

## **Efeitos de diferentes histórias de reforçamento e extinção sobre a variabilidade comportamental(\*)**

*(Effects of different histories of reinforcement and extinction on the behavioral variability)*

**Marcos Takashi Yamada e Maria Helena Leite Hunziker**

Universidade de São Paulo

*(Received March 27, 2008; Accepted August 28, 2008)*

O comportamento variável é aquele que difere de outros comportamentos considerados como referentes dentro de um universo de análise (Hunziker & Moreno, 2000). Pesquisas têm demonstrado ao menos dois processos comportamentais responsáveis pela variabilidade comportamental: a indução, produzida pela intermitência do reforço e pela extinção operantes (Antonitis, 1951; Eckerman & Lanson, 1969), e *o controle pelas consequências* (Page & Neuringer, 1985). O estudo do controle da variabilidade pelas suas consequências, realizado tanto com organismos não humanos quanto humanos, ampliou a noção de reforço ao demonstrar que o reforço contingente à variação produz elevados níveis de variabilidade comportamental (ver Neuringer 2002; 2004, para uma revisão de área). Por exemplo, foram realizados estudos sobre variabilidade operante como função de diferentes contingências de reforçamento, tanto em pessoas saudáveis (Neuringer, 1986; Hunziker & Yamada, 2007) como com quadro leve de depressão (Hopkinson & Neuringer, 2003) ou autismo (Miller & Neuringer, 2000), sendo apontada, ainda, a relação entre variabilidade e criatividade (Stokes, 1999). Com animais, o comportamento de variar foi analisado em função da contingência em vigor (Abreu-Rodrigues, Lattal, Santos, & Matos, 2005), controle de estímulos (Curvinel, 2002; Denney & Neuringer, 1998; Souza, 2006), da interação das contingências com substâncias químicas (Abreu-Rodrigues, Hanna, Cruz, Matos, & Delabrida, 2004; Cohen,

Endereço para correspondência: Maria Helena Leite Hunziker Universidade de São Paulo. Av. Prof. Mello Moraes, 1721 CEP 05508-030 São Paulo – SP. FAX: (11) 3091-4357 e-mail: hunziker@lexxa.com.br

(\*)Nota de rodapé: Esse trabalho é parte da dissertação de mestrado defendida pelo primeiro autor, na Universidade de São Paulo, em 2007, sob a orientação da segunda autora. Ele foi parcialmente apresentado na XXXVII Reunião Anual de Psicologia, da Sociedade Brasileira de Psicologia, realizada em Florianópolis, em 2007. Apoio do CNPq com Bolsa de Mestrado e Bolsa Produtividade em Pesquisa.

Neuringer, & Rhodes, 1990; Mook & Neuringer, 1993), diferenças genéticas (Hunziker, Saldana, & Neuringer, 1996), gênero e idade (Neuringer & Huntley, 1991), entre outros.

Embora diferentes contingências possam reforçar a variabilidade, estudos têm demonstrado que os resultados obtidos são determinados pelo grau de exigência de variação que a contingência impõe. Por exemplo, Hunziker, Yamada, Manfré, Ferreira e Lee (2002) compararam os efeitos do reforçamento de seqüências de respostas que não repetiam as «n» anteriores (contingência LAG-n) com o reforçamento de seqüências menos freqüentes e recentes (contingência RDF), tanto em ratos como em humanos. Os resultados mostraram que os níveis de variabilidade da seqüência dependeram da exigência de variação para liberação do reforço: dentro dos parâmetros utilizados nesse estudo, a contingência de RDF, que exigia maior variação para obter o reforço, produziu maior variabilidade do que a contingência LAG-n, a qual, por sua vez, produziu variabilidade crescente na medida em que foram aumentados os valores do «n». Grunow e Neuringer (2002) obtiveram dados semelhantes utilizando a contingência de RDF e manipulando em paralelo a freqüência de reforçamento (diferentes esquemas de intervalo variável): seus resultados mostraram que o comportamento de variar dependeu mais da contingência em vigor (quanto mais alta a exigência, maior a variação da resposta) do que da quantidade de reforçamento.

Além das contingências atuais, diversos estudos demonstraram que a variabilidade (reforçada ou induzida) também é controlada por contingências históricas: a exposição prévia ao reforçamento contingente à variação ou à repetição, bem como ao reforçamento independente desses padrões de comportamento, pode alterar o controle exercido pela contingência em vigor (Hunziker & Yamada, 2007; Vilela, 2008). Foi sugerido que a história de reforçamento tem maior probabilidade de exercer controle sobre o comportamento atual se o comportamento produzido pelas contingências históricas não envolver perdas de reforços na contingência vigente; caso essas perdas ocorram, passa a predominar o controle pelas contingências em vigor (Hunziker, Caramori, Silva, & Barba, 1998; Hunziker, Lee, Ferreira, Silva, & Caramori, 2002; Stokes, Mechner, & Balsam, 1999).

Os efeitos da extinção sobre a variabilidade operante também dependem da história de reforçamento. Neuringer, Kornell e Olufs (2001) compararam os efeitos da extinção sobre a variabilidade do comportamento de animais com história prévia de reforçamento contingente à variação, à repetição ou com reforçamento independente da variabilidade. Os resultados mostraram que sujeitos com história de reforçamento por variar foram os que apresentaram maior variabilidade, tanto na fase de reforçamento quanto na fase de extinção; os sujeitos que tinham história de reforçamento independente da variação apresentaram aumento da variabilidade durante a fase de extinção, e os animais reforçados inicialmente por repetir apresentaram pouca variabilidade na fase de reforçamento e um aumento da variabilidade na fase de extinção. Portanto, o

procedimento de extinção, que por si só induz variabilidade, parece ter seus efeitos sobre a variabilidade operante influenciados pela história de reforçamento dos sujeitos.

Esse conjunto de condições relacionadas aos efeitos da história de reforçamento e de extinção sobre a variabilidade operante tem utilizado comparações de contingências opostas, tais como variação/repetição, ou liberação do reforço dependente/independente da variabilidade. Porém, outras relações podem ser exploradas. Será que contingências de reforçamento que controlam diferentes graus de variabilidade podem também sofrer efeitos da história comportamental, ou seja, produzir efeitos dependentes da ordem de exposição a elas? Será que essa ordem de exposição às contingências de reforçamento pode afetar os efeitos da extinção operante sobre a variabilidade, bem como os efeitos da retomada do reforçamento após a extinção?

O presente experimento foi delineado para responder a essas perguntas, tendo por objetivos específicos: (1) Comparar a variabilidade comportamental produzida por duas contingências de reforçamento; (2) Verificar se a ordem de exposição a essas contingências interfere na instalação e na manutenção da variabilidade comportamental; (3) Verificar se as diferentes histórias de reforçamento produzem efeito diferenciado em condições de interrupção (extinção) e reinstalação de reforçamento contingente à variação.

