

Efeitos de Diferentes Intensidades de Choque Elétrico Sobre a Produção de Imunização ao Desamparo Aprendido em Ratos¹

*(Effects of Different Intensities of Electric Shock on the Production of
Immunization to Learned Helplessness in Rats)*

Gabriel Pereira Rodrigues^{*,2}, Marcus Bentes de Carvalho-Neto^{*}, Maria Helena
Leite Hunziker^{**} e Paulo Sérgio Dillon Soares-Filho^{*}

^{*}Universidade Federal do Pará

^{**}Universidade de São Paulo
(Brasil)

Resumo

Organismos expostos a estímulos aversivos incontroláveis apresentam posteriormente dificuldade na aprendizagem operante, efeito denominado “desamparo aprendido”. A exposição prévia a estímulos aversivos controláveis pode impedir, total ou parcialmente, o desamparo aprendido (denominado efeito de “imunização”). O presente estudo teve como objetivo verificar se a exposição prévia a diferentes intensidades dos choques elétricos poderia produzir diferentes níveis de imunização. Foram realizadas três sessões: 1) contingência de fuga (focinhar), choques de 0,6 ou 1,0 mA; 2) choques incontroláveis de 1,0 mA; 3) teste com contingência de fuga (saltar), choques de 1,0 mA). Trinta e dois ratos foram divididos em quatro grupos (n=8): NN, NI, CI 1,0 e CI 0,6. Os sujeitos dos Grupos CI 0,6 e CI 1,0 participaram das três sessões, diferindo entre si quanto à intensidade do choque na primeira delas (0,6 ou 1,0 mA, respectivamente); os do Grupo NI participaram das Sessões 2 e 3, e os do Grupo NN apenas da Sessão 3. Os resultados mostraram que, na Sessão 1, os sujeitos CI 1,0 aprenderam fuga e os CI 0,6 mostram aprendizagem incipiente; na Sessão 3, apenas os sujeitos do grupo NI não aprenderam a resposta de fuga; os animais CI 1,0 aprenderam com padrão semelhante aos NN, e os CI 0,6 aprenderam mais lentamente, equiparando-se aos dois anteriores nos blocos finais. Esses resultados replicam os efeitos de desamparo aprendido (Grupo NI) e imunização (CI 0,6 e CI 1,0). Eles também sugerem que

1 Financiamento: O trabalho foi parcialmente financiado pela CAPES através de bolsa de Mestrado concedida ao primeiro autor e pelo CNPq através de bolsa de produtividade de pesquisa (Processo No. 305479/2022-9) concedida ao segundo autor.

2 Endereço para correspondência: Gabriel Pereira Rodrigues. Universidade Federal do Pará. Núcleo de Teoria e Pesquisa do Comportamento. R. Augusto Corrêa, 01 - Guamá, Belém - PA, 66075-110. E-mail: psi.gabriel.ac@gmail.com

a intensidade dos choques pode interferir no padrão de aprendizagem, tanto na primeira exposição aos choques como no teste. Discutem-se possíveis variáveis a serem controladas em estudos futuros para identificar o que determina diferentes padrões de imunização.

Palavras-chave: desamparo aprendido, imunização, aprendizagem de fuga, modelos animais da depressão

Abstract

Organisms exposed to uncontrollable aversive stimuli subsequently show difficulties in operant learning, an effect known as *learned helplessness*. Prior exposure to controllable aversive stimuli can prevent, totally or partially, this effect (referred to as *immunization*). The present study aimed to investigate whether prior exposure to different intensities of electric shocks could produce varying levels of immunization. Three sessions were conducted: (1) escape contingency (snout-poking), with shocks of 0,6 or 1,0 mA; (2) uncontrollable shocks at 1,0 mA; and (3) test session with an escape contingency (jumping), also with 1,0 mA shocks. Thirty-two rats were divided into four groups ($n = 8$): NN, NI, CI 1,0, and CI 0,6. Subjects in groups CI 0,6 and CI 1,0 participated in all three sessions, differing only in the shock intensity of the first session (0,6 or 1,0 mA, respectively); subjects in group NI participated in Sessions 2 and 3; and those in group NN only in Session 3. Results showed that, in Session 1, CI 1,0 subjects learned the escape response, while CI 0,6 subjects showed only incipient learning; in Session 3, only the NI group failed to acquire the escape response; CI 1,0 animals showed learning patterns similar to the NN group, and CI 0,6 animals learned more slowly but eventually reached comparable performance levels. These results replicate the effects of learned helplessness (NI group) and immunization (CI 0,6 and CI 1,0). They also suggest that shock intensity may influence learning patterns during both initial exposure and testing. Possible variables to be controlled in future studies are discussed to better understand what determines different patterns of immunization.

Keywords: learned helplessness, immunization, escape learning, animal models of depression

Organismos expostos a estímulos aversivos incontroláveis podem apresentar dificuldade posterior na aquisição de uma aprendizagem operante, especialmente de fuga ou esquiva (Maier & Seligman, 1976). Esse fenômeno passou a ser amplamente conhecido como “desamparo aprendido”, um dos modelos experimentais de depressão humana (Hunziker, 2024). Contudo, se antes da exposição aos aversivos incontroláveis o organismo tiver uma experiência de controlabilidade com aversivos, pode ocorrer a chamada “imunização” ao desamparo aprendido, ou seja, o efeito deletério da incontrolabilidade pode ser reduzido (i.e., imunização parcial) ou até mesmo eliminado (i.e., imunização total) (Carvalho-Neto et al., 2021).

No primeiro estudo sobre o efeito de imunização, Seligman e Maier (1967, Experimento 2) expuseram três grupos de cães a diferentes tratamentos: 1) choques elétricos que podiam ser interrompidos após a emissão de uma resposta

previamente determinada (resposta de fuga), seguido por outra sessão de choques incontroláveis; 2) exposição apenas à fase de incontrolabilidade; 3) nenhum tratamento. Posteriormente, todos foram testados em uma contingência de fuga. Os resultados indicaram que os animais do grupo tratado apenas com choques incontroláveis apresentaram déficits de aprendizagem de fuga, caracterizando o efeito de desamparo aprendido; os demais apresentaram aprendizagem de fuga, sem diferenças entre si. Esses dados sugeriram que a experiência prévia de controle pode atenuar ou prevenir (imunizar contra) os efeitos da incontrolabilidade dos choques subsequentes.

