

# Desempenho de Ratos em um Esquema de DRL sob Diferentes Níveis de Privação Alimentar

## *Rats Performance in a DRL Scheme under Different Food Deprivation Levels*

José Lino Oliveira Bueno\*, Cleiton Lopes Aguiar & Valéria C. I. Costa

Universidade de São Paulo

### Resumo

O esquema de reforçamento diferencial de baixas taxas (DRL) é amplamente utilizado em estudos de comportamentos relacionados à discriminação temporal. Porém, não está claro quais são os efeitos de diferentes níveis de privação em esquemas temporais, especialmente em DRL. O presente estudo testou a hipótese de que privações mais severas prejudicariam o desempenho de sujeitos sob controle do DRL, comparado com os submetidos a privações mais brandas. Três grupos de ratos submetidos inicialmente a três diferentes níveis de privação alimentar (80, 90 e 100% do peso *ad lib*) foram treinados em DRL-20 s. Após o treino, realizou-se uma manipulação intra-grupos em duas condições sucessivas de teste: o grupo de privação 80% passou para 100% e o de 100% passou para 80%; o grupo 90% permaneceu nessa condição ao longo de todo o experimento como grupo-controle. Os animais apresentaram um pior desempenho na tarefa quando a transição da privação foi de 100% para 80% do peso *ad lib* e uma melhora de desempenho quando a transição foi de 80% para 100% *ad lib*. Não houve alteração de desempenho quando a transição foi de 90% para 100% ou para 80% *ad lib*. Os resultados indicam que o desempenho de ratos em uma tarefa de DRL é influenciado não só pelo estado gerado por um nível de privação alimentar específico, mas também por experiências de estados fisiológicos e cognitivos adquiridos em situações anteriores.

*Palavras-chave:* Ratos; DRL; privação alimentar; intervalo entre respostas.

### Abstract

The scheme of differential reinforcement of low response rates (DRL) is largely employed in behavioral studies of temporal discrimination. However, it is not clear what the behavioral effects of different deprivation levels on the behavior under the control of temporal schemes of reinforcement are, especially the DRL. The present study tested the hypothesis that more severe deprivation disrupts the subjects' performance under DRL control, compared to that of subjects exposed lower levels of deprivation. Three groups of rats initially submitted to three different food deprivation levels (80, 90 and 100% *ad lib*) were trained under a DRL-20 s scheme. After the training, deprivation was manipulated intra-group, in two consecutive testing conditions: the deprivation of the 80% group was changed to 100% *ad lib* and deprivation of the 100% group was changed to 80% *ad lib*; the 90% deprived group was kept under this level of deprivation across all experimental sessions as a control-group. The animals showed a worse performance in the DRL task when the deprivation transition went from 100% to 80% *ad lib* and a better performance when the transition was from 80% to 100% *ad lib*. There were no systematic changes in performance under the transitions from 90% to 100% or from 90% to 80% *ad lib*. The results indicate that the rats performance in a DRL is affected not only by the state generated by a specific level of food deprivation, but also by physiological and cognitive states acquired in preceding situations.

*Keywords:* Rats; DRL; food deprivation; inter response-times.

Richelle e Lejeune (1980) apontam a privação alimentar como um dos fatores reguladores da discriminação temporal; a saciedade reduz a taxa de respostas e, eventualmente, resulta na supressão de respostas operantes. Por outro lado,

o aumento na privação produz acréscimos nas taxas de respostas (Carlton, 1961; Skinner & Morse, 1958). Manipulações de privação têm sido usadas como estímulo interoceptivo. Alguns autores estudaram a privação como um sinal que pode, inclusive, exercer controle sobre o comportamento instrumental (Capaldi & Davidson, 1979; Capaldi, Viveiros, & Davidson, 1981; Davidson, 1987). Outros autores (Bradshaw & Szabadi, 1992; Ho, Wogar, Bradshaw, & Szabadi, 1997; Logue & Telmo, 1985) estudaram a relação entre estados de privação e controle temporal, examinando os efeitos da privação alimentar em esquemas de escolha entre reforços liberados com atraso.

