

Efeitos da privação hídrica sobre a variabilidade comportamental em procedimento de operante livre

Effects of water deprivation on behavioral variability in free operant procedure

 EMERSON FERREIRA DA COSTA LEITE¹

 AUGUSTO LUIS MORAES ANSELMO¹

 BRUNO LAMARÃO DO NASCIMENTO¹

 HUDSON ALMEIDA DE LIMA¹

 LEON BRANDÃO LAUTON¹

 LUIZ FELIPE DA ROCHA LIMA¹

 MARIA LUIZA MENEZES TENÓRIO¹

 NATHÁLIA FERRER CASSIANO¹

 WANDERSON LIMA GOMES¹

¹PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE SÃO PAULO

Resumo

Estudos sugerem que privação alimentar diminui a variabilidade comportamental induzida e reforçada. Avaliou-se os efeitos de três níveis de privação hídrica (0h, 24h e 48h) na variabilidade entre cinco operantes reforçados em Lag N com aumento da exigência de lag 0 a lag 4, em procedimento de operante livre. Foram sujeitos quatro ratos. Em lag 0 (sem exigência de variabilidade para reforçamento) e lag 4 (com esta exigência), os níveis de privação foram manipulados semi-aleatoriamente. De lag 0 para lag 4, houve aumento no índice U, número de operantes diferentes emitidos e aproximação nas frequências relativas e acumuladas de cada operante. Também houve aumento na taxa de respostas e diminuição na proporção de respostas reforçadas. Com relação aos níveis de privação, quanto menor a privação, maior foi a variabilidade e vice-versa, exceto para o número de operantes diferentes, pois houve efeito de teto. A diferença entre 24h e 48h de privação não foi tão clara quanto entre 0h e 24h. Adicionalmente, diferenças entre privações foram mais evidentes sob lag 0. Também ocorreram aumentos na taxa de respostas conforme aumentou a privação, sem afetar a proporção de reforçamento. Concluiu-se que o aumento da privação hídrica aumentou a proporção de operantes específicos reforçados com água, mas não o variar entre eles, mesmo quando a contingência exigia tal variação. Discutiu-se a interpretação da variabilidade como um operante à luz desses dados.

Palavras-chave: privação, variabilidade comportamental, Lag N, operante, análise do comportamento.

Abstract

Studies suggest that food deprivation decreases induced and reinforced behavioral variability. The effects of three levels of water deprivation (0h, 24h and 48h) on the variability between five operants reinforced at Lag N with an increase from lag 0 to lag 4, in a free operant procedure, were evaluated. Four rats were subjects. At lag 0 (without requirement of variability for reinforcement) and lag 4 (with this requirement), deprivation levels were manipulated semi-randomly. From lag 0 to lag 4 there was an increase in the U value, number of different operants emitted and approximation in the relative and accumulated frequencies of each operant. There was also an increase in the response rate and a decrease in the proportion of reinforced responses. Regarding deprivation levels, the lower the deprivation, the greater the variability and vice versa, except for the number of different operants, as there was a ceiling effect. The difference between 24h and 48h of deprivation was not as clear as between 0h and 24h. Additionally, differences between deprivations were more evident under lag 0. There were also increases in the response rate as deprivation increased, without affecting the proportion of reinforcement. It was concluded that increasing water deprivation increased the rate of specific operants reinforced with water, but did not vary between them, even when the contingency required such variation. The interpretation of variability as an operant was discussed considering these data.

Keywords: deprivation, behavioral variability, Lag N, operant, behavior analysis.

NOTA. AGRADECEMOS AOS DISCENTES DA DISCIPLINA DE ATIVIDADE DE PESQUISA SUPERVISIONADA I E II – PROCESSOS BÁSICOS NA ANÁLISE DO COMPORTAMENTO DO PROGRAMA DE ESTUDOS PÓS-GRADUADOS EM PSICOLOGIA EXPERIMENTAL: ANÁLISE DO COMPORTAMENTO DA PUC-SP PELA PARTICIPAÇÃO NA COLETA E ANÁLISE DOS DADOS DA PRESENTE PESQUISA.

✉efleite@pucsp.br

DOI: [HTTP://DX.DOI.ORG/10.18542/REBAC.V21I1.18891](http://dx.doi.org/10.18542/REBAC.V21I1.18891)

A variabilidade é uma dimensão do comportamento amplamente estudada como variável dependente, avaliando-se os efeitos de diferentes condições ambientais sobre ela. Para alguns autores (e.g., Neuringer, 2012), a variabilidade obtida sob contingências de reforçamento diferencial baseadas em critérios de variação (e.g., Lag N e Limiar) é operante. Como apresentada na revisão de Neuringer (2002), a interpretação se baseia em extensa literatura empírica que mostra, dentre outras evidências, que os níveis de variabilidade correspondem à exigência da contingência; podem ser colocados sob controle discriminativo; estão sujeitos à lei da igualação; e, que a mesma intermitência de reforçamento em procedimentos acoplados, os quais permitem mas não exigem variabilidade, não costuma gerar níveis de variabilidade similares aos do reforçamento da variação, descartando a hipótese de que a variabilidade obtida seja apenas induzida pela intermitência ou extinção, mas sim diretamente reforçada.

Para outros (e.g., Barba, 2015; Holth, 2012; Machado & Tonneau, 2012), tal variabilidade é subproduto das contingências programadas (para uma revisão sobre as várias interpretações existentes neste debate, ver Leite & Micheletto, 2023). Um dos argumentos apresentados por Holth (2012) para defender a segunda interpretação apresentada é o de que, nos estudos cujos resultados foram entendidos como evidência de que a variabilidade é operante, as contingências programadas são muito complexas – com a utilização de numerosas e longas sequências de respostas como unidades comportamentais, imposição de intervalos entre respostas e tentativas, uso de *timeout* para sequências incorretas, – implicando em uma limitação para a análise dos processos básicos envolvidos. Como solução, o autor propôs o uso de poucos operantes discretos em substituição às sequências de respostas, e procedimento de operante livre em vez de tentativas discretas. Além disso, propôs que a variabilidade fosse analisada pela frequência acumulada de respostas por minuto ao longo de cada sessão experimental (análise molecular), ao invés de medidas agregadas (análise molar), como o índice U, comumente utilizado na área. Os resultados obtidos a partir dessas mudanças metodológicas foram discutidos por Holth (2012) e por Nergaard e Holth (2020) como demonstrações de que a variabilidade até então chamada de “reforçada” é subproduto de um padrão complexo e cíclico de reforçamento e extinção de respostas específicas, de modo que estas respostas (e não a variabilidade) aumentam e diminuem de frequência, mas sem se estabelecerem no repertório dos sujeitos devido à interrupção constante do reforçamento, gerando como efeito uma maior variabilidade.

Holth (2012) relatou um experimento que envolveu quatro ratos machos em privação hídrica. Após realizar o treino ao bebedouro, quatro operandum (duas barras metálicas, outra de madeira e um focinhador) foram disponibilizados na caixa experimental. Foram realizadas cinco sessões em lag 0, 1, 2 e 3, totalizando 20 sessões. Em seguida, um novo operandum foi adicionado (corrente no teto) e o esquema foi aumentado para lag 4 por 17 sessões. Os resultados finais de lag 3 indicaram alta variabilidade entre os quatro operandum (frequências acumuladas similares ao longo da sessão), porém com alternância sistemática entre eles (seleção de um encadeamento), sugerindo uma estereotipia de segunda ordem, sendo esse um resultado esperado sob esquemas de baixa exigência de variação (Neuringer, 2002). Em lag 4, inicialmente, observou-se a ruptura desse padrão a partir da segunda emissão da cadeia (com extinção das respostas), levando à emissão da resposta na corrente, seu reforçamento, e aumento em sua frequência. Após um período característico de extinção do puxar corrente, houve emissão da cadeia previamente selecionada, e, após sucessivos ciclos similares, o novo operante foi incorporado ao padrão de respostas, mas com rompimento progressivo da sequência comportamental rígida previamente observada. Na última sessão de lag 4, notou-se a eliminação do encadeamento sistemático, substituído por um responder quase-aleatório.