A imunização é total quando a exposição a estímulos controláveis impede a ocorrência do desamparo aprendido, e é parcial quando ela apenas reduz a magnitude do desamparo. Carvalho-Neto et al. (2021) sugeriram que esses diferentes níveis de imunização podem ser função de diferentes parâmetros do estímulo aversivo utilizado nas diferentes fases do estudo, tal como a sua intensidade. Há, na literatura, estudos que utilizaram diferentes intensidades de choque entre as fases experimentais. Em alguns casos, foi utilizado na fase de pré-tratamento estímulo de maior intensidade (Maier & Warren, 1981; Troisi et al., 1991) e, em outros, o de menor intensidade (Alloy & Bersh, 1979; Vicente et al., 2006). Em ambos os casos, obteve-se imunização total.

Por exemplo, Troisi et al. (1991, Experimento 1), avaliaram os efeitos combinados da controlabilidade e da sinalização antecedente sobre a produção da imunização ao desamparo aprendido. Os sujeitos foram submetidos a três fases: pré-tratamento com choques controláveis, tratamento com choques incontroláveis e teste de fuga. Um estímulo luminoso de cinco segundos sinalizava a iminência do choque nas fases 1 e 3, e os sujeitos podiam emitir uma resposta de fuga durante esse intervalo. Embora o estudo também tenha investigado o papel da sinalização, o aspecto mais relevante para os objetivos do presente trabalho é a manipulação das intensidades do estímulo aversivo entre as fases. Os choques aplicados nas fases de pré-tratamento e tratamento foram de 1,2 mA, enquanto na fase de teste a intensidade foi reduzida para 0,6 mA. Essa variação permitiu observar que a exposição prévia ao controle de estímulos mais intensos, seguida por um teste com estímulos menos intensos, resultou em imunização total, sugerindo que o uso de estímulos mais intensos durante a fase de imunização que na de teste pode estar relacionado com a produção de imunização total.

O estudo conduzido por Vicente et al. (2006) teve como objetivo investigar se a imunização ao desamparo aprendido seria mais eficaz quando o pré-tratamento envolvesse a alternância entre estímulos aversivos controláveis e previsíveis e estímulos incontroláveis e imprevisíveis. Embora o foco principal dos autores tenha sido a relação entre previsibilidade e controlabilidade, este experimento é especialmente relevante para os objetivos do presente trabalho por ter manipulado, de forma sistemática, a intensidade do estímulo aversivo entre os diferentes tipos de exposição. Durante o pré-tratamento, os sujeitos foram expostos a oito sessões com alternância entre choques controláveis de 0,6 mA e choques incontroláveis de 1,0 mA. Essa diferença de intensidade foi mantida nas fases subsequentes: uma sessão de tratamento com choques incontroláveis (1,0 mA) e três sessões de teste

de fuga/esquiva, também com choques de 1,0 mA. Todos os grupos experimentais receberam o mesmo número de choques controláveis (80), mas diferiram quanto à quantidade de choques incontroláveis no pré-tratamento: o grupo M-20 recebeu 20, o grupo M-40 recebeu 40 e o grupo M-80 recebeu 80. Os resultados mostraram que apenas os sujeitos do grupo M-20 apresentaram imunização total, com desempenho semelhante ao de sujeitos não expostos a estímulos incontroláveis. O grupo M-40 apresentou imunização parcial, enquanto o grupo M-80 não demonstrou qualquer sinal de aprendizagem, exibindo o padrão típico de desamparo aprendido. Esses resultados indicam que, além da quantidade de choques incontroláveis, a diferença de intensidade entre choques controláveis (0,6 mA) e incontroláveis (1,0 mA) pode ter contribuído para os diferentes padrões de imunização observados. Assim, mesmo sem ser o foco principal do estudo, Vicente et al. (2006) oferecem evidências de que a intensidade dos choques no pré-tratamento controlável pode ser uma variável relevante para o efeito de imunização.

Como observado nos experimentos aqui descritos (Troisi et al., 1991; Vicente et al., 2006), o uso alternado de diferentes intensidades de choques pode ser uma variável importante para produção de imunização total ou parcial em ratos. Ainda que esses experimentos tenham utilizado diferentes intensidades de choques, outras variáveis foram manipuladas em conjunto, como o controle parcial dos aversivos, o uso de aversivos incontroláveis combinados com aversivos controláveis na primeira fase, entre outras. Todas essas combinações podem ter afetado no efeito final de imunização e não permitem avaliar se o fenômeno é um efeito direto e exclusivo da manipulação de diferentes intensidades de choque elétrico.

Para os proponentes da hipótese do desamparo aprendido (Seligman & Maier, 1976), a variável crítica para produção do efeito de imunização seria a controlabilidade de estímulos aversivos na primeira fase. Entretanto, não há na literatura informações sobre o que exatamente produziria os dois tipos ou níveis de imunização (i.e., parcial e total). Sabe-se, contudo, que a intensidade do estímulo aversivo é uma variável crítica tanto na punição (Azrin & Holz, 1966; Lerman & Vorndran, 2002) quanto na fuga e na esquiva (Catania, 1999; Himeline, 1977).

Ter clareza de tais variáveis possui grande importância teórica e prática, visto que seria uma nova nuance deste fenômeno a ser investigada, e tornaria a possibilidade de a produção de imunização total ser planejada e controlada e não apenas um efeito acidental do procedimento, como geralmente acontece nos experimentos.

O presente estudo teve por objetivo verificar o efeito de diferentes intensidades de choque elétrico na fase de pré-tratamento na produção de imunização ao desamparo aprendido. A produção de imunização total ou parcial poderia estar relacionada à intensidade do aversivo? Seria maior o efeito de imunização quanto mais intenso fosse o estímulo aversivo adotado na primeira sessão de controle, comparativamente à intensidade do estímulo utilizado nas fases de incontrolabilidade e teste? Para verificar essa questão, manipularam-se duas diferentes intensidades de choque (1,0 mA e 0,6 mA) na primeira sessão de fuga, mantendo-se fixa a intensidade de 1,0 mA nas demais sessões, todas com 24 horas de intervalos entre si.

Método

Sujeitos

Foram utilizados 32 ratos machos albinos (*Rattus norvegicus*, linhagem Wistar), experimentalmente ingênuos, com idade aproximada de 120 dias de vida no início do experimento. Os sujeitos foram obtidos junto ao Instituto Evandro Chagas e alojados no biotério animal do Núcleo de Teoria e Pesquisa do Comportamento (NTPC/UFGA) em triades, em gaiolas-viveiros de polipropileno, medindo 41,4 x 34,4 x 14,4 cm, forradas com serragem. Cada animal da triade era de um grupo diferente.

Ao longo de todo o experimento, os animais tiveram acesso livre à água e comida (aproximadamente 30g por dia). A temperatura do biotério foi mantida em aproximadamente 24°C, e regime natural claro/escuro de 12 horas. Todas as condições de manutenção e os procedimentos aqui descritos foram aprovados pelo Comitê de Ética no Uso de Animais (CEUA) da Universidade Federal do Pará (UFGA) (Processo Número 6022300323).