Vários estudos (Aitken, Braggio, & Ellen, 1975; Carlton, 1961; Conrad, Sidman, & Herrnstein, 1958; Reynolds, 1964;

\* Endereço para correspondência: Universidade de São Paulo, Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto, Departamento de Psicologia e Educação, Av. dos Bandeirantes, 3900, Ribeirão Preto, SP, Brasil, CEP 14040-901. Tel.: (55) 16-3602 3697; Fax: (55) 16-3633 5668. E-mail: jldobuen@ffclrp.usp.br

Agradecimentos e observações: Bueno, J. L. O. - apoio financeiro Pesquisador I Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq); Aguiar, C. L. - Bolsa de Iniciação Científica-CNPq; Costa, V. C. I. - Bolsista de Pós-Doutorado - Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP).

Skinner & Morse, 1958) foram realizados com a tarefa de reforçamento diferencial de baixas taxas (DRL, differential reinforcement of low rates); esta tarefa tem como característica a liberação de um reforço apenas quando uma resposta (por exemplo, pressão a uma barra) é espaçada por, no mínimo, um tempo  $x$  qualquer chamado de tempo crítico. Caso a resposta ocorra em um tempo inferior ao fixado, o tempo é zerado, reiniciando a contagem. Desta forma, para a obtenção de reforço sob esquema de DRL, a simples pressão na barra não é suficiente; é necessário um espaçamento entre as respostas de acordo com um tempo crítico fixado. Embora níveis mais severos de privação facilitem a aquisição de diversas tarefas de condicionamento operante (Richelle & Lejeune, 1980), tais níveis não parecem facilitar o desempenho em esquemas de DRL: o aumento do número de respostas, causado pela instalação de regimes de privação mais severos, diminui os intervalos entre respostas (IER) e, conseqüentemente, os índices de eficiências (IEF %), ou seja, prejudica o desempenho na tarefa.

Em um esquema de DRL, a saciedade pode produzir melhores desempenhos, desde que as respostas operantes não sejam suprimidas. A diminuição do número de respostas decorrentes do procedimento de saciedade produz espaçamentos entre respostas ou intervalos entre resposta (IER) cada vez maiores, até o ponto em que ocorre a supressão destas. Por outro lado, privações mais severas aumentam o número de respostas, diminuindo o IER e produzindo desempenhos menos eficientes em um esquema de DRL (Aitken et al., 1975; Carlton, 1961; Conrad et al., 1958; Reynolds, 1964; Skinner & Morse, 1958).

Nos estudos de Conrad et al. (1958) foram utilizados cinco ratos e um macaco *rhesus* para analisar os efeitos da privação sobre respostas temporalmente espaçadas utilizando um esquema de DRL-20 s. Foram realizados dois procedimentos: (a) no primeiro procedimento um rato e o macaco foram submetidos a cinco diferentes períodos de privação alimentar que variaram de 9 a 69,5 horas e de 0 a 72 horas, respectivamente; após cada um dos períodos de privação, os animais eram submetidos a três sessões de DRL-20 s.; (b) no segundo procedimento, quatro ratos foram treinados para espaçar suas respostas por no mínimo 20 segundos (DRL-20 s), sendo que dois desses animais também foram treinados a não exceder 24 segundos no espaçamento de suas respostas (DRL-20 s com limite superior igual a 24 s). Depois de atingirem desempenhos estáveis, os quatro animais foram privados de água por 69,5 horas e submetidos, em seguida, a uma sessão de teste na mesma tarefa treinada. Essa sessão tinha a duração de 10 horas; dessa forma, o acúmulo de reforços durante a sessão produzia privações cada vez mais brandas até a saciedade. Os resultados mostraram que privações mais severas produziram um aumento no número de respostas por minuto, ou seja, um prejuízo no desempenho da tarefa (Procedimento 1). Já a etapa que levou, progressivamente, os ratos a um estado de saciedade (Procedimento 2) produziu uma queda na taxa de respostas por minuto e a supressão destas no final da tarefa. Assim, estados anteriores à supressão das respostas (níveis de privação cada vez mais brandos) levaram

a uma melhora no desempenho decorrente do alongamento dos IER. Por outro lado, privações cada vez mais severas causaram prejuízo do desempenho decorrente do encurtamento dos IER. Em trabalho similar, Reynolds (1964), estudando os efeitos da privação e extinção em esquema de DRL-20 s com pombos, observou que a privação mais severa aumentou a taxa de respostas na tarefa, encurtando os IER e, conseqüentemente, piorando o desempenho do animal.