## MÉTODO

### *Sujeitos*

Foram utilizados 14 ratos experimentalmente ingênuos, machos, albinos, *Wistar*, com aproximadamente 90 dias de idade no início do experimento, provenientes do Biotério do Instituto Butantã. Os sujeitos foram mantidos em gaiolas de metal individuais, alimentados com ração seca balanceada, da marca *Purina*, constantemente disponível. Quarenta horas antes do início do experimento, foi retirada a água da gaiola-viveiro. A partir da primeira sessão, os animais foram mantidos em regime diário de 5 min de acesso à água, administrado após a sessão experimental. Portanto, ao iniciar as sessões experimentais os animais estavam em privação de água por aproximadamente 23 h. Nos dias em que não ocorriam sessões, e ao fim de cada sessão de extinção, os animais receberam 10 min de água. Os sujeitos foram pesados semanalmente, para acompanhar seu estado de saúde, tendo-se por limite que não ficassem abaixo de 80% do seu peso *ad lib*. No biotério vigorou ciclo luz/escuro de 12 horas (7-19 h), sendo as sessões experimentais conduzidas na fase de luz.

### *Equipamento*

Foram utilizadas oito caixas experimentais, cada uma medindo 27,5 X 22,5 X 28,0 cm (comprimento, largura e altura), com parede frontal, traseira e teto em acrílico transparente e as demais paredes em alumínio. O piso era composto por peças cilíndricas de metal, de 0,3 cm de diâmetro, distando 1,3 cm entre si. Na parte superior da parede esquerda existia uma lâmpada de 12 W (luz ambiente). Duas barras retangulares de alumínio localizavam-se na parede direita da caixa, sendo uma à direita (barra D) e outra à esquerda (barra E) em relação ao centro dessa parede e ao bebedouro, que ficava no nível do piso. Cada barra media 5,0 X 2,0 cm (comprimento e largura), ficando equidistantes das laterais, afastadas 9,0 cm entre si (centro a centro), 7,0 cm acima do piso. Uma pressão de no mínimo 45,0 gf. (grama/força) acionava um dispositivo eletromecânico, sendo registrada como uma resposta. O reforço correspondia a uma gota de água de 0,05 cc, disponibilizada no bebedouro por um mecanismo eletromecânico que o mantinha ao alcance do sujeito pelo tempo especificado na contingência.

O controle do experimento e registro dos dados foi feito por um computador PC (486 SX), com programa especialmente desenvolvido para essa pesquisa.

### *Procedimento*

#### *Treino*

Todos os sujeitos foram submetidos a três sessões, com 24 h de intervalo entre elas. Na primeira, ocorreu a modelagem, por aproximações sucessivas, da resposta de pressão a barra, seguida de 100 reforços em esquema de reforçamento contínuo (CRF), com o reforço disponível para o sujeito por 5s. Na segunda sessão, os sujeitos receberam reforços liberados em esquema CRF, ficando o reforço disponível por 3s. Na terceira sessão, uma seqüência de quatro respostas foi exigida para reforçamento (FR4), ficando o reforço disponível por 2s. As duas últimas sessões foram encerradas após o recebimento de 200 reforços. Em todas as sessões a luz ambiente permaneceu acesa, sendo que respostas em qualquer das barras (D ou E) foram igualmente conseqüenciadas.

#### *Etapa Experimental*

Nessa etapa, a unidade comportamental considerada para reforçamento passou a ser a seqüência de quatro respostas de pressão a qualquer das duas barras. Dada a

combinação de duas barras (D e E) e quatro respostas, o sujeito tinha a possibilidade de emitir 16 seqüências diferentes entre si, a considerar a localização das respostas D ou E dentro da seqüência (por exemplo, DDDD, EDDE, EEDD, DEDE, etc).

Os animais foram divididos em dois grupos ( $n=7$ ), expostos a cinco fases experimentais, com sessões com 24h de intervalo entre si. Cada sessão teve como critério de encerramento a emissão de 200 seqüências, ou 45 minutos, o que ocorresse primeiro.

### *Fase 1*

Os sujeitos foram submetidos a 15 sessões com reforçamento dependente da variabilidade das seqüências emitidas. Ao iniciar a sessão, a luz ambiente estava acesa. As seqüências reforçadas foram seguidas da apresentação da gota de água e seqüências não reforçadas seguidas por um período de 2s com a luz ambiente apagada (chamado *timeout*), quando nenhum reforço era apresentado nem as respostas registradas. Após esse período de *timeout*, a luz ambiente acendia-se novamente, reinstalando as condições de reforçamento para nova seqüência.

Para os sujeitos de um grupo (G1), o reforço era liberado contingente à seqüência desde que ela diferísse das cinco últimas seqüências emitidas (contingência LAG-5). No outro grupo (G2), a probabilidade de reforçamento era inversamente proporcional à freqüência e à recência da unidade comportamental (esquema de reforçamento dependente da freqüência -RDF). A freqüência de emissão de cada seqüência era relativa à emissão das 16 seqüências possíveis, de forma que o reforçamento só era apresentado se ela não ultrapassasse o limiar preestabelecido de 1/16 (ou seja, freqüência relativa de emissão não superior a 0,0625). Assim, quanto mais freqüente fosse a seqüência, menor sua chance de reforçamento. Além disso, cada seqüência emitida produzia a multiplicação do fator 0,99 (chamado de coeficiente de amnésia) sobre a freqüência das demais previamente emitidas. Assim, a cada emissão de uma seqüência, as demais (menos recentes) tinham reduzido o registro de suas freqüências, o que aumentava as suas probabilidades de reforçamento. Portanto, menor freqüência e menor recência determinavam, em conjunto, a maior probabilidade de reforçamento de uma dada seqüência.

### *Fase 2*

Essa fase contou com 15 sessões de reforçamento da variabilidade, com procedimentos invertidos em relação à fase anterior: os sujeitos do G1 foram submetidos ao esquema RDF, enquanto que os sujeitos do G2 ao esquema LAG-5.

*Fase 3*

Todos os sujeitos foram submetidos a 10 sessões com o mesmo procedimento descrito na Fase 1.

*Fase 4*

Durante 5 sessões, as seqüências emitidas foram apenas registradas, porém nunca reforçadas (extinção), sendo sempre seguidas pelo *timeout*.

*Fase 5*

Os sujeitos foram submetidos a 5 sessões sob a mesma contingência de reforçamento das Fases 1 e 3.

A Quadro 1 resume esse procedimento.

**Quadro 1**

Sujeitos	Treino (3 sessões)	Experimental				
		A (15 Sessões)	B (15 Sessões)	A (10 Sessões)	C (5 Sessões)	A (5 Sessões)
G1	Modelagem + 100 ref em CRF	LAG-5	RDF	LAG-5	Extinção	LAG-5
	200 ref em CRF					
G2	200 ref em FR4	RDF	LAG-5	RDF	Extinção	RDF

**Resumo do procedimento utilizado no Experimento.**

A variabilidade do comportamento foi considerada sobre a uniformidade distributiva das 16 seqüências possíveis (Barba, 2006; Neuringer, 2002; 2004). Para tanto, foi utilizada a distribuição U, calculado como

$$U = - \sum \frac{p_i \cdot \log_2(p_i)}{\log_2(n)},$$

na qual  $p_i$  é a frequência relativa de emissão de cada seqüência particular e  $n$  o número total de respostas possíveis (aqui, 16). Este índice estatístico pode adquirir valores dentro de um contínuo de 0,0 a 1,0: quanto mais os valores se aproximam de 1,0, maior o grau de variabilidade, enquanto que valores próximos de zero indicam alto grau de repetição.

