, Nascimento, Cavalcante & Carvalho Neto, 2008) e, com menor supressão, quando apresentado de maneira não contingente (Carvalho Neto, Neves Filho, Borges & Tobias, 2007; Carvalho Neto, Rico, Tobias, Gouveia Jr. & Angerami, 2005; Gaspar, Carvalho Neto & Mayer, 2019). Também tem sido testado com sucesso como estímulo antecedente eliciador (Silva, Carvalho Neto & Mayer, 2014) e foi capaz de produzir fenômenos comportamentais como supressão condicionada (Nascimento & Carvalho Neto, 2011; Nascimento, Gouveia Jr., Monteiro & Carvalho Neto, 2012), discriminação simples (Carvalho Neto, Costa, Barros, Farias & Rico, 2013) e fuga (Carvalho Neto, Maestri & Hunziker, 2020; Maestri, 2008).

No único estudo que testou o JAQ para produzir o desamparo aprendido, Maestri (2008) realizou dois experimentos. No Experimento 1, o JAQ foi usado como aversivo tanto na Fase de Tratamento inicial (incontrolável) quanto na Fase de Teste (controlável). Enquanto um grupo (experimental) foi exposto a 60 jatos incontroláveis no tratamento, o outro (controle) não foi exposto ao estímulo aversivo. No teste, todos foram expostos ao mesmo estímulo aversivo que poderia ser interrompido por uma resposta de fuga específica: saltar para o outro compartimento da caixa.

No Experimento 2, a autora testou dois estímulos aversivos diferentes, um em cada fase do experimento: choque elétrico e JAQ (no tratamento e no teste, respectivamente); e diferentes respostas de fuga na Fase de Teste (saltar e focinhar). No primeiro experimento, Maestri (2008) observou que, em geral, os animais expostos ao JAQ incontrolável na Fase de Tratamento acabaram por apresentar um maior número de tentativas falhas e maiores latências do que os animais do grupo controle na Fase de Teste, também com JAQ. Tal resultado mostrou que o desamparo aprendido pode ser produzido em ratos com o JAQ como estímulo aversivo alternativo ao choque elétrico. O Estudo 2, por sua vez, teve resultados inconclusivos sobre a possibilidade ou não de generalização dos efeitos de um estímulo aversivo para outro dentro do mesmo experimento e limites metodológicos foram apontados.

Partindo dos primeiros resultados positivos sobre o uso de JAQ na produção do desamparo aprendido em ratos por Maestri (2008), o presente estudo testou a possibilidade de gerar o efeito de imunização com o mesmo estímulo aversivo alternativo ao choque elétrico.

## MÉTODO

### *Sujeitos*

Foram utilizados 24 ratos albinos (*Rattus norvegicus*, Wistar), machos, experimentalmente ingênuos, em média com aproximadamente 14 meses de vida no início do experimento. Os sujeitos foram alojados em tríades nas gaiolas-viveiro (tipo NG S da Bonther) com água e comida *ad lib*. A temperatura foi mantida artificialmente em aproximadamente 24° C, umidade em 80% e regime natural claro/escuro de 12 horas<sup>2</sup>. (2)

### *Equipamento*

Foi utilizada uma *Shuttlebox*, com dimensões 50 x 15,5 x 20 cm (comprimento, largura e altura), adaptada com dois secadores de cabelo em suas extremidades que produziam o JAQ. Os aparelhos geravam, após 10 segundos, um jato de ar com, aproximadamente, uma velocidade de 12,2 m/s, um ruído de 74 dBA e um aquecimento de 12° C. A sala foi mantida artificialmente com uma temperatura de 22° C durante as sessões.

O equipamento possuía uma estrutura modular e permitia o uso de dois *operanda* diferentes: uma focinhadora (usada no Pré-Tratamento e no Tratamento) e uma janela para a resposta de saltar (usada no Teste). Para as sessões de Pré-Tratamento e Tratamento, foi anexada na parede central uma focinhadora: um orifício circular de 3 cm de diâmetro, localizado no canto inferior direito. Uma lâmpada pequena de luz amarela (40 w) foi encaixada no espaço entre as paredes centrais da câmara. O piso era composto por uma grade de acrílico e o teto era formado por uma tela de metal. Nessa configuração, apenas o lado esquerdo da caixa estava ativo (ver Figura 1).

2) A coleta de dados foi realizada originalmente em 2008. A chamada Lei Arouca (Lei No. 11.794) que regulamenta o uso de animais não humanos em pesquisa no Brasil foi publicada no mesmo ano. Não havia CEUA instalado na UFPA na época. Contudo, todas as normas do antigo Colégio Brasileiro de Experimentação Animal (COBEA), ao qual o primeiro autor era filiado, foram seguidas.

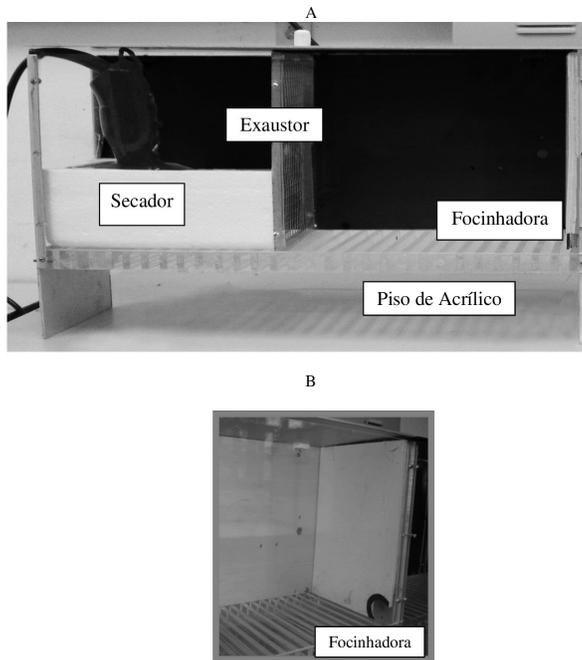


Figura 1. Foto da câmara experimental (*Shuttlebox*) com o *operandum* (focinhadora) ativo utilizado na fase de tratamento. No quadro A, uma visão frontal geral do equipamento e, no quadro B, uma visão ampliada da parede central na qual ficava a focinhadora.

