



Universidade de Brasília

Instituto de Psicologia

Departamento de Processos Psicológicos Básicos

Programa de Pós-Graduação em Ciências do Comportamento

---

# **Efeitos do Número de Respostas por Sequência e do Critério Lag Sobre o Padrão na Emissão de Sequências**

Fábio Henrique de Souza Silva

Brasília-DF, fevereiro de 2023



Universidade de Brasília

Instituto de Psicologia

Departamento de Processos Psicológicos Básicos

Programa de Pós-Graduação em Ciências do Comportamento

---

# **Efeitos do Número de Respostas por Sequência e do Critério Lag Sobre o Padrão na Emissão de Sequências**

Fábio Henrique de Souza Silva

Orientadora: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup> Josele Abreu-Rodrigues

Dissertação apresentada ao Instituto de Psicologia da Universidade de Brasília como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Ciências do Comportamento.

Brasília-DF, fevereiro de 2023

Este trabalho foi desenvolvido no Laboratório de Análise Experimental do Comportamento do Departamento de Processos Psicológicos Básicos do Instituto de Psicologia da Universidade de Brasília, com o apoio da CAPES.

### **Comissão Examinadora**

---

Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Josele Abreu-Rodrigues (Presidente)

Universidade de Brasília (UnB)

---

Prof. Dr. Amilcar Rodrigues Fonseca Junior (Membro Efetivo)

Pontifícia Universidade Católica de São Paulo

---

Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Raquel Moreira Aló (Membro Efetivo)

Universidade de Brasília (UnB)

---

Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Raquel Maria de Melo (Membro Suplente)

Universidade de Brasília (UnB)

*Aos principais responsáveis por essa  
conquista: João Pereira e Maria Nazaré*

## Agradecimentos

Mais um desafio está sendo concluído. Ao longo de uma pandemia, com muitas dificuldades, diante de muitos erros e alguns acertos, tenho a certeza de que muita coisa foi aprendida, muitas experiências que certamente impactarão a minha vida e, se fiz tudo certo, me tornarão um ser humano melhor. Esse caminho árduo que percorri, só pôde ser percorrido pois tive ao meu lado pessoas incríveis, que me auxiliaram a caminhar, um passo de cada vez.

Dentre essas pessoas, agradeço a todos os companheiros e companheiras que tanto me ajudaram e me ensinaram no LabAEC. Felipe e Suellen foram ótimos modelos de profissionalismo e cidadania, Carina me ensinou a tratar os animais com o respeito e o cuidado que eles merecem. Obrigado pelo exemplo e suporte que me deram. Criscia, Laura, Ana Maria, Talles, Leandro Manaut e Victoria, todos vocês contribuíram muito para o meu crescimento, com certeza serão ótimos psicólogos, obrigado. Eduardo, Ana Terra, Leandro, Leonardo, Sara e Lucas, vocês foram luzes revelando todo o potencial que um analista do comportamento pode ter, foram exemplos, companheiros e amigos, obrigado. Professores: Laércia, Ricardo, Natália, Raquel Melo, Maria Ângela e Goiara, obrigado por toda dedicação e ensinamento, vocês são exemplos de professores e pesquisadores. Raquel Aló, minha formação não estaria completa sem a oportunidade de aprender tanto com você, obrigado por me mostrar como interpretar a “matrix”.

É necessário agradecer também, à pessoa responsável por possibilitar a minha imersão em ciência e pesquisa. A pessoa que mais contribuiu para essa minha formação, aquela que me ensinou, com muita paciência, não só Análise do Comportamento, ou como fazer pesquisas, mas como ser uma pessoa organizada, prestativa, educada e atenciosa. Eu quero agradecer a você, Josele, por ter sido essa pessoa maravilhosa que, com certeza, mudou a minha vida e que vou levar para sempre no coração.

O caminho que percorri no mestrado não foi fácil, mas se pude percorrê-lo, foi devido a pessoas que me marcaram antes mesmo dele começar. Aos meus professores do Ensino Fundamental e Médio, deixo meu agradecimento e meu pedido de desculpas por nem sempre ter tido as atitudes que se espera de um aluno. Aos meus professores da Graduação em Psicologia, vocês foram fundamentais para a formação do meu caráter, muito obrigado.

Ao meu amor (Geiza), sem você nada disso seria possível. Obrigado por toda atenção, carinho, cuidado e por ter sido o meu “potinho” de serotonina. Você foi minha inspiração, o motivo pelo qual eu sigo todos os dias.

Quero agradecer a todos os meus familiares pelo papel fundamental que vocês tiveram no meu crescimento. Todos os amigos que tive a oportunidade de fazer e crescer em conjunto. Aos militares que tiveram papel no meu desenvolvimento como cidadão, em especial ao Sgt. Albuquerque, peça essencial para me abrir os olhos para os estudos.

Quero agradecer à CAPES por possibilitar a minha formação e por fomentar a produção científica no Brasil.

E, por fim, preciso reconhecer que sem a luta dessas duas pessoas, eu nunca poderia ter tido o privilégio de concluir uma graduação ou um mestrado. Pai, Mãe, eu reconheço todo o esforço que vocês precisaram fazer, todas as noites que deixaram de dormir, todas as viagens, festas, encontros que vocês tiveram que perder para possibilitar que um dia eu chegasse aqui. Eu reconheço tudo o que fizeram por mim e não tenho condições de expressar o quanto que sou grato por ter vocês ao meu lado. Obrigado!

**Índice**

Agradecimentos .....	v
Índice.....	vii
Lista de Figuras.....	viii
Resumo .....	ix
Abstract.....	x
Introdução .....	1
Caracterização da Variabilidade Comportamental.....	1
Variabilidade Induzida .....	2
Variabilidade operante.....	3
Processos de Controle Operante da Variabilidade .....	6
Padrões de Variabilidade Comportamental.....	11
Objetivos do Estudo .....	14
Método .....	15
Resultados .....	19
Discussão .....	33
Replicação de Page e Neuringer (1985) e Stokes e Harrison (2002).....	34
Padrão Entre Sequências .....	36
Padrão Intrassequência.....	39
Respostas de mudança.....	42
Efeito da História de Reforçamento .....	43
Considerações Finais.....	45
Referências.....	46

## Lista de Figuras

Figura 1: Porcentagem de Sequências Reforçadas Para Cada Sujeito nas Condições 4R, 6R e 8R das Fases Lag 1 e Lag 10.....	20
Figura 2: Valor U Para Cada Sujeito nas Condições 4R, 6R e 8R das Fases Lag 1 e Lag 10.....	21
Figura 3: Tempo de Recorrência Médio Para Cada Sujeito nas Condições 4R, 6R e 8R das Fases Lag 1 e Lag 10.....	23
Figura 4: Porcentagem do Número de Respostas de Mudança por Sequência Para Cada Sujeito nas Condições 4R, 6R e 8R das Fases Lag 1 e Lag 10.....	25
Figura 5: Frequência Relativa Acumulada da Diferença de Primeira Ordem (FOD) Para Cada Sujeito nas Condições 4R, 6R e 8R das Fases Lag 1 e Lag 10.....	26
Figura 6: Frequência Relativa Máxima da Diferença de Primeira Ordem (MaxFOD) Para Cada Sujeito nas Condições 4R, 6R e 8R das Fases Lag 1 e Lag 10.....	29
Figura 7: <i>Random Number Generation</i> (RNG) na Emissão das Sequências Para Cada Sujeito nas Condições 4R, 6R e 8R das Fases Lag 1 e Lag 10.....	30
Figura 8: Frequência Relativa de Respostas na Barra Direita Para Cada Sujeito nas Condições 4R, 6R e 8R das Fases Lag 1 e Lag 10.....	32



## Resumo

O presente estudo avaliou os efeitos da contingência de variabilidade (i.e., critério Lag  $n$ ) e do número de respostas por sequência sobre o padrão entre sequências e intrassequência. Quatro ratas foram expostas a duas fases (Lag 1 e Lag 10) que compreendiam condições com 4, 6 e 8 respostas por sequência. Na Fase Lag 1, a sequência só era reforçada se diferísse da sequência imediatamente anterior, enquanto na Fase Lag 10, o reforço era contingente à sequência que diferísse das 10 últimas. A acurácia (i.e., porcentagem de sequências reforçadas) foi maior sob o critério Lag 1 e a variabilidade (i.e., tempo de recorrência) foi maior sob o critério Lag 10, e ambas as medidas aumentaram em função do número de respostas por sequência, mas apenas sob o critério Lag 10. O critério Lag 1 selecionou padrões sistemáticos entre sequências e intrassequência, enquanto o critério Lag 10 selecionou um padrão randômico entre sequências, mas um padrão sistemático intrassequência ao longo das condições. Esses resultados sugerem que contingências de variabilidade geram efeitos não somente sobre as sequências, mas também sobre as respostas que compõem a sequência.

*Palavras-Chave:* Variabilidade, Tamanho da Sequência, Padrão Randômico e Sistemático

## Abstract

The present study evaluated the effects of the contingency of variability (i.e., Lag- $n$  criterion) and of the number of responses per sequence on inter-sequence and intrasequence patterns. Four female rats were exposed to two phases (Lag 1 and Lag 10) comprising conditions with 4, 6 and 8 responses per sequence. In the Lag-1 Phase, a sequence was reinforced if it differed from the immediately preceding sequence, while in the Lag 10-Phase, reinforcers were contingent to sequences that differed from the last 10 ones. Accuracy (i.e., percentage of reinforced sequences) was greater with Lag 1, and variability (i.e., recurrence time) was higher with Lag 1, and both increased as a function of the number of responses per sequence, but only with the Lag-10 criterion. The Lag-1 criterion selected systematic inter-sequences and intra-sequence patterns, while the Lag-10 criterion selected a random inter-sequences pattern and a systematic intra-sequence pattern. These results suggest that contingencies of variability generate effects not only upon the sequences, but also upon the responses that form the sequence.

*Keywords:* Variability, Sequence Length, Random and Systematic Patterns.

No modelo causal de Darwin, variações genéticas de uma espécie são selecionadas por pressões ambientais ao longo da história daquela espécie (seleção filogenética), e no modelo causal de Skinner, variações comportamentais de um indivíduo são selecionadas por contingências de reforçamento e punição ao longo da história desse indivíduo (seleção ontogenética). Dessa forma, em ambos os modelos, a variabilidade genética ou comportamental desempenha papel crucial no processo seletivo (Skinner, 1969).

A variabilidade comportamental pode ser induzida pela descontinuidade ou intermitência de reforços (e. g., Antonitis, 1951; Ribeiro & Abreu-Rodrigues, 2022), dentre outros fatores, como também pode ser diretamente produzida por reforçamento diferencial. Nesse último caso, diz-se que a variabilidade é uma dimensão operante do comportamento (Fonseca Júnior & Hunziker, 2017; Page & Neuringer, 1985). Apesar da fonte de variabilidade, tem-se observado que comportamentos variáveis podem apresentar um padrão sistemático, ou seja, instâncias comportamentais variadas podem ser emitidas com alguma ordenação, ou podem apresentar um padrão randômico, isto é, instâncias comportamentais variadas podem ser emitidas de forma aleatória (Barba, 2015; Machado, 1992, Souza et al. 2010).

Pesquisas relacionadas à variabilidade induzida e operante, aos processos de controle operante da variabilidade e ao padrão do responder variado (i.e., sistemático ou randômico) serão discutidos a seguir.

### **Caracterização da Variabilidade Comportamental**

O termo variabilidade comportamental refere-se à diferença (ou mudança) entre as unidades que compõem um universo comportamental (Hunziker & Moreno, 2000). Como unidade, entende-se cada uma das instâncias ou elementos comportamentais (e. g., respostas

ou sequência de respostas) que são comparados entre si, e o universo é o conjunto de unidades que compõem o fenômeno estudado.

A variabilidade comportamental tem sido mensurada com base em diferentes características do responder, tais como: (1) grau de acurácia na emissão das respostas (ou sequências de respostas); (2) distribuição (número de respostas/sequências diferentes que o sujeito emite) e uniformidade distributiva (o quão equiprováveis são as frequências dessas respostas/sequências); e (3) recência (a distância entre a emissão de uma resposta/sequência e a sua ocorrência passada mais recente). Essas três características indicam o quão variáveis são as respostas e sequências emitidas. Uma característica adicional refere-se ao padrão de variabilidade. Neste caso, o interesse recai sobre a dependência sequencial (ou grau de previsibilidade) entre respostas/sequências (Barba, 2006). Essas quatro características foram avaliadas no presente trabalho.

A despeito da característica do responder sob análise, duas fontes de variabilidade podem ser destacadas. A intermitência ou retirada do reforço tendem a gerar variação e, nesse caso, diz-se que a variabilidade é induzida. E quando o reforço é contingente à variação, diz-se que a variabilidade é operante. No que se segue, esses dois processos serão abordados.

**Variabilidade Induzida.** Essa variabilidade não é exigida para a liberação de reforços, mas surge como um efeito secundário da intermitência e/ou descontinuidade de reforços, dentre outros fatores. Por exemplo, ao expor ratos a um esquema de reforçamento contínuo (CRF) seguido de extinção, Antonitis (1951) observou que a extinção aumentou a variabilidade na localização das respostas ao longo de 50 orifícios horizontalmente posicionados em um painel. Além da extinção, esquemas de reforçamento intermitentes também induzem variabilidade. Eckerman e Lanson (1969) replicaram o estudo de Antonitis (1951) com pombos. Nesse estudo, respostas de bicar em 20 discos distintos foram reforçadas de acordo com os esquemas CRF, intervalo fixo (FI) e intervalo randômico (RI) e, em

seguida, o reforço foi descontinuado. Apesar de não haver exigência de variabilidade na localização das respostas para a liberação de reforços, os esquemas de intervalo induziram níveis de variabilidade mais altos que o esquema CRF e mais baixos que a extinção. Esse efeito dos esquemas de reforçamento tem sido atribuído aos períodos de extinção que ocorrem entre a apresentação dos reforços (ver Lee et al., 2007).

Em um estudo recente, Kono e Tanno (2020) compararam a variabilidade induzida por esquemas de razão e intervalo. Pombos bicavam uma tela sensível ao toque conforme um esquema múltiplo razão fixa (FR) FI em uma condição e um esquema múltiplo razão variável (VR) intervalo variável (VI) em outra condição. Os animais responderam com maior variabilidade na localização da resposta nos esquemas de intervalo quando comparados aos esquemas de razão, e nos esquemas fixos quando comparados aos esquemas variáveis.

Variabilidade induzida também tem sido observada com outras dimensões da resposta, tais como: duração (Margulies, 1961), força (Mintz, 1962; Notterman, 1959), topografia (Kinloch et al., 2009) e intervalo entre respostas (Kinloch et al., 2009; Morgan & Lee, 1996; Tremont, 1984).