Leite et al. (2022) realizaram uma replicação sistemática do experimento de Holth (2012). Como mudança, os operandum utilizados foram topograficamente distintos, sendo eles, barra, argola, focinhador, trapézio e roda (esta adicionada apenas em lag 4) e foram feitas análises molares e moleculares dos resultados. Observou-se aumento no índice U e número de operantes diferentes emitidos por sessão conforme o aumento em Lag N. As curvas acumuladas replicaram parcialmente os resultados de Holth, sendo as diferenças atribuídas à redução da indução de respostas, pelo uso de operandum mais distintos entre si do que os de Holth, à um possível custo diferencial das respostas nos operandum distintos e à aplicação e registro manuais e dificuldades no registro das respostas na roda. A partir da análise da frequência acumulada de respostas, os autores também levantaram a hipótese de que a saciação ao longo das sessões teria como efeito um aumento na variabilidade, uma vez que respostas incomuns costumavam ocorrer no final das sessões, sugerindo que isto fosse investigado utilizando-se procedimento similar.

Outros estudos também sugerem que o nível de privação é uma variável relevante na explicação da variabilidade, ainda que tenham utilizado outros procedimentos, unidades de análise e medidas, diferentes dos anteriormente descritos. Um desses estudos foi o de McSweeney (1974), que avaliou os efeitos do peso corporal (controlado por privação alimentar) sobre a variabilidade de respostas emitidas por pombos em um esquema concorrente VI 1 min VI 4 min. Quando mais privados, os sujeitos tenderam a responder com maior taxa no componente com maior densidade de reforçamento (VI 1 min) e com menor variabilidade (i.e., alternância). Com a redução da privação, houve diminuição na taxa de respostas nos dois componentes e a taxa foi mais similar entre eles (aumento na variabilidade). De maneira semelhante, Conrad, et al. (1958) observaram que a variabilidade de intervalos entre respostas (IRIs) em ratos e um macaco privados de alimento e sob esquema DRL aumentava ao longo de cada sessão dada a saciação do reforçador.

Carlton (1962), por sua vez, identificou que, em geral, a variabilidade foi maior quanto menor a privação, ao comparar privação total, em 70% e 90% do peso ad lib e oferta livre de alimento. A variabilidade foi avaliada no primeiro

elo de um encadeamento, em que respostas a qualquer uma de cinco chaves, produziam uma condição de estímulo na qual pressionar uma barra produzia solução de água com leite condensado. Em outro experimento, o autor observou que, mantida constante a privação, a variabilidade aumentou com a redução da magnitude do reforçador (de 30% de concentração de leite condensado para 3% e 1%).

Souza (2007) avaliou, dentre outros aspectos, os efeitos de privação alimentar baixa (70% da ingestão ad lib), intermediária (50% da ingestão ad lib), alta (30% do consumo ad lib) e da ausência de privação sobre a variabilidade da duração de respostas de pressão à barra emitidas por ratos em lag 6 e sob reforçamento da estereotipia (somente durações entre 6 s e 7,2 s). Os resultados mostraram que, para dois dos três sujeitos do grupo estereotipia, houve maior variabilidade sob baixa privação e condição ad lib do que sob alta privação, mas para outro sujeito ocorreu o inverso. Para todos do grupo lag 6, houve maior variabilidade sob privação baixa e condição ad lib e menor variabilidade com a privação alta, com as respostas se concentrando nas durações mais baixas. No geral, os resultados de Leite et al. (2022), com privação hídrica, e dos demais estudos citados, com privação alimentar, indicaram que maiores níveis de privação alimentar resultam em maior estereotipia e vice-versa, tanto em contextos de reforçamento da variabilidade (Leite et al., 2022; Souza, 2007) quanto em situações de mera indução desta (Carlton, 1962; Conrad et al., 1958; McSweeney, 1974; Souza, 2007).

A investigação dos efeitos da privação a partir do procedimento simplificado proposto por Holth (2012) é relevante também por outro motivo. Nergaard e Holth (2020) apontaram alguns achados experimentais que mostraram efeitos opostos de uma mesma variável (e.g., atraso e magnitude do reforçador, tamanho da unidade comportamental) sobre operantes reforçados em esquemas de repetição e de variação, fortalecendo a interpretação de que variar não é um operante.

Como afirmou Skinner (1953/1965): “a magnitude do efeito reforçador do alimento pode não depender do grau da privação. Mas a frequência da resposta que resulta do reforçamento depende do grau de privação no momento em que a resposta for observada... o controle sobre a resposta foi somado ao controle sobre a privação” (pp.75-76). Assim, após o seu reforçamento com um estímulo específico, um operante tem sua frequência controlada pelo nível de privação do mesmo estímulo. Nos estudos aqui descritos, a privação produziu aumento na frequência de operantes repetidos e diminuição nas medidas de variabilidade, enquanto a saciação fez o oposto. Esses dados parecem sustentar a interpretação de que o reforçador não está atuando diretamente sobre a variabilidade como um operante, mas sim sobre os operantes específicos a partir dos quais a variabilidade é medida. Se a variabilidade for um operante, é esperado que se torne mais provável sob privação aguda e se enfraqueça na ausência desta. O caso contrário seria um indício de que não há o operante “variar”, devendo-se verificar quais respostas mudaram de frequência com a alteração na privação.

Esse estudo dá continuidade a pesquisas conduzidas no Laboratório de Psicologia Experimental da PUC-SP com o propósito de investigar a variabilidade comportamental e examinar as bases empíricas das várias interpretações teóricas acerca do tema. O objetivo foi avaliar os efeitos do nível de privação hídrica sobre a variabilidade em Lag N, utilizando procedimento de operante livre e unidades comportamentais discretas. Os dados foram analisados a partir de medidas molares e moleculares, de maneira a integrar as duas abordagens no estudo da variabilidade, conforme sugerido por Shimp (2014).

Método

Sujeitos

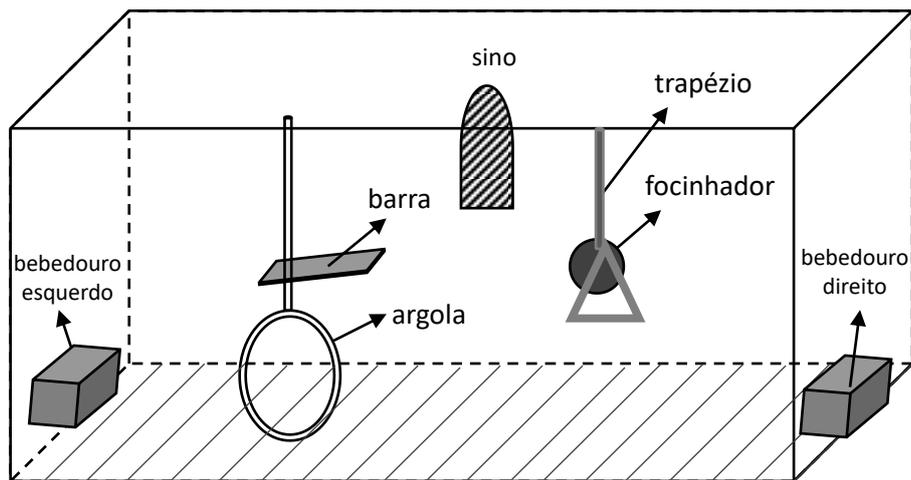
Quatro ratos *Wistar* machos, com aproximadamente 90 dias de vida no início do estudo, alojados em duplas e sob condições controladas de temperatura, umidade do ar e iluminação. Houve oferta de alimento ad lib e restrição de água. O peso corporal foi mensurado antes de cada sessão para avaliar se os animais estavam com seu peso corporal mantido em, no mínimo, 85% do seu peso ad lib, o que sempre foi o caso, não sendo necessário qualquer procedimento para a recuperação do peso. O procedimento de privação foi similar ao de Leite et al. (2022), com a retirada da água cerca de 24h antes de cada sessão em todas as fases, exceto quando avaliados os efeitos de 0h e 48h de privação. A pesquisa foi aprovada pela CEUA responsável (protocolo nº 34/2023).

Equipamento

Uma caixa de condicionamento operante Med Associates Inc. adaptada, medindo 64x26x26 cm, com dois bebedouros laterais e cinco operandum (barra pressionável, focinhador em que poderiam introduzir o focinho, argola que poderiam atravessar, trapézio que poderia ser puxado com as patas e sino cujo tilintar poderia ser produzido com qualquer parte do corpo) aproximadamente equidistantes entre si e em relação aos bebedouros (ver Figura 1).

Figura 1

Ilustração esquemática da caixa experimental utilizada.