Para o Teste, foi utilizado um segundo *operandum*. Havia na parede central uma janela que permitia o acesso ao outro lado da caixa. A janela era um retângulo com 6 cm de altura por 7,5 cm de largura e ficava a 4 cm do piso.

O equipamento possuía dois exaustores, fixados nas paredes laterais acima da saída de ar dos secadores e eram ativados automaticamente por 5 segundos após a apresentação de cada JAQ. O objetivo era reduzir a temperatura interna da câmara e evitar com isso a soma dos estímulos aversivos em caso de acionamentos sequenciais (ver Figura 2).

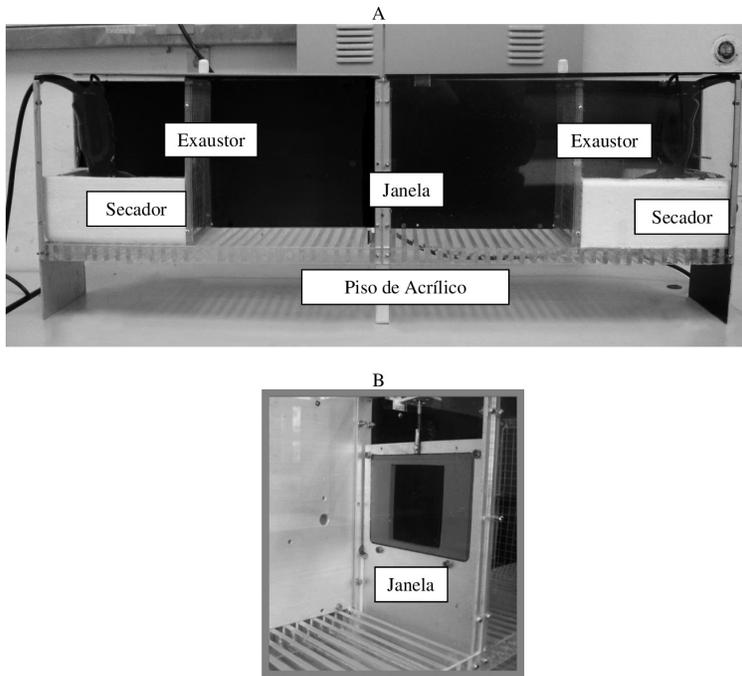


Figura 2. Foto da câmara experimental (*Shuttlebox*) com o *operandum* (saltar) ativo utilizado na fase de tratamento. No quadro A, uma visão frontal geral do equipamento e, no quadro B, uma visão ampliada da parede central na qual ficava a janela que permitia o saltar para o outro lado da caixa.

O controle do equipamento e o registro dos dados foram realizados manualmente por dois experimentadores situados em frente à câmara experimental. A resposta de focinhar era registrada quando o experimentador visualizava qualquer parte do focinho do animal ultrapassando a focinhadora (parede central de 1 cm de espessura), sendo visível no lado direito da parede central. A resposta de saltar era considerada completa quando o animal passava todo o corpo com as quatro patas (não necessariamente a cauda) para o outro lado da caixa após passar pela janela central.

#### *Procedimento:*

Os sujeitos foram divididos em três grupos ( $n=8$ ) e o procedimento foi composto por três fases: Pré-Tratamento (exposição ao JAQ controlável, com possibilidade de fuga por focinhar), Tratamento (exposição ao JAQ incontrolável, sem possibilidade de fuga) e Teste (exposição ao JAQ controlável, com possibilidade de fuga por saltar). No Grupo Imunização, os animais foram expostos às três fases: Pré-Tratamento, Tratamento e Teste. No Grupo Desamparo, houve exposição a duas fases:

Tratamento e Teste. No Grupo Neutro, por sua vez, houve exposição apenas à fase final: Teste. O intervalo entre cada fase foi de 24 horas.

*Quadro 1. Delineamento experimental*

GRUPO	FASE 1 Pré-Tratamento: JAQ Controlável (Fuga por Focinhar)	FASE 2 Tratamento: JAQ Incontrolável (Sem Fuga)	FASE 3 Teste: JAQ Controlável (Fuga por Saltar)
IMUNIZAÇÃO	X	X	X
DESAMPARO		X	X
CONTROLE			X

No Pré-Tratamento, apenas os sujeitos do Grupo Imunização foram expostos a 40 apresentações controláveis do JAQ em intervalos variáveis de 60 segundos (VT 60 s), amplitude de 30 s a 120 s. O estímulo aversivo poderia ser interrompido pela resposta de focinhar emitida antes do término de sua apresentação. Cada apresentação do JAQ constituiu uma tentativa. O intervalo entre a apresentação do estímulo e a ocorrência da resposta foi registrado como latência da tentativa. Caso a resposta de fuga não ocorresse no tempo máximo de 10 s, o estímulo era interrompido automaticamente, sendo a tentativa considerada falha. Somente as sessões dessa fase ocorriam com a lâmpada da sala de coleta desligada e a lâmpada da focinhadora acesa para aumentar a discriminabilidade do *operandum*. A parte ativa do equipamento utilizado foi a focinhadora (ver Figura 1).