Para análise estatística das diferenças obtidas, foi utilizado o teste GLM Multivariado com Medidas Repetidas sendo que as variáveis independentes foram a ordem das contingências e cada uma das sessões experimentais. Foi testado se existiu efeito da ordem das contingências apenas nas três primeiras fases experimentais, do nível de exposição à contingência e da interação entre ordem e nível das contingências. Adotamos um nível de significância de 5%, levando-se também em conta o poder observado (PO), que indica significância a partir do valor 0,8, evitando a aceitação ou rejeição da Hipótese Alternativa do teste por meio de Erro Tipo I ou II. Para verificar o efeito univariado da ordem das contingências, foi utilizado o teste post hoc Tukey, verificando em qual díade está a mudança na taxa de respostas.

## RESULTADOS

Em função de problemas técnicos, um dos sujeitos do Grupo G2 foi eliminado, ficando esse grupo com  $n = 6$ . As Figuras 1 e 2 mostram os desempenhos individuais dos sujeitos dos grupos G1 e G2, respectivamente, ao longo das 50 sessões experimentais: na parte superior são apresentados os índices de variabilidade (U), na parte central a porcentagem de reforçamento (% ref) e na inferior a taxa de resposta (R/min). Quanto aos índices de variabilidade, os resultados na parte superior das Figuras 1 e 2 mostram que ambas as contingências controlaram níveis de U acima de 0,700, porém com diferenças sistemáticas entre si. Comparativamente ao RDF, o LAG-5 produziu, no geral, níveis inferiores de variabilidade, maior dispersão intragrupo e uma pequena, porém sistemática, redução dos valores de U ao longo das sessões, independente da ordem de apresentação dessas contingências. No G1, a mudança de LAG-5 para o RDF produziu aumento dos valores de U já nas primeiras sessões (Fase 2), valores esses que se mantiveram altos e constantes durante toda essa fase. Essa mudança também reduziu a dispersão intragrupo obtida anteriormente sob LAG-5, produzindo

desempenho mais homogêneo entre os sujeitos. O retorno à contingência LAG-5 produziu retorno ao padrão da primeira fase, com queda dos níveis de variabilidade acentuando-se no decorrer das sessões, e aumento da dispersão intragrupo. A introdução da fase de extinção não modificou esse padrão de comportamento quando foi reinstalado o LAG-5. No G2, as mesmas relações gerais foram obtidas: índices U altos, estáveis e homogêneos intragrupo na condição de RDF; a mudança para LAG-5 produziu queda nos níveis de U, mais acentuadas no decorrer das sessões, e aumento da dispersão intragrupo; o retorno ao RDF reinstalou o padrão anteriormente descrito sob essa contingência, embora necessitando de maior número de sessões para retornar aos níveis de variabilidade da Fase 1, comparativamente ao obtido no G1. A fase de extinção não produziu mudanças sistemáticas nesse padrão de variabilidade reforçado pelo RDF.

A análise dessas diferenças entre as três primeiras fases, feita através do teste GLM, confirmaram a análise por inspeção visual. No grupo G1, o teste GLM Pareado mostrou diferença significativa entre a ordem das contingências ( $F(39, 240) = 66,88$ ;  $p < 0,001$ ;  $PO = 1,000$ ), bem como a interação entre a ordem e nível de exposição das contingências ( $F(39, 240) = 1,68$ ;  $p < 0,05$ ;  $PO = 0,972$ ). Análises *post hoc* mostraram que os resultados controlados pela contingência RDF diferiram dos obtidos nas duas fases de LAG-5 ( $p < 0,001$ ), que por sua vez não apresentaram diferença entre si. No G2, as diferenças foram significantes em função das contingências ( $F(39, 200) = 45,85$ ;  $p < 0,001$ ;  $PO = 1,000$ ), sessões ( $F(39, 200) = 2,91$ ;  $p < 0,001$ ;  $PO = 0,994$ ) e na interação entre contingências e sessões ( $F(39, 200) = 4,87$ ;  $p < 0,001$ ;  $PO = 1,000$ ). O teste Tukey mostrou que o comportamento em LAG-5 diferiu do apresentado nas duas fases RDF, que também diferiram entre si ( $p < 0,05$ ).

Os gráficos centrais das Figuras 1 e 2 mostram uma relação sistemática entre a porcentagem de reforçamento e a contingência em vigor. Essa relação segue sentido inverso à descrita para variabilidade: maior porcentagem de reforçamento em LAG-5 (em torno de 40 a 70%) que em RDF (em torno de 30 a 50%), independente da ordem de apresentação dessas contingências, em ambos os grupos. Estatisticamente, as diferenças foram significantes no G1 em função das contingências ( $F(39, 240) = 145,79$ ;  $p < 0,001$ ;  $PO = 1,000$ ), sendo a porcentagem de reforçamento obtida sob RDF diferente da obtida nas fases de LAG-5 ( $p < 0,001$ ), que não diferiram entre si. No G2 ocorreram diferenças significantes em função das contingências ( $F(39, 200) = 137,98$ ;  $p < 0,001$ ;  $PO = 1,000$ ), sendo que a porcentagem de reforçamento em LAG-5 diferiu das fases RDF, que também diferiram entre si ( $p < 0,001$ ).

Na parte inferior das Figuras 1 e 2, os resultados mostram que as taxas de respostas (R/min) de todos os sujeitos foram mais baixas nas primeiras sessões do experimento (em torno de 10 e 20 R/min), aumentando no decorrer das sessões até se estabilizarem,



em torno da sessão 9, na faixa de 15 a 30 R/min. As mudanças de contingências não produziram qualquer efeito nas taxas de respostas, em ambos os grupos, as quais se mantiveram relativamente constantes, da etapa final da fase 1 até a fase 3. Durante a extinção essas taxas caíram próximo a zero, tendo retomado os padrões anteriores ao ser reinstalado o reforçamento. No G1, foram significantes as diferenças em função das contingências ( $F_{(39, 240)} = 10,95$ ;  $p < 0,001$ ;  $PO = 0,991$ ), sessões ( $F_{(39, 240)} = 2,09$ ;  $p < 0,05$ ;  $PO = 0,956$ ) e interação entre contingências e sessões ( $F_{(39, 240)} = 2,86$ ;  $p < 0,001$ ;  $PO = 1,000$ ). Os resultados obtidos na primeira exposição ao LAG-5 diferiram dos resultados obtidos nas fases subsequentes ( $p < 0,05$ ), que não diferiram entre si. No G2 ocorreram diferenças significantes em função das contingências ( $F_{(39, 200)} = 82,81$ ;  $p < 0,001$ ;  $PO = 1,000$ ), sessões ( $F_{(39, 200)} = 6,15$ ;  $p < 0,001$ ;  $PO = 1,000$ ) e interação entre contingências e sessões ( $F_{(39, 200)} = 3,30$ ;  $p < 0,001$ ;  $PO = 1,000$ ). O resultado obtido sob a primeira exposição ao RDF também diferiu das três fases subsequentes ( $p < 0,001$ ), que não diferiram entre si.