Procedimento

Fase 1. Treino ao bebedouro

Cada sujeito foi colocado na caixa, sem nenhum operandum, a fim de se reforçar a resposta de ir aos bebedouros e consumir água diante de um som de 70db e 1 s. As sessões desta e de todas as demais fases foram filmadas e duraram 30 minutos cada.

Fase 2. Linha de base da variabilidade em esquema lag 0

Com o objetivo de avaliar a variabilidade comportamental inicial dos sujeitos, foi realizada a contingência lag 0, em que quatro dos cinco operandum foram introduzidos simultaneamente na caixa (barra, focinhador, argola e trapézio) e todas as respostas alvo emitidas pelo sujeito foram reforçadas. Nesta contingência a variabilidade não era exigida para reforçamento, mas também não era impedida. A fase foi encerrada após três sessões consecutivas com estabilidade no índice U (variação inferior a 10%) e desde que os sujeitos estivessem emitindo com certa frequência pelo menos um dos quatro operantes possíveis.

Fase 3. Efeitos de diferentes níveis de privação sobre a variabilidade em lag 0

Foram manipulados semi-aleatoriamente três níveis de privação (0h, 24h e 48h), realizando-se no geral quatro sessões para cada, com apresentação de todos os níveis a cada três sessões. Para os sujeitos 1B e 1M, no entanto, devido a um erro, foi realizada uma sessão a mais de 0h (Sessão 4).

Fase 4. Reforçamento da variabilidade comportamental em esquema lag 1 a 3

Com o objetivo de preparar os sujeitos para a Fase 6, foram reforçadas diferencialmente respostas que diferiram das N anteriores, sendo N o valor estabelecido de respostas das quais a resposta atual diferiu para ser reforçada. Assim, em lag 1, foram reforçadas apenas respostas que diferissem da anterior. Após cinco sessões em cada valor de N, este era aumentado em 1 resposta diferente, passando-se por lag 2, até alcançar lag 3. Nas três contingências, variabilidade foi exigida para reforçamento. Utilizou-se privação de 24h em todas as sessões.

Fase 5. Introdução de um novo operandum e reforçamento em lag 4

Foi acrescentado o sino na caixa e realizadas nove sessões com cada sujeito, em que foram reforçadas apenas as respostas diferentes das quatro últimas emitidas (lag 4).

Fase 6. Efeitos de diferentes níveis de privação sobre a variabilidade em lag 4

Foram manipulados os mesmos três níveis de privação da Fase 3, mantendo-se a mesma ordem de exposição a eles para 1B e 1M, e em uma nova ordem semi-aleatória para 2B e 2M, em que foi necessário repetir níveis de privação iguais nas últimas apresentações com o objetivo de acelerar a coleta de dados (ver a ordem dos níveis de privação nas Fases 3 e 6 na Tabela 1).

Tabela 1

Ordem de exposição aos níveis de privação (em horas) previamente a cada uma das sessões das Fases 3 (lag 0) e 6 (lag 4) com os sujeitos 1B, 1M, 2B e 2M.

Sujeitos	Sessão	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1B e 1M	lag 0	24	0	48	0*	24	48	0	48	24	0	48	0	24
	lag 4	24	0	48	24	48	0	48	24	0	48	0	24	-
2B e 2M	lag 0	24	48	0	24	0	48	0	24	48	24	48	0	-

lag 4	0	24	48	24	48	0	0	24	48	-
--------------	---	----	----	----	----	---	---	----	----	---

Nota. O símbolo * indica uma sessão adicional e o símbolo – indica um dado ausente.

Integridade do procedimento e fidedignidade dos dados.

Em cada fase, 20% dos vídeos das sessões realizadas com cada sujeito foram assistidos por observadores treinados e então foi calculada a concordância simples [concordâncias / (concordâncias + discordâncias)] em relação à integridade da aplicação do procedimento (i.e., se as apresentações e omissões de reforçamento ocorreram conforme o procedimento planejado) e à fidedignidade do registro dos dados pelos experimentadores (i.e., se todas respostas emitidas foram registradas e se todas registradas foram emitidas). Tal avaliação foi necessária devido à realização manual de todos os procedimentos.

Os índices de integridade por sujeito foram de 85% ou mais e os de fidedignidade de 89,4% ou mais, considerando a média das fases. Por fase, a integridade foi de 75,1% (Fase 5) a 93,9% (Fase 3) e a fidedignidade de 83,9% (Fase 2) a 98,1% (Fase 4), considerando a média dos sujeitos. Nas fases de lag 0 e lag 4 com diferentes níveis de privação obteve-se, respectivamente, médias de 93,9% e 78,1% de integridade e 94,8% e 93,6% de fidedignidade.

Resultados

A partir da Fase 2, a variabilidade foi avaliada utilizando-se diferentes medidas: o índice U, o número de operantes diferentes emitidos dentre os possíveis, a frequência relativa de emissão dos operantes por sessão (medidas molares), e a frequência de respostas por minuto em cada operandum (medida molecular). Também foram mensuradas a taxa geral de respostas e a proporção de respostas reforçadas em cada sessão. Serão apresentados apenas os resultados das Fases 3 e 6, que permitem responder mais diretamente ao objetivo da pesquisa.

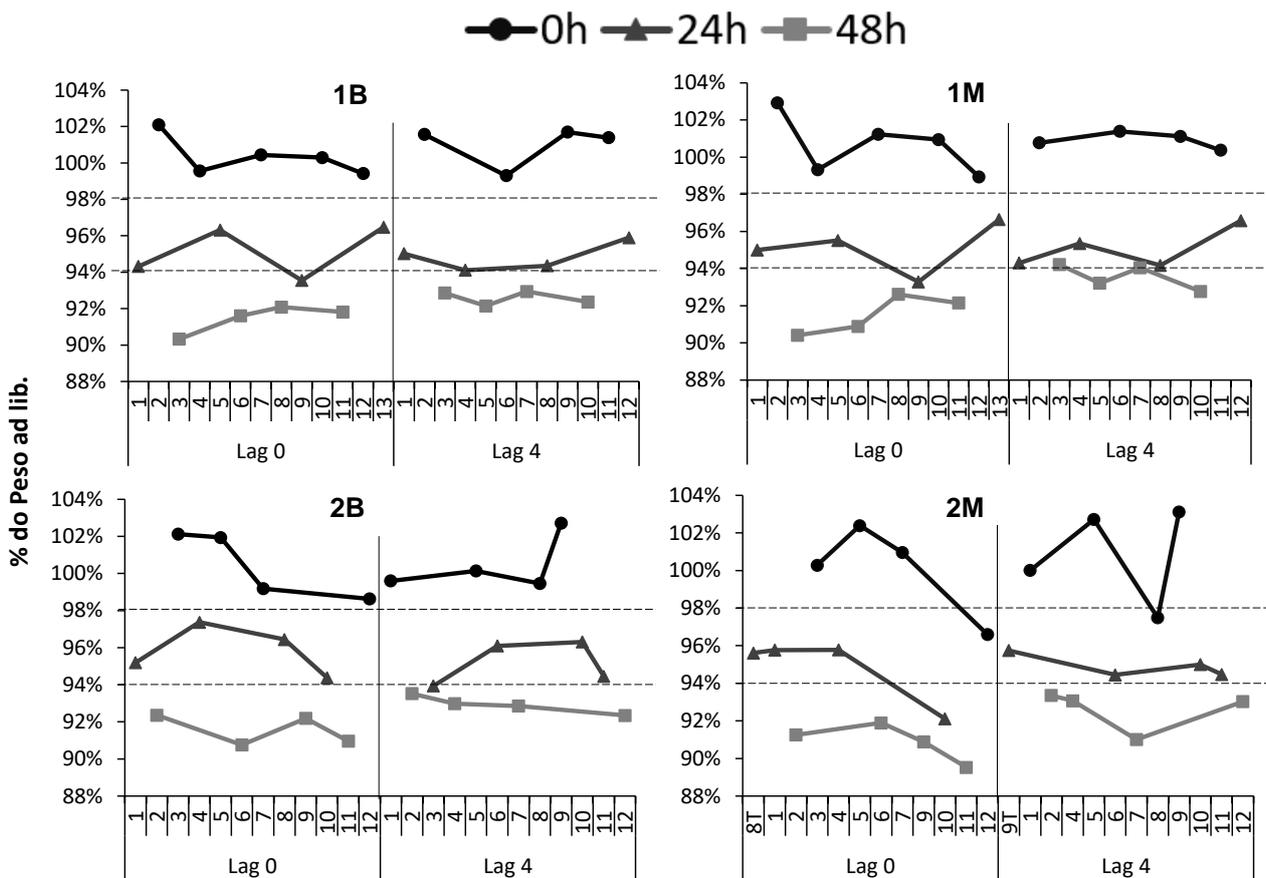
O arquivo em vídeo da sessão 2 da Fase 3 (0h) do sujeito 1M foi corrompido, por isso os dados de variabilidade desta não foram apresentados. Em alguns casos em que o registro em vídeo de sessões com 24h do sujeito 2M foram perdidos, os dados de variabilidade de outra sessão da fase anterior de treino foram analisados em substituição (8T Fase 3 e 9T Fase 6). Por conta disso, a porcentagem do peso ad lib destas foi mostrada na Figura 2.