Na fase de Tratamento, os sujeitos dos Grupos Imunização e Desamparo foram expostos a 40 apresentações incontroláveis de JAQ com 7 s de duração cada em esquema de VT 60 s. Nenhuma resposta dos sujeitos poderia interromper a apresentação do estímulo aversivo, estabelecendo uma condição de incontrolabilidade. A parte ativa do equipamento utilizado também foi a focinhadora (ver Figura 1).

Na fase final de Teste, houve 40 apresentações do JAQ em esquema de VT 60 s. O estímulo aversivo poderia ser interrompido caso uma resposta de saltar para o outro lado da câmara ocorresse antes do término de sua apresentação. Cada apresentação do JAQ era considerada uma tentativa, sendo o intervalo entre a apresentação desse estímulo e a emissão da resposta considerada como a latência da tentativa. Caso a resposta de saltar não ocorresse em um tempo máximo de 10 s após o início da estimulação, o JAQ era automaticamente desligado e a tentativa considerada falha. Todos os grupos foram expostos a essa fase. Os dois lados do equipamento estiveram ativos e o *operandum* foi a janela para o saltar (ver Figura 2).

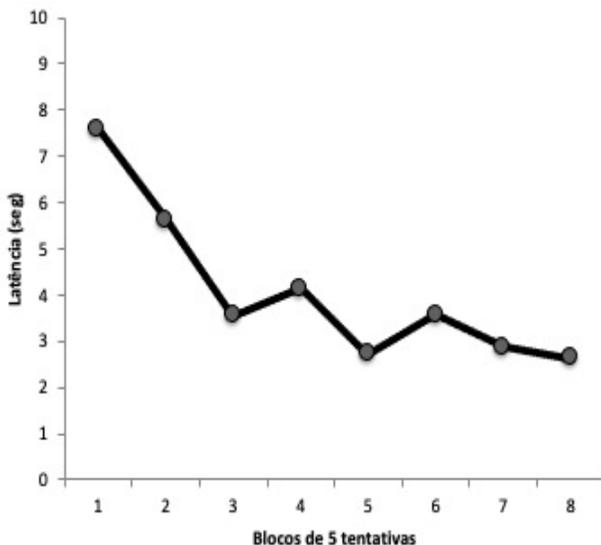
O critério de finalização de todas as fases foi a apresentação do total de tentativas previstas (40 apresentações do estímulo JAQ).

### *Análise de dados*

Foram analisadas as latências das respostas de fuga e o número das tentativas falhas (i.e., que atingiram o tempo máximo de 10 s) apresentadas pelos sujeitos de todos os grupos durante as sessões de Teste. Foram calculadas as diferenças de latência ao longo dos blocos de tentativas a fim de se verificar se houve aprendizagem na sessão teste em cada grupo. A principal análise foi feita com base em inspeção visual (Sidman, 1960), mas, adicionalmente, algumas análises estatísticas foram realizadas (testes de Komorogov-Smirnov, Levine, Tukey, ANOVA de uma via).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

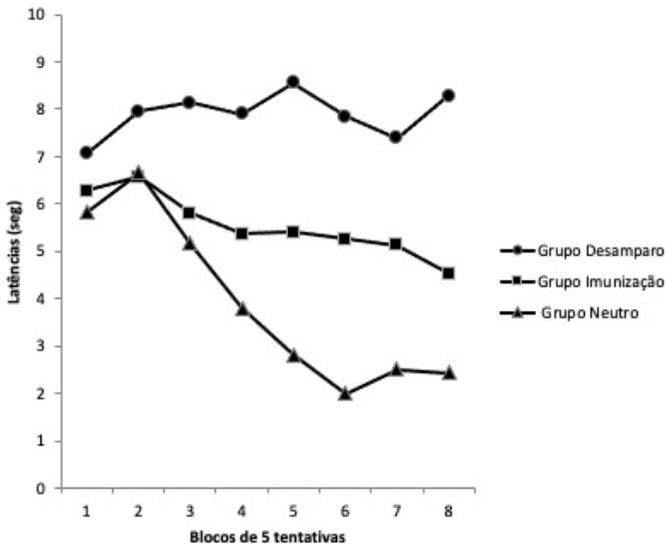
Como resultado preliminar, observou-se que todos os animais do Grupo Imunização, únicos submetidos ao Pré-Tratamento, aprenderam a resposta de focinhar diante do JAQ. Não foram registradas tentativas falhas. Para todos os sujeitos deste grupo, as latências médias dos quatro primeiros blocos foram maiores do que as registradas nos quatro últimos blocos. Como resultado geral do grupo, houve uma diminuição das latências médias nos quatro últimos blocos em relação aos quatro primeiros blocos de tentativas, de 5,2 s para 2,9 s, com uma redução de 43,5%. Comparando apenas a média do primeiro bloco (7,6 s) com a média do último bloco (2,6 s), a redução foi da ordem de 65,7% (ver Figura 3).



*Figura 3.* Latências dos sujeitos do Grupo Imunização na fase de Pré-Tratamento com JAQ controlável (focinhar como resposta de fuga). A curva indica os valores das médias das latências da resposta ao longo dos oito blocos de cinco tentativas.

A aprendizagem de fuga do JAQ por focinhar foi compatível com a relatada por Maestri (2008) e por Carvalho Neto, Maestri e Hunziker (Experimento 2, 2020).

Em relação ao Teste, o primeiro resultado geral a ser destacado foi a produção do desamparo aprendido com JAQ em ratos como relatado originalmente por (Maestri, 2008). O segundo resultado importante nessa etapa foi a confirmação do efeito de imunização (parcial) com o JAQ (ver Figura 4):



*Figura 4.* Latências das respostas de fuga (saltar) nos grupos Imunização, Desamparo e Neutro na fase de Teste. Os valores representam as médias obtidas pelos sujeitos das oito tríades em cada bloco de cinco tentativas.