Equipamentos e Estímulos

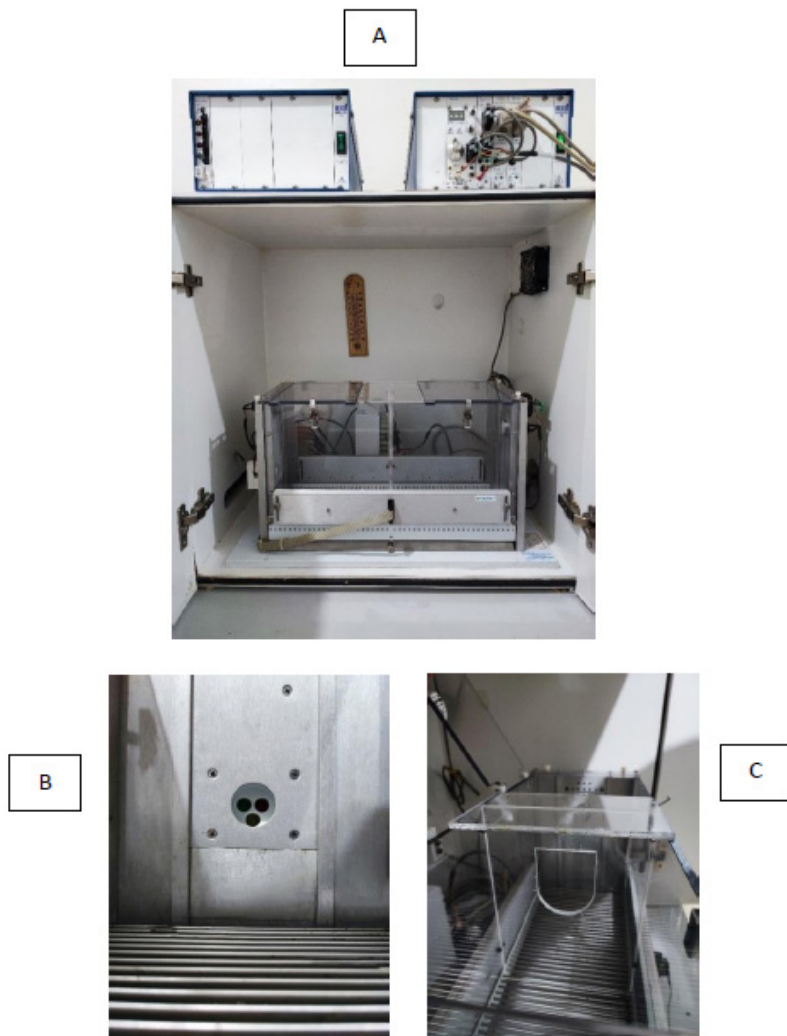
Em todas as fases experimentais foi utilizada uma *shuttlebox* (53,3 x 15,5 x 20,0 – comprimento, largura e altura) modelo *standard* da *Med Associates* (ver Figura 1). O piso da caixa era composto por barras de aço inoxidável medindo 0,47 cm de diâmetro, distando 1,6 cm entre si. O teto e as paredes do equipamento eram de acrílico transparente e a caixa permanecia dentro de uma caixa de madeira que permitia atenuação de estímulos externos, como luz e som. Havia um exaustor de ar que também funcionava como ruído branco. O piso da caixa foi conectado a um gerador de choque elétrico da *Med Associates* (modelo ENV-410C). As luzes da caixa permaneceram ligadas durante todas as sessões. A caixa era composta por dois compartimentos, esquerdo e direito, que podiam ou não estar separados por uma parede de acrílico. Na parede lateral esquerda havia um focinhador (i.e., *nosepoke*; *Med Associates* modelo ENV-114M), localizado a 5,5 cm acima do piso, com 2,54 cm de diâmetro e com um sensor infravermelho localizado a 0,63 cm da borda frontal, que funcionava como *operandum* para a resposta de focinhar (i.e., inserir o focinho até interromper um feixe luminoso que acionava célula fotoelétrica, registrando a resposta).

Essa caixa podia ser utilizada com três diferentes configurações: 1) disponibilizando ao animal apenas o compartimento esquerdo que dava acesso ao focinhador; para isso, uma parede de acrílico cinza, fixada na parte central da caixa, impedia que o animal acessasse o outro compartimento; 2) os dois lados da caixa disponibilizados ao sujeito sem a presença de qualquer *operandum*, 3) ambos os compartimentos disponibilizados ao sujeito, porém separados com uma parede central de acrílico contendo orifício semioval (“janela”), medindo 7,5 cm de altura, 6 cm de largura e 0,6 cm de espessura, localizada a 9 cm acima do piso); para transitar entre os compartimentos o animal precisava saltar através dessa janela

(Figura 1C). A caixa possuía oito sensores fotoelétricos de feixe contínuo junto ao piso, sendo quatro de cada lado do equipamento, que permitiam registrar o lado da caixa que o animal estava a cada momento.

Figura 1

Equipamento Utilizado (Shuttle box). A Parte “A” Mostra a Visão Geral e Frontal do Equipamento. Os Operanda são Mostrados na Parte “B” (o focinhador) e na Parte “C” (a Janela Semioval Localizada na Parede Central da Shuttle que Deveria ser Saltada)



Procedimento

Foram realizadas três sessões, cada uma composta pela apresentação de 60 choques elétricos liberados pelo piso de acordo com um esquema de Tempo Variável de 60 segundos (VT 60s), com uma variação entre 30s e 120s. Cada choque correspondia a uma tentativa, sendo considerada latência o intervalo entre início e término do choque.

Sessão 1: Pré-Tratamento com Choques Controláveis

Os animais eram colocados no lado esquerdo da caixa que dispunha o focinador. Simultaneamente à apresentação do choque, a luz do focinador era ligada e o choque podia ser imediatamente encerrado pela emissão da resposta de focinhar (resposta de fuga). Caso essa resposta não fosse emitida até 10,0 s do início do choque, este era desligado automaticamente, era registrada a latência de 10,0 s e a tentativa considerada falha. Nesta fase, os sujeitos do grupo CI 1,0 e CI 0,6 foram expostos a choques de 1,0 mA ou 0,6 mA, respectivamente.

Sessão 2: Tratamento com Choques Incontroláveis

Nesta fase não havia qualquer *operandum* dentro da caixa e os animais podiam transitar nos dois compartimentos. Os animais foram expostos a choques de 1,0 mA que eram automaticamente desligados após 10 s do seu início, independente do comportamento do sujeito.