Porcentagem do peso ad lib

Na Figura 2 observa-se diferenças na porcentagem de peso ad lib nos três níveis de privação ao longo das Fases 3 e 6, com valores acima de 98% em 0h (com duas exceções para 2M), entre 94% e 98% em 24h (uma exceção para 2M) e igual ou abaixo de 94% em 48h. Assim, quanto maior a privação, menor a porcentagem do peso ad lib. Para todos os sujeitos houve, em geral, uma aproximação entre as linhas de 24h e 48h no lag 4 quando comparado ao lag 0, mas o peso manteve-se mais baixo em 48h. Os resultados indicam que houve controle experimental do nível de privação, e que não houve redução inferior a 88%.

Figura 2

Porcentagens do peso ad lib dos sujeitos ao longo das sessões das Fases 3 (lag 0) e 6 (lag 4) sob privações 0h, 24h e 48h.



Fases e Sessões Experimentais

Nota. As sessões 8T (Lag 0) e 9T (Lag 4) são sessões de treino (Fases 2 e 5) que substituíram sessões com vídeo perdido do sujeito 2M com 24h de privação nas Fases 3 e 6.

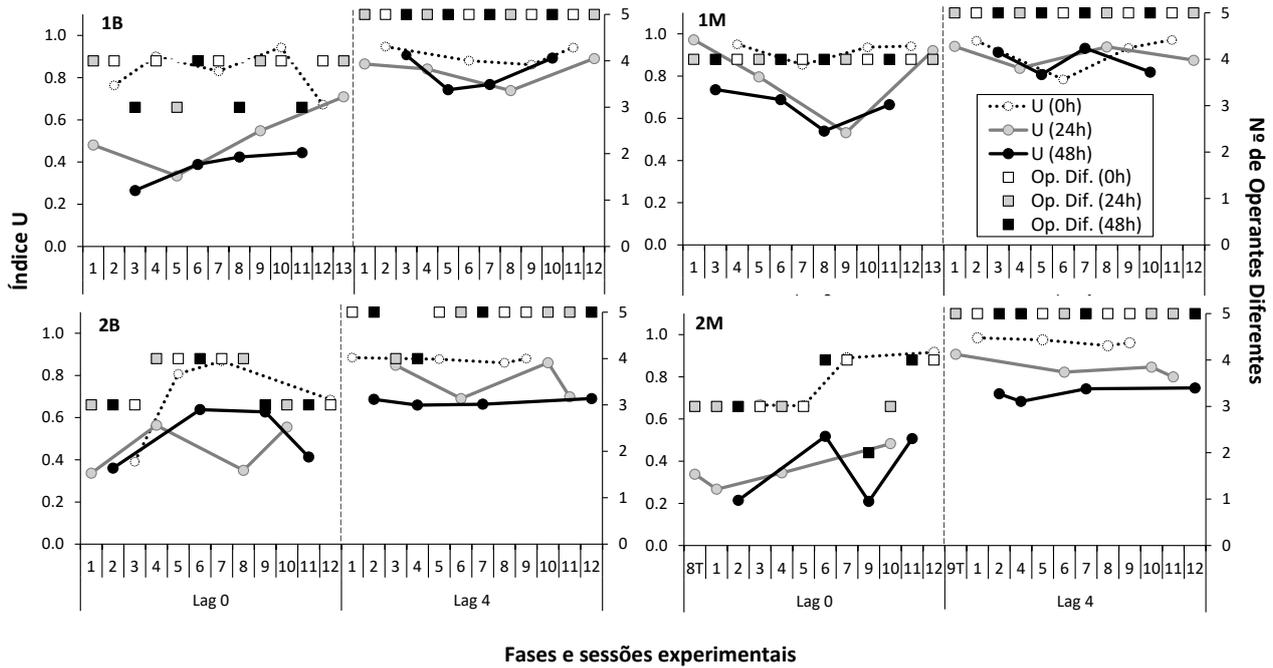
Índice U e número de operantes diferentes

Como podemos observar na Figura 3, no geral, em lag 0 todos sujeitos apresentaram menores Índices U sob privação de 48h [mínimo de 0,21 (2M) e máximo de 0,74(1M)] e maiores índices em 0h [mínimo de 0,39 (2M) e máximo de 0,95 (1M)], quando comparados a si mesmos nesses dois níveis de privação. Os resultados sob privação de 24h [mínimo de 0,27 (2M) e máximo de 0,97 (1M)] foram, em geral, mais próximos aos de 48h do que aos de 0h nos casos de 2B e 2M, intermediários no caso de 1B e menos distinguíveis para 1M, que teve o valor mínimo similar ao de 48h e o máximo similar ao de 0h. Sob privação 48h, em todas as sessões de 1B e 2M, duas sessões de 2B e uma de 1M, o sujeito com maiores índices U, os valores foram inferiores a 0,55. Em 0h, no entanto, os valores foram sempre maiores que 0,65, com exceção da primeira sessão de 2B (0,39) e o valor máximo aproximou-se do teto para esta medida nos casos de 1B (0,94), 1M (0,95) e 2M (0,92), mas não de 2B (0,87), que mesmo sendo aquele com menores índices U variou mais do que 1M em 48h.

Em lag 4, os índices U aumentaram em relação aos obtidos em lag 0 [mínimo de 0,66 (2B) e máximo de 0,98 (2M)]. Com relação aos níveis de privação, as diferenças tornaram-se mais sutis, mas é possível afirmar que os valores mais baixos ocorreram sob privação 48h [mínimo de 0,66 (2B), máximo de 0,93 (1M)] e os mais altos em 0h [mínimo de 0,78 (1M) e máximo de 0,98 (2M)]. A relação entre níveis de privação e variabilidade sob lag 4 foi mais evidente para 2B e 2M, que obtiveram índices U maiores em 0h, um pouco mais baixos em 24h e mais baixos ainda em 48h, com diferença próxima de 0,1 entre as condições. 1B teve níveis mínimos de 0,86 (0h) e de 0,74 (24h e 48h) e máximos de 0,89 e 0,91 (24h e 48h, respectivamente) e de 0,95 (0h), mostrando uma diferença muito sutil, ainda que na mesma direção que a dos demais sujeitos. O sujeito 1M se manteve aquele com maior variabilidade, o que ocorreu desde lag 0. Nesse caso, no entanto, os níveis mínimos e máximos foram muito próximos em 0h (0,78 a 0,97) 24h (0,84 a 0,94) e 48h (0,81 a 0,93).

Figura 3

Índice U e número de operantes diferentes (OpDif) emitidos pelos sujeitos ao longo das Fases 3 (lag 0) e 6 (lag 4) sob privações de 0h, 24h e 48h.



Nota. As sessões 8T (Lag 0) e 9T (Lag 4) são sessões de treino (Fases 2 e 5) que substituíram sessões com vídeo perdido do sujeito 2M com 24h de privação nas Fases 3 e 6.

Não houve relação sistemática entre o número de operantes diferentes e os níveis de privação em lag 0, com 3 ou 4 operantes tendo sido emitidos em todas as sessões de 1B, 1M e 2B e em todas menos uma de 2M (Sessão 9, 48h). Para 1M em lag 0 e para todos sujeitos em lag 4 (com duas exceções de 2B) houve efeito de teto nesta medida, com emissão sempre de todos os operantes, impossibilitando comparações entre privações. Uma única emissão de cada operante possível é suficiente para resultar neste efeito de teto, indicando um limite relevante desta medida de variabilidade.