**Variabilidade Operante.** Page e Neuringer (1985) propuseram que a variabilidade é uma dimensão do operante do comportamento, assim como força, localização e topografia da resposta. Nesse estudo, a unidade comportamental consistia em sequências de oito respostas distribuídas entre dois discos (esquerdo - E e direito - D), de modo que havia 256 (i.e.,  $2^8$ , sendo 2, o número de *operanda* disponíveis, e 8, o número de respostas por sequência) sequências elegíveis para o reforçamento (e.g., EDEDEDED – EEEEDDDD – DDEEDDEE – EEEEEEEE). No Experimento 3, as sequências foram reforçadas de acordo com o critério Lag  $n$ , o qual estabelece que a sequência produzirá o reforço apenas se diferir das  $n$  sequências imediatamente anteriores. Por exemplo, se o critério Lag 5 estiver em vigor, dado que o sujeito emitiu as sequências acima apontadas, se a próxima sequência for EEEDDDDED,

o reforço será liberado; porém, se a próxima sequência for EEEEDDDDD, não haverá liberação do reforço, haja vista que esta sequência repete uma das cinco anteriores. Foram utilizados os critérios Lag 5, 10, 15, 25 e 50. Para medir a variabilidade na emissão das sequências, os autores analisaram o número de sequências diferentes emitidas e o valor U. Esta última medida indica o grau de equiprobabilidade na emissão das sequências: valores próximos ou iguais a 0 indicam que algumas sequências foram mais prováveis ou que somente uma sequência foi emitida (variabilidade baixa), respectivamente, enquanto valores próximos ou iguais a 1 indicam que todas as sequências ocorreram com probabilidades similares ou iguais (variabilidade alta), respectivamente. O valor U, portanto, é consistente com a definição de variabilidade baseada no conceito de distribuição e uniformidade distributiva apresentado anteriormente (Barba, 2006). Foi observado que o número de sequências diferentes, assim como o valor U, aumentaram diretamente com o valor do

Esses resultados, entretanto, não demonstram inquestionavelmente que as mudanças nos níveis de variabilidade foram produzidas pelas manipulações no critério lag. Isto porque aumentos nesse critério foram acompanhados por diminuições na porcentagem de sequências reforçadas (i.e., na acurácia) e, conseqüentemente, por aumentos na intermitência entre reforços. Dessa forma, é possível que a variabilidade tenha sido, pelo menos em parte, induzida pelos períodos de extinção entre reforços. Para isolar o efeito da contingência operante, Page e Neuringer (1985, Experimento 5) compararam a variabilidade obtida sob duas condições experimentais, apresentadas alternadamente (ABAB): na condição A vigorava o critério Lag 50, e na condição B, o esquema VR acoplado. Esse acoplamento consistiu em igualar a distribuição (i.e., a intermitência) de reforços nas duas condições: por exemplo, se na primeira sessão com o critério Lag 50, o reforço foi liberado após a 1<sup>a</sup>, 4<sup>a</sup>, 9<sup>a</sup> e 15<sup>a</sup> sequências, na primeira sessão do esquema VR, o reforço também era produzido pela 1<sup>a</sup>, 4<sup>a</sup>, 9<sup>a</sup> e 15<sup>a</sup> sequências, independentemente da variabilidade. Essa estratégia de acoplamento

garante uma intermitência de reforços idêntica entre condições, de modo que qualquer diferença no nível de variabilidade entre condições poderia ser atribuída à contingência de reforçamento Lag 50. Com a retirada da exigência de variabilidade (esquema VR), houve redução na porcentagem de sequências diferentes e no valor U, além de ocorrer um aumento na frequência relativa da sequência mais frequente, um resultado que dá suporte à noção de que a variabilidade é uma dimensão operante do comportamento.

Page e Neuringer (1985, Experimento 6) também investigaram se a variabilidade comportamental era sensível ao controle de estímulos. Pombos foram expostos a um esquema múltiplo com dois componentes: no componente de Variação (sinalizado pela cor azul) estava em vigor o critério Lag 5, e no componente de Repetição (sinalizado pela cor vermelha), o critério Lag 0, ou seja, apenas uma única sequência (EDDEE) produzia reforços. O valor U foi mais alto no componente Variação do que no componente Repetição. Quando foi feita a inversão dos estímulos discriminativos entre componentes, houve uma redução inicial na acurácia (mais erros), indicando que os animais continuavam se comportando de acordo com as funções dos estímulos previamente estabelecida. Ao final do experimento, porcentagens altas de sequências reforçadas foram novamente observadas. Em conjunto, esses resultados demonstram o estabelecimento de controle discriminativo da variabilidade comportamental, o que é consistente com a noção operante.

O controle discriminativo sob contingências de repetição e variação pode ser exercido por estímulos discriminativos, mas também pelas próprias respostas e sequências. Ou seja, uma resposta pode evocar outra resposta (controle intrassequência), assim como uma sequência pode evocar outra sequência (controle entre sequências). Sob contingências de repetição, principalmente quando apenas uma sequência produz reforços, o estabelecimento de controle discriminativo entre respostas e/ou sequências é muito provável uma vez que a relação sequência-reforço é bastante confiável. O mesmo não ocorre sob contingências de

variação, principalmente sob as mais rigorosas, já que diversas sequências podem gerar os reforços. A possibilidade desse tipo de controle discriminativo foi abordada por Ward et al. (2006). Nesse estudo, foi usado um esquema múltiplo Repetir (Lag 0) Variar (Lag 6) para verificar o efeito da administração de d-anfetamina (condição A) e álcool (condição B) sobre a variabilidade comportamental de pombos expostos a um delineamento ABA. Cada condição compreendia sessões de linha de base seguidas por sessões de administração da substância. Ambas as substâncias induziram variabilidade no componente Repetir e, em menor medida, no componente Variar, sendo esse efeito maior na replicação da condição A. Com base nisso, Ward et al. (2006) sugeriram que o aumento na variabilidade sob a contingência de repetição ocorreu porque as substâncias, ambas amnésicas (Bardgett et al., 2019; Sherrill et al., 2013; Shoblock et al., 2003), interferiram no controle discriminativo exercido por cada resposta da sequência. Resultados similares foram obtidos por Abreu-Rodrigues et al. (2004), Cohen et al. (1990), McElroy e Neuringer (1990) e Moraes (2021).

### **Processos de Controle Operante da Variabilidade**

A noção predominante na literatura é de que a variabilidade é uma dimensão operante do comportamento, ou seja, a variabilidade é diretamente selecionada pelo reforço. Para alguns autores, o processo de seleção operante da variabilidade ocorre entre sequências (e.g., Neuringer, 2002; Page & Neuringer, 1985), enquanto outros defendem que essa seleção ocorre intrassequência (e.g., Doughty & Galizio, 2015). Há, ainda, autores que sugerem que a variabilidade é um efeito indireto de outros processos seletivos (e.g., Barba, 2015; Machado, 1989, 1992, 1993; Nergaard & Holth, 2020).

Com base no conceito de classe de respostas proposto por Skinner (1953), Neuringer (2002) argumenta que, quando o reforço é contingente à emissão de sequências de respostas, a classe de respostas que se estabelece é formada por todas as sequências que são elegíveis



para reforçamento. E quando o reforço é contingente à variação entre sequências, a contingência seleciona não apenas as sequências que compõem a classe, mas também a variação na emissão dessas sequências. A literatura apresenta algumas evidências que apoiam a argumentação de Neuringer. Em Abreu-Rodrigues et al. (2005), por exemplo, pombos emitiam sequências de quatro respostas de acordo com os critérios Lag 5 e Lag 10. Todas as 16 sequências possíveis foram emitidas, embora sequências com menor custo de energia e de tempo (i.e., com menor número de mudanças intrassequência) tenham predominado no critério Lag 5. Além disso, quanto mais rigoroso o critério de variação, maior a variabilidade obtida. No estudo de Mook et al. (1993, Experimento 4), ratos emitiam sequências de quatro respostas, mas apenas aquelas iniciadas com duas respostas na barra direita (e.g., DDEE, DDED) eram reforçadas, conforme o critério Lag 1. Com essa restrição, o número de sequências possíveis de serem reforçadas foi reduzido de 16 para 4. Os animais emitiram essas quatro sequências em mais de 75% das tentativas e aprenderam a variar dentro desse universo restrito de sequências elegíveis para reforçamento (ver também, Abreu-Rodrigues et al., 2004). Em Doughty e Galizio (2015, Experimento 1), pombos emitiam sequências de quatro respostas sob duas contingências de reforçamento distintas. Na Condição A, as sequências eram reforçadas com base em um critério de limiar que variava entre 0,125 e 0,2 entre sujeitos. Quando o limiar era 0,2, por exemplo, uma sequência só era reforçada se sua frequência relativa fosse igual ou menor a 20% (ver Denney & Neuringer, 1998, para mais detalhes sobre o critério do limiar). Na Condição B, a sequência era reforçada de acordo com um critério de número de mudanças, ou seja, apenas sequências com pelo menos uma mudança de um disco para outro produziam o reforço. Na condição A, assim como em Abreu-Rodrigues et al. (2005), todas as 16 sequências possíveis foram emitidas com frequências similares, mas na Condição B, sequências com uma resposta foram emitidas em, aproximadamente, 80% das tentativas. Além disso, o nível de variabilidade foi maior quando

havia uma exigência de variação (ver também Machado, 1997). Em conjunto, esses resultados sugerem que (a) a sequência pode funcionar como unidade comportamental, e (b) as sequências que compõem uma classe, assim como a variação na emissão dessas sequências, são selecionadas pela contingência de reforço.

Uma interpretação alternativa do controle operante da variabilidade foi oferecida por Doughty e Galizio (2015). No Experimento 2, pombos emitiam sequências de quatro respostas que eram reforçadas de acordo com o critério do limiar 0,2. Foram manipulados o tempo entre respostas (IRT: 0,5 s e 6,66 s) e o intervalo entre tentativas (ITI: 0 s, 10 s e 20 s) para impor atrasos entre respostas e entre sequências, respectivamente, o que poderia dificultar o estabelecimento de controle discriminativo intrassequência (IRT) e entre sequências (ITI). O valor U não foi afetado pelas mudanças nos valores do ITI. No entanto, valores U mais altos foram obtidos com o IRT mais longo, o que replica Neuringer (1991). No Experimento 3, foi utilizado um esquema múltiplo com três componentes que se alternavam entre sessões. No componente Variar, sequências eram reforçadas conforme o critério do limiar 0,2. No componente Relembrar, além da contingência de variabilidade, havia uma contingência de discriminação condicional em um terço das tentativas. Nessas tentativas, um estímulo discriminativo era apresentado após a 1ª, 2ª ou 3ª resposta da sequência: se o animal respondesse no mesmo disco em que a resposta anterior havia ocorrido, o reforço era liberado; se o animal respondesse em outro disco, havia um blecaute. No componente Controle, a contingência de discriminação condicional também estava em vigor, mas quando o SD era apresentado, o reforço ocorria apenas se o animal respondesse no disco central, não utilizado para a emissão de respostas da sequência. A porcentagem de sequências reforçadas foi alta (acima de 70%) no componente Relembrar, indicando que a tarefa de discriminação temporal promoveu o controle discriminativo intrassequência, e não diferiu das porcentagens observada nos demais componentes. Além disso, os valores U foram

altos e, também, não diferiram sistematicamente entre componentes. Ou seja, o controle discriminativo intrassequência não dificultou o estabelecimento de um desempenho variável (ver também Leite, 2021).

Em suma, Doughty e Galizio (2015) observaram que: (a) aumentos no tempo entre respostas, mas não no tempo entre sequências, favorecem a variabilidade, o que pode revelar a ação de processos intrassequência; e (b) é possível estabelecer controle discriminativo intrassequência, e este controle não prejudica a variabilidade. Com base nessas evidências, Doughty e Galizio propuseram uma explicação alternativa para a variabilidade operante. De acordo com essa proposta, o processo responsável pela variabilidade operante ocorre dentro da sequência, ao invés de ocorrer entre as sequências, como argumentado por Neuringer (2002). Assim, sob contingências de variabilidade, em vez da classe de respostas ser formada por todas as sequências possíveis de serem reforçadas, essa classe seria composta por respostas de mudança (i. e., responde no disco E e muda para o disco D, e vice-versa) e de repetição (i. e., responde do disco E e repete essa resposta, responde no disco D e repete essa resposta). Combinações diversas de respostas de mudança e de repetição tornariam o reforço mais provável, de modo que o organismo aprende a emitir essas unidades comportamentais de uma forma variada. Ocorrendo variação intrassequência (i.e., entre mudar e repetir), seria observada variação entre sequências.

Outra linha de interpretação do fenômeno da variabilidade comportamental foi iniciada por Machado (1989). De acordo com essa interpretação, contingências de variabilidade, tais como o critério Lag  $n$  e o critério do limiar, funcionam com base no reforçamento diferencial de sequências pouco frequentes. Mais especificamente, em ambas as contingências, sequências pouco frequentes teriam maior probabilidade de gerar o reforço; com o fortalecimento dessas sequências, outras sequências, agora menos frequentes, passariam a ter mais chances de produzir o reforço e, conseqüentemente, as primeiras

sequências seriam enfraquecidas e as últimas seriam fortalecidas, e o ciclo se repetiria (ver Barba, 2015, para uma sistematização dessa hipótese). Machado defende, então, que a variabilidade obtida sob contingências de variação seria um produto indireto desse ciclo fortalecimento-enfraquecimento. Machado e Tonneau (2012), assim como Nergaard e Holth (2020), por sua vez, ou seja, oferecem uma versão mais elaborada da proposta de Machado (1989). Segundo esses autores, o ciclo fortalecimento-enfraquecimento envolve não somente reforçamento diferencial das sequências pouco frequentes, mas também extinção diferencial das sequências mais frequentes. Assim, o reforço das sequências menos prováveis atuaria para manter a emissão das sequências, enquanto a extinção das sequências mais prováveis induziria variabilidade na emissão das sequências.

Evidências favoráveis à hipótese do reforçamento diferencial, ou hipótese do equilíbrio (Barba, 2015) são encontradas nos estudos de Machado (1992, 1993). Pombos emitiam respostas de bicar em dois discos de acordo com um critério de reforçamento baseado na frequência da resposta: quanto maior a frequência, menor a probabilidade do reforço, e quanto menor a frequência, maior a probabilidade. A contingência de reforçamento incidia sobre respostas individuais (Machado, 1992, Experimento 2), pares (Machado, 1992, Experimento 3; 1993, Experimento 1) e trios (Machado, 1993, Experimento 2) de respostas. A variabilidade foi analisada por meio da proporção de respostas individuais, pares e trios e da probabilidade condicional de emissão das respostas, uma medida que avalia o grau de interdependência entre respostas. Quando o esquema reforçou respostas individuais, um padrão de alternância entre os discos foi obtido com três dos quatro sujeitos. Quando o reforço foi contingente a pares de respostas, seis dos oito sujeitos desenvolveram um padrão de respostas com alta probabilidade condicional, ou seja, a probabilidade da resposta atual dependia da resposta anterior (i.e., sistemático). Os outros dois sujeitos desenvolveram um padrão de respostas com baixa probabilidade condicional, ou seja, as respostas eram emitidas

independentemente das respostas anteriores (i.e., randômico). Já quando o esquema reforçou trios, três dos quatro sujeitos desenvolveram um padrão randômico, enquanto o último desenvolveu um padrão sistemático. Esses resultados demonstram que o reforçamento diferencial produz variabilidade comportamental, a qual pode ser caracterizada por padrões de respostas sistemáticos ou randômicos, a depender do número de respostas que compõem a unidade selecionada para reforçamento. Os padrões de respostas sistemático e randômico serão discutidos a seguir.

### **Padrões de Variabilidade Comportamental**

Quando a variabilidade é definida com base na equiprobabilidade entre eventos, é comum que aumentos na variabilidade sejam identificados com aumentos na randomicidade do responder e que aumentos na repetição sejam vistos como aumentos na sistematicidade. No entanto, há evidências empíricas de que níveis altos de variabilidade podem ser obtidos tanto por meio de padrões sistemáticos quanto randômicos, os quais indicam graus distintos de previsibilidade/dependência entre eventos (e.g., Maes, 2003; Nickerson, 2002; Schwartz, 1982; Souza et al., 2012; Stokes & Harrison, 2002). Padrões sistemáticos (i.e., ordenados) revelam interdependência entre sequências de um universo e/ou entre respostas de uma sequência, de modo que é possível prever qual será a próxima sequência (ou resposta) a ser emitida. Por exemplo, a emissão da seguinte ordem de sequências – EEEE, DDDD, EEED, DDDE, EEEE, DDDD, EEED, DDDE – revelaria sistematicidade entre sequências pois seria possível prever que a próxima sequência seria EEEE. Por outro lado, padrões randômicos (i.e., aleatórios) revelam independência entre sequências ou entre respostas de uma sequência, o que dificulta, ou mesmo impossibilita, a previsão da sequência (ou resposta) seguinte. Sequências emitidas na ordem a seguir – EEEE, DDDE, DDDE, DDDD, EEED, DDDD, DDDE, EDDD – indicariam randomicidade entre sequências, dada a

imprevisibilidade da próxima sequência. Dessa forma, sistematicidade e randomicidade máximas seriam os extremos de um *continuum* de previsibilidade-imprevisibilidade. No presente estudo, quando esses padrões se referirem ao grau de dependência entre sequências, serão denominados de *padrão entre sequências*, e quando se referirem ao grau de dependência entre respostas de uma sequência, serão denominados de *padrão intrassequência*.