Como a frequência de respostas foi baixa em todas as sessões de extinção, não foi possível calcular o U a cada sessão dessa fase, uma vez que esse cálculo necessita, para sua validação, ser realizado sobre um mínimo de eventos (Barba, 1996), não atingidos nas sessões isoladamente. Portanto, para fazer a análise do U na condição de extinção utilizamos o total (T) de seqüências emitidas nas cinco sessões. Para se ter uma comparação desse dado com o da sessão anterior e posterior à extinção, foram também calculados os índices U dessas sessões utilizando-se o mesmo número de seqüências emitidas pelo sujeito na fase de extinção (T). Dessa forma, se o sujeito emitisse nas cinco sessões um total de 120 seqüências ( $T=120$ ), três índices U eram calculados: um relativo às 120 seqüências durante extinção, outro relativo às últimas 120 seqüências emitidas na fase de reforçamento anterior à extinção e o último sobre as primeiras 120 seqüências emitidas sob reforçamento logo após a extinção. Os resultados mostraram que não foram sistemáticas as mudanças obtidas nos níveis de variabilidade, comparando-se a fase de extinção com as de reforçamento anterior e posterior. Contudo, a análise isolada dos índices de variabilidade em extinção mostra que sofreram interferência do esquema de reforçamento prévio (Figura 3): os sujeitos anteriormente reforçados em LAG-5 (G1) apresentaram, no geral, menor índice de variabilidade em extinção do que os que haviam sido reforçados em RDF (G2). Todos os sujeitos G2 mostraram U igual ou acima de 0,900, enquanto apenas 57% dos sujeitos do G1 atingiram esse patamar. Essa figura também mostra que a dispersão intragrupo foi mais acentuada no G1, enquanto que no G2 esses índices foram mais uniformes. A ANOVA one way confirmou que houve diferença de níveis de variabilidade apresentados na extinção pelos animais G1 e G2 ( $F_{(1, 63)} = 26,71$   $p < 0,001$ ).

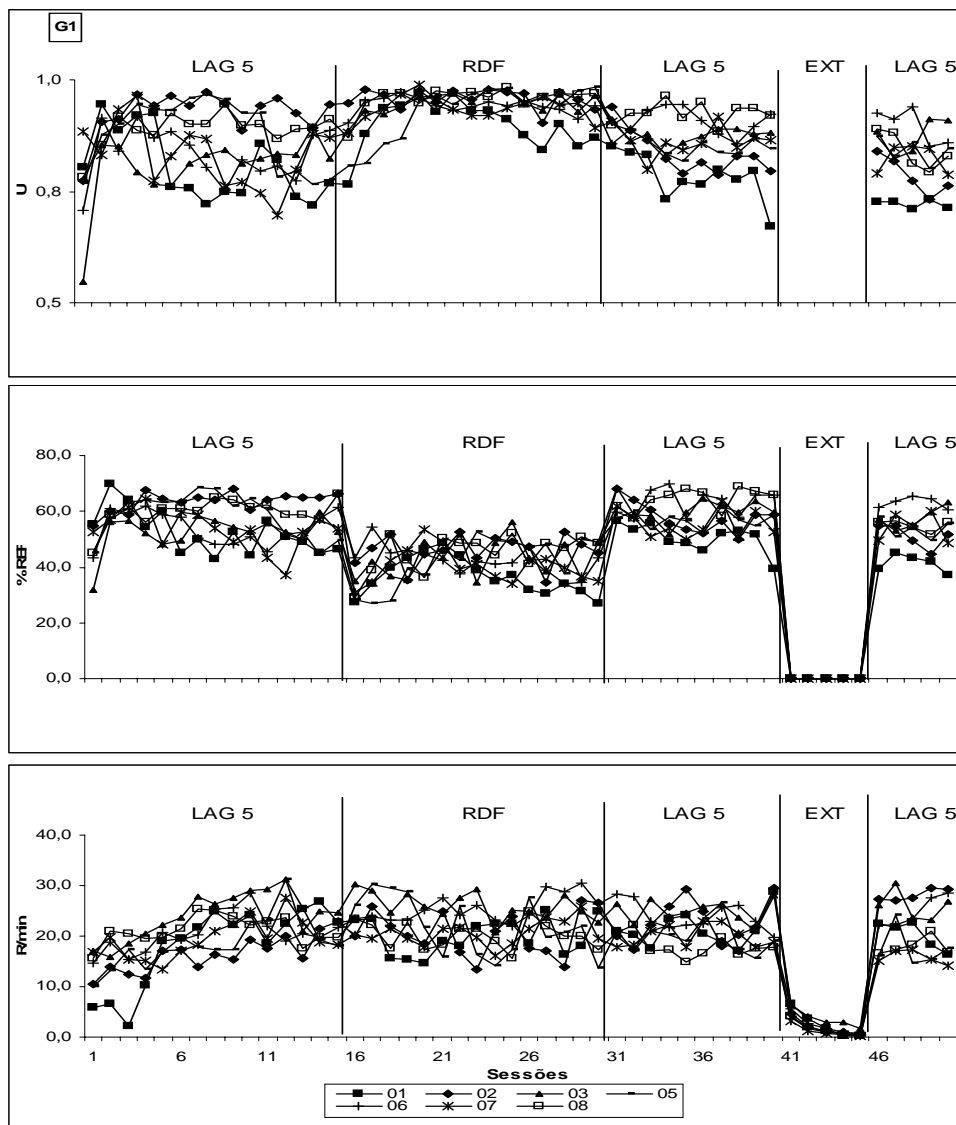


Figura 1. Dados obtidos com sete sujeitos do G1 ao longo das 50 sessões experimentais. O gráfico superior apresenta os índices de variabilidade expressos pelos valores de U, o central mostra a porcentagem de reforçamento e o gráfico inferior apresenta as taxas de respostas (R/min).