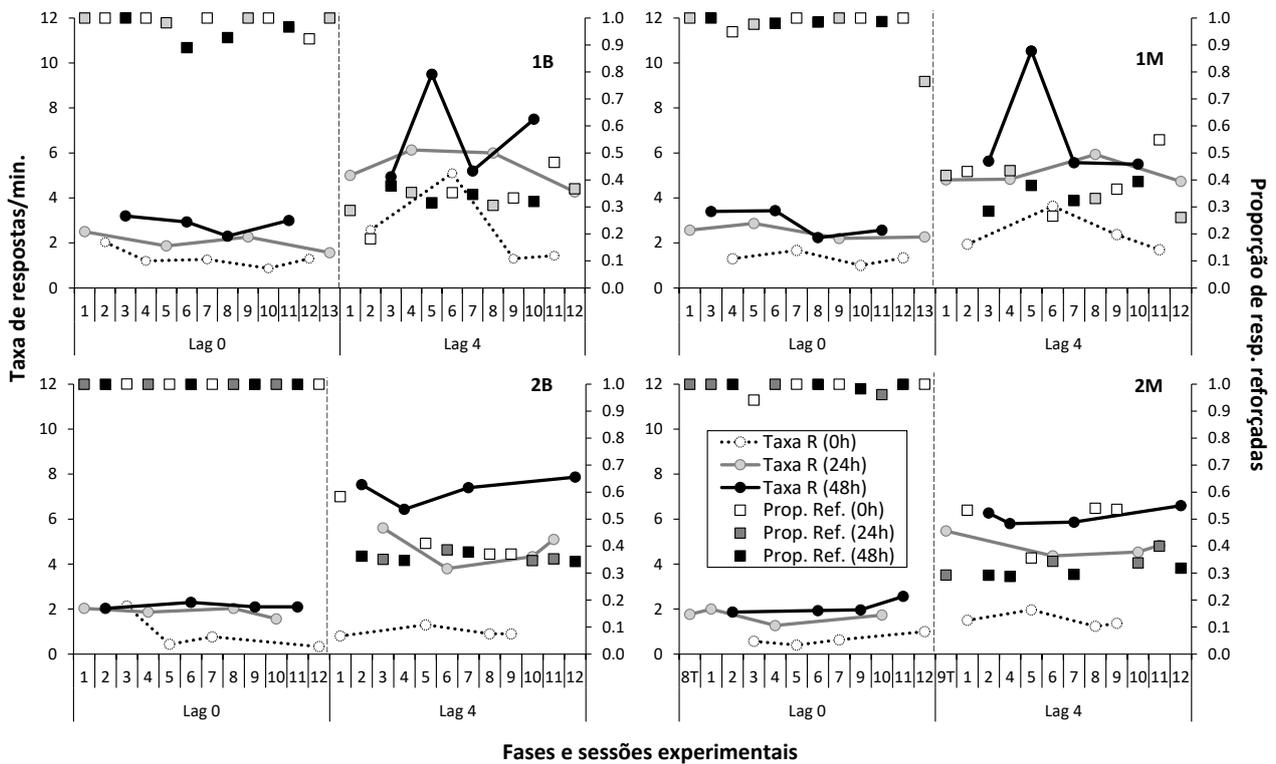
Taxa de respostas por minuto e proporção de respostas reforçadas

Na Figura 4, é possível observar que o nível de privação ao qual o sujeito era submetido afetou a taxa de respostas, mas não exerceu o mesmo efeito sobre a proporção de respostas reforçadas. Observa-se também que a taxa de resposta era maior quanto maior o nível de privação e que, em comparação ao lag 0, houve aumento na taxa de respostas em lag 4, mantidos os efeitos do nível de privação.

Em comparação ao lag 0, em que 100% das respostas foram reforçadas (exceto por alguns raros erros de aplicação ou falhas pontuais no equipamento em algumas sessões), em lag 4 a proporção caiu para menos da metade. Além disso, em comparação às privações 24h e 48h, a intermitência do reforçamento em lag 4 exerceu pouco efeito na taxa de respostas sob privação 0h, que se manteve similar à do lag 0 na mesma privação.

Figura 4

Taxa de respostas por minuto e proporção de respostas reforçadas (Prop. Ref.) dos sujeitos ao longo das Fases 3 (lag 0) e 6 (lag 4) sob privações de 0h, 24h e 48h.



Nota. As sessões 8T (Lag 0) e 9T (Lag 4) são sessões de treino (Fases 2 e 5) que substituíram sessões com vídeo perdido do sujeito 2M com 24h de privação nas Fases 3 e 6.

Frequência relativa de respostas

Na Figura 5, estão representados os resultados, em porcentagem, da frequência relativa de respostas dos sujeitos 1B, 1M, 2B e 2M, nos diferentes níveis de privação (0h, 12h e 24h), em cada sessão de lag 0 e lag 4.

Nota-se que, em lag 0, houve uma hierarquia mais nítida na frequência relativa dos diferentes operantes, sendo que os sujeitos 1B e 1M emitiram predominantemente a resposta de atravessar a argola (39,9% a 82,2%) e os sujeitos 2B e 2M a de pressionar a barra (49% a 83,3%). Ainda em lag 0, quanto maior a privação, menor a equiprobabilidade entre os operantes – a porcentagem média do operante predominante aumentou entre 21,2% (1M) e 41,1% (1B) quando comparadas as privações 0h e 48h. Sob privação 24h as porcentagens foram muito similares às de 48h. Já em lag 4 houve maior equiprobabilidade, com uma distribuição principalmente entre os operandum barra, argola e focinador, em geral com aproximadamente 25% das respostas em cada um e as demais 25% nos operandum trapézio e sino, independentemente do nível de privação. Ainda assim, observou-se que a frequência relativa no sino, no geral mais baixa dentre os cinco [mínimo de 0,3% em 48h (2B) e máximo de 25,5% em 0h (1M)], no geral elevou-se com privação 0h e foi similar nas privações 24h e 48h, exceto para 2B, que não teve mudança nesse operante com a suspensão da privação.

Frequência acumulada de respostas

Nas linhas superior e central da Figura 6, de maneira ilustrativa, podem ser observadas as curvas de frequência acumulada de respostas emitidas pelo sujeito 1B ao longo dos 30 minutos das três últimas sessões das Fases 3 (lag 0) e 6 (lag 4), sob cada um dos três níveis de privação. Essas figuras foram escolhidas pois são representativas do padrão geral de respostas dos demais sujeitos ao final dessas fases. Na linha inferior da Figura 6 são mostradas outras sessões que são exceções consideradas relevantes para a presente análise.

Figura 5

Frequência relativa de emissão dos operantes pelos sujeitos 1B, 1M, 2B e 2M ao longo das Fases 3 (lag 0) e 6 (lag 4) com manipulação das privações de 0h, 24h e 48h.