A literatura apresenta evidências de sistematicidade e randomicidade sob contingências idênticas de variabilidade com humanos (e.g., Maes, 2003; Ribeiro & Abreu-Rodrigues, 2022; Souza et al., 2012; Stokes & Harrison, 2002). Em Souza et al. (2012), por exemplo, o critério Lag 2 foi sobreposto ao critério do limiar 0,05 para reforçar a emissão de sequências de três respostas distribuídas em três teclas. Dessa forma, uma sequência só era reforçada se fosse diferente das duas sequências previamente emitidas e se sua frequência relativa fosse igual ou inferior a 5%. Estudantes universitários foram distribuídos em três grupos: os participantes do Grupo Sistemático foram instruídos a emitir sequências de acordo com uma regra por eles escolhida, e os participantes do Grupo Randômico, a emitir sequências sem uma ordem pré-definida; os participantes do Grupo Controle não receberam instruções. Por meio de análises que permitiram a identificação do grau de randomicidade entre sequências, os autores observaram que 10 dos 12 participantes do Grupo Sistemático desenvolveram um padrão ordenado na emissão das sequências e que 10 dos 12 participantes do Grupo Randômico desenvolveram um padrão aleatório; os participantes do Grupo Controle mostraram ambos os padrões. Os três grupos mostraram níveis saltos e similares de acurácia e variabilidade (i.e., valor U), o que indica que critérios rigorosos de variação podem ser atendidos por meio de padrões com diferentes graus de randomicidade.

Outro exemplo com humanos foi fornecido por Stokes e Harrison (2002). Nesse estudo, estudantes universitários emitiam sequências com cinco e 10 respostas que eram

reforçadas de acordo com quatro critérios de variabilidade: Lag 0, Lag 2, Lag 10 e Lag 20. O aumento no número de respostas por sequência foi acompanhado por aumentos na acurácia e na variabilidade, esta última avaliada com base no número de sequências diferentes. Uma análise da dependência condicional intrassequência indicou que a sistematicidade no responder variou diretamente com o número de respostas e inversamente com o critério lag. Stokes e Harrison relataram, ainda, que os participantes utilizaram uma estratégia em que, a cada sequência, uma resposta da sequência anterior era alterada (e.g., DDDDD, DDDDE, DDDEE, DDEEE...).

Em relação a animais não humanos, Schoenfeld et al. (1966) programaram reforços contingentes aos IRTs das repostas de pressão à barra de ratos. Para tanto, os IRTs foram agrupados em classes (i.e., 0 a 10 s, 11 a 20 s, 21 a 30 s etc.) e os reforços foram liberados de acordo com um critério Lag 1 (i. e., a classe do último IRT deveria ser diferente da classe do IRT imediatamente anterior). Com base nos registros cumulativos das respostas, os autores observaram que os animais desenvolveram um padrão sistemático caracterizado pela alternância entre IRT curto e IRT longo, o que permitiu a otimização do ganho de reforços. Resultados comparáveis foram obtidos nos estudos de Machado (1992, experimentos 2 e 3; 1993, experimentos 1 e 2) previamente descritos.

Page e Neuringer (1985, Experimento 4) também discutiram a questão da sistematicidade e randomicidade sob contingências de variabilidade. Para tanto, manipularam o número de respostas por sequência, de modo que, em condições distintas, pombos emitiam sequências com quatro, seis e oito respostas, distribuídas em duas barras, de acordo com o critério Lag 5. Com essas manipulações no número de respostas por sequência, o universo de sequências possíveis compreendia 16, 64 e 256 alternativas, respectivamente. Page e Neuringer argumentaram, então, que se os animais respondessem randomicamente (controle discriminativo fraco ou ausente entre sequências), haveria uma menor probabilidade de

repetição de sequências e, assim, o reforço seria mais provável. Mas, se os animais respondessem sistematicamente (i.e., baseados em processos de memória, segundo os autores), aumentos no número de sequências possíveis prejudicaria o controle discriminativo e, assim, diminuiria a obtenção de reforços. Os níveis de variabilidade foram altos nas três condições experimentais, mas a acurácia aumentou diretamente com o número de respostas por sequência, um resultado também obtido com uma simulação randômica de sequências compostas por quatro, seis e oito respostas. Com base na similaridade entre o desempenho dos pombos e o da simulação, Page e Neuringer sugeriram que os animais estavam emitindo sequências aleatoriamente.

### **Objetivos do Estudo**

Stokes e Harisson (2002) observaram, com estudantes universitários, aumento na sistematicidade intrassequência, enquanto Page e Neuringer (1985) inferiram aumento na randomicidade entre as sequências emitidas por pombos, à medida que o número de respostas por sequência era aumentado. Esses resultados parecem ser contraditórios, uma vez que uma mesma manipulação experimental produziu padrões sistemáticos em um estudo e padrões randômicos em outro. No entanto, três pontos devem ser considerados. Primeiro, conforme Souza et al. (2012) demonstraram, níveis semelhantes de variabilidade (e de acurácia) podem ser obtidos a despeito de o padrão na emissão das sequências ser sistemático ou randômico. Segundo, há diferença no nível de análise entre estudos: o interesse de Stokes e Harrison recaiu sobre a dependência condicional entre respostas, enquanto o de Page e Neuringer recaiu sobre a dependência condicional entre sequências. Terceiro, o estudo de Stokes e Harrison foi realizado com estudantes universitários, e o estudo de Page e Neuringer, com pombos. Esses dois últimos pontos suscitam a possibilidade de que a divergência entre



resultados tenha sido ocasionada pelas diferenças entre os níveis de análise e/ou entre as espécies.

Diante disso, o presente estudo objetivou: (1) avaliar se padrões de sistematicidade intrassequência e randomicidade entre sequências, ou vice-versa, podem ocorrer simultaneamente intrassujeito; (2) verificar se a randomicidade seria afetada pelo valor do critério lag e pelo número de respostas por sequência, assim como foi observado por Stokes e Harrison (2002) com relação à sistematicidade. Para tanto, o presente estudo realizou uma replicação sistemática dos trabalhos de Page e Neuringer (1985, Experimento 4) e Stokes e Harrison. Ratos foram expostos a duas fases experimentais (Lag 1 e Lag 10), cada uma composta por três condições que se diferenciavam em termos do número de respostas por sequência (quatro, seis e oito respostas). Para avaliar o padrão, foram utilizadas duas medidas de dependência condicional entre sequências: diferença de primeira ordem, do inglês *First-Order Difference* – FOD e o *Random Number Generation* – RNG. Para avaliar o padrão intrassequência foi usada uma análise de dependência condicional entre respostas de uma sequência.

## **Método**

### **Sujeitos**

Foram utilizadas quatro ratas *Wistar (Rattus Norvegicus)*, experimentalmente ingênuas, com cerca de 90 dias de idade no início do experimento, e nomeadas H1, H2, H3 e H4. As ratas foram alojadas em duplas em caixas de polietileno (24,5 cm de altura x 31 cm de comprimento x 38 cm de profundidade), enriquecidas com maravalha e canos de PVC (16 cm de comprimento x 7 cm de diâmetro), e com livre acesso à água. Os animais foram mantidos em um ciclo luz/escuro de 12 hr e alimentados, aproximadamente, 1 hr após cada sessão a fim de manter o peso experimental em cerca de 85% ( $\pm 5$  g) do peso livre. As ratas foram

separadas somente durante as sessões experimentais e nos horários de alimentação. As sessões foram realizadas sempre no turno matutino, sete dias por semana, com duração de aproximadamente 45 minutos.

### **Equipamento**

Foram utilizadas quatro câmaras de condicionamento operante (21 cm de altura x 30,5 cm de comprimento x 24 cm de profundidade) da Med Associates®. O chão consistia em barras de aço inoxidável de 0,5 cm de diâmetro e separadas por 1,3 cm, o teto e as paredes laterais eram de acrílico transparente, e o painel frontal e o painel do fundo eram de alumínio. No painel frontal havia duas barras de aço inoxidável, não retráteis, com 4 cm de comprimento, localizadas a 6 cm do chão e a 1,5 cm das paredes laterais esquerda e direita. Ambas as barras podiam ser operadas por uma força mínima de 0,25 N. Uma lâmpada de 28 V e com 4 cm de diâmetro estava localizada acima de cada barra. Um bebedouro, localizado atrás de uma abertura de 5 cm x 5 cm entre as barras e a 1,5 cm do chão liberava o reforço (0,05 ml de uma solução de leite condensado e água, 50% vol/vol). No painel do fundo havia uma lâmpada de 28 V (luz da caixa) situada a 18 cm do chão. As câmaras de condicionamento operante eram acomodadas dentro de caixas de madeira e havia um ventilador acoplado a uma das paredes da sala, o qual produzia um ruído branco durante a sessão experimental. As caixas experimentais situavam-se em uma sala com isolamento acústico e visual.

As condições experimentais foram programadas e os dados foram registrados por meio de um computador equipado com um programa em linguagem MedPC IV® e uma *interface* Med Associates®.

### **Procedimento**

O estudo foi iniciado com o pré-treino (modelagem, esquema FR e esquema múltiplo FR FR). Em seguida, foi implementada a Fase Lag 1 e a Fase Lag 10, sendo a ordem dessas

duas fases contrabalanceadas entre sujeitos. Cada fase compreendeu três condições, apresentadas na mesma ordem (4R – 6R – 8R) em ambas as fases e para todos os sujeitos. As fases e condições experimentais serão descritas a seguir.

**Pré-Treino.** Todos os animais aprenderam inicialmente a pressionar a barra esquerda (E) ao longo de uma sessão de 45 min de modelagem por aproximações sucessivas e, em seguida, foram expostos a duas sessões com o esquema de FR 1 em vigor nessa mesma barra. Posteriormente, a resposta de pressionar a barra direita (D) foi modelada e como os animais aprenderam rapidamente essa resposta, o esquema FR 1 foi implementado na mesma sessão. Após duas sessões com esse esquema, os sujeitos foram expostos a um esquema mult FR 1 (E) FR 1 (D) durante uma sessão, seguido do esquema mult FR 2 (E) FR 2 (D) durante outra sessão. Em cada componente, apenas uma das barras era iluminada. Finalmente, o esquema FR 4 foi implementado, também por uma sessão, durante o qual ambas as barras eram simultaneamente iluminadas. A sessão de modelagem da barra esquerda foi finalizada após 60 reforços ou 45 min, o que ocorresse primeiro, e as demais, após 60 reforços.

**Fases Lag 1 e Lag 10.** No início da sessão, a luz da caixa e as luzes das barras se acendiam e permaneciam acesas até o final da sessão, exceto durante os IRTs, reforços e blecautes. A tarefa dos animais consistia em emitir sequências de respostas distribuídas nas barras E e D. Cada resposta da sequência, com exceção da última, produzia um IRT de 0,5 s. Na Fase Lag 1, os reforços eram contingentes a sequências que diferiam da sequência imediatamente anterior, e na Fase Lag 10, os reforços eram liberados quando a sequência era diferentes das 10 últimas sequências. A mudança de fases não foi sinalizada. Quando a sequência atendia o critério lag em vigor, o reforço era produzido durante 5 s. Sequências que não atendiam o critério lag em vigor eram seguidas por um período de blecaute de 5 s. Respostas emitidas durante o blecaute e durante o IRT não foram incluídas na composição das sequências. Respostas no blecaute, mas não no IRT, resetavam o intervalo.

Em ambas as fases, a primeira sequência de todas as sessões sempre foi seguida por reforço. Na Fase Lag 1, a segunda sequência em diante foi reforçada de acordo com o critério Lag 1. Já na Fase Lag 10, o critério foi gradualmente ajustado entre a segunda e a décima primeira sequência. Ou seja, a segunda sequência foi reforçada conforme o critério Lag 1, a terceira, conforme o critério Lag 2, e assim sucessivamente, até a décima primeira sequência que foi reforçada de acordo com o critério Lag 10. Este último critério se manteve até o final da sessão

**Condições 4R, 6R e 8R.** Cada fase (Lag 1 e Lag 10) compreendia três condições que diferiam em termos do número de respostas por sequência. Na condição 4R, cada sequência era composta por quatro respostas, de modo que havia 16 sequências possíveis ( $2^4$ ). Na condição 6R, cada sequência era formada por seis respostas, totalizando 64 sequências possíveis ( $2^6$ ). Finalmente, na condição 8R, cada sequência foi composta por oito respostas e, assim, havia 256 sequências possíveis ( $2^8$ ).

Todas as sessões experimentais foram finalizadas após 45 min ou após a obtenção de 60 reforços, o que ocorresse primeiro. Cada condição foi concluída após, no mínimo, 20 (primeira condição de cada fase) ou 15 (demais condições) sessões e até que os critérios de estabilidade fossem atingidos. Esses critérios estabeleciam que: (a) a porcentagem média de sequências reforçadas e o valor U médio nas três últimas sessões não poderiam diferir mais do que 10% da porcentagem média de sequências reforçadas e do valor U médio, respectivamente, nas três penúltimas sessões; e (b) não poderia haver tendência crescente ou decrescente na porcentagem de sequências reforçadas e no valor U nas seis últimas sessões, conforme determinado por inspeção visual.

## Resultados

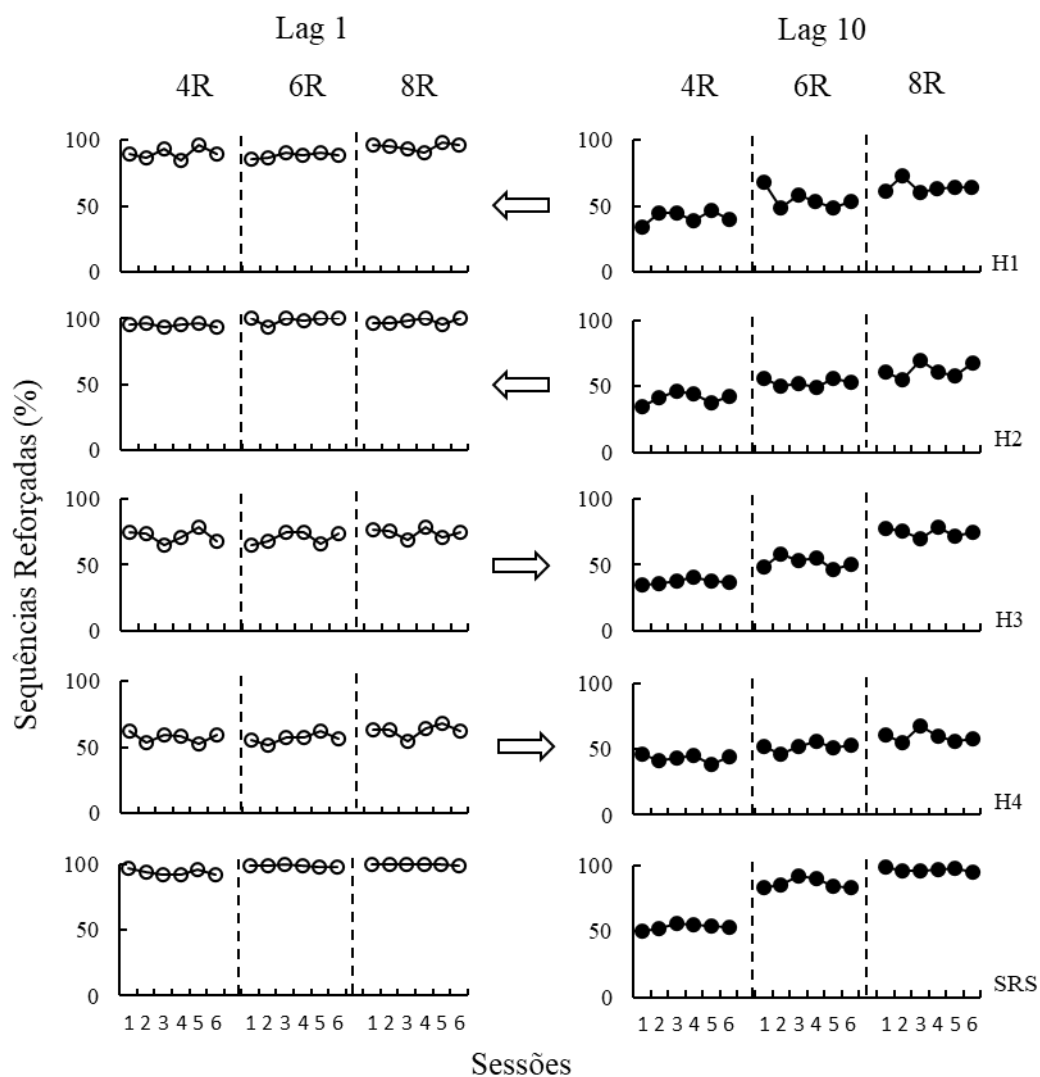
Para possibilitar a comparação entre o desempenho dos sujeitos e um desempenho randômico, foi realizada uma simulação randômica de sequências (SRS) para cada condição experimental, por meio de um gerador randômico de sequências escrito na linguagem Python. Essa simulação sorteou, com uma probabilidade de 0,5, respostas na D ou E para compor cada sequência. Para cada condição, foram simuladas seis sessões, cada uma com 100 sequências. Todas as análises realizadas com os dados dos sujeitos foram também realizadas com as sequências geradas pela simulação. Na Figura 1, foi calculada a porcentagem de reforços caso as sequências produzidas pela SRS atendessem aos critérios Lag 1 e Lag 10, de modo que essa figura apresenta dois gráficos para os dados simulados. Nas demais figuras, como os cálculos das medidas mostradas não são afetados por esses critérios, haverá somente um gráfico para a SRS.