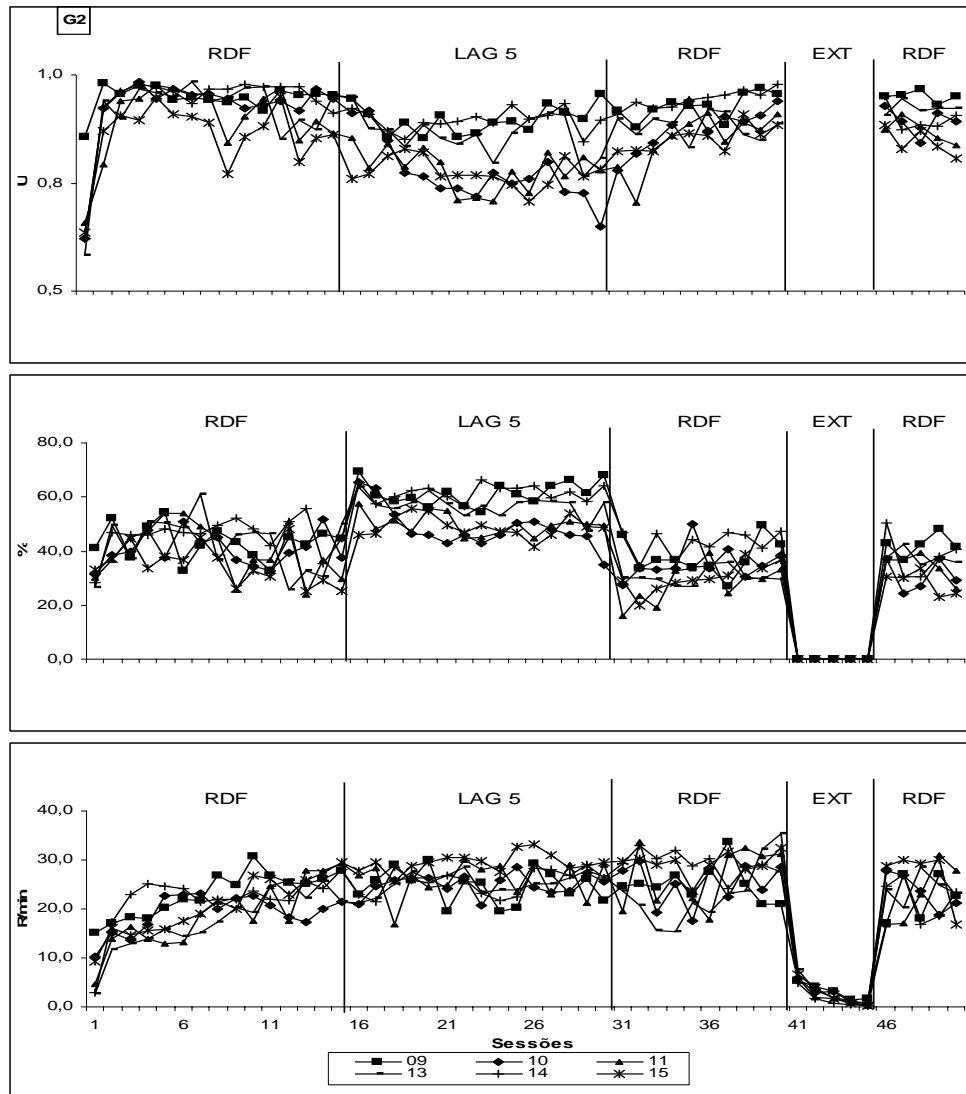


Figura 2. Dados obtidos com seis sujeitos do G2 ao longo das 50 sessões experimentais. O gráfico superior apresenta os índices de variabilidade expressos pelos valores de U, o central mostra a porcentagem de reforçamento e o gráfico inferior apresenta as taxas de respostas (R/min.).

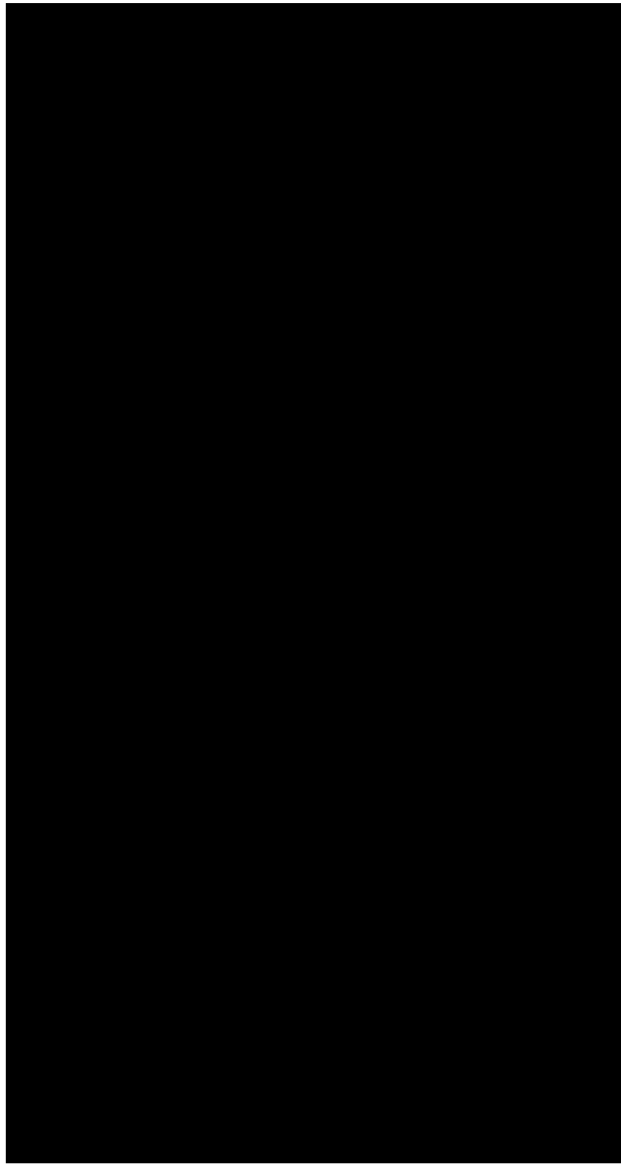


Figura 3. Comparação dos valores de U, obtidos pelo cálculo do total de seqüências emitidas (T) em todas as sessões de extinção pelos sujeitos G1 e G2.

## DISCUSSÃO

Os resultados obtidos nos permitem afirmar que a contingência de RDF, comparativamente à de contingência LAG-5, controlou níveis de variabilidade mais elevados e estáveis no decorrer das sessões, além de menor dispersão intragrupo. Essas diferenças se deram, de uma maneira geral, independentemente da ordem de exposição aos esquemas de reforçamento, o que sugere que foi a contingência em vigor, e não a história de reforçamento, que exerceu o maior controle sobre o grau e a estabilidade dos índices de variabilidade individuais. A condição de extinção produziu queda na taxa de respostas mas manteve a variabilidade em níveis próximos aos da fase anterior, com pequena interferência da história de reforçamento. A variabilidade obtida sob reforçamento na última fase do experimento não foi afetada pela exposição prévia à extinção.