Sessão 3: Teste de Fuga

Os sujeitos foram expostos a choques de 1,0 mA que podiam ser deligados pela resposta de saltar de um lado a outro da caixa. Essa resposta era registrada a partir da interrupção de qualquer um dos sensores fotoelétricos localizados no piso da caixa (ao saltar para o outro lado da caixa o animal não entrava em contato com o choque). Caso o animal não emitisse a resposta programada em até 10 s do início do choque, ele era desligado automaticamente, registrada a latência de 10,0 s e a tentativa era considerada falha.

Os sujeitos foram divididos aleatoriamente em quatro grupos ($n = 8$): NN (sem tratamento prévio), NI (expostos apenas à condição de choques incontroláveis), CI 1,0 (expostos a choques controláveis de 1,0 mA no pré-tratamento) e CI 0,6 (expostos a choques controláveis de 0,6 mA no pré-tratamento). Os sujeitos do Grupo NN foram expostos somente à Sessão 3; os do Grupo NI participaram das Sessões 2 e 3; e os dos Grupos CI 1,0 e CI 0,6 participaram das três sessões, diferindo apenas quanto à intensidade dos choques na primeira delas.

Tabela 1*Sequência dos Procedimentos Para Cada um dos Grupos Experimentais*

GRUPOS	Sessão 1: COTROLÁVEL	Sessão 2: INCONTROLÁVEL	Sessão 3 CONTROLÁVEL
CI 1,0	1,0 mA FUGA (Focinhar)	1,0 mA	1,0 mA FUGA (Saltar)
CI 0,6	0,6 mA FUGA (Focinhar)	1,0 mA	1,0 mA FUGA (Saltar)
NI	-----	1,0 mA	1,0 mA FUGA (Saltar)
NN	-----	-----	1,0 mA FUGA (Saltar)

Análise de Dados

A aprendizagem foi avaliada pela latência da resposta de fuga e complementada pela quantidade de desligamento de choques por bloco de tentativas. Foram analisadas as médias das latências de fuga (e erro padrão) ao longo dos blocos de cinco tentativas consecutivas nas Sessões 1 e 3. Inicialmente, a normalidade dos dados foi atestada por meio do teste de Shapiro-Wilk (Fase 1: $0.809 < p < 0.972$; Fase 3: $0.832 < p < 0.985$). Posteriormente, foram realizadas ANOVAs mistas para avaliar o efeito principal dos grupos (variável entre sujeitos), dos blocos (variável intrassujeito) e a interação entre essas variáveis na latência da resposta. Para comparações Post Hoc, foram utilizados testes t de students.

Os resultados das ANOVAs foram complementados com uma avaliação do tamanho de efeito pelo valor do *Ômega ao quadrado* (w^2): os resultados poderiam ser classificados como muito pequeno ($< 0,01$), pequeno (entre 0,01 e 0,06), médio (entre 0,06 e 0,14) e grande ($> 0,14$) (Field, 2013). Para as comparações Post Hoc, foi utilizada o d de Cohen, que poderia ser classificado como, muito pequeno ($< 0,2$), pequeno (entre 0,2 e 0,5), médio (entre 0,5 e 0,8) e grande ($> 0,8$) (Cohen, 1988). Foi utilizado o critério de $p < 0,05$ para diferenças estatisticamente significativas e $p < 0,075$ para diferenças marginais. Todas as análises estatísticas foram realizadas por meio do Software JASP (versão 0.18.3).

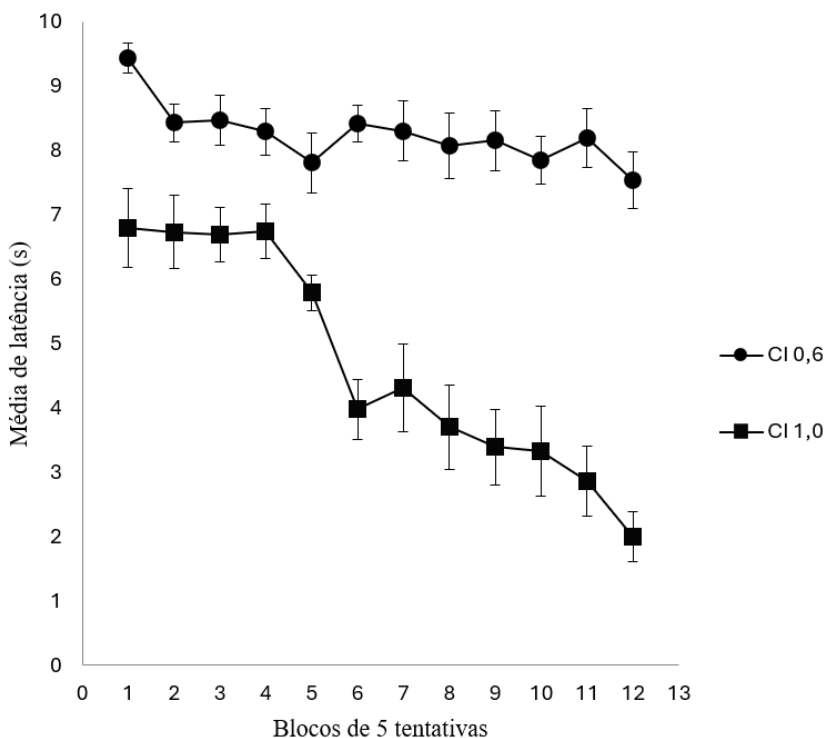
Resultados

Na Sessão 1 (pré-tratamento), foi observado que os sujeitos de ambos os grupos apresentaram redução da latência da resposta de fuga (comparação entre o primeiro e o último bloco de tentativa), porém apenas para o grupo CI 1,0 a redução foi estatisticamente significativa. Também se observou que, de maneira geral, os sujeitos do grupo CI 0,6 apresentaram maiores latências da resposta que os sujeitos do grupo CI 1,0, desde o primeiro bloco de tentativas (Figura 2).

No primeiro bloco de tentativas, os sujeitos do Grupo CI 0,6 apresentaram latência média de respostas de 9,43 s (Mediana = 9,65; EP = 0,23) e, no último bloco, de 7,54 s (Mediana = 7,97; EP = 0,45). Ou seja, uma redução de 20,04% do primeiro ao último bloco de tentativas. Já os sujeitos do Grupo CI 1,0 apresentaram latência média de 6,79 s no primeiro bloco (Mediana = 6,34; EP = 0,61) e de 2,00 s no último bloco (Mediana = 1,87; EP = 0,39), representando uma redução de 70,54%.