Os resultados mostrados em todas as figuras correspondem às sessões de estabilidade (i.e., seis últimas sessões) de cada sujeito nas condições 4R, 6R e 8R das fases Lag 1 e Lag 10.

A Figura 1 mostra a porcentagem de sequências reforçadas, uma medida da acurácia do responder. Nesta, e nas demais figuras, as setas indicam a ordem de exposição às fases: Lag 10 seguido por Lag 1 para os sujeitos H1 e H2, e o inverso para os sujeitos H3 e H4. Na Fase Lag 1, a porcentagem de sequências reforçadas manteve-se inalterada, e na Fase Lag 10, aumentou diretamente com os aumentos no número de respostas por sequência. Resultados similares foram obtidos com a SRS. Na Fase Lag 1, os sujeitos expostos à ordem Lag 10-Lag 1 apresentaram porcentagens de sequências reforçadas mais altas (próximas ou iguais a 100%) do que aqueles expostos à ordem Lag 1-Lag 10 (valores entre 51% e 79%).

**Figura 1**

*Porcentagem de Sequências Reforçadas Para Cada Sujeito nas Condições 4R, 6R e 8R das Fases Lag 1 e Lag 10*

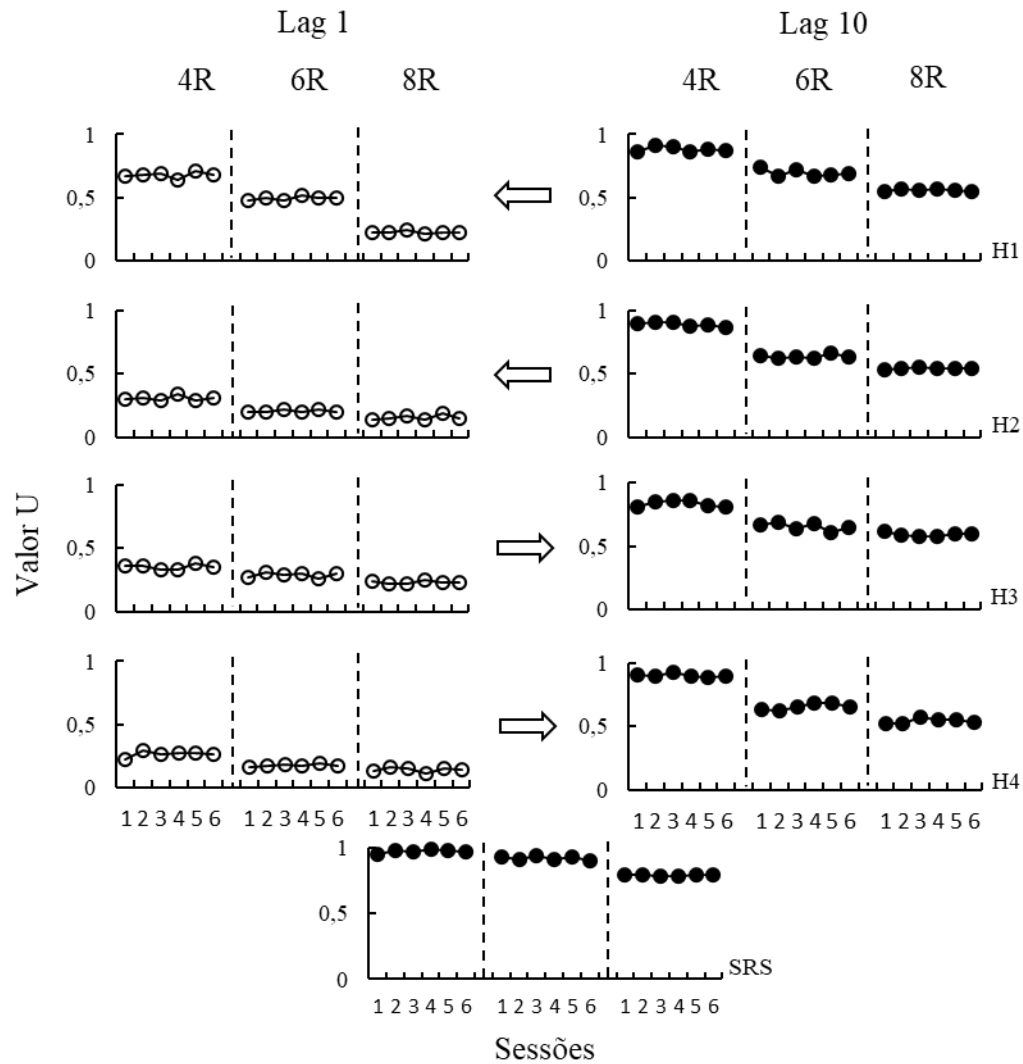


*Nota.* As setas entre os gráficos sinalizam a ordem de ocorrência das fases. Setas apontadas para a esquerda indicam que a Fase Lag 10 ocorreu antes da Fase Lag 1 e setas apontadas para a direita indicam o inverso. SRS corresponde a Simulador Randômico de Sequências.

A Figura 2 mostra o valor  $U$ , o qual revela o grau de equiprobabilidade entre as sequências. O valor  $U$  foi calculado com base na Equação 1, em que  $FR$  é a frequência relativa da sequência  $i$ , e  $n$  é o número total de sequências possíveis (i. e., 16, 64 e 256 para

**Figura 2**

*Valor U Para Cada Sujeito nas Condições 4R, 6R e 8R das Fases Lag 1 e Lag 10*



*Nota.* As setas entre os gráficos sinalizam a ordem de ocorrência das fases. Setas apontadas para a esquerda indicam que a Fase Lag 10 ocorreu antes da Fase Lag 1 e setas apontadas para a direita indicam o inverso. SRS corresponde a Simulador Randômico de Sequências.

as condições 4R, 6R e 8R, respectivamente). Se cada uma das sequências possíveis for emitida com igual probabilidade, o valor U será igual a 1, o que indica o máximo de variabilidade possível, e se apenas uma única sequência for emitida, o valor U será igual a 0, o que indica ausência de variabilidade ou repetição máxima.

$$U = - \sum_{i=1}^n \frac{FRi [\log_2 FRi]}{\log_2 n} \quad (Eq 1)$$

Com o aumento no número de respostas por sequência, houve uma redução no valor U em ambas as fases, mas a magnitude desse efeito foi maior na Fase Lag 10. Esses resultados se assemelham àqueles obtidos com a SRS. Esse decréscimo no valor U é, provavelmente, um artefato matemático, conforme demonstrado por Kong et al. (2017). Esses autores apontaram que quanto menor a proporção entre o número de sequências emitidas e o número de sequências possíveis, menor será o valor U. É possível, porém, comparar o valor U entre as condições com o mesmo número de respostas por sequência nas fases Lag 1 e Lag 10. Essa comparação mostra que o valor U foi maior na Fase Lag 10, o que indica sensibilidade comportamental aos critérios de variabilidade. Para o sujeito H1, na Fase Lag 1, o valor U foi mais alto do que aqueles encontrados para os demais sujeitos, provavelmente porque esse sujeito foi previamente exposto a um critério mais rigoroso de variabilidade.

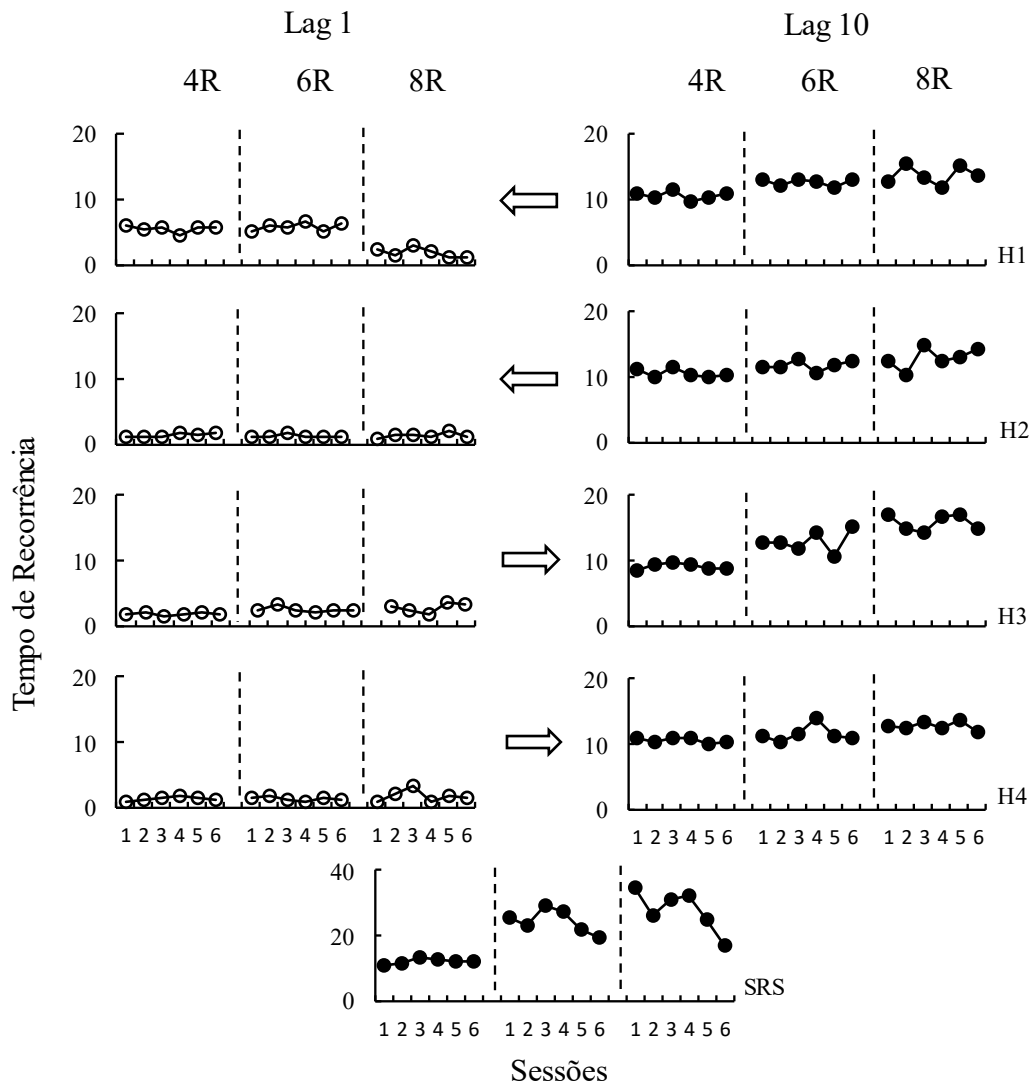
O tempo de recorrência médio, uma medida de variabilidade baseada na recência das sequências, é mostrado na Figura 3. Essa medida aponta o número de sequências emitidas entre a ocorrência de uma sequência e sua próxima ocorrência. Assim, dada a seguinte ordem de emissão de sequências – DDDD, EDED, DDDD, EEED, EDED, –, o tempo de recorrência da sequência DDDD é 1 (i.e., apenas uma sequência foi emitida entre a primeira e segunda ocorrências de DDDD), da sequência EDED é 2 (duas sequências ocorreram entre a primeira e segunda emissões de EDED) e da sequência EEED é 0, pois foi emitida apenas uma vez. Dessa forma, o tempo de recorrência médio seria  $(2+1+0)/3=1$ . Quanto maior o tempo de recorrência, maior a variabilidade.

Na Fase Lag 1, o tempo de recorrência se mostrou estável entre condições, e sempre próximo de 1, para os sujeitos H2, H3 e H4. Para o sujeito H1, o tempo de recorrência foi um



**Figura 3**

*Tempo de Recorrência Médio Para Cada Sujeito nas Condições 4R, 6R e 8R das Fases Lag 1 e Lag 10 e Lag 10*



*Nota.* As setas entre os gráficos sinalizam a ordem de ocorrência das fases. Setas apontadas para a esquerda indicam que a Fase Lag 10 ocorreu antes da Fase Lag 1 e setas apontadas para a direita indicam o inverso. SRS corresponde a Simulador Randômico de Sequências.

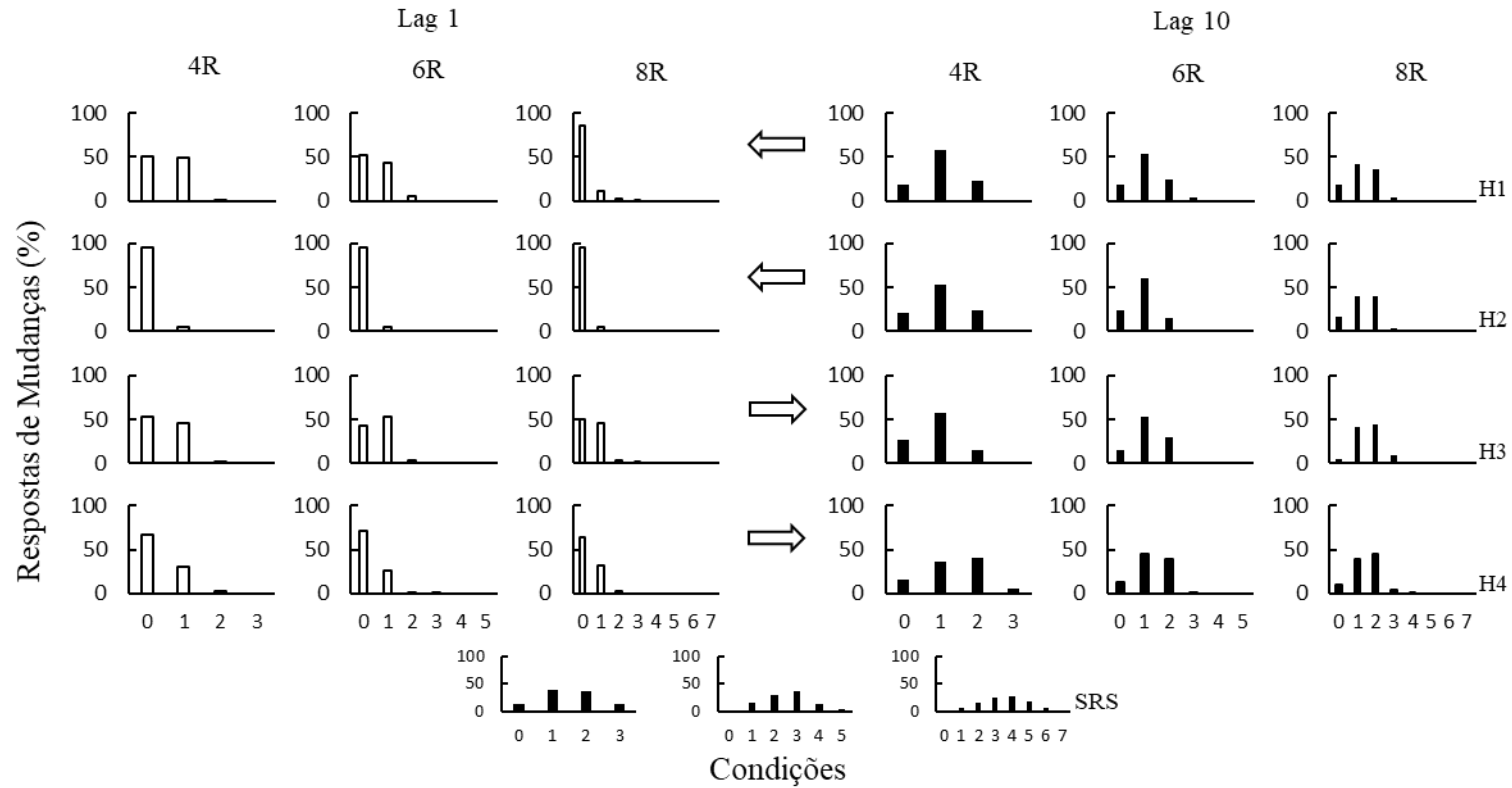
pouco maior nas condições 4R e 6R do que aqueles obtidos para os outros sujeitos, possivelmente devido ao efeito da ordem de exposição às fases. Na Fase Lag 10, o tempo de recorrência foi maior do que na Fase Lag 1 e aumentou em função do número de respostas por sequência. A SRS gerou resultados comparáveis aos da Fase Lag 10, mas a magnitude dos aumentos do tempo de recorrência foi maior do que aquela observada na Fase Lag 10.