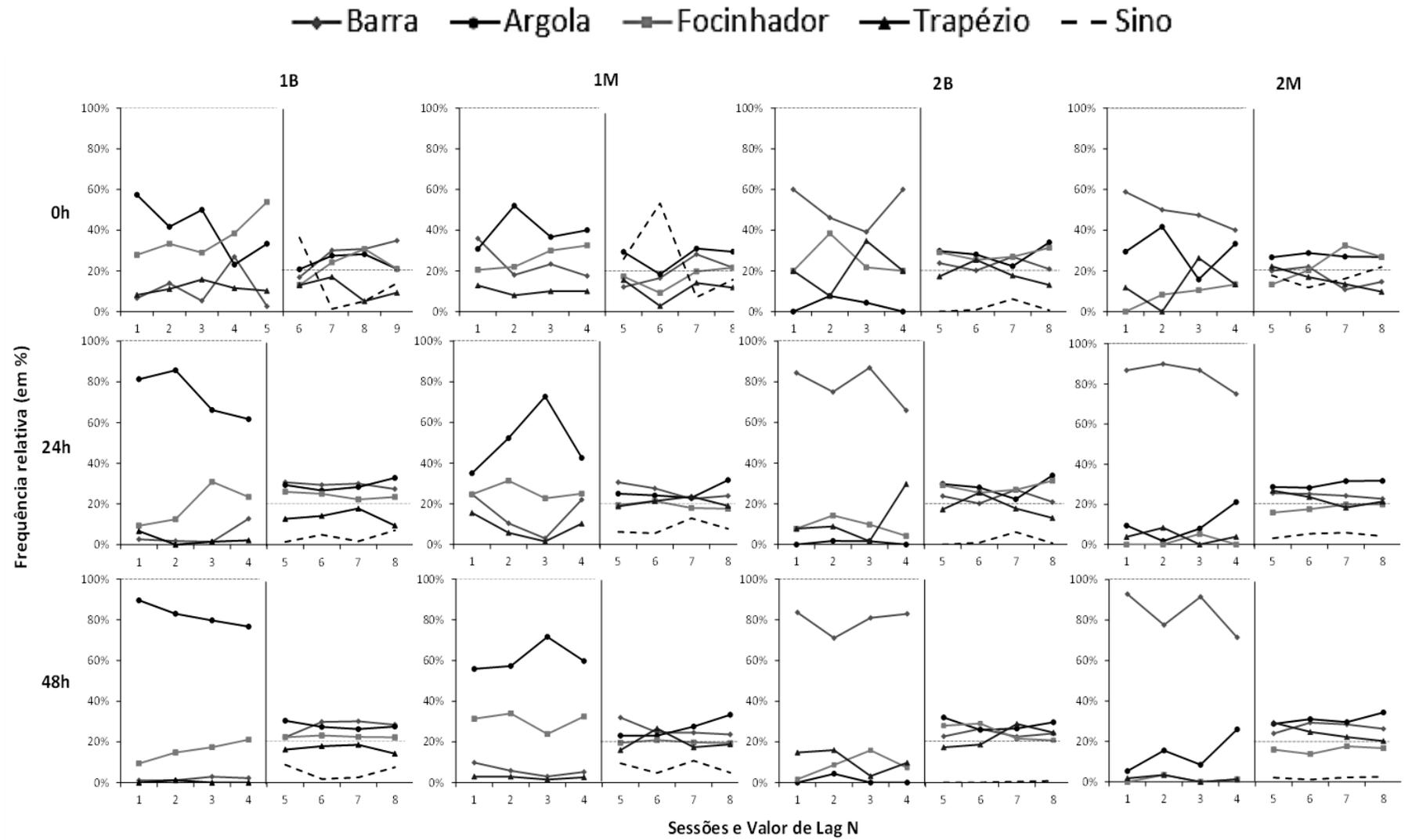
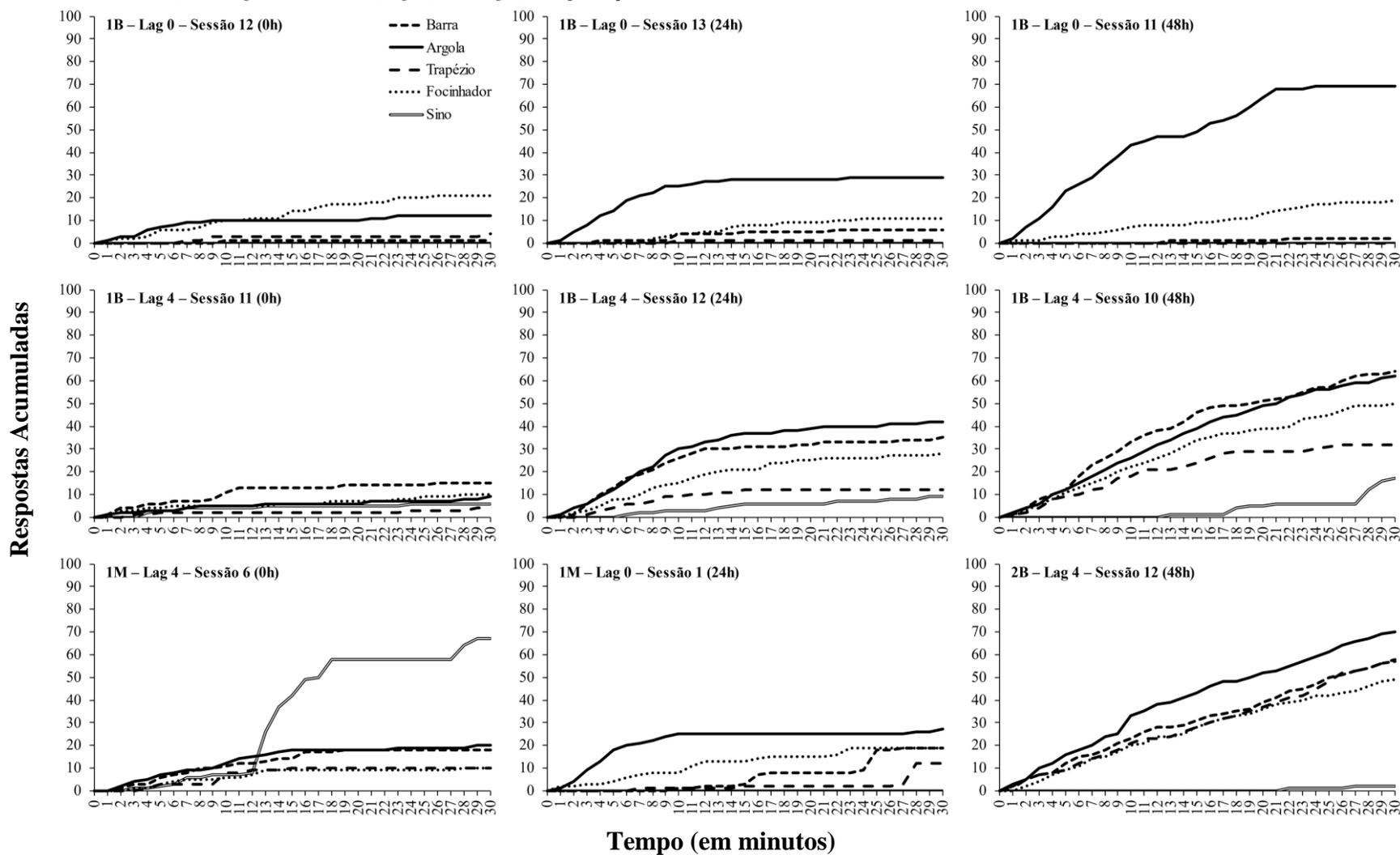


Figura 6

Frequência acumulada de respostas nos cinco operandum emitidas pelos sujeitos 1B (linha superior e central), 1M (linha inferior, coluna esquerda e central), e 2B (linha inferior, coluna direita) ao longo das Fases 3 (lag 0) e 6 (lag 4) sob privações de 0h, 24h e 48h.



Observa-se que, em lag 0, quanto maior a privação, maior a frequência acumulada de um operante modal (no caso de 1B, argola) na primeira porção das sessões. Essa porção inicial com maior frequência do operante modal também teve maior duração quanto maior o nível de privação. Na porção final das sessões observa-se um aumento na frequência de outras respostas, com mais pausas no operante modal. A variabilidade de operantes emitidos na segunda porção das sessões (indicada pela proximidade entre as curvas) foi menor conforme o nível de privação inicial da sessão foi aumentado.

Em lag 4, de maneira geral, também foi observada maior frequência de respostas modais sob privação 48h do que em 24h, e nesta do que em 0h. Apesar disso, vê-se maior variabilidade comportamental nos três níveis de privação quando comparadas às sessões de lag 0, e esta variabilidade esteve relacionada ao nível de privação. A análise momento-a-momento das curvas também permite ver que, de maneira geral, na porção inicial das sessões houve maior variabilidade entre os operantes do que na porção final, contrariamente ao lag 0.

A Sessão 6 em lag 4 (0h) do sujeito 1M foi escolhida para ser mostrada na Figura 6 pois mostra a ocorrência de um padrão característico da extinção do operante sino para este sujeito após um período emitindo as demais respostas possíveis. Já na sessão 1 em lag 0 (24h) do mesmo sujeito, pode ser visto um padrão interessante gerado pelo esquema, em que todos os operantes possíveis foram emitidos ao longo da sessão, e com totais acumulados de emissão similares entre si, mas um por vez ao longo do tempo. Esse gráfico em particular possibilita identificar uma estereotípia que é ocultada por outras medidas de variabilidade agregadas, pois a distribuição geral do responder na sessão é variada, mas em um padrão temporal em que o sujeito basicamente repetiu muitas vezes um operante antes de começar a emitir o próximo. Esse padrão desapareceu com o avanço da fase experimental.

Finalmente, a Sessão 12 em lag 4 (48h) do sujeito 2B mostra, diferentemente do que ocorreu para os demais sujeitos, uma alta frequência de respostas em quase todos os operantes (exceto o sino) ao longo de toda a sessão, indicando uma manutenção da variabilidade, a despeito de ser uma sessão com 48h de privação.