Figura 2

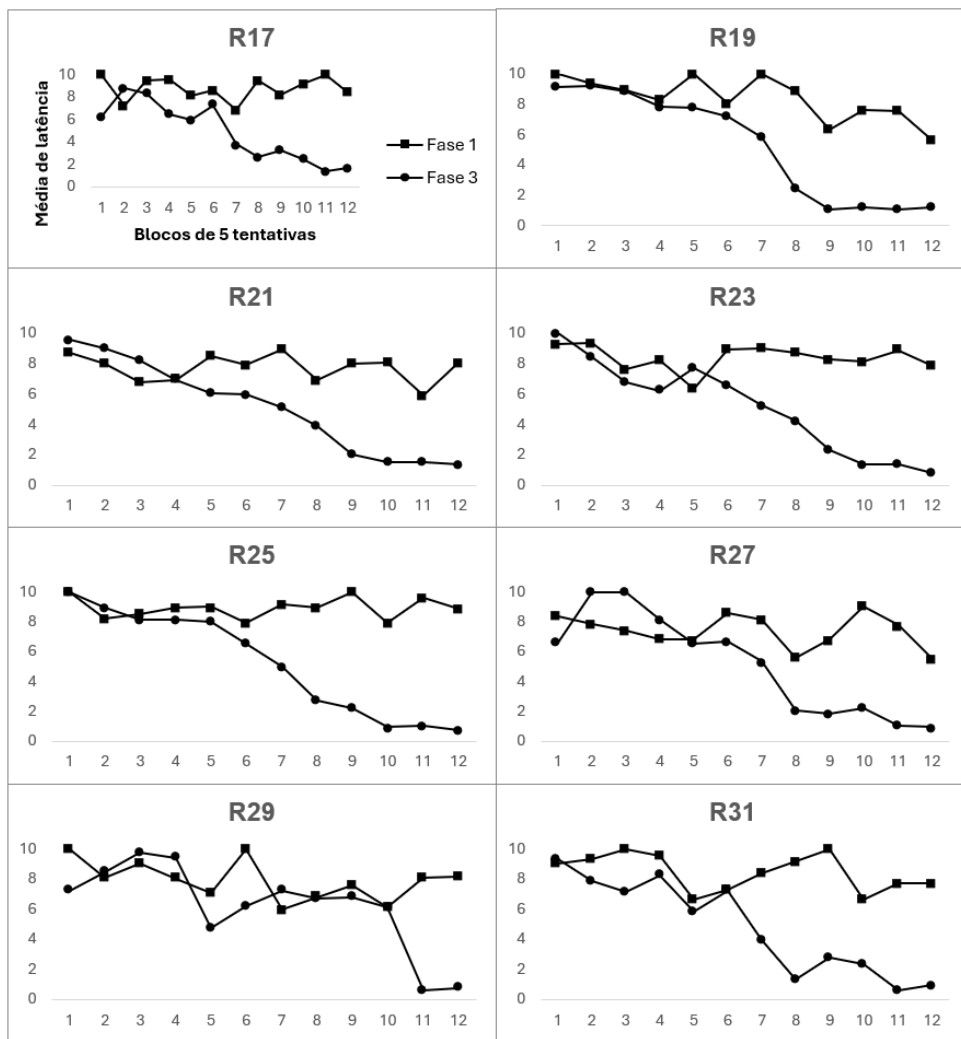
Média de Latência das Respostas de Focinhar no Pré-Tratamento (Fase 1) dos Grupos CI 0,6 e CI 1,0



Os resultados da ANOVA apontam um efeito estatisticamente significativo e com um tamanho do efeito grande da variável Blocos ($F = 12,74$, $w^2 = 0,347$, $p < 0,001$), Grupos ($F = 85,83$, $w^2 = 0,739$, $p < 0,001$) e para a interação Blocos*Grupos ($F = 6,70$, $w^2 = 0,205$, $p < 0,001$). Comparações planejadas apontaram que, para o grupo CI 0,6, não houve uma diferença estatisticamente significativa na média de latência da resposta entre o primeiro e o último bloco ($p = 0,210$, $t = 3,24$, $d = 1,39$), enquanto para o grupo CI 1,0 foi observada uma diferença estatisticamente significativa ($p < 0,001$, $t = 8,23$, $d = 3,54$), com um tamanho do efeito grande.

Comparações entre os grupos a cada bloco de tentativas sugerem que até o quarto bloco não foram observadas diferenças estatisticamente significativas entre os grupos ($p = 0,022$, $t = 3,95$, $d = 1,98$); porém, a partir do bloco 5 ($p = 0,001$, $t = 5,38$, $d = 2,69$) até o bloco 12 ($p = 0,001$, $t = 10,99$, $d = 5,49$) foram observadas diferenças estatisticamente significativas entre eles.

Apesar de na média do Grupo CI 0,6 a redução da latência de fuga ao longo da Sessão 1 não ter sido significativa, os dados individuais (Figura 3) indicam que todos os sujeitos apresentaram essa redução: a maior foi apresentada pelo sujeito R27, de 10,00 s para 5,53 s (redução de 44,7%), enquanto a menor pelo sujeito R17, que passou de 10,00 s para 8,43 s (redução de 15,7%).

Figura 3*Média de Latência das Respostas de Fuga (em Segundos) do Grupo CI 0,6 nas Fases 1 e 3*

Outro aspecto relevante diz respeito ao número de desligamentos do choque por meio de respostas de fuga durante a Sessão 1 (Tabela 2). Para o grupo CI 0,6, no primeiro bloco, apenas quatro dos oito sujeitos desligaram pelo menos um choque. Os sujeitos R27, R23, R31 e R21 emitiram 3, 2, 2 e 1 respostas, respectivamente, e os sujeitos R17, R19, R25, R29 não emitiram nenhuma resposta. Já no último bloco todos os sujeitos desligaram o choque pelo menos uma vez, sendo que os sujeitos R19, R27 e R29 emitiram 3 respostas cada um; os sujeitos R23 e R31