A Figura 4 mostra o número relativo de respostas de mudança entre as barras E e D. Por exemplo, na sequência EEEE, não há mudança entre barras, na sequência EDDD há uma mudança, (i.e., de E para D), na sequência EDDE há duas mudanças (i.e., de E para D e de D para E) e na sequência EDED há três mudanças (i.e., de E para D, de D para E e de E para D). Na Fase Lag 1, observa-se o predomínio de sequências que envolvem um custo menor (i.e., sequências com 0 e/ou 1 mudança), e na Fase Lag 10, sequências com 1 e/ou 2 mudanças passaram a predominar. As distribuições de frequência da SRS se aproximaram de uma distribuição normal, com os valores intermediários mais frequentes e valores extremos menos frequentes, e foram mais similares às da Fase Lag 10 do que às da Fase Lag 1. Em ambas as fases, as distribuições de frequência não foram afetadas pelo aumento no número de respostas por sequências.

A frequência relativa acumulada das diferenças de primeira ordem (FODs) é apresentada na Figura 5. Essa medida permite identificar o grau de interdependência entre sequências, ou seja, o tipo de padrão utilizado na emissão das sequências (i.e., mais próximo da sistematicidade ou mais próximo da randomicidade; Towse & Neil, 1998). Para calcular a FOD, inicialmente, as sequências elegíveis para reforçamento foram numeradas arbitrariamente de 1 até o número máximo possível (i.e., 16, 64 ou 256, nas condições 4R, 6R e 8R respectivamente). No presente estudo, a ordem de numeração das sequências foi realizada de acordo com a primeira resposta e com o número de respostas de mudança, isto é,

**Figura 4**

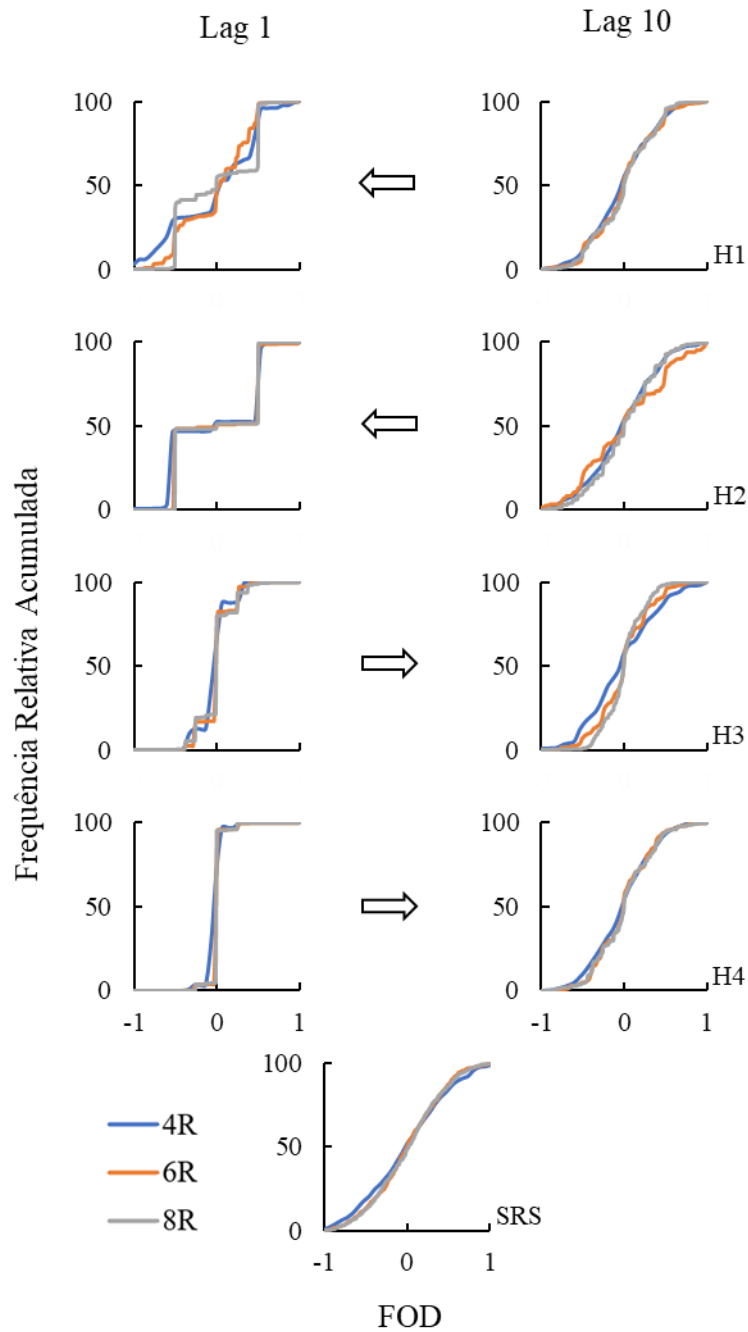
*Porcentagem do Número de Respostas de Mudanças por Sequência Para Cada Sujeito nas Condições 4R, 6R e 8R das Fases Lag 1 e Lag 10*



*Nota.* As setas entre os gráficos sinalizam a ordem de ocorrência das fases. Setas apontadas para a esquerda indicam que a Fase Lag 10 ocorreu antes da Fase Lag 1 e setas apontadas para a direita indicam o inverso. SRS corresponde a Simulador Randômico de Sequências

**Figura 5**

*Frequência Relativa Acumulada da Diferença de Primeira Ordem (FOD) Para Cada Sujeito nas Condições 4R, 6R e 8R das Fases Lag 1 e Lag 10*



*Nota.* As setas entre os gráficos sinalizam a ordem de ocorrência das fases. Setas apontadas para a esquerda indicam que a Fase Lag 10 ocorreu antes da Fase Lag 1 e setas apontadas para a direita indicam o inverso. SRS corresponde a Simulador Randômico de Sequências.

sequências iniciadas com E receberam valores menores do que sequências iniciadas com D e sequências com menor número de mudanças receberam menores valores que aquelas com maior número de mudanças. Em seguida, com base na ordem de ocorrência das sequências, foi calculada a diferença aritmética (FOD) entre o valor atribuído a uma sequência e o valor atribuído à sequência anterior. Por exemplo, se o sujeito emitir as sequências 1, 4, 6, 2, 9, 9, nesta ordem, os valores da FOD para os pares 1 e 4, 4 e 6, 6 e 2, 2 e 9, 9 e 9 serão 3, 2, -4, 7 e 0, respectivamente. Após isso, foi calculada a frequência relativa acumulada ao longo de todos os valores da FOD. Por exemplo, os valores da FOD podiam variar entre -15 e +15 quando havia 16 sequências possíveis, entre -63 e +63 quando havia 64 sequências possíveis, e entre -255 e +255 quando havia 256 sequências possíveis. Para a obtenção das curvas mostradas na Figura 5, na condição 4R, a frequência relativa da FOD -15 foi adicionada à da FOD -14, a frequência relativa acumulada da FOD -14 foi adicionada à da FOD -13, e assim por diante, até que a frequência relativa acumulada da FOD +14 foi adicionada frequência relativa da FOD +15. O mesmo foi feito nas condições 6R e 8R. Caso o padrão obtido fosse randômico, a curva teria um formato sigmoide, próximo a uma reta diagonal (ver a curva gerada pela SRS), indicando independência entre sequências, ou seja, a primeira sequência não influenciou a emissão da segunda, que não influenciou a emissão da terceira, e assim sucessivamente. Caso o padrão fosse sistemático, haveria degrau(s) (i.e., momentos em que a curva seria proximamente paralela ao eixo X ou Y) ao longo da curva sigmoide, o que indicaria interdependência entre sequências.

Para uma comparação mais adequada da FOD entre condições, o eixo X de todos os gráficos foi normalizado. Essa normalização foi feita dividindo-se o valor de cada FOD pelo maior valor da FOD da condição. Por exemplo, na condição 4R, o maior valor da FOD era +15, assim, o valor de cada FOD (de -15 a +15) foi dividido por 15, resultando em valores

entre -1 e +1. O mesmo procedimento foi realizado com os maiores FODs da condição 6R e 8R, 63 e 255 respectivamente.

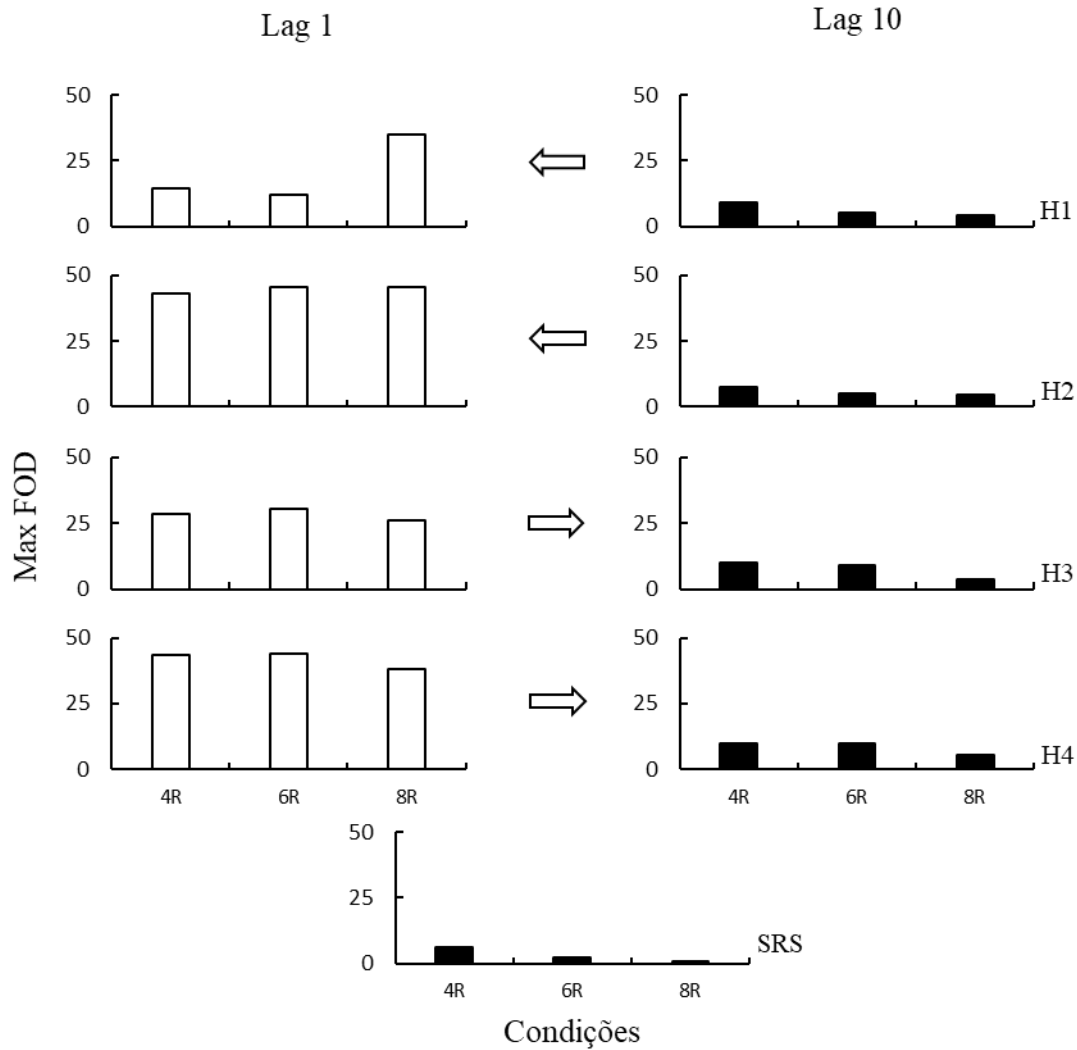
Na Fase Lag 1, observa-se a presença de degraus para todos os sujeitos e em todas as condições. O sujeito H4 se destaca com somente um degrau pronunciado próximo à FOD 0. As curvas dos sujeitos H2 e H3 apresentam mais degraus visíveis: para o sujeito H2, esses degraus estão entre as FODs -1 e 0, e entre as FODs 0 e +1, e para o sujeito H3, esses degraus estão próximos à FOD 0. A curva do sujeito H1 é mais diferenciada, provavelmente devido ao efeito de ordem, porém ainda é visível a presença de degraus nas três condições. A presença de degraus na Fase Lag 1 indica sistematicidade na emissão de sequências, em maior extensão para o sujeito H4 e em menor extensão para o sujeito o H1. Na Fase Lag 10, as curvas se aproximaram do formato sigmoide, indicando randomicidade, assim como ocorreu com a curva da SRS.

A Figura 6 mostra a frequência relativa máxima apresentada por um dos valores da FOD (MaxFOD). Quanto maior a MaxFOD, mais sistemático é o padrão, e quanto menor, mais randômico é o padrão na emissão das sequências. Para todos os sujeitos, a MaxFOD foi maior na Fase Lag 1 que na Fase Lag 10. Na Fase Lag 1, a MaxFOD se manteve relativamente inalterada entre condições, com exceção do sujeito H1, para o qual a MaxFOD aumentou no decorrer das condições e se tornou similar às obtidas pelos demais sujeitos. Na Fase Lag 10, a MaxFOD diminuiu levemente em função do aumento no número de respostas por sequência. A SRS teve efeito similar ao observado na Fase Lag 10, porém com valores menores que aqueles observados para todos os sujeitos.