Os resultados referentes às latências da resposta de fuga dos sujeitos dos três grupos nas sessões de teste (saltar de um lado para o outro da câmara) são observados na Figura 4. Os valores representam as médias obtidas pelos sujeitos das oito tríades ( $n=24$ ) ao longo de oito blocos de cinco tentativas cada.

Verificou-se, no Grupo Neutro, uma redução nas médias das latências das respostas de fuga. As médias iniciais (5,81 s) e finais (2,43 s) obtidas pelos sujeitos foram as mais baixas registradas no estudo. O último bloco de tentativas teve média final reduzida em aproximadamente 58,17% em relação à média inicial. Comparando-se as latências médias do grupo dos quatro primeiros blocos (5,36 s) com as dos últimos quatro blocos (2,43 s), a redução observada foi de 54,66%. As reduções nas latências observadas sugerem a ocorrência de aprendizagem operante da resposta de fuga (saltar) na sessão de Teste.

Enquanto no Grupo Neutro houve uma queda sistemática nas médias das latências ao longo dos blocos de tentativas, no Grupo Desamparo, ao contrário, as latências cresceram ao longo dos blocos de tentativas, com média inicial de 7,06 s e

média final de 8,28 s, um aumento do valor médio em torno de 17%. Considerando-se as latências médias dos quatro blocos iniciais (7,76 s) e dos quatro blocos finais (8,01 s), houve um aumento de 3,22%. Os dois dados em conjunto sugerem que não houve aprendizagem da resposta de saltar no Teste.

Considerando-se o desempenho médio nos Grupos Neutro e Desamparo, o padrão observado no presente estudo foi compatível com o relatado originalmente por Maestri (2008), que também verificou uma dificuldade de aprendizagem em sujeitos expostos às mesmas contingências de incontrolabilidade com o JAQ, ou seja, o desamparo aprendido.

Tais conclusões são sustentadas também pela análise estatística. Como os dados das médias atenderam aos requisitos de normalidade (teste de Komorogov-Smirnov) e de homogeneidade (teste de Levine), foi realizada uma análise estatística entre grupos (ANOVA Two Way para medidas repetidas), seguida de post teste de Tukey (grupos x tentativas). Por último, foi feita uma ANOVA de uma via para cada tentativa com pós-teste de Tukey entre grupos.

A ANOVA de medidas repetidas entre grupos indicou diferenças entre as tentativas [F(1,21)=10,179, p=0,004], entre grupos [F(1,21)=8,315, p=0,002] e na interação tentativa x grupo [F(2,21)=5,617, p=0,011]. O pós-teste de Tukey (HDS) indicou diferenças entre os grupos SD e SN (p<0,05), sem diferenças entre os grupos SD e SI.

A análise das tentativas entre si (ANOVA de uma via) indicou diferenças entre os três grupos nos blocos de tentativas T4 [F(2,21)=3,734, p=0,041]; T5 [F(2,21)=10,497, p=0,001], T6 [F(2,21)=122,792, p<0,0001], T7 [F(2,21)=78,070, p<0,0001] e T8 [F(2,21)=107,773, p<0,0001], sem diferenças nos blocos 1 a 3 (T1, T2, T3). O pós-teste de Tukey indicou diferenças em todas elas entre os grupos Neutro e Desamparo no bloco 8 (T8).

Os dados indicam que os grupos apresentam os três primeiros blocos de tentativas iguais entre si, havendo uma inflexão da curva do Grupo Neutro que o afasta do Grupo Desamparo neste momento, indicando aprendizagem. O Grupo Imunização não apresentou diferenças estatísticas em comparação ao Grupo Desamparo ao longo de quase todos os blocos de tentativas, exceto no último, mas apresenta um padrão de redução das latências ao longo da sessão semelhante ao do Grupo Neutro.

O principal objetivo do presente estudo foi testar a possibilidade de imunização contra o desamparo aprendido a partir de uma história de controlabilidade inicial usando um estímulo alternativo ao choque elétrico, o JAQ. Uma história prévia de controlabilidade com o JAQ impediria ou reduziria o efeito do desamparo aprendido, como já relatado previamente em estudos com ratos e choque elétrico? O Grupo Imunização apresentou uma curva intermediária em relação aos demais grupos, com média inicial de 6,28 s e final de 4,52 s, uma redução de 28,02%. Comparando-se as latências médias dos primeiros quatro blocos (6 s) com as registradas nos quatro últimos blocos (5,07 s), houve uma redução de 15,5%. Apesar de não diferir estatisticamente do Grupo Desamparo, qualitativamente o padrão das latências da resposta de saltar no teste do Grupo Imunização foi similar ao do Grupo Neutro, com redução sistemática ao longo dos blocos, padrão esse que sugere que a aprendizagem, em diferentes escalas, ocorreu em ambos os casos.

Examinando apenas as tentativas falhas (erros), que correspondem à ausência da resposta de fuga no Teste (ver Quadro 2), verificou-se que o Grupo Desamparo apresentou a maior quantidade de erros (32 tentativas falhas distribuídas em 7 dos 8 sujeitos). O Grupo Neutro mostrou o menor número de erros e concentrados em um menor número de sujeitos (4 tentativas falhas distribuídas em 2 dos 8 sujeitos). O Grupo Imunização apresentou valores intermediários (8 tentativas falhas distribuídas em 3 dos 8 sujeitos). Em relação a quando tais falhas ocorreram ao longo do Teste, no Grupo Desamparo 15 ocorreram nos quatro blocos iniciais e 17 nos quatro blocos finais (total = 32), no Grupo Neutro as 4 ocorreram nos blocos iniciais (total = 4) e no Grupo Imunização 4 ocorreram nos blocos iniciais e 4 nos blocos finais (total = 8). Os dois padrões observados em relação às tentativas falhas (número total e quando ocorreram), fortalecem a interpretação de que a aprendizagem da resposta de fuga no Teste foi melhor Grupo Neutro, não ocorreu no Grupo Desamparo e ocorreu em níveis intermediários no Grupo Imunização.