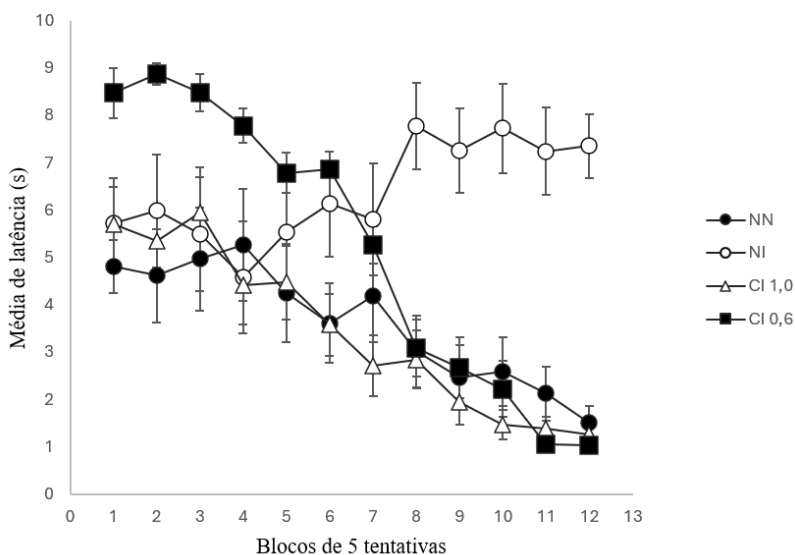
emitiram duas respostas; os sujeitos R17, R21 e R25, uma resposta cada um. Ao longo dos blocos, observamos que três dos oito sujeitos do Grupo CI 0,6 (R21, R23 e R27) desligaram pelo menos um choque em cada bloco de tentativas na Sessão 1. O sujeito R27 alternou entre dois e três desligamentos em todos os blocos. O sujeito R19 apresentou pelo menos dois desligamentos a partir do Bloco 8, enquanto o sujeito R29 desligou o choque pelo menos uma vez a partir do Bloco 4. Portanto, podemos observar que existe uma tendência de aumento no número de desligamentos dos choques ao longo dos blocos e que todos os sujeitos do grupo CI 0,6 tiveram a experiência de eliminar os choques na Sessão 1.

Esses dados sugerem que, apesar de que apenas os sujeitos do grupo CI 1,0 tenham apresentado redução significativa na latência da resposta de fuga, todos os sujeitos de ambos os grupos apresentavam a resposta de desligamento dos choques (ver Tabela 2), o que sugere que ambos os grupos tiveram a experiência de controle dos choques durante esta fase.

Na Sessão 3, de teste de fuga, os animais dos Grupos CI 0,6, CI 1,0 e NN apresentaram padrão de redução da latência das respostas e fuga, e apenas os sujeitos do grupo NI apresentaram aumento da latência dessa resposta (Figura 4). Os sujeitos do Grupo CI 0,6 iniciaram essa sessão com latências bem mais elevadas que os demais, porém mostram redução dessa diferença nos blocos sucessivos; a partir do Bloco 8 suas latências se equipararam às dos animais dos Grupos NN e CI 1,0.

Figura 4

Média de Latência das Respostas de Saltar (em Segundos) dos Grupos NN, NI, CI 1,0 e CI 0,6 na Fase de Teste de Fuga



Ao comparar o primeiro e o último bloco para cada um dos grupos, foi observado que os sujeitos do Grupo CI 0,6 iniciaram o primeiro bloco com média de latência de 8,48 s (Mediana = 9,14; EP = 0,53) e, no último bloco, apresentaram média de 1,04 s (Mediana = 0,95; EP = 0,11), uma redução de 87,74% ($p < 0,001$, $t = 10,46$, $d = 3,39$). O Grupo CI 1,0 iniciou com latência média de 5,70 s (Mediana = 5,95; EP = 0,78) e terminou com 1,27 s (Mediana = 1,26; EP = 0,23), redução de 77,72% ($p < 0,001$, $t = 6,22$, $d = 2,02$). O Grupo NN começou com 4,81 s (Mediana = 4,79; EP = 0,57) e finalizou com 1,51 s (Mediana = 0,93; EP = 0,37), redução de 68,61% ($p = 0,005$, $t = 4,63$, $d = 1,50$). Por fim, o Grupo NI começou com 5,73 s (Mediana = 5,56; EP = 0,95) e terminou com 7,36 s (Mediana = 6,98; EP = 0,67), representando um aumento de 28,45% ($p = 1,00$, $t = -2,28$, $d = -0,74$). Na Sessão 3, todos os sujeitos (com exceção dos sujeitos do grupo NI) apresentaram redução da média de latência do primeiro ao último bloco, sendo que: do grupo CI 0,6 o maior percentual foi do sujeito R25 (de 10,00 s para 0,73 s; redução de 92,7%) e o menor foi do sujeito R31 (de 6,31 s para 1,66 s; redução de 73,7%); do grupo CI 1,0 o maior percentual foi do sujeito R18 (de 8,47 s para 0,56 s: redução de 93,39%) e o menor foi do sujeito R24 (de 1,61 s para 0,72 s: redução de 55,28%); do grupo NN o maior percentual foi do sujeito R1 (de 5,43 s para 0,73 s: redução de 86,56%) e o menor foi do sujeito R9 (de 3,78 s para 3,09 s: redução de 18,25%).

Tabela 2

Desligamento de Choques Elétricos por Blocos de Tentativas na Fase 1 Pelos Sujeitos do Grupo CI 0,6 e CI 1,0

CI 0,6								
Bloco	R17	R19	R21	R23	R25	R27	R29	R31
Bloco 1	0	0	1	2	0	3	0	2
Bloco 2	2	1	2	1	1	2	1	1
Bloco 3	2	1	2	2	1	2	0	0
Bloco 4	1	2	2	2	2	2	2	3
Bloco 5	1	0	2	2	1	2	1	2
Bloco 6	1	1	2	3	2	3	2	2
Bloco 7	2	0	2	2	2	2	3	1
Bloco 8	2	2	2	3	1	3	3	2
Bloco 9	1	3	1	2	0	3	2	0
Bloco 10	2	2	2	1	2	3	3	2
Bloco 11	0	3	3	3	1	3	1	2
Bloco 12	1	3	1	2	1	3	3	2

CI 1,0								
Bloco	R18	R20	R22	R24	R26	R28	R30	R32
Bloco 1	4	3	3	0	3	5	5	3
Bloco 2	3	3	3	4	3	5	5	5
Bloco 3	3	4	4	3	3	5	2	4
Bloco 4	3	3	4	4	4	5	2	2
Bloco 5	4	4	5	4	4	5	4	2
Bloco 6	4	5	5	5	4	5	3	4
Bloco 7	4	5	5	5	3	5	5	4
Bloco 8	5	5	5	5	5	5	5	5
Bloco 9	5	5	5	5	4	5	5	5
Bloco 10	5	5	5	5	4	5	5	5
Bloco 11	5	5	5	5	4	5	5	5
Bloco 12	5	5	5	5	5	5	5	5

O resultado da ANOVA mista sugere uma diferença estatisticamente significativa, com tamanho do efeito grande, nas latências de respostas entre os blocos de tentativas (Blocos: $F = 25,18$, $w^2 = 0,244$, $p < 0,001$), entre os grupos ($F = 5,35$, $w^2 = 0,101$, $p = 0,005$) e uma interação entre Blocos*Grupos ($F = 11,15$, $w^2 = 0,186$, $p < 0,001$).