A Figura 7 mostra uma análise alternativa do grau de randomicidade na emissão das sequências, a *Random Number Generation* (RNG). Essa medida foi utilizada no contexto de variabilidade por Neuringer (1986). Para obter essa medida, inicialmente foi criada uma matriz (16 x 16, 64 x 64 e 256 x 256 para as condições 4R, 6R e 8R respectivamente), em que

**Figura 6**

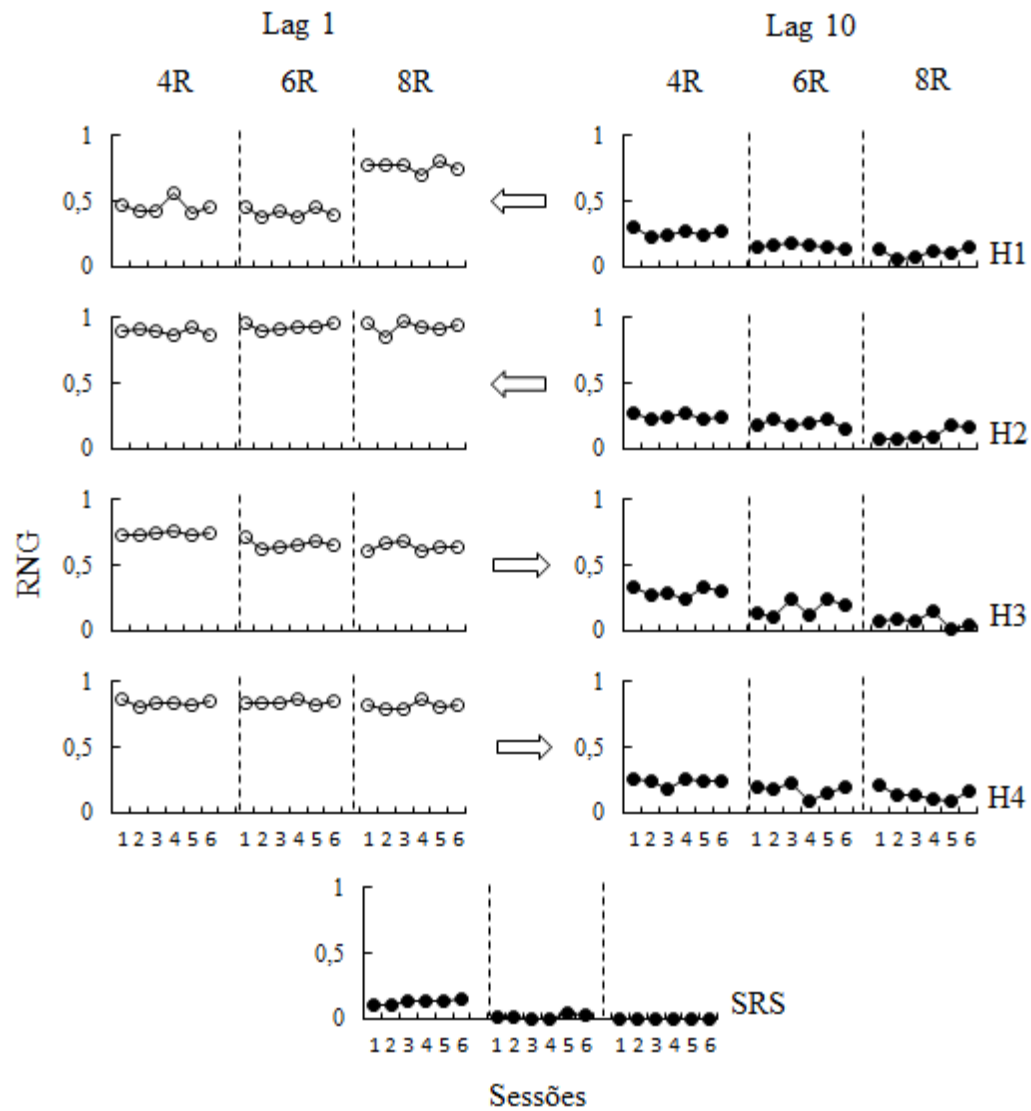
*Frequência Relativa Máxima da Diferença de Primeira Ordem (MaxFOD) Para Cada Sujeito nas Condições 4R, 6R e 8R das Fases Lag 1 e Lag 10*



*Nota.* As setas entre os gráficos sinalizam a ordem de ocorrência das fases. Setas apontadas para a esquerda indicam que a Fase Lag 10 ocorreu antes da Fase Lag 1 e setas apontadas para a direita indicam o inverso. SRS corresponde a Simulador Randômico de Sequências

### Figura 7

*Random Number Generation (RNG) na Emissão das Sequências Para Cada Sujeito nas Condições 4R, 6R e 8R das Fases Lag 1 e Lag 10*



*Nota.* As setas entre os gráficos sinalizam a ordem de ocorrência das fases. Setas apontadas para a esquerda indicam que a Fase Lag 10 ocorreu antes da Fase Lag 1 e setas apontadas para a direita indicam o inverso. SRS corresponde a Simulador Randômico de Sequências.



cada célula da matriz correspondia ao número de ocorrências da sequência  $i$  (eixo y da matriz) dado que a sequência  $j$  (eixo x da matriz) a precedeu. Em seguida, o RNG foi determinado por meio da Equação 2, em que  $n_{ij}$  representa cada célula da matriz, e  $n_i$  representa o número de ocorrências da sequência  $i$ . Valores próximos a 1 indicam maior sistematicidade na emissão das sequências, enquanto valores próximos a 0 indicam maior randomicidade (Towse & Neil, 1998).

$$RNG = \frac{\sum n_{ij} \log n_{ij}}{\sum n_{ij} \log n_i} \text{ (Eq 2)}$$

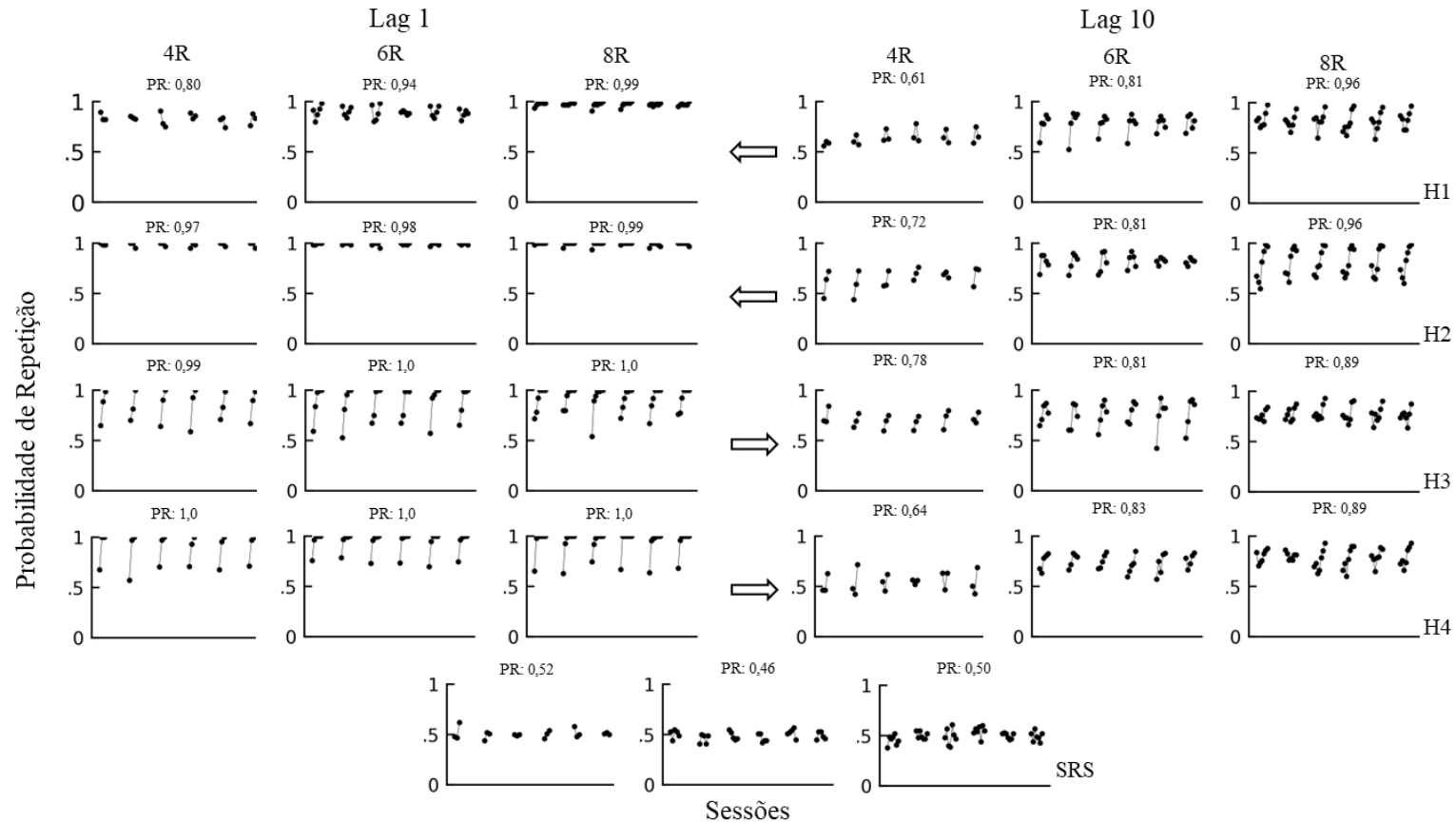
O RNG foi maior na Fase Lag 1 do que na Fase Lag 10. Na Fase Lag 1, o RNG manteve-se relativamente inalterado ao longo das condições, com exceção da condição 8R do sujeito H1, na qual o responder se tornou mais sistemático e similar aos dos demais sujeitos. Na Fase Lag 10, o RNG diminuiu com os aumentos no número de respostas por sequência, assim como foi observado para a SRS.

Uma análise do padrão intrassequência é apresentada na Figura 8. Cada gráfico contém seis curvas (referentes às seis sessões de estabilidade) e cada curva tem três, cinco e sete pontos, dependendo da condição: o ponto mais à esquerda de cada curva corresponde à probabilidade da segunda resposta repetir a primeira, o segundo ponto, à probabilidade da terceira resposta repetir a segunda, e assim por diante. Valores próximos a 1,0 indicam maior probabilidade de repetição da resposta imediatamente anterior, valores próximos a 0,0 indicam maior probabilidade de emissão de uma resposta diferente da anterior e valores próximos a 0,5 indicam independência entre as respostas.

Em geral, a probabilidade de repetição da resposta anterior foi maior do que a probabilidade de mudança para outra resposta em todas as condições de ambas as fases. Na Fase Lag 1, ocorreram dois padrões intrassequência. Para os sujeitos H1 e H2, a

**Figura 8**

*Probabilidade de Repetição da Resposta Anterior Para Cada Sujeito nas Condições 4R, 6R e 8R das Fases Lag 1 e Lag 10*



*Nota.* As setas entre os gráficos sinalizam a ordem de ocorrência das fases. Setas apontadas para a esquerda indicam que a Fase Lag 10 ocorreu antes da Fase Lag 1 e setas apontadas para a direita indicam o inverso. SRS corresponde a Simulador Randômico de Sequências. PR indica a porcentagem de sequências que terminaram em repetição.

probabilidade de repetição foi próxima a 1,0 ao longo da sequência, principalmente na condição 8R do sujeito H1 e em todas as condições do sujeito H2. Para os sujeitos H3 e H4, a probabilidade de repetição no início da sequência assumiu valores entre 0,52 e 0,79 e aumentou para valores próximos ou iguais a 1,0 nas posições intermediárias e finais da sequência. O desempenho de H1 e H2 foi caracterizado por repetição da resposta anterior ao longo da sequência, enquanto o mesmo só ocorreu para H3 e H4 no meio e final da sequência. Na Fase Lag 10, o padrão predominante consistiu em um aumento gradual na probabilidade de repetição da resposta anterior no decorrer da sequência, com exceção da condição 4R para os sujeitos H1 e H4, e esse efeito foi mais consistente na condição 8R.

A Figura 8 também mostra a porcentagem de sequências que terminam em repetição (i.e., EE ou DD). Todos os animais, em todas as fases e condições, finalizaram mais de 60% das sequências com repetição. Além disso, houve um aumento sistemático de repetição no final da sequência em função do número de respostas por sequência e, em geral, a porcentagens de repetição foram maiores na Fase Lag 1. Os resultados da SRS, por outro lado, mostraram porcentagens de repetição em torno de 50%.

### **Discussão**

O presente trabalho investigou os efeitos do critério de variabilidade e do número de respostas por sequência sobre o padrão de emissão de sequências. Os sujeitos foram expostos às fases Lag 1 e Lag 10, cada fase contendo condições com 4, 6 e 8 respostas por sequência. Foi observado que: (1) a acurácia do responder (porcentagem de sequências reforçadas) foi maior sob o critério Lag 1 do que sob o critério Lag 10 na maior parte das condições e aumentou em função do número de respostas por sequência na Fase Lag 10; (2) a variabilidade (valor U e tempo de recorrência) foi maior no critério Lag 10 do que no critério Lag 1 e aumentou (tempo de recorrência) levemente em função do número de respostas por

sequência na Fase Lag 10; (3) Na Fase Lag 1, os sujeitos emitiram predominantemente sequências com 0 ou 1 respostas de mudança, enquanto na Fase Lag 10, sequências com 1 ou 2 respostas de mudança foram as mais frequentes; (4) a Fase Lag 10, comparada com a Fase Lag 1, produziu padrões na emissão das sequências mais próximos de um padrão randômico (FOD, MaxFOD e RNG) para todos os sujeitos e em todas as condições; (5) padrões intrassequência sistemáticos ocorreram em ambas as fases (dependência condicional entre uma resposta e a anterior), sendo a predominância de repetição mais provável na Fase Lag 1 do que na Fase Lag 10; e (6) em ambas as fases, predominaram sequências finalizadas com repetição (i.e., EE ou DD), principalmente na Fase Lag 1, e essa repetição se tornou mais frequente à medida que aumentava o número de respostas por sequência. De maneira geral, o critério lag teve mais impacto sobre as medidas analisadas do que o número de respostas por sequência. Esses resultados serão discutidos a seguir.

### **Replicação de Page e Neuringer (1985) e Stokes e Harrison (2002)**

Page e Neuringer (1985, Experimento 4) utilizaram, com pombos, um critério Lag 5 e condições com 4, 6 e 8 respostas por sequência e observaram que a acurácia aumentou em função do número de respostas por sequência e que a variabilidade (i.e., valor U) se manteve alta no decorrer das condições. Stokes e Harrison (2002), por sua vez, utilizaram os critérios Lag 0, Lag 2, 10 e 20, em condições com cinco ou 10 respostas por sequência e observaram que o número de respostas por sequência também aumentou a acurácia e a variabilidade (i.e., número de sequências diferentes). O presente estudo investigou se ambos os resultados seriam também obtidos com ratos expostos a um critério de variabilidade mais leniente (i.e., Lag 1) e outro mais rigoroso (i.e., Lag 10). O efeito do número de respostas por sequência sobre a acurácia foi replicado com o critério Lag 10, mas não com o critério Lag 1, o que sugere que o número de respostas por sequência só favorece a acurácia do responder na

presença de critérios Lag  $n$  mais rigorosos (i.e., Lag 5 em Page & Neuringer, 1985; Lag 10 neste estudo).

Com relação ao valor U, os resultados do estudo de Page e Neuringer (1985, Experimento 4) e aqueles aqui obtidos foram inconsistentes já que, no presente estudo, o valor U diminuiu com os aumentos no número de respostas por sequência. Esse efeito, no entanto, é questionável. Isso porque, conforme demonstrado por Kong et al. (2017), quanto menor o número relativo de sequências diferentes emitidas e quanto maior o número de sequências possíveis, menor o valor U. Esse é um efeito matematicamente produzido e, portanto, não revela redução na variabilidade em função do aumento no número de respostas por sequência (ou no tamanho do universo de sequências possíveis). Além disso, o cálculo do valor U diferiu entre estudos: Page & Neuringer calcularam o valor U de respostas individuais, de pares e de trios, enquanto o presente estudo calculou o valor U de sequências completas.