*Quadro 2.* Latências em segundos dos sujeitos do Grupo Neutro (GN), Grupo Desamparo (GD) e Grupo Imunização (GI) ao longo dos oito blocos de tentativas na sessão de Teste (saltar). **SN:** Sujeito do Grupo Neutro; **SD:** Sujeito do Grupo Desamparo; **SI:** Sujeito do Grupo Imunização; (f): Tentativa Falha

		Latências individuais em segundos por bloco na fase de Teste							
Blocos de tentativas		1°	2°	3°	4°	5°	6°	7°	8°
Grupos	Sujeitos								
GN	SN1	4	8,5	5,5	1,8	1	2,4	1	1,4
	SN2	5,6	2,1	3,8	2,32	1,52	1,3	1,4	1,92
	SN3	5	2,7	1,5	1	1,1	0,8	0,9	0,9
	SN4	8,22	10 (f)	6,46	3,28	3,52	2,52	1,12	0,8
	SN5	5,96	10 (f)	10 (f)	10 (f)	4,28	2,98	2,62	1,08
	SN6	6,96	6,33	4,44	2,51	2,58	1,17	5,18	4,62
	SN7	6,03	7,19	4,7	6,12	6,15	2,78	5,9	5,43
	SN8	4,77	6,53	4,95	3,32	2,36	1,97	1,87	3,32
GD	SD1	3,4	1,9	1,6	1,7	2,5	1,8	3,7	4,7
	SD2	8,6	10 (f)						
	SD3	8,8	10 (f)						
	SD4	4,74	4,84	3,48	9,16	10 (f)	10 (f)	10 (f)	5,32
	SD5	8,02	10 (f)	10 (f)	10 (f)	10 (f)	8,32	6,82	10 (f)
	SD6	9,66	10 (f)	4,44	8,03				
	SD7	7,34	6,93	10 (f)	8,34	5,91	4,24	5,63	10 (f)
	SD8	5,98	10 (f)	10 (f)	4,03	10 (f)	8,47	8,5	8,24

		Latências individuais em segundos por bloco na fase de Teste								
		Blocos de tentativas	1°	2°	3°	4°	5°	6°	7°	8°
Grupos	Sujeitos									
GI	SI1		8	10 (f)	10 (f)	7,9	7,1	6,5	4,8	6,6
	SI2		9,34	5,38	5,66	6,14	5,66	3,9	2,26	3
	SI3		7,4	6,1	3,2	2,4	3,7	2,1	1,4	1,1
	SI4		3,92	3,84	10 (f)	5,8	6,7	6,1	10 (f)	7,16
	SI5		7,06	8,3	8,1	10 (f)	10 (f)	6,2	10 (f)	10 (f)
	SI6		6,82	7,73	4,13	6,32	1,63	3,13	1,22	2,5
	SI7		4,14	8,4	4,3	3,14	6,25	8,59	6,52	3,03
	SI8		3,59	2,83	1,01	1,2	2,18	5,55	4,77	2,81

O efeito de imunização observado no presente estudo não foi total, ou seja, a história de controlabilidade inicial com o JAQ, nos parâmetros aqui adotados, não igualou no Teste os padrões de aprendizagem apresentados pelos sujeitos do Grupo Neutro, que não passaram por qualquer exposição ao aversivo incontrolável. Portanto, utilizando o JAQ como aversivo, houve imunização parcial contra o desamparo aprendido, reduzindo, mas não eliminando, os déficits de aprendizagem decorrentes da exposição aos aversivos incontroláveis.

Apesar das muitas diferenças metodológicas entre os estudos, um padrão similar de imunização parcial já foi observado previamente em cães (Seligman & Maier, 1967) e em ratos (Vicente, Ferrándiz & Díaz Berciano, 2006; Williams & Maier, 1977), nos dois casos, utilizando o choque elétrico como aversivo.

O efeito de imunização parcial parece estar relacionado especialmente a uma série de variáveis paramétricas e não necessariamente à natureza do aversivo utilizado (para uma visão mais geral, ver Maier & Jackson, 1979; Maier & Seligman, 1976). Tal hipótese é fortalecida diante da existência de dados de imunização total (Kirk & Blampied, 1986; Seligman, Rosselini & Kozak, 1975) e parcial (Vicente, Ferrándiz & Díaz Berciano, 2006) usando o mesmo aversivo (choque elétrico) na mesma espécie (ratos). Além disso, Williams e Maier (1977), por exemplo, usando choques em ratos, obtiveram no mesmo estudo os dois padrões de imunização (total e parcial) a depender dos arranjos específicos no tratamento e no teste.

Os resultados do presente estudo confirmam a generalidade dos fenômenos de fuga, de desamparo aprendido e de imunização (parcial) com o JAQ em ratos e atestam, também, a relevância científica e a utilidade técnica do equipamento e do estímulo aversivo alternativo aqui testado.