Contudo, a influência negativa de privações mais severas na eficiência em DRL não foi confirmada em outros trabalhos. Wogar, Bradshaw e Szabadi (1993), para verificar se a mudança no nível de privação exercia os mesmos efeitos que a destruição das vias serotoninérgicas, manipularam os níveis de privação dos sujeitos submetidos a um esquema de DRL-15 s. Foram treinados 20 ratos, mantendo-se um grupo a 80% e outro a 90% do peso *ad lib*. Os resultados mostraram que o grupo privado de forma mais severa (80% do peso *ad lib*) apresentou maior espaçamento entre respostas, menor taxa de respostas, maior freqüência de reforçamento e menor porcentagem de respostas com espaçamento menor do que 3 segundos, ou seja, melhor desempenho.

Os índices de eficiência (porcentagem de acertos na tarefa) foram maiores quando os sujeitos eram alimentados antes de cada sessão de DRL-20 s (Costa, Bueno, & Xavier, 2005) do que quando os animais, submetidos à mesma tarefa, não receberam alimentação suplementar (Bueno, Costa, Xavier, & Dima, 2006). Costa et al. (2005) mantinham ratos em regime de privação de 80% do peso *ad lib* e 20 minutos antes de cada sessão de DRL-20 s, os animais recebiam quatro gramas de comida como suplemento. Tais animais, após aquisição da tarefa, apresentaram um desempenho de aproximadamente 85% de eficiência. Por outro lado, em outro trabalho (Bueno et al., 2006), no qual não se utilizou alimentação suplementar prévia à tarefa de DRL-20 s, os animais atingiram valores que variavam entre 65 a 70% de eficiência após aquisição da tarefa. Ou seja, nesse caso, os animais submetidos a uma privação mais severa – pois não recebiam alimentação complementar – apresentaram um desempenho pior que os animais que receberam suplementação alimentar. Assim, esses autores, da mesma forma que Reynolds (1964) e Conrad et al. (1958), também mostraram em seus estudos uma melhora de desempenho na tarefa de DRL quando os animais eram submetidos a privações menos severas.

A instalação do regime de privação, especialmente em estudos de condicionamento operante, tem empregado procedimentos de privação que envolvem tanto o tempo de acesso do animal ao alimento como a porcentagem do peso *ad lib*. No procedimento de tempo de acesso ao alimento, o animal recebe comida ou água apenas durante um tempo determinado ficando privado do alimento durante o resto do dia. Por exemplo, estudos em esquemas de DRL têm utilizado regimes de privação com 2 horas de acesso ao alimento e 22 horas de privação (Finger, Green, Tarnoff, Mortman, & Andersen, 1990; Rawlins, Winocur, & Gray, 1983; Slonaker & Hothersall, 1972; Tonkiss, Morris, & Rawlins,

1988); 1,5 horas de acesso e 22,5 horas de privação (Clark & Isaacson, 1965; Sinden, Rawlins, Gray, & Jarrard, 1986), ou ainda, 1 hora de acesso e 23 horas de privação (Finger et al., 1990; Glazer & Singh, 1971; Pellegrino & Clapp, 1971). No procedimento em que o animal é mantido em regime de privação por porcentagem do peso *ad lib*, calcula-se uma porcentagem do peso adquirido pelo animal quando é submetido a uma alimentação sem qualquer restrição. Exemplos desse caso são estudos em esquemas de DRL que utilizam 98% do peso *ad lib* (Costa, 2003); 85% do peso *ad lib* (Acsadi, Buzsaki, Keszthelyi, Kiralyfalvi, & Gage, 1986; Fletcher, 1995; Jarrard & Becker, 1977; Johnson, Olton, Gage, & Jenko, 1977; Kirk, Berntson, & Hothersall, 1982; Pellegrino & Clapp, 1971; Schmaltz, Wolf, & Trejo, 1973) ou ainda, 75% do peso *ad lib* (Skuban & Richardson, 1975). Existem também variações dos regimes acima mencionados, como por exemplo, 80% do peso *ad lib* mais 4 gramas de comida 20 minutos antes da tarefa (Costa et al., 2005) ou 85% do peso *ad lib*, acrescentando-se 1% do peso *ad lib* por semana (Bannerman et al., 1999).