Se os efeitos do número de respostas por sequência sobre a variabilidade forem avaliados com base no tempo de recorrência, entretanto, observa-se que os resultados aqui obtidos sob o critério Lag 10 são compatíveis com os de Stokes e Harrison (2002). Ou seja, aumentos no número de respostas por sequência foram acompanhados por aumentos no tempo de recorrência e no número de sequências diferentes, respectivamente, mas esse efeito, no presente estudo, apresentou uma magnitude muito baixa e foi observado somente na Fase Lag 10. Com o critério Lag 1, o tempo de recorrência manteve-se aproximadamente constante ao longo das condições. Importante ressaltar que, de acordo com Barba (2010, 2012), uma vez que o critério Lag  $n$  seleciona sequências com base na sua recência, o tempo de recorrência é uma medida mais adequada para avaliar o nível de variabilidade na emissão das sequências do que o valor U. Isto porque o tempo de recorrência avalia a recência da sequência, enquanto o valor U avalia equiprobabilidade. Yamada (2012), ao manipular

sistematicamente o critério lag e o critério do limiar com ratos, ofereceu evidências de que o tempo de recorrência e o valor U covariam: ou seja, aumentos na exigência de variação, quer por meio do critério lag ou do critério do limiar, produzem aumentos no tempo de recorrência e no valor U.

### **Padrão Entre Sequências**

Page e Neuringer (1985) compararam os resultados do Experimento 4 (i.e., porcentagem de sequências reforçadas e valor U) com aqueles de uma simulação realizada por um gerador randômico de sequências. Tendo em vista a similaridade entre esses resultados, os autores argumentaram que os sujeitos estavam emitindo sequências de forma randômica e que essa randomicidade ocorreu porque aumentos no número de respostas por sequência dificultaram o estabelecimento de controle discriminativo entre sequências e, conseqüentemente, impediram a emissão sistemática de sequências. Um controle discriminativo fraco ou ausente, por sua vez, dificultaria a ocorrência de repetições, o que possibilitaria a obtenção de mais reforços.

A porcentagem de sequências reforçadas é uma medida adequada para avaliar a acurácia do desempenho, mas não para avaliar o padrão na emissão de sequências, uma vez que níveis similares de acurácia podem ser obtidos tanto por meio de um padrão sistemático quanto randômico (e.g., Maes, 2003; Ribeiro & Abreu-Rodrigues, 2022; Souza et al., 2012). O valor U também apresenta limitações. Kong et al. (2017, Análise 1), calcularam o valor U de quatro distribuições de respostas. Na primeira, 100 respostas foram distribuídas randomicamente em quatro categorias; na segunda e na terceira, 100 respostas foram distribuídas sistematicamente nas quatro categorias (11111...22222...33333...44444, na segunda, e 1234123412341234..., na terceira); e na quarta distribuição, 100 respostas foram alocadas em uma única categoria. O valor U na primeira distribuição foi igual a 0,97,

indicando variação alta; na segunda e terceira distribuições foi igual a 1, indicando variação máxima; e na quarta distribuição, foi igual a 0, sinalizando repetição. Essa simulação demonstra que o valor U não é sensível ao padrão de respostas, tendo em vista que padrões randômicos (primeira distribuição) e sistemáticos (segunda e terceira distribuições) produziram valores U próximos.

Diante disso, no presente trabalho foram usadas medidas mais apropriadas para a avaliação de padrões entre sequências, a saber, a FOD (e a MaxFOD) e o RNG. A FOD possibilita visualizar graficamente a presença ou ausência de dependência condicional entre as sequências. Na Fase Lag 1, as funções com degraus revelaram a presença de dependência condicional entre sequências para os sujeitos H1 (condição 8R), H2, H3 e H4 (todas as condições), ou seja, indicaram que os sujeitos estavam respondendo sistematicamente. Na Fase Lag 10, as funções aproximadamente lineares mostraram que a dependência condicional foi substancialmente reduzida, o que indica que a exigência mais rigorosa de variabilidade tornou o desempenho mais randômico. Além disso, a sobreposição entre as curvas mostrou que o padrão na emissão das sequências não foi afetado pelo número de respostas por sequência.

A análise da FOD é complementada pela MaxFOD, uma medida que permite a avaliação quantitativa da FOD: quanto maior a MaxFOD, maior a sistematicidade no desempenho. No presente estudo, a MaxFOD foi maior sob o critério Lag 1 do que sob o critério Lag 10 e aumentos no número de respostas por sequência não afetaram a MaxFOD na Fase Lag 1, mas reduziram a Max FOD na Fase Lag 10. Esses resultados, quando comparados com aqueles do tempo de recorrência, mostram uma relação inversa entre a MaxFOD e o tempo de recorrência. Esses resultados são consistentes com aqueles obtidos por Moraes (2021). Os participantes que não consumiam álcool e tabaco (controle) mostraram padrões mais randômico (e MaxFODs menores), os alcoolistas, padrões mais

sistemáticos (e MaxFODs maiores), e os tabagistas, padrões e MaxFODs intermediários. O valor U, por sua vez, foi maior para o grupo controle, menor para os alcoolistas e intermediário para os tabagistas. Ribeiro e Abreu-Rodrigues (2022) investigaram a aprendizagem de sequências difíceis com critérios de variação (Lag 10), de repetição (Rep 3, i.e., a sequência tinha que ser igual a umas das três anteriores para produzir reforços) e com reforços independentes da variação e repetição, e observaram que, a despeito da contingência exigir variabilidade ou não, os participantes com os maiores valores U tiveram também os menores valores de MaxFOD. No estudo de Souza et al. (2012), por outro lado, os dois grupos que receberam instruções para emitir sequências de forma sistemática e randômica apresentaram valores U médios muito próximos, embora a FOD e a MaxFOD tenham revelado padrões sistemáticos e randômicos correspondentes às instruções recebidas

O RNG é uma medida pouco utilizada na literatura e assim como a FOD, indica o nível de dependência condicional entre as sequências. Essa medida foi utilizada por Neuringer (1986) como uma forma de prover *feedback* de quão próxima a sequência de números que os participantes estavam produzindo se encontrava de um responder randômico. No presente estudo, essa medida corroborou os efeitos apontados pela análise da FOD, isto é, o critério Lag 10 produziu mais randomicidade do que o critério Lag 1, e assim como a MaxFOD, indicou que há um leve aumento na randomicidade em função do número de respostas por sequência sob o critério Lag 10.

Em conjunto, esses resultados indicam a importância da utilização de medidas do padrão de respostas, além das medidas de equiprobabilidade (valor U) e recência (tempo de recorrência), nas análises da variabilidade comportamental, pois, embora essas medidas possam covariar, como foi observado no presente estudo (ver também Moraes, 2021; Ribeiro & Abreu-Rodrigues, 2022), isso nem sempre ocorre (i.e., Kong et. al., 2017; Souza et al., 2012). A utilização de medidas de padrão de sequências apontou resultados consistentes com



os argumentos de Page e Neuringer (1985, Experimento 4) acerca da randomicidade na emissão das sequências. Isto porque, no presente estudo, com o critério mais rigoroso, os animais apresentaram maior randomicidade entre sequências do que com o critério mais leniente. Adicionalmente, o presente estudo mostrou que esse padrão foi afetado pelo número de respostas por sequência, mas apenas sob o critério mais rigoroso. Evidências do impacto do critério lag sobre padrões de sequências foram obtidas também por Ribeiro e Abreu-Rodrigues (2022). Assim como no presente trabalho, esses autores observaram padrões randômicos quando o nível de variabilidade era alto e padrões sistemáticos quando o nível de variabilidade era baixo.

### **Padrão Intrassequência**

A análise da probabilidade de repetição da resposta anterior da sequência mostrou uma predominância de repetição em ambas as fases. Mais especificamente, o padrão intrassequência foi caracterizado por aumentos na repetição à medida que a sequência progredia. No entanto, esse padrão mostra uma diferença entre critérios lag: com o critério Lag 1, a probabilidade de repetição atingiu o valor máximo (1,0) já no segundo terço da sequência, mas com o critério Lag 10, o valor máximo foi alcançado apenas no terço final, sendo esses efeitos mais consistentes na condição 8R. Em conjunto, os resultados aqui obtidos revelam que o padrão intrassequência foi mais sistemático sob o critério Lag 1 do que sob o critério Lag 10, e que essa sistematicidade aumentou com o número de respostas por sequência, o que corrobora os efeitos relatados por Stokes e Harrinson (2002).

Evidências do estabelecimento de padrões intrassequência também foram fornecidos por Machado (1997). Esse autor reforçou sequências de oito respostas com, no mínimo, uma ou duas respostas de mudança intrassequência. Os pombos responderam predominantemente em um dos discos e emitiram as sequências com um padrão específico: ou seja, iniciavam a

sequência respondendo no disco não preferido e mudavam para o disco preferido ao longo da sequência. Locey e Rachlin (2013), treinaram pombos a emitir uma sequência de oito respostas, de modo que, quanto maior a similaridade topográfica entre a sequência emitida e a sequência alvo (DDDDEEEE ou o seu inverso), maior a magnitude do reforço. Foi observado que os sujeitos iniciavam a sequência com a resposta menos frequente e, em algum momento, mudavam para a outra resposta, a qual continuava a ser emitida até o final da sequência.

Um resultado adicional aqui obtido refere-se à ocorrência de repetição da resposta E ou D nas duas posições finais da sequência. Uma explicação possível para esse padrão, é que as respostas que finalizam a sequência estão temporalmente mais próximas do reforço, e essa proximidade temporal induz repetição da resposta mais correlacionada com o reforço. Doughty et al. (2013) oferecem evidências para essa hipótese. Eles utilizaram um critério de limiar 0,05 (condição 1) e 0,30 (condição 2) para reforçar sequências de quatro respostas emitidas por pombos em um esquema múltiplo com diferentes magnitudes de reforço entre os componentes (i.e., 2 s ou 6 s de acesso ao alimento). No componente com maior magnitude do reforço foi obtido um nível mais baixo de variabilidade (valor U) e uma frequência mais alta de sequências que terminaram com repetição nas respostas finais (e.g., DDDD, EDDD, EDEE). Os autores argumentaram, então, que a proximidade temporal com o reforço aumentou a repetição nas respostas finais, o que reduziu a variabilidade. Cherot et al. (1996) expuseram um grupo de ratos a uma contingência de variabilidade (Lag 3) e outro grupo a uma contingência de repetição (Rep 3). Um esquema FR 4 foi sobreposto aos critérios de variabilidade e repetição, ou seja, para obter o reforço, era necessário emitir quatro sequências que atendiam o critério de reforçamento em vigor. Os autores observaram que os animais passavam a repetir suas sequências à medida que se aproximavam do reforço (i.e., avançavam no esquema FR 4), o que diminuía a probabilidade do reforço para o grupo variabilidade e aumentava essa probabilidade para o grupo repetição. O estudo atual também

replica esse efeito em ambas as fases com uma pequena diferença: na Fase Lag 1, a repetição começou já nas primeiras respostas da sequência e se manteve até o final da sequência, enquanto na Fase Lag 10, a repetição foi observada no final da sequência.

A comparação entre os padrões entre sequências e intrassequência levantam algumas questões importantes. Primeiro, a utilização de simulações para avaliar a randomicidade no desempenho dos sujeitos parece ser útil quando o interesse recai sobre padrões entre sequências. No entanto, quando a análise se refere a padrão intrassequência, a utilidade dessas simulações pode ser limitada. Por exemplo, no presente estudo, a simulação gerou randomicidade tanto entre sequências, quanto intrassequência, enquanto o desempenho dos sujeitos sob o critério Lag 10 mostrou randomicidade entre sequências, mas sistematicidade intrassequência. Obviamente, essa diferença ocorreu porque o comportamento dos animais estava sob o controle da história de reforçamento, o que não acontece com as simulações.

Segundo, a despeito da sistematicidade (Lag 1) ou randomicidade (Lag 10) do padrão entre sequências, foi observado o desenvolvimento de um padrão intrassequência sistemático, principalmente sob o critério Lag 1. Isso indica que houve controle discriminativo intrassequência e que esse controle foi estabelecido a despeito de haver randomicidade entre as sequências, o que contraria as sugestões de Page e Neuringer (1985), mas corrobora os achados de Doughty e Galizio (2015).

Terceiro, conforme assinalado acima, a contingência Lag 10 teve dois efeitos opostos – randomicidade entre sequências e sistematicidade intrassequência –, os quais podem ser interpretados de formas distintas. Uma interpretação seria de que o critério Lag 10 teve não somente uma ação molar, mas também molecular: ou seja, esse critério selecionou um padrão randômico entre sequências e, simultaneamente, selecionou um padrão sistemático intrassequência, o que sugere a ação de dois processos operantes distintos. A outra interpretação seria consistente com a proposta de Doughty e Galizio (2015), os quais

defendem que a ação do reforço ocorre entre as respostas da sequência. Assim sendo, na Fase Lag 10, a randomicidade entre sequências pode ter sido um subproduto da combinação de respostas de repetição e de mudança nos dois terços iniciais da sequência, em vez de um produto direto da ação do reforço. As manipulações aqui efetuadas, no entanto, não permitem a avaliação da pertinência dessas interpretações, mas dada a relevância dos processos envolvidos para a compreensão das origens da variabilidade, sugere-se que pesquisas futuras investiguem essa questão.

### **Respostas de mudança**

No presente estudo não foram observadas diferenças sistemáticas no número de respostas de mudança em função dos aumentos no número de respostas por sequência: com o critério Lag 1 foram emitidas, predominantemente, sequências com 0 ou 1 mudança, e com o critério Lag 10, sequências com 1 ou 2 mudanças em todas as condições. Ou seja, a despeito do número possível de mudanças intrassequência aumentar ao longo das condições 4R, 6R e 8R, nessa ordem, os sujeitos desenvolveram um padrão de respostas que minimizava essas mudanças. Hunziker et al. (1998) propõem que a mudança de um *operandum* para outro é uma resposta extra que aumenta o custo envolvido na emissão da sequência. Assim, o custo da sequência DDDD seria referente a quatro pressões à barra, enquanto o custo da sequência DEDE seria referente a quatro pressões à barra mais três respostas de mudança (i.e., de D para E, de E para D e de D para E novamente). Com base nessa proposta, pode-se sugerir que: (a) os sujeitos não somente atenderam as exigências de variação, mas o fizeram com o menor custo possível, independentemente do universo de sequências possíveis; e (b) emitir sequências com poucas mudanças foi reforçado negativamente pela redução no custo do responder (Appel, 1963).

A literatura de variabilidade oferece evidências do controle exercido pelo custo da resposta. No estudo de Lôbo (2012), estudantes universitários escolhiam entre atender o critério Lag 5 emitindo apenas sequências com duas mudanças e atender esse critério emitindo apenas sequências com cinco mudanças (Experimento 1) ou escolhiam entre atender o critério Lag 0 emitindo uma única sequência com duas mudanças e atender esse critério emitindo uma única sequência com cinco mudanças (Experimento 2). Em ambos os experimentos, houve preferência pela alternativa com menor custo (sequências com duas mudanças) a despeito da contingência em vigor, um resultado compatível com aquele obtido no presente estudo.

### **Efeito da História de Reforçamento**

Para avaliar efeitos da ordem de exposição aos critérios lag, dois sujeitos iniciaram o experimento na Fase Lag 10, e os outros dois sujeitos, na Fase Lag 1. Houve efeito da história de reforçamento para os dois sujeitos que iniciaram com o critério mais rigoroso, ou seja, ao serem expostos ao critério Lag 1 após o critério Lag 10, os sujeitos H1 e H2 apresentaram porcentagens maiores de sequências reforçadas ao longo das três condições, e o sujeito H1 mostrou níveis maiores de variabilidade (e de randomicidade) do que os sujeitos expostos inicialmente ao critério Lag 1. O valor U do sujeito H1 demorou duas condições para atingir níveis comumente observados sob o critério Lag 1, enquanto para o sujeito H2, isso ocorreu já na primeira condição. Esse efeito de história poderia ser minimizado caso as condições tivessem sido diferencialmente sinalizadas (Hanna et al., 1992).

A literatura também apresenta efeitos da história com critérios mais rigorosos de variabilidade. Por exemplo, Hunziker et al. (1998) treinou ratos a emitirem sequências de quatro respostas em duas barras sob três critérios (i.e., reforçamento contínuo - CRF, Lag 4 e acoplamento - Aco) para verificar se haveria efeitos da experiência prévia com variabilidade.