Comparações planejadas para cada bloco de tentativas entre os grupos não evidenciaram diferenças estatisticamente significativas entre os grupos ao longo dos sete primeiros blocos de tentativas ($p > 0,05$). Porém, a partir do oitavo bloco foram identificadas diferenças nas latências entre os grupos CI 0,6, CI 1,0 e NN, em comparação com o grupo NI. Nos blocos 8 e 9 foram observadas diferenças

estatisticamente significativas nas latências de respostas entre o Grupo NI e os grupos CI 1,0 e NN, e uma diferença marginal entre os grupos NI e CI 0,6 ($p < 0,75$). A partir do bloco 10, foram observadas diferenças estatisticamente significativas ($p < 0,05$) entre as latências dos grupos CI 1,0, CI 0,6 e NN, e a latência do grupo NI (Tabela 3). Não foram observadas diferenças estatisticamente significativas para as demais comparações entre os grupos ao longo dos blocos de tentativas.

Tabela 3

Resultados das Comparações Planejadas da Latência de Resposta Entre os Grupos CI 0,6, CI 1,0 e NN e o Grupo NI Para os Blocos de Tentativas Finais (do Bloco 8 ao 12)

Bloco	CI 0,6 - NI		CI 1,0 - NI		NN - NI	
	<i>t</i>	<i>p (d)</i>	<i>t</i>	<i>p (d)</i>	<i>t</i>	<i>p (d)</i>
8	-4.287	0.052* (-2.142)	-4.287	0.024 (-2.254)	-4.346	0.042 (-2.173)
9	-4.184	0.073* (-2.092)	-4.844	0.007 (-2.422)	-4.372	0.038 (-2.186)
10	-5.021	0.004 (-2.510)	-5.708	<0.001 (-2.854)	-4.697	0.012 (-2.348)
11	-5.670	<0.001 (-2.835)	-5.359	<0.001 (-2.679)	-4.675	0.013 (-2.338)
12	-5.776	<0.001 (-2.888)	-5.563	<0.001 (-2.782)	-5.341	0.001 (-2.670)

Nota. “*t*” corresponde ao valor do teste *t* de students; “*p*” corresponde valor da significância estatística; “*d*” corresponde a medida de tamanho do efeito de *d* de Cohen; * corresponde ao critério de significância estatística marginal ($p < 0.075$).

Discussão

Os principais resultados do presente experimento foram: (1) a intensidade dos choques durante a Fase de pré-tratamento afetou a aprendizagem da resposta de fuga focinhar: ela foi bem estabelecida com choques de intensidade de 1,0 mA, mostrando apenas uma tendência a fuga com choques de intensidade de 0,6 mA. (2) ambas as intensidades de choque experimentadas na Fase de pré-tratamento produziram efeito de imunização na fase de teste: os animais dos Grupos CI 1,0 e CI 0,6 aprenderam a resposta de fuga saltar terminando a sessão com latências semelhantes aos animais do Grupo NN, não expostos previamente a choques; (3) os sujeitos expostos apenas aos choques incontrolláveis no pré-tratamento (Grupo NI) apresentaram dificuldades na aquisição da resposta de fuga durante a Fase 3, efeito característico de desamparo aprendido. A seguir, esses dados são discutidos de forma mais detalhada.

Segundo a hipótese interpretativa do desamparo aprendido (Maier & Seligman, 1976), a primeira experiência com estímulos aversivos (controláveis ou

incontroláveis) determina como o sujeito irá se comportar em situações posteriores envolvendo contingência de fuga: se essa experiência inicial for com estímulos incontroláveis, espera-se um prejuízo na aprendizagem operante futura; já se envolver controle sobre os estímulos, esse efeito deletério tende a ser evitado, caracterizando o fenômeno de imunização. No presente estudo, esses efeitos foram replicados: observou-se o padrão típico de desamparo no Grupo NI e imunização nos Grupos CI 0,6 e CI 1,0.

Em relação ao efeito de imunização, a diferença básica entre os grupos pré-tratados (CI 0,6 e CI 1,0) foi apenas na intensidade de choque no pré-tratamento. Apesar dessa diferença, os sujeitos dos dois grupos apresentaram o efeito de imunização total ao final da sessão de teste, ou seja, latências similares às dos sujeitos do grupo NN, sem experiência prévia com nenhum tipo de tratamento. Contudo, apesar do desempenho final dos sujeitos dos grupos CI 0,6, CI 1,0 e NN apresentarem semelhanças entre si, o quadro geral foi um pouco diferente quando analisado o desempenho ao longo dos blocos de tentativa. Isso pode significar que, apesar de a intensidade dos choques na primeira sessão não ter afetado a imunização final na sessão de teste, ela interferiu no padrão dessa imunização: os animais expostos aos choques mais intensos (1,0 mA) na Sessão 1 foram os que aprenderam melhor a resposta nesta sessão e tiveram padrão de fuga na Sessão 3 mais semelhante ao dos animais ingênuos (Grupo NN); a menor intensidade dos choques na Sessão 1 (0,6 mA) não apenas dificultou a aprendizagem de fuga nesta sessão como produziu latências bem mais elevadas na primeira metade da sessão de teste. Portanto, os dados obtidos no presente estudo sugerem que a intensidade dos choques controláveis, no primeiro contato do sujeito com esses estímulos, pode ser uma variável que se relaciona com o padrão de imunização apresentado posteriormente.

É importante observar que, na Fase 1, os sujeitos do grupo CI 0,6 não apresentaram redução estatisticamente significativa nas latências da resposta de fuga, o que indica ausência de aprendizagem operante nesse grupo. Ainda assim, dados individuais apontam que todos os sujeitos emitiram respostas de fuga ao longo da sessão e ao menos uma resposta no último bloco de tentativas. Esses dados indicam que, embora a aprendizagem de fuga não tenha sido sistemática, os animais foram capazes de exercer controle sobre o estímulo aversivo ao menos em parte das tentativas. Essa observação levanta uma questão conceitual importante: a imunização ao desamparo aprendido exige que o sujeito aprenda efetivamente a contingência de fuga na fase de pré-tratamento, ou seria suficiente que ele experimente algum nível de controle, ainda que parcial e inconsistente, sobre o estímulo aversivo? A hipótese de que um controle mínimo já possa ser suficiente para desencadear o efeito de imunização é mais parcimoniosa e compatível com os dados observados, além de se apresentar como uma via promissora para futuras investigações experimentais.

O efeito de imunização obtido no presente estudo foi mais pronunciado do que no estudo de Yano e Hunziker (2000), que utilizaram mesma intensidade de choque nas três sessões. Os animais expostos a procedimento similar aos do atual Grupo CI 1,0 do presente experimento mostraram, no teste, redução da latência de fuga do primeiro ao último bloco de tentativas, porém mais altas do que as apresentadas

pelos sujeitos ingênuos, caracterizando assim imunização parcial. Já no experimento relatado aqui, os sujeitos do Grupo CI 1,0 apresentaram desempenho semelhante aos dos sujeitos dos grupos NN, caracterizando imunização total.