Portanto, embora com diferenças entre si., as duas contingências de reforçamento utilizadas nesse estudo foram adequadas para instalar e manter seqüências variáveis. Aparentemente, antes de se criar uma história com diferentes contingências, o comportamento de variar dependeu basicamente do grau de exigência de variação imposto pela contingência em vigor. Em LAG-5, a exigência de não repetição das cinco últimas seqüências permitia que o reforço fosse obtido sem que o sujeito emitisse todas as seqüências possíveis. Portanto, teoricamente o sujeito poderia receber todos os reforços programados mesmo se emitisse apenas seis seqüências que se alternassem sistematicamente, ou seja, apresentando um padrão cíclico com apenas 37,5% do universo de seqüências possíveis, o que geraria um baixo índice de variabilidade. Não foi esse o resultado obtido nas sessões iniciais, onde os índices de variabilidade foram relativamente altos, replicando outros estudos (por exemplo, Hunziker et al., 1996; Page & Neuringer, 1985). Porém, a exposição a sessões consecutivas de reforçamento em LAG-5 produziu decréscimos graduais da variabilidade sem que isso produzisse redução equivalente na porcentagem de reforçamento. Já o reforçamento em RDF gerou níveis mais altos de variabilidade que a contingência LAG-5, e menor porcentagem de reforçamento, a despeito da ordem de exposição às fases experimentais. Os parâmetros utilizados na contingência RDF (frequência relativa de emissão não superior a 0,0625 e coeficiente de amnésia de 0,99), tornavam o reforço tanto mais provável quanto maior fosse a distribuição das seqüências entre as 16 possíveis, o que não impedia que uma seqüência pouco emitida ao longo da sessão se tornasse elegível para reforçamento em emissões sucessivas. Portanto, sob essa contingência, o sujeito era tanto mais reforçado quanto mais distribuísse suas seqüências entre as 16 possibilidades existentes, embora, eventualmente, pudesse receber reforços repetindo uma mesma

seqüência.

Deve-se considerar que essas diferentes exigências estabelecidas pelas duas contingências atuam sobre um universo de seqüências que não são igualmente prováveis. As 16 seqüências aqui analisadas podem ser classificadas em quatro categorias, a depender da necessidade de haver mudança entre barras D e E: apenas duas seqüências envolvem a emissão de quatro respostas de pressão à barra (DDDD ou EEEE); as demais requerem uma, duas ou três respostas de mudança de barra que, somadas às quatro respostas de pressão à barra, compõem seqüências de cinco, seis ou sete respostas para atingir o reforçamento, respectivamente. A resposta de mudança, por envolver o deslocamento do rato entre dois pontos da caixa, requer mais tempo para a sua emissão do que a pressão à barra que está frente ao rato. Portanto, a diferença quanto ao número e à natureza das respostas exigidas nas quatro categorias de seqüências redundante em maior ou menor tempo para obtenção do reforço a partir da emissão da primeira resposta da seqüência. Conseqüentemente, é funcional para o sujeito que ele emita as seqüências mais curtas, ou seja, com menos respostas de mudança. Essa análise é corroborada por estudos anteriores que mostraram que, não havendo exigência de variação, a probabilidade de emissão da seqüência é inversamente proporcional à quantidade de alterações requeridas entre as barras (Barba & Hunziker, 2002; Hunziker et al., 1996; 2002).

Portanto, é viável supor que as contingências interagiram com esses controles paralelos sobre a probabilidade de emissão da seqüência. Na contingência LAG-5, a exigência de não repetição levou a uma variabilidade relativamente alta, uma vez que variar evitava a repetição. A grande dispersão dentre os animais expostos a essa contingência pode ter sido decorrente do fato de que, embora LAG-5 não exija a emissão de muitas seqüências diferentes, também não penaliza os altos níveis de variabilidade. Portanto, se variar evita a repetição, os sujeitos podem ter diferentes graus de grau de variação sem diferirem quando à porcentagem de reforçamento recebido. Contudo, a exposição continuada a essa contingência produz uma seleção gradualmente mais refinada, onde o custo de emissão da seqüência adquire maior controle, tornando gradualmente menos prováveis as seqüências mais longas, o que faz cair o nível de variabilidade desse comportamento. Na contingência RDF, a grande distribuição das seqüências é continuamente necessária para reforçamento, sendo penalizada (com a não obtenção do reforço e apresentação do *timeout*) a redução do universo de seqüências emitidas. Com isso, a exposição continuada à contingência RDF não permite ao sujeito estratégias sistemáticas de redução do custo de resposta, pois isso implica em redução do reforçamento recebido. Com os parâmetros aqui utilizados, a contingência RFD neutralizou os controles paralelos, produzindo índices de variabilidade muito elevados, estáveis e homogêneos entre os sujeitos. Tais resultados

replicam os obtidos em outros estudos que utilizaram as contingências RDF e LAG (Barba, 1996; Barba & Hunziker, 2002; Hunziker, Manfré, & Yamada, 2006; Page & Neuringer, 1985).

Esses resultados gerais têm uma aparente contraposição a outros experimentos que apontaram a interferência da história de reforçamento na variabilidade comportamental (Hunziker et al., 1998; 2002; Vilela, 2008). Entretanto, não se pode considerar o efeito da história de forma isolada: as relações históricas estão em contínua interação com as contingências atuais de forma que é na funcionalidade dessa interação que se situa o controle que irá predominar. Assim, ao se comparar os diferentes estudos deve-se considerar o grau de perda ou ganho que a interferência da história produz frente à contingência em vigor. Tem sido sugerido que o controle pela contingência histórica será tanto maior quanto mais a contingência presente for desfavorável à maximização dos reforços. Por exemplo, Hunziker et al. (1998; 2002) demonstraram, com ratos e estudantes universitários, respectivamente, que sob reforçamento não contingente à variabilidade (condição de acoplamento -ACO), o nível de variação foi maior para os sujeitos previamente expostos a LAG-4, ou seja, ao reforço contingente à resposta de variar. Como na condição de acoplamento (ACO) o nível de variabilidade não muda a probabilidade de reforçamento, a influência da história não produziu perdas para esses sujeitos, resultados esses que se ajustam à relação sugerida acima. O mesmo não ocorreu na mudança da condição ACO para a condição LAG-4, onde a manutenção do desempenho histórico geraria perdas de reforços. Nessa última condição, o controle foi acentuadamente da contingência em vigor.

No presente estudo, apesar dos níveis de variabilidade terem se mantido diferenciados em função do esquema em vigor, a ordem RDF/LAG/RDF produziu uma pequena interferência no padrão de retorno à contingência original (ou seja, no segundo RDF), efeito esse não verificado na ordem LAG/RDF/LAG (ou seja, no segundo LAG 5). Deve-se considerar que embora a contingência de RDF tenha produzido um controle mais estrito sobre os diferentes sujeitos, ela foi a condição que gerou menos reforçamento. Assim, a história de reforçamento dada aos sujeitos de ambos os grupos produziu efeitos em direções diferentes. No G1, os animais passaram de uma contingência menos exigente e mais reforçador (LAG-5) para outra mais exigente e menos reforçadora (RDF). Quando retornaram à primeira contingência, essa mudança foi altamente favorável ao retorno ao primeiro padrão comportamental, uma vez que mesmo variando menos eles podiam ganhar mais. No G2, contudo, a ordem foi inversa, bem menos vantajosa para um retorno ao padrão da primeira fase: iniciando com muita exigência e pouco reforço (RDF), os animais experimentaram, em seguida, mais reforços com menos exigência (LAG-5) e, ao retornar à primeira condição, demoraram algumas sessões para se adaptar a ela. Esses resultados são compatíveis com a análise