Um grupo foi exposto à ordem CRF-Lag 4-CRF-Aco-CRF-Lag 4 e o outro à ordem CRF-Aco-CRF-Lag 4-CRF-Aco. Foi observado que o valor U nas condições com CRF e Aco (i.e., com acoplamento de reforços) foi maior quando essas condições foram precedidas pelo critério Lag 4. Stokes (1999) expuseram um grupo de estudantes universitários a critérios Lag  $n$  crescentes (i.e., Lag 0, Lag 2, 10 e 25) e outro grupo a critérios Lag  $n$  decrescentes (i.e., Lag 25, 10, 2 e 0). Em média, o valor U do grupo exposto à ordem decrescente foi maior em todos os critérios Lag  $n$  que o valor U do grupo exposto à ordem crescente (ver Gutiérrez & Escobar, 2022, para uma replicação com ratos). Esse efeito de história possivelmente ocorre porque o responder variável produzido por critérios mais rigorosos é também eficaz sob critérios mais lenientes.

O efeito da história de reforçamento da variabilidade comportamental também é observado na área de resistência à mudança (Nevin e Grace, 2000). Em geral, comportamentos variáveis são mais resistentes à mudança do que comportamentos repetitivos. Por exemplo, Souza et al. (2010) distribuiu estudantes universitários em quatro grupos: Var ABA, Var BAB, Rep ABA e Rep BAB, em que A era a condição de variabilidade ou repetição e B era extinção. Quando expostos à extinção, os grupos treinados sob a contingência de variabilidade (i.e., Lag 2 + limiar 0,02) mostraram maior resistência à mudança, avaliada por meio da porcentagem de sequências corretas, que o grupo treinado sob a contingência de repetição. Os resultados de Souza et al. (2010) são comparáveis aos do presente estudo uma vez que os sujeitos expostos inicialmente ao critério Lag 10 (i.e., maior exigência de variabilidade) apresentaram maior resistência da acurácia (H1 e H2) e do valor U (H1) à mudança do que aqueles expostos inicialmente ao critério Lag 1 (i.e., menor exigência de variabilidade). Arantes et al. (2012) expuseram pombos a um esquema múltiplo encadeado em que um esquema VI 20 s vigorava no elo inicial e uma contingência de variabilidade (limiar 0,05) ou repetição (EDED) vigorava no elo terminal de cada

componente. Embora a resistência das medidas de variabilidade (e.g., valor U) não tenham diferido entre componentes, a taxa de sequências nos elos inicial e final foi mais resistente à saciação e extinção no componente variar do que no componente repetir (ver também Doughty & Lattal, 2001). Esse resultado corrobora a noção de que as propriedades do responder em contingências de variabilidade são mais resistentes à mudança.

### **Considerações Finais**

O presente estudo obteve resultados compatíveis com a proposta de Page e Neuringer (1985, Experimento 4) acerca da randomicidade sob contingências rigorosas de variabilidade, assim como os resultados de Stokes e Harrison (2002) relativos à acurácia, variabilidade e padrão intrassequência. A contribuição original do estudo foi demonstrar, por meio de análises quantitativas, que animais podem emitir sequências randomicamente e, ao mesmo tempo, emitir as respostas que compõem a sequência de uma forma sistemática.

Uma limitação do presente estudo refere-se à não inclusão de critérios intermediários entre Lag 1 e Lag 10. Se esses critérios tivessem sido investigados, talvez fosse possível avaliar a transição de desempenhos sistemáticos para um desempenho randômico. Essa questão pode ser futuramente avaliada.

### Referências

- Abreu-Rodrigues, J., Hanna, E. S., de Mello Cruz, A. P., Matos, R., & Delabrida, Z. (2004). Differential effects of midazolam and pentylentetrazole on behavioral repetition and variation. *Behavioural Pharmacology*, *15*(8), 535-543. <https://doi.org/10.1097/00008877-200412000-00002>
- Abreu-Rodrigues, J., Lattal, K. A., dos Santos, C. V., & Matos, R. A. (2005). Variation, repetition, and choice. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, *83*(2), 147-168. <https://doi.org/10.1901/jeab.2005.33-03>
- Appel, J. B. (1963). Aversive aspects of a schedule of positive reinforcement<sup>1</sup>. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, *6*(3), 423-428. <https://doi.org/10.1901/jeab.1963.6-423>
- Antonitis, J. J. (1951). Response variability in the white rat during conditioning, extinction, and reconditioning. *Journal of Experimental Psychology*, *42*(4), 273-281. <https://doi.org/10.1037/h0060407>
- Arantes, J., Berg, M. E., Le, D., & Grace, R. C. (2012). Resistance to change and preference for variable versus fixed response sequences. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, *98*(1), 1-21. <https://doi.org/10.1901/jeab.2012.98-1>
- Barba, L. S. (2006). Variabilidade comportamental: Uma taxonomia estrutural. *Acta Comportamental*, *14*(1), 23-46. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=274520148002>
- Barba, L. S. (2010). Variabilidade comportamental operante e o esquema de reforçamento lag-n. *Acta Comportamental: Revista Latina de Análisis de Comportamiento*, *18*(2), 155-188. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=274520108002>
- Barba, L. S. (2015). Controlling and predicting unpredictable behavior. *The Behavior Analyst*, *38*(1), 93-107. <https://doi.org/10.1007/s40614-014-0019-9>



- Bardgett, M. E., Crane, C., Thompson, E. C. B., Cox, B., & Downnen, T. (2019). The effects of amphetamine on working memory and locomotor activity in adult rats administered risperidone early in life. *Behavioural Brain Research*, *362*, 64-70.  
<https://doi.org/10.1016/j.bbr.2018.12.044>
- Cherot, C., Jones, A., & Neuringer, A. (1996). Reinforced variability decreases with approach to reinforcers. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, *22*, 497-508. <https://doi.org/10.1037/0097-7403.22.4.497>
- Cohen, L., Neuringer, A., & Rhodes, D. (1990). Effects of ethanol on reinforced variations and repetitions by rats under a multiple schedule. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, *54*(1), 1-12. <https://doi.org/10.1901/jeab.1990.54-1>
- Denney, J., & Neuringer, A. (1998). Behavioral variability is controlled by discriminative stimuli. *Animal Learning & Behavior*, *26*(2), 154-162. <https://doi.org/10.3758/BF03199208>
- 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>
- Doughty, A. H., & Lattal, K. A. (2001). Resistance to change of operant variation and repetition. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, *76*(2), 195-215.  
<https://doi.org/10.1901/jeab.2001.76-195>
- 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>

Fonseca Júnior, A. R., & Hunziker, M. H. L. (2017). Behavioral variability as avoidance behavior. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 108(3), 457-467.

<https://doi.org/10.1002/jeab.293>

Gutiérrez, B., & Escobar, R. (2022). Effects of training different levels of operant variability in rats. *Behavioural Processes*, 201, 104730. <https://doi.org/10.1016/j.beproc.2022.104730>

2022.104730

Hanna, E. S., Blackman, D. E., & Todorov, J. C. (1992). Stimulus effects on concurrent performance in transition. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 58(2), 335-347. <https://doi.org/10.1901/jeab.1992.58-335>

Hunziker, M. H. L., Caramori, F. C., Silva, A. P., & Barba, L. de S. (1998). Efeitos da história de reforçamento sobre a variabilidade comportamental. *Psicologia: Teoria e Pesquisa*, 14(2), 149-159. <https://periodicos.unb.br/index.php/revistapt/article/view/17320>

Hunziker, M. H. L., & Moreno, R. (2000). Análise da noção de variabilidade comportamental. *Psicologia: Teoria e Pesquisa*, 16, 135-143.

<https://doi.org/10.1590/S0102-37722000000200006>

Kinloch, J. M., Foster, T. M., & McEwan, J. S. A. (2009). Extinction-induced variability in human behavior. *The Psychological Record*, 59(3), 347-369.

<https://doi.org/10.1007/BF03395669>

Kong, X., McEwan, J. S., Bizo, L. A., & Foster, T. M. (2017). An analysis of U-value as a measure of variability. *The Psychological Record*, 67(4), 581-586.

<https://doi.org/10.1007/s40732-017-0219-2>

- Kono, M., & Tanno, T. (2020). The effects of ratio and interval schedules on the location variability of pecking responses in pigeons: Application of bayesian statistical model. *Behavioural Processes*, 172, 104059. <https://doi.org/10.1016/j.beproc.2020.104059>
- Lee, R., Sturmey, P., & Fields, L. (2007). Schedule-induced and operant mechanisms that influence response variability: A review and implications for future investigations. *The Psychological Record*, 57(3), 429-455. <https://doi.org/10.1007/BF03395586>
- Leite, E., F., C. (2021). *Lembrar para variar: Estudo experimental das relações entre autodiscriminação e variabilidade comportamental reforçada em humanos* [Tese de doutorado, Pontifícia Universidade Católica de São Paulo]. Repositório PUCSP. <https://repositorio.pucsp.br/jspui/handle/handle/24253>
- Lobô, D. F. V. (2012). *Comportamento de escolha sob contingências de variação com diferentes custos de resposta* [Dissertação de mestrado, Universidade de Brasília]. Repositório UnB. <https://repositorio.unb.br/handle/10482/10857>
- Locey, M. L., & Rachlin, H. (2013). Shaping behavioral patterns. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 99(3), 245-259. <https://doi.org/10.1002/jeab.22>
- Machado, A. (1989). Operant conditioning of behavioral variability using a percentile reinforcement schedule. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 52(2), 155-166. <https://doi.org/10.1901/jeab.1989.52-155>
- Machado, A. (1992). Behavioral variability and frequency-dependent selection. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 58(2), 241-263. <https://doi.org/10.1901/jeab.1992.58-241>
- Machado, A. (1993). Learning variable and stereotypical sequences of responses: Some data and a new model. *Behavioural Processes*, 30(2), 103-129. [https://doi.org/10.1016/0376-6357\(93\)90002-9](https://doi.org/10.1016/0376-6357(93)90002-9)

- Machado, A. (1997). Increasing the variability of response sequences in pigeons by adjusting the frequency of switching between two keys. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 68(1), 1-25. <https://doi.org/10.1901/jeab.1997.68-1>
- Machado, A., & Tonneau, F. (2012). Operant variability: procedures and processes. *The Behavior analyst*, 35(2), 249–255. <https://doi.org/10.1007/BF03392284>
- Maes, J. H. R. (2003). Response stability and variability induced in humans by different feedback contingencies. *Animal Learning & Behavior*, 31(4), 332-348. <https://doi.org/10.3758/BF03195995>
- Margulies, S. (1961). Response duration in operant level, regular reinforcement, and extinction. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 4(4), 317-321. <https://doi.org/10.1901/jeab.1961.4-317>
- McElroy, E., & Neuringer, A. (1990). Effects of alcohol on reinforced repetitions and reinforced variations in rats. *Psychopharmacology*, 102(1), 49-55. <https://doi.org/10.1007/BF02245743>
- Mintz, D. E. (1962). Force of response during ratio reinforcement. *Science*, 138(3539), 516-517. <https://doi.org/10.1126/science.138.3539.516>
- Mook, D. M., Jeffrey, J., & Neuringer, A. (1993). Spontaneously hypertensive rats (SHR) readily learn to vary but not repeat instrumental responses. *Behavioral and Neural Biology*, 59(2), 126-135. [https://doi.org/10.1016/0163-1047\(93\)90847-B](https://doi.org/10.1016/0163-1047(93)90847-B)
- Moraes, A. T. P. (2021). *Variabilidade comportamental e impulsividade em alcoolistas e tabagistas* [Dissertação de mestrado, Universidade de Brasília]. CDC UnB. <https://cdc.unb.br/index.php/sobre/teses-e-dissertacoes/dissertacoes>
- Morgan, D. L., & Lee, K. (1996). Extinction-induced response variability in humans. *The Psychological Record*, 46(1), 145-159. <https://doi.org/10.1007/BF03395168>

- 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. (1986). Can people behave “randomly?”: The role of feedback. *Journal of Experimental Psychology: General*, 115, 62-75. <https://doi.org/10.1037/0096-3445.115.1.62>
- Neuringer, A. (2002). Operant variability: Evidence, functions, and theory. *Psychonomic Bulletin & Review*, 9(4), 672-705. <https://doi.org/10.3758/BF03196324>
- Nevin, J. A., & Grace, R. C. (2000). Behavioral momentum and the law of effect. *Behavioral and Brain Sciences*, 23(1), 73-90. <https://doi.org/10.1017/S0140525X00002405>
- Nickerson, R. S. (2002). The production and perception of randomness. *Psychological Review*, 109, 330-357. <https://doi.org/10.1037/0033-295X.109.2.330>
- Notterman, J. M. (1959). Force emission during bar pressing. *Journal of Experimental Psychology*, 58, 341-347. <https://doi.org/10.1037/h0042801>
- Page, S., & Neuringer, A. (1985). Variability is an operant. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, 11(3), 429-452. <https://doi.org/10.1037/0097-7403.11.3.429>
- Ribeiro, L. L., & Abreu-Rodrigues, J. (2022). Effects of variability requirements on difficult sequence learning. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 118(3), 442-461. <https://doi.org/10.1002/jeab.798>
- Schoenfeld, W. N., Harris, A. H., & Farmer, J. (1966). Conditioning response variability. *Psychological Reports*, 19(2), 551-557. <https://doi.org/10.2466/pr0.1966.19.2.551>
- Schwartz, B. (1982). Reinforcement-induced behavioral stereotypy: How not to teach people to discover rules. *Journal of Experimental Psychology: General*, 111(1), 23.  
<https://doi.org/10.1037/0096-3445.111.1.23>

- Sherrill, L. K., Stanis, J. J., & Gulley, J. M. (2013). Age-dependent effects of repeated amphetamine exposure on working memory in rats. *Behavioural Brain Research*, *242*, 84-94. <https://doi.org/10.1016/j.bbr.2012.12.044>
- Shoblock, J. R., Maisonneuve, I. M., & Glick, S. D. (2003). Differences between d-methamphetamine and d-amphetamine in rats: Working memory, tolerance, and extinction. *Psychopharmacology*, *170*(2), 150-156. <https://doi.org/10.1007/s00213-003-1522-y>
- Skinner, B. F. 1. (1953). *Science and human behavior*. Macmillan.
- Skinner, B. F. (1969). *Contingencies of reinforcement*. Appleton-Century-Crofts.
- Souza, A. D. S., Abreu-Rodrigues, J., & Baumann, A. A. (2010). History effects on induced and operant variability. *Learning & Behavior*, *38*(4), 426-437. <https://doi:10.3758/LB.38.4.426>
- Souza, A. S., Pontes, T. N. R., & Abreu-Rodrigues, J. (2012). Varied but not necessarily random: Human performance under variability contingencies is affected by instructions. *Learning & Behavior*, *40*(4), 367-379. <https://doi.org/10.3758/s13420-011-0058-y>
- Stokes, P. D. (1999). Learned variability levels: Implications for creativity. *Creativity Research Journal*, *12*(1), 37-45. [https://doi.org/10.1207/s15326934crj1201\\_5](https://doi.org/10.1207/s15326934crj1201_5)
- Stokes, P. D., & Harrison, H. M. (2002). Constraints have different concurrent effects and aftereffects on variability. *Journal of Experimental Psychology: General*, *131*, 552-566. <https://doi.org/10.1037/0096-3445.131.4.552>
- Tremont, P. J. (1984). Variability of force and interresponse time under random interval reinforcement schedules. *Behavioural Processes*, *9*(4), 413-420. [https://doi.org/10.1016/0376-6357\(84\)90026-3](https://doi.org/10.1016/0376-6357(84)90026-3)

Ward, R. D., Bailey, E. M., & Odum, A. L. (2006). Effects of d-amphetamine and ethanol on variable and repetitive key-peck sequences in pigeons. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 86(3), 285-305. <https://doi.org/10.1901/jeab.2006.17-06>

Yamada, M. T. (2012). *Variabilidade comportamental como função de diferentes contingências de reforçamento e sua ordem de apresentação* [Tese de doutorado, Universidade de São Paulo]. Biblioteca Digital USP. [https:// 10.11606/T.47.2012.tde-28052012-153111](https://10.11606/T.47.2012.tde-28052012-153111)