Apesar dessa diversidade nos esquemas de privação, tais estudos não foram suficientes para apresentar, de maneira sistemática, a relação entre os efeitos da privação e os esquemas que exigem espaçamento de respostas operantes. Assim, os processos relacionados à privação alimentar e seus efeitos no desempenho em um esquema de DRL ainda não estão totalmente esclarecidos. Divergências nos parâmetros, como por exemplo, o tipo, o nível, ou ainda, a estrutura do experimento e as transições de regimes de privação, podem produzir efeitos diversos no desempenho dos animais na tarefa de DRL.

O presente estudo testou a hipótese de que ratos submetidos a privações mais severas teriam, na tarefa de DRL, um desempenho inferior ao de sujeitos submetidos a privações mais brandas. Além disso, o procedimento de inversões nos níveis de privação no decorrer dos testes procurou mostrar de modo mais preciso como as relações nível de privação-desempenho e mudança no nível de privação-desempenho ocorrem na tarefa de DRL. Foram comparados os desempenhos de três grupos privados a 100%, 90% e 80% do peso *ad lib* em uma tarefa de DRL-20 s (Teste 1). No Teste 2, os grupos privados a 100% e 80% do peso *ad lib* tiveram seus regimes de privação invertidos, permanecendo o grupo 90% como o controle. Foram feitos dois tipos de análise dos desempenhos em uma tarefa de DRL-20 s: (a) comparação entre os desempenhos de grupos com diferentes níveis de privação; e, (b) comparação do desempenho intra-grupos, submetidos a mudanças no nível de privação no decorrer dos testes.

## Método

### Sujeitos

Foram utilizados 24 ratos Wistar, machos, adultos, pesando inicialmente entre 250-300 gramas, com 90 dias de idade em média, provenientes do Biotério Central da Universidade de São Paulo (USP)/Campus Ribeirão Preto. Os ratos foram alojados em gaiolas individuais situadas em

biotério mantido a temperatura constante ( $25^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ ), ciclo de 12 h de claro e 12h de escuro e água à vontade.

### Equipamento

Os experimentos foram realizados em um cubículo experimental (6,0 m x 1,6 m x 3,0 m) cujas paredes recobertas de um material acústico permitiam um relativo isolamento contra ruídos externos. Neste cubículo foram instaladas caixas experimentais (caixa de Skinner, modelo Lafayette 80201) com uma barra a 7,0 cm do piso na parede esquerda ao lado frontal da caixa. Abaixo e à esquerda desta há uma abertura circular por onde são liberadas *pellets* de comida como reforço. Cada caixa experimental localiza-se dentro de uma caixa de madeira (55 x 55 x 55 cm) com espessura de 2,5 cm para isolamento de ruídos externos. A porta frontal desta caixa possui um visor (20 x 15 cm) que permite a observação e eventual filmagem dos animais. Em uma sala adjacente estão instalados uma interface (MRA - Equipamentos Eletrônicos) e um computador (Pentium MMX 586) para receber as informações das caixas experimentais, controlar o experimento e registrar os dados.

### Manipulação e Critério para Determinação de Peso Estável

Os animais foram manipulados todos os dias durante a pesagem e também antes de serem submetidos às sessões experimentais. Os animais foram mantidos inicialmente em alimentação *ad lib*. Durante o período que os animais apresentaram pesos estáveis, foi calculado, utilizando-se da média dos três últimos dias, o peso 100% ou *ad lib*. O período de estabilização caracterizou-se por uma variação de, no máximo, 15 gramas em 3 dias.