anteriormente feita da otimização no sentido de que o aumento do treino no LAG-n produz queda da emissão de seqüências desnecessárias (daquelas que requerem mais alternações) sem perda de reforços. Aparentemente, ao longo das sessões LAG-n, a relação custo/benefício vai sendo otimizada, dentro dos limites permitidos por essa contingência. Como a mesma relação não existe no RDF, a queda na variabilidade não se verifica ao longo das sessões. Quando há mudança de contingências, essa relação parece ser crítica para controlar o retorno ao padrão original. Aqui, com o retorno à contingência LAG-5, depois da contingência RDF, os ganhos eram otimizados, ao contrário da mudança do LAG-5 para o RDF, que gerava maior exigência de variar e menor porcentagem de reforçamento. Assim, os resultados do atual experimento não contradizem os que apontavam efeito da história sobre a variabilidade comportamental. Eles apenas fortalecem o argumento de que a influência da história de reforçamento depende da relação de otimização com a contingência em vigor: se o controle pela contingência histórica não interfere (ou facilita) as chances de reforçamento frente às contingências presentes, o seu efeito é maior.

Quanto ao nível de variabilidade em extinção, os dados do presente estudo mostram que ele também foi afetado pela história de reforçamento, sendo maior nos animais com história predominante de reforçamento RDF do que de LAG-5. Portanto, essa variabilidade não pode ser explicada apenas pelo efeito indutor da extinção (Antonitis, 1951). Nossos resultados são compatíveis com os apresentados por Neuringer et al. (2001) que extrapolam o efeito indutor da extinção no controle da variabilidade. Além disso, variabilidade aqui obtida durante extinção é compatível com a análise da ressurgência comportamental, proposta por Epstein (1983), no sentido de que comportamentos que foram anteriormente reforçados, sob circunstâncias similares, tendem a reaparecer durante a extinção (ver também Stokes et al., 1999). Por exemplo, Villas-Bôas (2006) analisou a semelhança das respostas emitidas na extinção com as observadas durante o Nível Operante ou treinadas durante fases experimentais anteriores. Os resultados apresentados mostraram que durante a extinção ocorreu um aumento de respostas que não foram treinadas anteriormente e que não foram observadas durante o nível operante. Contudo, essas novas respostas apresentaram semelhanças (na parte inicial da seqüência) com as últimas seqüências treinadas antes da extinção, sugerindo que as novas respostas tinham relação direta com a história de reforçamento recente do sujeito.

A taxa de respostas aqui obtida aparentemente não se relaciona com o nível de variabilidade ou com a porcentagem de reforçamento: os dados sugerem que ela foi um efeito direto do treino, sendo crescente nas sessões iniciais até atingir um patamar, que se manteve estável até o final do experimento. Contudo, a porcentagem de reforçamento variou em função da contingência em vigor, sendo inversamente relacio-



nada com os níveis de variabilidade, sem sofrer efeito da história de exposição a outra contingência. A despeito da ordem de exposição ao LAG-5 ou ao RDF, a porcentagem de reforçamento foi sempre maior em LAG-5, contingência que controlou a menor variabilidade. Essa relação inversa aqui obtida pode sugerir que os diferentes níveis de variabilidade obtidos sob as duas contingências aqui testadas seriam, ao menos em parte, fruto da indução produzida pela intermitência do reforçamento (Eckerman & Lanson, 1969; Schwartz, 1982). Embora haja sólidas demonstrações na literatura de que a variabilidade pode ser diretamente reforçada, pode-se perguntar qual a parcela de controle da variabilidade aqui obtida cabe ao seu reforçamento direto ao à mera intermitência do reforço. O delineamento utilizado nesse atual experimento não permite separar ambos os processos. Uma maneira de responder experimentalmente a essa questão seria utilizar a contingência de acoplamento (Page & Neuringer, 1985), que garantiria a mesma intermitência de reforço obtida sob cada uma das contingências, porém sem exigir dos sujeitos o comportamento de variar. Esse teste poderá ser realizado em novos estudos.

## REFERÊNCIAS

- Abreu-Rodrigues, J. J., Hanna, E. S., Cruz, A. P., Matos, R., & Delabrida, Z. (2004). Differential effects of midazolam and pentylentetrazole on behavioral repetition and variation. *Behavioural Pharmacology*, *15*, 535-543.
- Abreu-Rodrigues, J., Lattal, K. A., Santos, C. V., & Matos, R. A. (2005). Variation, repetition, and choice. *Journal of Experimental Analysis of Behavior*, *83* (2), 147-168.
- Antonitis, J. J. (1951). Response variability in the rat during conditioning, extinction, and reconditioning. *Journal of Experimental Psychology*, *42*, 273-281.
- Barba, L. (1996). *Variabilidade Comportamental Aprendida*. Dissertação de Mestrado, Universidade de São Paulo, São Paulo.
- Barba, L. (2006). Variabilidade comportamental: Uma taxonomia estrutural. *Acta Comportamental*, *14* (1), 23-46.
- Barba, L., & Hunziker, M. H. L. (2002). Variabilidade comportamental produzida por dois esquemas de reforçamento. *Acta Comportamental*, *10*, 5-12.
- Cohen, L., Neuringer A., & Rhodes, D. (1990). Effects of ethanol on reinforced variations and repetitions by rats under a multiple schedule. *Journal of Experimental Analysis of Behavior*, *54* (1), 01-12.
- Curvinel, A. (2002). *A produção de variabilidade de respostas pelo reforçamento de mudanças na dimensão duração*. Dissertação de Mestrado, Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo.
- Denney, J., & Neuringer, A. (1998). Behavioral variability is controlled by discriminative stimuli. *Animal Learning & Behavior*, *26* (2), 154-162.
- Eckerman, D., & Lanson, R. (1969). Variability of response location for pigeons responding under continuous reinforcement, intermittent reinforcement, and extinction. *Journal of Experimental Analysis of Behavior*, *12* (1), 73-80.
- Epstein, R. (1983) Resurgence of previously reinforced behavior during extinction. *Behavior Analysis*