**REFERÊNCIAS**

- Abramson, L. Y., Seligman, M. E. P. & Teasdale, J. D. (1978). Learned helplessness in humans: Critique and reformulation. *Journal of Abnormal Psychology*, 87 (1), 49-74.
- Abreu, P. R. (2011). Novas relações entre as interpretações funcionais do desempenho aprendido e do modelo comportamental de depressão. *Psicologia: Reflexão e Crítica*, 24 (4), 788-797.
- Alloy, L. B., & Bersh, P. J. (1979). Partial control and learned helplessness in rats: Control over shock intensity prevents interference with subsequent escape. *Animal Learning and Behavior*, 7 (2), 157-164.
- Altenor, A., Kay, E., & Richter, M. (1977). The generality of learned helplessness in the rat. *Learning and Motivation*, 8 (1), 54-61.
- Azrin, N. H., & Holz, W. C. (1966). Punishment. In W. K. Honig (Ed.), *Operant behavior: Areas of research and application* (pp. 213-270). New York: Appleton-Century-Crofts.
- Brown, G. E. & Stroup, K. (1988). Learned helplessness in the cockroach (*Periplaneta americana*). *Behavioral and Neural Biology*, 50 (2), 246-250.
- Brown, G. E., & Dixon, P. A. (1983). Learned helplessness in the gerbil. *Journal of Comparative Psychology*, 97, 90-92.
- Brown, G. E., Busby, P. L., & Klopfenstein, M. K. (1992). Decay and reversibility of learned helplessness in the cockroach (*Periplaneta americana*). *Psychological Reports*, 71 (3, Pt 2), 1107-1113.
- Brown, G. E., Howe, A. R. & Jones, T. E. (1990). Immunization against learned helplessness in the cockroach (*Periplaneta americana*). *Psychological Reports*, 67 (2), 635-640.
- Brown, G. E., Davenport, D. A. & Howe, A. R. (1994). Escape deficits induced by a biologically relevant stressor in the slug (*Limax Maximus*). *Psychological Reports*, 75, 1187-1192.
- Buchwald, A. M., Coyne, J. C. & Cole, C. S. (1978). A critical evaluation of the learned helplessness model of depression. *Journal of Abnormal Psychology*, 87 (1), 180-193.
- Carvalho Neto, M. B., Maestri, T. C. & Menezes, E. S. R. (2007). O jato de ar quente como estímulo aversivo: Efeitos supressivos da exposição prolongada em *Rattus norvegicus*. *Acta Comportamental*, 15 (2), 171-190.
- Carvalho Neto, M. B., Maestri, T. C., Tobias, G. K. S., Ribeiro, T. C., Coutinho, E. C., Miccione, M. M., Oliveira, R. C. V., Ferreira, F., Farias, D. C. & Moreira, D. (2005). O jato de ar quente como estímulo punidor. *Psicologia: Teoria e Pesquisa*, 21(3), 335-339.
- Carvalho Neto, M. B., Costa, J. R., Barros, R. S. & Rico, V. V. (2013). Discriminação com três diferentes contingências em SΔ: Extinção, reforçamento e punição, extinção e punição. *Interação em Psicologia*, 17, 171-179.
- Carvalho Neto, M. B., Maestri, T. C. & Hunziker, M. H. L. (2020). Escape in rats with hot air blasts as aversive stimuli. *Revista Brasileira de Análise do Comportamento (REBAC)*, 16 (2), 95-102.

- Carvalho Neto, M. B.; Maestri, T. C. & Menezes, E. S. R. (2007). O jato de ar quente como estímulo aversivo: Efeitos de sua exposição prolongada em *Rattus norvegicus*. *Acta Comportamentalia*, 15 (2), 171-190.
- Carvalho Neto, M. B., Magalhães, P. G. S., Santos, B. C. & Mayer, P. C. M. (2018). O estudo da punição com o jato de ar quente: Efeito de diferentes histórias de reforçamento. *Revista Brasileira de Análise do Comportamento (REBAC)*, 14 (2), 136-143.
- Carvalho Neto, M. B., Neves Filho, H. B., Borges, R. P. & Tobias, G. K. S. (2007). Efeitos da apresentação contingente (FI1min.) e não-contingente (FT1min.) de um evento aversivo (jatos de ar quente) sobre a frequência de pressão à barra em *Rattus Norvegicus*. In: W. C. M. P. Silva (Orgs.), *Sobre Comportamento e Cognição*, Vol. 20 (pp. 149-153). Santo André, SP: ESETEc.
- Carvalho Neto, M. B., Rico, V. V., Tobias, G. K. S., Gouveia Jr, A. & Angerami, J. G. T. (2005). O jato de ar quente como estímulo aversivo: Efeitos da sua apresentação contingente e não-contingente. In: H. J. Guilhardi & N. C. Aguirre (Orgs.), *Sobre Comportamento e Cognição*, Vol. 15 (pp. 400-408). Santo André, SP: ESETEc.
- Catania, A. C. (1998). *Learning* (4<sup>th</sup> ed.). Upper Saddle River, NJ: Prentice-Hall.
- Dinges, C. W. (2013). *Studies of learned helplessness in honey bees (Apis mellifera ligustica)*. Master's thesis (Unpublished). Oklahoma State University, Stillwater, Oklahoma, USA.
- Dinges, C. W., Varnon, C. A., Cota, L. D., Slykerman, S. & Abramson, C. I. (2017). *Studies of learned helplessness in honey bees (Apis mellifera ligustica)*. *Journal of Experimental Psychology: Animal Learning and Cognition*, 43 (2), 147-158.
- Dyck, D. G. & Breen, L. J. (1978). Learned helplessness, immunization and importance of task in humans. *Psychological Reports*, 43, 315-321.
- Eisenstein, E.M. & Carlson, A.D. (1997). A comparative approach to the behavior called 'learned helplessness'. *Behavioural Brain Research*, 86, 149-160.
- Ferrándiz, P., & Pardo, A. (1991). Entrenamiento con descargas escapables y/o predecibles sobre la conducta de escape. *Revista de Psicología General Y Aplicada*, 44 (3), 299-304.
- Ferreira, D. C. & Tourinho, E. (2013). Desamparo aprendido e incontrolabilidade: Relevância para uma abordagem analítico-comportamental da depressão. *Psicologia: Teoria e Pesquisa*, 29 (2), 211-219.
- Freda, J. S. & Klein, S. B. (1976). Generality of the failure-to-escape (helplessness) phenomenon in rats. *Animal Learning & Behavior*, 4 (4), 401-406.
- Gaspar, C. D. F., Carvalho Neto, M. B. & Mayer, P. C. M. (2019). Efeitos supressivos da apresentação contingente e não contingente do jato de ar quente em *Rattus norvegicus*. *Acta Comportamentalia*, 27 (1), 27-39.
- Glazer, H. I. & Weiss, J. M. (1976). Long-term and transitory interference effects. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, 2 (3), 191-201.
- Hannum, R. D., Rosellini, R. A. & Seligman, M. E. (1976). Learned helplessness in the rat: Retention and immunization. *Developmental Psychology*, 12 (5), 449-454.