Discussão

O objetivo da presente pesquisa foi avaliar os efeitos de diferentes níveis de privação hídrica sobre a variabilidade comportamental obtida em esquemas lag 0 e lag 4. Quanto às diferenças entre essas duas contingências, a partir dos resultados obtidos em diferentes medidas de variabilidade, verificou-se que houve aumento na variabilidade quando comparou-se lag 0 e lag 4, aumento que é consistente com a literatura (e.g., Page e Neuringer, 1985), inclusive em estudos que usaram procedimento similar ao do presente trabalho, com a substituição de um universo comportamental maior por um menor, de seqüências de respostas por operantes discretos como unidades comportamentais e de procedimento de tentativas discretas por operante livre (Holth, 2012; Leite et al., 2022). Pode-se destacar que os resultados foram na mesma direção para quase todas as medidas, fossem elas molares ou moleculares, com exceção do número de operantes diferentes emitidos, medida para a qual houve efeito de teto. Cuidado especial deve ser tomado na interpretação dos valores do índice U, uma vez que esta é uma medida sensível ao tamanho da amostra, tendo sido limitada no presente caso para a comparação entre lag 0 (com emissão de poucas respostas) e lag 4 (com muitas respostas, em função da intermitência), como mostrou a análise da taxa de respostas.

Com relação aos efeitos dos níveis de privação hídrica, os resultados indicaram que há uma relação inversa entre o nível de privação do reforçador e os níveis de variabilidade, avaliada a partir das diferentes medidas. Esses resultados estão alinhados a outros da literatura de variabilidade induzida (Carlton, 1962; Conrad et al., 1958; McSweeney, 1974) e reforçada (Souza, 2007), todos tendo utilizado alimento como reforçador.

Esses resultados podem ser diretamente relacionados ao debate presente na comunidade da Análise do Comportamento sobre a variabilidade obtida em contingências de reforçamento programadas diretamente para aumentá-la ser ou não operante (Leite & Micheletto, 2023; Nergaard & Holth, 2020). Uma vez que um operante tem sua frequência aumentada pela operação de privação do reforçador que mantém esse operante (Skinner, 1953/1965), os resultados esperados, caso a variabilidade observada fosse operante, era o de que esta fosse maior quanto maior a privação hídrica, o que não ocorreu.

Pelo contrário, no geral a diminuição na privação aumentou a variabilidade comportamental, permitindo que se interprete que variáveis que reduzem a efetividade do reforçador são as mesmas que aumentam a variação. Essa interpretação é coerente com outros achados da literatura, como aqueles que indicam que a redução na magnitude do reforçador (e.g., Carlton, 1962; Doughty et al., 2013), o aumento do atraso do reforçador (e.g., Odum et al., 2006), o aumento no tamanho da seqüência comportamental pelo aumento no número de respostas exigidas (e.g., Page & Neuringer, 1985) ou do intervalo entre respostas (e.g., Doughty & Galizio, 2015) tem como resultado comum o aumento na variabilidade comportamental e o enfraquecimento de operantes “repetidos”.

Esta forma de interpretar os resultados presentes é consistente com a interpretação de Holth (2012) para a variabilidade chamada “reforçada”, uma vez que, segundo o autor, o reforçamento em contingências como a Lag N fortalece classes de respostas específicas (tais como pressionar a barra, focinhar etc.) que têm suas frequências dinamicamente alteradas pelos complexos ciclos de reforçamento e extinção presentes na contingência. Como resultado, há reforçamento suficientemente frequente para manter o sujeito respondendo, mas não regular o suficiente para que um comportamento seja mais fortalecido que os demais, gerando colateralmente maior variabilidade (e não o reforçamento desta).

Como afirmaram os próprios autores, essa interpretação é similar à hipótese de seleção dependente da frequência proposta por Machado e Tonneau (2012) e à hipótese de balanço proposta por Barba (2015). A similaridade dessas duas com a hipótese de um processo dinâmico de reforçamento intermitente e extinção de respostas ou padrões de respostas proposta por Nergaard e Holth (2020) é o fato de que não assumem que a variabilidade seja diretamente reforçada como uma classe de respostas, e por verem a produção de variabilidade como um processo derivativo e dinâmico. Na interpretação específica de Nergaard e Holth, além do papel do reforçamento em aumentar a frequência das respostas raras e da extinção em reduzir a frequência das respostas mais frequentes, o que também ocorre nas duas primeiras hipóteses, há também a consideração de outros elementos, tais como a indução de variabilidade pela extinção, a aceleração do processo de extinção após repetidas extinções, e possíveis efeitos discriminativos da consequência sobre o responder (para uma comparação mais aprofundada dessas interpretações, ver Leite & Micheletto, 2023).

No presente estudo, quando consequências com baixo valor reforçador momentâneo (privação 0h) foram apresentadas para cada um desses operantes houve emissão mais variada entre eles do que quando o valor reforçador da consequência foi aumentado (pelo aumento da privação), indicando que o reforçamento efetivo para cada operante compete com a variação, ainda que o esquema a exija para que ocorra reforçamento.

Um resultado que poderia questionar esta interpretação é o de que as diferenças entre os níveis de privação foram mais claras sob lag 0, em que não havia exigência de variabilidade. Em lag 4 as diferenças entre os níveis de privação foram mais sutis quanto à variabilidade em cada um. Esse resultado, se consistentemente replicado em estudos futuros, pode implicar que a relação inversa entre nível de privação e variabilidade identificada neste estudo e em outros da literatura é restrita à porção induzida da variabilidade obtida em contingências de reforçamento de variação (Neuringer, 2012). Apesar disso, essa interpretação alternativa não explica por que, sob contingências que se diz exigirem “variar” como um operante, este operante não se tornou mais frequente com o aumento na privação. Além disso, o desempenho mais discriminado entre os níveis de privação em lag 0 do que em lag 4 pode estar relacionado à ordem e ao intervalo de exposição aos diferentes níveis de privação, já que, em lag 4, houve uma aceleração do cronograma de coleta de dados a partir de uma readequação da ordem de exposição e diminuindo-se os intervalos entre as sessões de um nível para o outro nível, o que pode ter acentuado, em geral, os efeitos da privação.

Como esperado, a privação afetou a taxa de respostas por minuto e não a proporção de respostas reforçadas. Sendo assim, as diferenças na variabilidade entre níveis de privação não podem ser atribuídas a possíveis discrepâncias na intermitência de reforçamento em cada privação. A taxa baixa de respostas em privação 0h no lag 4 pode ser interpretada como evidência do menor valor reforçador da água sob esta condição, em que houve maior variabilidade. A redução drástica na proporção de respostas reforçadas em lag 4 (independente da privação) em relação ao lag 0, pode talvez indicar que a mera intermitência (ou extinção) pode ter gerado variabilidade (e.g., Eckerman & Lanson, 1969), enfatizando o papel da extinção cíclica na variabilidade (Holth, 2012). A avaliação disto precisaria ser refinada pela incorporação de condição acoplada ao procedimento geral proposto por Holth em estudos futuros. Vale destacar, no entanto, que o próprio autor apresenta críticas ao controle por acoplamento (Nergaard & Holth, 2020):

... a condição acoplada é uma boa condição controle do reforçamento intermitente e atrasado, uma vez que essas variáveis estão ainda presentes na condição controle. Contrariamente, porque o reforçamento é independente da variabilidade de sequências, e portanto não há extinção consistente ou duradoura de qualquer resposta específica, ‘os pombos podem variar ou não sem penalidade’ (Jensen et al., 2006, p. 460), nós argumentamos que não é uma condição controle satisfatória para a variabilidade induzida por extinção. Ao passo que o reforçamento de acordo com um esquema lag, por exemplo, sempre requer a ocorrência de unidades descritivas diferentes, pelo menos duas, a condição acoplada permite o reforçamento intermitente de uma única unidade – mesmo sem a ocorrência de outras” (p. 588).

Outro aspecto a ser considerado é que o procedimento utilizado na presente pesquisa, ainda que elimine os problemas relacionados ao uso de sequências como unidades para o estudo da variabilidade, implica em possível custo diferencial de respostas entre os operantes, tornando difícil isolar essa variável. No presente estudo, observou-se que o operante trapézio, por exemplo, foi claramente um daqueles com menor frequência relativa e acumulada para a maioria dos sujeitos em todo o estudo, o que poderia ser interpretado como evidência de seu maior custo relativo de resposta.