Apesar das semelhanças há também algumas diferenças em ambos os estudos. Por exemplo, no experimento de Yano e Hunziker (2000), foram utilizados dois equipamentos: uma caixa de condicionamento para a primeira e segunda fase, e uma shuttlebox para a última fase. Já no presente estudo foi utilizado apenas um equipamento em todas as fases (shuttlebox). Além disso, houve eletrificação da janela pela qual os ratos saltavam na fase de teste de fuga. A falta de eletrificação no presente experimento pode ter facilitado a resposta de saltar, contribuindo para latências mais baixas. Outra diferença reside no tipo de equipamento utilizado. No experimento de Yano e Hunziker (2000), foram utilizados equipamentos eletromecânicos. Segundo hipótese de outro trabalho do mesmo laboratório (Santos et al., 2011), esse tipo de equipamento pode gerar um pequeno atraso entre a emissão da resposta e o encerramento do estímulo aversivo. Esse atraso pode dificultar a detecção da contingência por sujeitos previamente submetidos a estímulos aversivos incontrolláveis. Isso talvez explique o fato de as latências do presente experimento finalizarem mais baixas quando comparadas ao experimento de Yano e Hunziker (2000), e que não tenha sido observada diferença estatisticamente significativa entre os grupos CI 0,6 e CI 1,0 no teste de fuga.

Com base em trabalhos anteriores sobre imunização (Alloy & Bersh, 1979; Maier & Warren, 1981; Troisi et al., 1991; Vicente et al., 2006), presumiu-se que a variável crítica para produção da imunização total ao desamparo aprendido seria o uso de uma intensidade de choque elétrico menor no pré-tratamento. No entanto, após analisar os dados e comparar com os resultados obtidos por Yano e Hunziker (2000), que usaram procedimento semelhante, a interpretação que propomos é que o efeito de imunização total pode estar mais ligado a outras variáveis procedimentais, decorrentes do equipamento utilizado, do que à intensidade usada no pré-tratamento. Por exemplo, o equipamento pode afetar a contiguidade na relação operante, alterando a eficácia da relação de consequenciação. Essa hipótese sobre o atraso na consequenciação foi sugerida por Santos et al. (2011) e testada por Souza (2018), fortalecendo a interpretação de que a imunização relatada por Yano e Hunziker (2000) foi parcial em função do atraso gerado pelo funcionamento eletromecânico utilizado na época. Como no presente estudo a contiguidade foi precisa em função do controle computacional do experimento, a imunização foi total.

Contudo, esses achados não diminuem a relevância de testes com menores intensidades de choque elétrico em experimentos de imunização, pois foi observado aqui que a intensidade menor (0,6 mA) do estímulo propiciou o mesmo efeito final que a intensidade maior (1,0mA) aqui testada. Isso permite adotar intensidades mais baixas do estímulo aversivo, com vantagens éticas e práticas.

Como discutido anteriormente, a suposição de que a intensidade do aversivo poderia explicar os diferentes níveis de imunização ao desamparo (parcial ou total) não foi definitivamente descartada pelos dados. Nos parâmetros usados, não houve diferenças estatisticamente significativas no desempenho final (imunização) nos dois grupos pré-tratados, mas houve diferenças no padrão inicial de fuga na sessão

de teste. Além disso, o delineamento aqui realizado não permite uma interpretação conclusiva sobre os efeitos de outras intensidades do estímulo aversivo. Um gradiente mais amplo de intensidades do estímulo. Em suma, porque alguns estudos obtêm imunização total e outros apenas imunização parcial, e qual o papel da intensidade do aversivo nesse processo, são perguntas que requerem mais investigações.

Referências

- 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. <https://doi.org/10.3758/BF03209265>
- Azrin, N. H., & Holz, W. C. (1966). Punishment. In W. K. Honig (Ed.), *Operant behavior: Areas of research and application* (pp. 213-270). Appleton-Century-Crofts.
- Carvalho-Neto, M. B., Oliveira, D. V. N., & Ferreira, D. C. (2021). Desamparo aprendido e imunização utilizando o jato de ar quente como estímulo aversivo em ratos. *Acta Comportamentalia*, 29(3), 113-131. <https://doi.org/10.32870/ac.v29i3.80298>
- Cohen, J. (1988). *Statistical power analysis for the behavioral sciences (2nd ed.)*. Routledge.
- Field, A. (2013). *Discovering statistics using IBM SPSS Statistics (4th ed.)*. Sage.
- Hineline, P. N. (1977). Negative reinforcement and avoidance. In W. K. Honig & J. E. R. Staddon (Eds.), *Handbook of operant behavior* (pp. 364-414). Prentice-Hall.
- Hunziker, M. H. L. (2024). Apontamentos para o estudo do desamparo aprendido. *Revista Brasileira de Análise do Comportamento*, 20 (1), 37-48. <http://dx.doi.org/10.18542/rebac.v20i0.16409>
- Lerman, D. C., & Vorndran, C. M. (2002). On the status of knowledge for using punishment: implications for treating behavior disorders. *Journal of the Applied Analysis of Behavior*, 35(4), 431-464. <https://doi.org/10.1901/jaba.2002.35-431>
- Maier, S. F., & Warren, D. A. (1988). Controllability and safety signals exert dissimilar proactive effects on nociception and escape performance. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, 14(1), 18-25. <https://doi.org/10.1037/0097-7403.14.1.18>
- Santos, C. V., Gehm, T., & Hunziker, M. H. (2011). Learned helplessness in the rat: Effect of response topography in a within-subject design. *Behavioural Processes*, 86(2), 178-183. <https://doi.org/10.1016/j.beproc.2010.11.005>
- Souza, E. J. (2018). *Efeitos do atraso de reforço negativo na produção de desamparo aprendido em ratos* [Tese de doutorado, Universidade de São Paulo]. Biblioteca Digital de Teses e Dissertações da Universidade de São Paulo. <https://doi.org/10.11606/T.47.2018.tde-04072018-163157>
- Troisi, 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(1), 88-94.
<https://doi.org/10.3758/BF03197864>
- 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.
<https://doi.org/10.1080/00207590500411344>
- Yano, Y., & Hunziker, M. H. L. (2000). Desamparo aprendido e imunização com diferentes respostas de fuga. *Acta Comportamentalia*, 8(2), 143-166.
<https://doi.org/10.32870/ac.v8i2.18195>

(Received: September 3, 2024; Accepted: December 16, 2025)