- Hiroto, D. S. (1974). Locus of control and learned helplessness. *Journal of Experimental Psychology*, 102 (2), 187-193.
- Hiroto, D. S. & Seligman, M. E. (1975). Generality of learned helplessness in man. *Journal of Personality and Social Psychology*, 31 (2), 311-327.
- Hirt, M. & Genshaft, J. (1981). Immunization and reversibility of cognitive deficits due to learned helplessness. *Personality and Individual Differences*, 2 (3), 191-196.
- Hunziker, M. H. L. (1993). Desamparo aprendido: Um modelo animal de depressão? *Psicologia: Teoria e Pesquisa*, 9, 487-498.
- Hunziker, M. H. L. (1997). Um olhar crítico sobre o estudo do desamparo aprendido. *Estudos de Psicologia*, 14 (3), 17-26.
- Hunziker, M. H. L. (2001). O desamparo aprendido e a análise funcional da depressão. Em: D. R. Zamignani (Ed.), *Sobre Comportamento e Cognição*, Vol. 3 (pp. 143-151). Santo André, SP: ESETec.
- Hunziker, M. H. L. (2003). *Desamparo aprendido*. Tese de Livre Docência. Instituto de Psicologia, Programa de Pós-Graduação em Psicologia Experimental, Universidade de São Paulo, São Paulo, SP, Brasil.
- Hunziker, M. H. L. (2005). O desamparo aprendido revisitado: Estudos com animais. *Psicologia: Teoria e Pesquisa*, 21, 131-139.
- Job, R. F. (1987). Learned helplessness in chickens. *Animal Learning & Behavior*, 15(3), 347-350.
- Jones, S. L., Nation, J. R. & Massad, P. (1977). Immunization against learned helplessness in man. *Journal of Abnormal Psychology*, 86 (1), 75-83.
- Kelsey, J. E. (1977). Escape acquisition following inescapable shock in the rat. *Animal Learning & Behavior*, 5 (1), 83-92.
- Kirk, R. C. & Blampied, N. M. (1986). Transituational immunization against the interference effect (learned helplessness) by prior passive and active escape. *The Psychological Record*, 36, 203-214.
- Maestri, T. C. (2008). *O estudo do desamparo aprendido em função de dois estímulos aversivos: Jato de ar quente e choque elétrico*. Dissertação de Mestrado. Instituto de Psicologia, Universidade de São Paulo, SP, Brasil.
- Maier, S. F. & Seligman, M. E. P. (1976). Learned helplessness: Theory and evidence. *Journal of Experimental Psychology: General*, 105(1), 3-45.
- Maier, S. F. (1984). Learned helplessness and animal models of depression. *Progress in Neuro-Psychopharmacology & Biological Psychiatry*, 8 (3), 435-446.
- Maier, S. F. & Jackson, R. L. (1979). Learned helplessness: All of us were right (and wrong): Inescapable shock has multiple effects. In G. H. Bower (Ed.), *The psychology of learning and motivation: Advances in research and theory* (Vol. 16). New York: Academic Press.
- Maier, S. F. & Testa, J. J. (1975). Failure to learn to escape by rats previously exposed to inescapable shock is partly produced by associative interference. *Journal of Comparative & Physiological Psychology*, 88, 554-564.
- Maier, S. F. Albin, R. W. & Testa, T. J. (1973). Failure to learn to escape in rats previously exposed to inescapable shock depends on nature of escape response. *Journal of Comparative and Physiological Psychology*, 85 (3), 581-592.