Essas diferenças entre os operantes também podem ser interpretadas como um possível efeito da aplicação manual do procedimento e não do custo de resposta dos operantes em si, uma vez que no estudo de Leite et al. (2022) houve uma predominância, em lag 0, do operante fochador, e uma quase completa ausência de emissões do operante barra ao longo de todo o experimento. No trabalho atual, por sua vez, os operantes argola (1B e 1M) e barra (2B e 2M) foram predominantes em relação ao fochador. Isso indicaria que as diferenças entre operantes podem refletir menos o custo de emissão das respostas, e mais os critérios utilizados por cada pesquisador para a liberação do reforçador dada a emissão.

Outro problema identificado foi que ao longo da maioria das sessões de lag 4 os sujeitos interagiram claramente menos com o sino, que, no presente estudo, substituiu a roda utilizada por Leite et al. (2022) com o objetivo de tornar os operandum mais equidistantes entre si e as respostas nestes mais fáceis de registrar manualmente. A menor interação com o sino pode ser atribuída a uma possível aversividade do seu som, dada a observação casual de respostas de sobressalto e de fuga/esquiva (tais como abaixar-se ou andar encostado nas paredes da caixa desviando-se do sino e interromper o tilintar do sino com as patas ou com mordidas na base deste). Outro indício de tal aversividade foi que alguns sujeitos se habituaram ao som do sino nas últimas sessões, e outros apresentaram um padrão cíclico de interagir com o sino, apresentar as respostas indicativas de aversividade, e, após longo tempo sem responder no sino, retornar a ele (principalmente quando todas as

demais respostas estavam sob extinção). Esse padrão é muito similar ao que Sidman (1989/2001) denominou paradoxo da esquiva e é coerente com a análise skinneriana da punição (Skinner, 1953/1965). Sob privação 0h, a frequência relativa de respostas no sino elevou-se, possivelmente em função da diminuição na frequência dos demais operantes e não pelo aumento no sino.

Os resultados obtidos com a análise momento-a-momento possibilitada pelas curvas de frequência acumulada em parte foram similares àqueles obtidos em estudos anteriores: em lag 0 foi possível observar maior variabilidade no responder a partir da porção final das sessões, possivelmente como uma função da saciação (Leite et al., 2022). Em lag 4, no entanto, o oposto foi observado, já que no início das sessões os sujeitos estavam se comportando de maneira mais variada, o que não se manteve ao longo das sessões sob privações mais altas. Além disso, em lag 4 observou-se efeitos do reforçamento e extinção cíclicos de respostas específicas em algumas sessões, em consonância com os dados de Holth (2012), em cujo estudo a introdução de um novo operandum e aumento da exigência para lag 4 ocasionou curvas típicas de extinção neste operandum até que os sujeitos se adaptassem à nova contingência.

Estudos futuros poderão contribuir para o refinamento metodológico do presente trabalho. Um dos limites identificados foi a coleta dos dados e aplicação do procedimento manuais, que, apesar dos índices de fidedignidade e integridade obtidos, poderiam tornar-se mais precisos com a sua automatização. Também se sugere a substituição do operandum sino por outro que seja igualmente fácil de registrar, mas que evite a aversividade que parece ter sido provocada pelo seu som. Além disso, seria interessante verificar se um maior intervalo entre as sessões experimentais, para regularização do peso ad lib antes de uma nova privação poderia tornar mais distintos os efeitos de cada nível de privação, que pareceram se misturar principalmente na última fase do experimento, quando o intervalo entre sessões foi encurtado. Considerando a maior similaridade entre os resultados de 24h e 48h do que entre 0h e 24h de privação no presente trabalho, outra estratégia para tornar os efeitos de cada privação mais claros seria aumentar a discrepância entre elas, trabalhando-se com privações de 0h, 12h e 48h, por exemplo, ou controlar a discrepância entre elas diretamente pelas porcentagens do peso ad lib, igual a McSweeney (1974) e Carlton (1962) ou da ingestão ad lib (Souza, 2007).

Declaração de conflito de interesses

Os autores declaram que não há conflito de interesses relativos à publicação deste artigo.

Contribuição de cada autor

Certificamos que todos os autores participaram suficientemente do trabalho para tornar pública sua responsabilidade pelo conteúdo. Os nove autores participaram de todas as etapas de elaboração do manuscrito submetido.

Direitos Autorais

Este é um artigo aberto e pode ser reproduzido livremente, distribuído, transmitido ou modificado, por qualquer pessoa desde que usado sem fins comerciais. O trabalho é disponibilizado sob a licença Creative Commons 4.0 BY-NC.



Referências

- Carlton, P. L. (1962). Effects on deprivation and reinforcement-magnitude of response variability. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 5(4), 481-486. <https://doi.org/10.1901/jeab.1962.5-481>
- Conrad, D. G., Sidman, M., & Herrnstein, R. J. (1958). The effects of deprivation upon temporally spaced responding. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 1(1), 59-65. <https://doi.org/10.1901/jeab.1958.1-59>
- Doughty, A. H., & Galizio, A. (2015). Reinforced behavioral variability: Working towards an understanding of its behavioral mechanisms. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 104(3), 252-273. <https://doi.org/10.1002/jeab.171>
- Doughty, A. H., Giorno, K. G., & Miller, H. L. (2013). Effects of reinforcer magnitude on reinforced behavioral variability. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 100(3), 355-369. <https://doi.org/10.1002/jeab.50>
- Eckerman, D. A., & Lanson, R. N. (1969). Variability of response location for pigeons responding under continuous reinforcement, intermittent reinforcement, and extinction. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 12(1), 73-80. <https://doi.org/10.1901/jeab.1969.12-73>
- Holth, P. (2012). Variability as an operant? *The Behavior Analyst*, 35(2), 243-248. <https://doi.org/10.1007/BF03392283>
- Leite, E. F. C., & Micheletto, N. (2023). Interpretations for reinforced behavioral variability: a comparative systematization. *Behavior and Philosophy*, 51(1), 15-34. Em: <https://behavior.org/wp-content/uploads/2023/12/BP-V51-2-Leite-Micheletto.pdf>
- Leite, E. F. C., Bruno, G. C., Ceneviva, N. A., & Freitas Júnior, S. A. (2022). Reforçamento de variabilidade entre cinco operantes discretos em esquema Lag N. Manuscrito não publicado.
- Machado, A., & Tonneau, F. (2012). Operant variability: Procedures and processes. *The Behavior Analyst*, 35(2), 249-255. <https://doi.org/10.1007/BF03392284>
- McSweeney, F. K. (1974). Variability of responding on a concurrent schedule as a function of body weight. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 21(2), 357-359. <https://doi.org/10.1901/jeab.1974.21-357>

- Nergaard, S. K., & Holth, P. (2020). A critical review of the support for variability as an operant dimension. *Perspectives on Behavior Science*, 43(3), 579-603. <https://doi.org/10.1007/s40614-020-00262-y>
- Neuringer, A. (2002). Operant variability: evidence, functions, and theory. *Psychonomic Bulletin & Review*, 9, 672-705. doi:10.3758/BF03196324.
- Neuringer, A. (2012). Reinforcement and induction of operant variability. *The Behavior Analyst*, 35(2), 229-235. <https://doi.org/10.1007/bf03392281>
- Odum, A. L., Ward, R. D., Barnes, C. A., & Burke, K. A. (2006). The effects of delayed reinforcement on variability and repetition of response sequences. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 86(2), 159-179. <https://doi.org/10.1901/jeab.2006.58-05>
- Page, S., & Neuringer, A. (1985). Variability is an operant. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Process*, 11(3), 429-453. <https://doi.org/10.1037/0097-7403.11.3.429>
- Shimp, C. P. (2014). How molecular, molar, and unified analyses change the meaning of behavior variability. *International Journal of Comparative Psychology*, 27(2), 224-247. <https://doi.org/10.46867/ijcp.2014.27.02.08>
- Sidman, M. (2001). *Coerção e suas implicações*. Andery, M. A. P. A. & Sério, T. M. A. P. (Trads.). Campinas, SP: Livro Pleno. Originalmente publicado em 1989.
- Skinner, B. F. (1965). *Science and Human Behavior*. New York, NY: The free press. Originalmente publicado em 1953.
- Souza, M. R. D. (2007). *Os efeitos de diferentes condições de privação sobre a variabilidade comportamental*. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação em Psicologia Experimental: Análise do Comportamento. Pontifícia Universidade Católica de São Paulo. <https://repositorio.pucsp.br/jspui/handle/handle/16795>

Submetido em: 10/12/2024

Aceito em: 30/05/2025