- Letters*, 3, 391-397.
- Grunow, P., & Neuringer A. (2002). Learning to vary and varying to learn. *Psychonomic Bulletin and Review*, 9 (2), 250-258.
- Hopkinson, J., & Neuringer A. (2003). *Modifying behavioral variability in moderately depressed students. Behavior Modification*, 27 (2), 251-264.
- Hunziker, M. H. L., Caramori, F. C., Silva, A. P., & Barba, L. (1998). Efeitos da história de reforçamento sobre a variabilidade comportamental. *Psicologia: Teoria e Pesquisa*, 14 (2), 149-159.
- Hunziker, M. H. L., Lee, V. P. Q., Ferreira, C. C., Silva, A. P., & Caramori, F. C. (2002). Variabilidade comportamental em humanos: Efeitos de regras e contingências. *Psicologia: Teoria e Pesquisa*, 18 (2), 139-147.
- Hunziker, M. H. L., Manfré, F. N., & Yamada, M. T. (2006). Reforçamento positivo da variabilidade e da repetição imuniza contra o desamparo aprendido. *Revista Brasileira de Análise do Comportamento*, 2, 53-66.
- Hunziker, M. H. L., & Moreno, R. (2000). Análise da noção de variabilidade comportamental. *Psicologia: Teoria e Pesquisa*, 16 (2), 135-143.
- Hunziker, M. H. L., Saldana, L., & Neuringer, A. (1996). Behavioral variability in SHR and WKY rats as function of rearing environment and reinforcement contingency. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 65 (1), 129-144.
- Hunziker, M. H. L., & Yamada, M. T. (2007). Estudo comparativo da variabilidade operante em animais e humanos: Efeitos de contingências e história de reforçamento. Em H. Guilhardi & N.C. Aguirre (Orgs). *Sobre Comportamento e Cognição*, vol. 19 (pp.181-191). Santo André: ESETec.
- Hunziker, M. H. L., Yamada, M. T., Manfré, F.N., Ferreira, C. C., & Lee, V. P. Q. (2002). Estudo comparativo da variabilidade operante em animais e humanos. *Resumos de comunicações científicas. XXXII Reunião Anual de Psicologia* (pp. 110), Florianópolis (SC): SBP.
- Miller, N., & Neuringer, A. (2000). Reinforcing variability in adolescents with autism. *Journal of Applied Behavior Analysis*, 33 (2), 151-165.
- Mook, D. M., & Neuringer, A. (1993). Different effects of amphetamine on reinforced variations versus repetitions in spontaneously hypertensive rats (SHR). *Physiology & Behavior*, 56 (5), 939-944.
- Neuringer, A. (1986). Can people behave «randomly»? The role of feedback. *Journal of Experimental Psychology: General*, 115 (1), 62-75.
- Neuringer, A. (2002). Operant variability: Evidence, function, and theory. *Psychonomic Bulletin & Review*, 9 (4), 672-705.
- Neuringer, A. (2004). Reinforced variability in animals and people. *American Psychologist*, 59 (9), 891-906.
- Neuringer, A., & Huntley (1991). Reinforced variability in rats: Effects of gender, age and contingency. *Physiology & Behavior*, 51, 145-149.
- Neuringer, A., Kornell, N., & Olufs, M. (2001). Stability and variability in extinction. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, 27 (1), 79-94.
- Page, S., & Neuringer, A. (1985). Variability is an operant. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Process*, 11 (3), 429-452.
- Schwartz, B. (1982). Failure to produce response variability with reinforcement. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 37 (2), 171-181.
- Souza, A. S. (2006). *Propriedades Discriminativas de Contingência de Variação e Repetição*. Dissertação de Mestrado. Universidade de Brasília, Instituto de Psicologia, Brasília.

- Stokes, P. (1999). Variability, constraints, and creativity. *American Psychologist*, 56, 355-359.
- Stokes, P. D., Mechner, F., & Balsam, P. D. (1999). Effects of different acquisition procedures on response variability. *Animal Learning & Behavior*, 27 (1), 28-41.
- Villas Bôas, A. A. (2006). *Efeitos do Procedimento de Extinção sobre o Responder em Ratos: Sequências de Respostas como Operante*. Dissertação de Mestrado, Universidade de São Paulo, São Paulo.
- Vilela, J. B. (2008). *Efeitos de contingências de variação e de repetição sobre a formulação de relatos verbais*. Dissertação de Mestrado, Universidade de Brasília, Brasília.

## RESUMO

Os objetivos desse trabalho foram (1) comparar a variabilidade comportamental controlada por duas diferentes contingências de reforçamento positivo (2) observar se a ordem de exposição a essas contingências interfere na aquisição e na manutenção da variabilidade, e (3) verificar como a extinção interfere no padrão de reaquisição da variabilidade. Quatorze ratos foram divididos em dois grupos, que diferiram entre si devido à ordem de exposição a duas contingências (LAG-5 e RDF), apresentadas de acordo com o delineamento ABACA ou BACBC, onde A correspondeu à contingência LAG-5, B à contingência de RDF e C à extinção. Foi avaliada a variabilidade na emissão de sequências de quatro respostas em duas barras. Os resultados indicaram sensibilidade diferencial às diferentes contingências de reforçamento da variação, sendo sua aquisição e manutenção controladas principalmente pela contingência em vigor, com pouca interferência da história de reforçamento. Além disso, a condição de extinção se mostrou indutora de variabilidade, não interferindo, porém, no controle operante da mesma. Os conceitos de ressurgência, otimização e maximização são considerados na análise desses dados.

Palavras-chave: variabilidade operante, variabilidade induzida, extinção, história comportamental, reforçamento positivo, comportamento animal, ratos.

## ABSTRACT

This study attempted to (1) compare the behavioral variability produced by two contingencies, (2) verify whether the order of exposure to these contingencies might interfere with the acquisition and maintenance of variability, and (3) establish how extinction interferes in the reacquisition of variability. Reinforcement was delivered to fourteen male Wistar rats contingent upon four lever-pressing responses on two levers (right -D and left -E). The behavioral unit examined was the sequence of four responses which, depending on the combination between D and E, could result in 16 different sequences (e.g., EDDE, DEDD, EEEE, etc.). While under LAG-5 contingency, the sequence was reinforced only if it differed from the five previous sequences. Under RDF contingency, the reinforcement was delivered only if the relative frequency of the sequence was equal to or less than 0.0625 (1/16). In addition, every response sequence that was emitted caused the frequency of every other sequence to be multiplied by a factor of 0.99, decreasing their frequency and, consequently, increasing their reinforcement probability. Therefore, when under RDF contingency, the lower the frequency and recency of the current sequence, the higher the probability of reinforcement; under LAG-5 contingency, the reinforcement probability was 1.0 as long as the current sequence differed from the last five, and 0.0 for those that did not meet this criterion. The subjects were divided into two groups, exposed to two contingencies of reinforcement and the extinction procedure. The groups differed from each other relative to the order of exposure to these contingencies. The experimental conditions were arranged according to an ABACA or a BACBC design, where A stood for the LAG-5

contingency, B for the RDF and C for the extinction. The results showed that (1) both contingencies produced behavioral variability, but to different extents: higher levels of variation were systematically observed under RDF schedule, whichever the order of exposure to the contingencies; (2) the condition of extinction generated a decrease in the response rate, but maintained the variability levels close to those obtained in the previous phase, with only a small interference from the reinforcement history; (3) the variability obtained under reinforcement in the last experimental phase was not affected by the previous exposure to extinction: the patterns of responding presented under LAG or RDF were typical of these schedules. These results indicate behavioral sensitivity to different reinforcement contingencies for variation, with its acquisition and maintenance controlled primarily by the contingency in effect, with little interference from the reinforcement history. Moreover, extinction induced variability, but did not interfere in its operant control. The processes of resurgence, optimization, and maximization have been considered for data analysis.

Key words: operant variability; induced variability; extinction; behavioral history; positive reinforcement; animal behavior, rats