- Mayer, P. C. M. & Carvalho Neto, M. B. (2016). A systematic replication of Skinner (1938) using a hot air blast as the punisher. *Revista Brasileira de Análise do Comportamento (REBAC)*, 12 (2), 126-132.
- Mayer, P. C. M., Silva, G. F. & Carvalho Neto, M. B. (2015). Punishment of instrumental and consummatory responses with a hot air blast in rats. *Behavior Analysis: Research and Practice*, 15 (1), 58-64.
- Miller, I. W. & Norman, W. H. (1979). Learned helplessness in humans. *Psychological Bulletin*, 86 (1), 93-118.
- Miller, W. R. & Seligman, M. E. P. (1975). Depression and learned helplessness in man. *Journal of Abnormal Psychology*, 84 (3), 228-238.
- Moye, T. B., Coon, D. J., Grau, J. W. & Maier, S. F. (1981). Therapy and immunization of long-term analgesia in rats. *Learning and Motivation*, 12, 133-148.
- Nascimento, G. S. & Carvalho Neto, M. B. (2011). Supressão condicionada com diferentes estímulos aversivos: Choque elétrico e jato de ar quente. *Acta Comportamental*, 19 (3), 269-280.
- Nascimento, G. S., Gouveia Jr., A.; Monteiro, P. C. M. & Carvalho Neto, M. B. (2012). Subchronic effects of fluoxetine on conditioned suppression produced by a hot air blast. *Psychology & Neuroscience*, 5 (1), 117-122.
- Nascimento, G. S., Walsh Monteiro, A. & Gouveia Jr., A. (2016). A reliable depression-like model in zebrafish (*Danio rerio*): Learned helplessness. *Psychology & Neuroscience*, 9 (3), 390-397.
- Overmier J. B. & Seligman, M. E. P. (1967). Effects of inescapable shock upon subsequent escape and avoidance learning. *Journal of Comparative and Physiological Psychology*, 63, 28-33.
- Padilla, A.M., Padilla, C., Ketterer, T. & Giacalone, D. (1970). Inescapable shocks and subsequent escape/avoidance conditioning in goldfish, *Carassius auratus*. *Psychonomic Science*, 20, 295-296.
- Prindaville, P. & Stein, N. (1978). Predictability, controllability, and inoculation against learned helplessness. *Behaviour Research and Therapy*, 16 (4), 263-271.
- Ramírez, E., Maldonado, A. & Martos, R. (1992). Attributions modulate immunization against learned helplessness in humans. *Journal of Personality and Social Psychology*, 62 (1), 139-146.
- Rodd, Z. A., Rosellini, R. A., Stock, H. S. & Gallup Jr., G. G. (1997). Learned helplessness in chickens (*Gallus gallus*): Evidence for attentional bias. *Learning and Motivation*, 28 (1), 43-55.
- Rodrigues, B. D., Nascimento, G. S., Cavalcante, L. C. & Carvalho Neto, M. B. (2008). Efeitos da punição de uma classe de respostas usando diferentes dimensões e intensidades do jato de ar quente. *Revista Brasileira de Análise do Comportamento (REBAC)*, 4 (2), 231-242.
- Rosellini, R. A. & Seligman, M. E. P. (1975). Frustration and learned helplessness. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, 104 (2), 149-157.
- Rosellini, R. A. & Seligman, M. E. P. (1976). Failure to escape shock following repeated exposure to inescapable shock. *Bulletin of the Psychonomic Society*, 7, 251-253.

- Rosellini, R. A. & Seligman, M. E. P. (1978). Role of shock intensity in the learned helplessness paradigm. *Animal Learning & Behavior*, 6 (2), 143-146.
- Rush, D. K., Mineka, S. & Suomi, S. J. (1983). Therapy for helpless monkeys. *Behaviour Research and Therapy*, 21 (3), 297-301.
- Samelo, M. J. (2012). *Desamparo aprendido e imunização em humanos: Avaliação metodológica/conceitual e uma proposta experimental*. Tese de Doutorado, Universidade de São Paulo, São Paulo, Brasil.
- Santos, C. V., Gehm, T. & Hunziker, M. H. L. (2011). Learned helplessness in the rat: Effect of response topography in a within-subject design. *Behavioural Processes*, 86 (2), 178-183.
- Seligman, M. E. P. & Maier, S. F. (1967). Failure to escape traumatic shock. *Journal of Experimental Psychology*, 74 (1), 1-9.
- Seligman, M. E. P. (1975). *Helplessness: On depression, development, and death*. San Francisco, CA: Freeman.
- Seligman, M. E. P. & Beagley, G. (1975). Learned helplessness in the rat. *Journal of Comparative & Physiological Psychology*, 88, 534-541.
- Seligman, M. E. P., Rosellini, R. A. & Kozak, M. J. (1975). Learned helplessness in the rat: Time course, immunization and reversibility. *Journal of Comparative and Physiological Psychology*, 88 (2), 542-547.
- Seward, J. P. & Humphrey, G. L. (1967). Avoidance learning as a function of pre-training in the cat. *Journal of Comparative and Physiological Psychology*, 63 (2), 338-341.
- Sidman, M. (1960). *Tactics of scientific research: Evaluating experimental data in psychology*. New York: Basic Books.
- Silva, G. F., Carvalho Neto, M. B. & Mayer, P. C. M. (2014). O jato de ar quente como estímulo aversivo antecedente. *Acta Comportamental*, 22 (2), 135-151.
- Stein, N. (1980). Inoculation against learned helplessness. *Psychological Reports*, 47 (3), 1143-1151.
- Thornton, J. W. & Jacobs, P. D. (1971). Learned helplessness in human subjects. *Journal of Experimental Psychology*, 87 (3), 367-372.
- Trashner, R. K. (1979). *Learned helplessness: The effects of electroconvulsive shock in an animal model of depression*. Master's thesis (Unpublished). North Texas State University, Denton, Texas, USA.
- Troisi II, J. R., Bersh, P. J., Stromberg, M. F., Mauro, B. C. & Whitehouse, W. G. (1991). Stimulus control of immunization against chronic learned helplessness. *Animal Learning & Behavior*, 19, 88-94.
- Vicente, F., Ferrándiz, P. & Díaz Berciano, C. (2006). Immunization and facilitation produced by predictable and controllable aversive events alternating with different duration unpredictable and uncontrollable aversive events. *International Journal of Psychology*, 41 (5), 385-396.
- Williams, J. L. & Maier, S. F. (1977). Transsituational immunization and therapy of learned helplessness in the rat. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, 3 (3), 240-252.

- Willner, P. (1986). Validating criteria for animal models of human mental disorders: Learned helplessness as a paradigm case. *Progress in Neuro-Psychopharmacology and Biological Psychiatry*, 10 (6), 677-690.
- Winefield, A. H. & Tiggemann, M. (1978). The effects of uncontrollable unpredictable events on anagram solving. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 30, 717-724.
- Yano, Y. & Hunziker, M. H. L. (2000). Desamparo aprendido e imunização com diferentes respostas de fuga. *Acta Comportamentalia*, 8, 143-166.

(Received: June 26, 2020; Accepted: December 17, 2020)