### Treino da Resposta de Pressão na Barra e de Aproximação ao Comedouro

Depois de atingirem o peso estável e calculado o peso 100%, os ratos foram submetidos a um período de manutenção do peso. Neste período, o alimento foi disponibilizado de acordo com a variação de peso de cada animal, de tal forma que os pesos *ad lib* fossem mantidos estáveis. Posteriormente, foi feita a modelagem da resposta de pressão à barra e em direção ao comedouro, que consiste em colocar o animal na caixa experimental e reforçar qualquer aproximação ao comedouro e/ou a pressão à barra, em sessões de 20 minutos. Cada animal foi submetido a uma sessão de modelagem.

### Treino em Reforçamento Contínuo (CRF)

Na etapa posterior à modelagem, os animais foram submetidos a um treino em CRF. Neste treino os animais eram colocados em caixas experimentais por 20 minutos e todas as respostas eram reforçadas (CRF). Cada sujeito foi submetido a duas sessões de CRF. A primeira com os animais ainda a 100% do seu peso *ad lib*, e a segunda com os animais a 90%. A transição de níveis de privação (de 100% para 90% do peso *ad lib*) foi feita de forma gradual, durante de 7 a 10 dias, por meio do controle de liberação de comida na caixa de moradia no biotério.

**Treino da Tarefa de DRL 20 s**

Nesta etapa, os animais foram mantidos a 90% de seu peso *ad lib* e treinados na tarefa de DRL em dias seguidos, com interrupção de dois dias nos finais de semana. Foram realizadas 35 sessões de treino. Em cada sessão de treino, o animal era colocado na caixa experimental por 20 minutos. Durante este período, suas respostas de pressão à barra só eram reforçadas quando espaçadas por, no mínimo, 20 segundos (DRL-20 s). Pressões com um tempo inferior a 20 segundos da última resposta não eram reforçadas e o tempo era zerado, começando uma nova contagem de 20 segundos.

**Testes (DRL 20 s)**

Após a etapa de Treino, os 24 animais foram igualmente distribuídos em três grupos (N = 8): grupo-controle (G90/90/90), mantido a 90% do peso *ad lib*, grupo (G90/100/80) que passou a 100% do peso *ad lib*, e um terceiro grupo (G90/80/100) que passou a 80% grupo do peso *ad lib*. As transições dos pesos dos animais (100% para 90% *ad lib* ou 100% para 80% *ad lib*) foram feitas de forma gradual, durando de 7 a 10 dias. Em seguida à transição, os animais foram submetidos a sessões de DRL-20 s (procedimento igual ao treino), interrompidas apenas nos finais de semana. Foram realizadas 20 sessões para análise do desempenho dos três grupos (Teste 1). Na etapa final o grupo G90/90/90 permaneceu como grupo controle a 90% do peso *ad lib*, o G90/100/80 passou a 80% *ad lib* e o G90/80/100 passou a 100% *ad lib*. Os ratos foram submetidos a 15 sessões nestas condições (Teste 2).

A Figura 1 mostra, esquematicamente, os grupos, níveis de privação e fases às quais os animais foram submetidos.

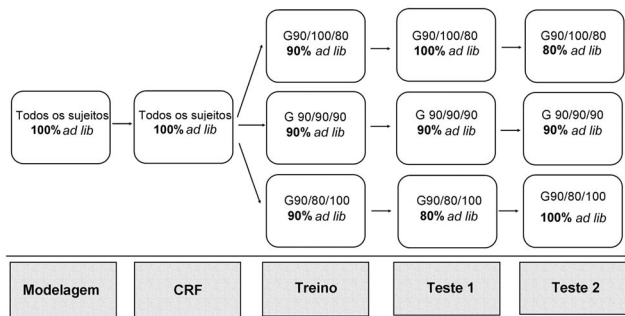


Figura 1. Grupos, níveis de privação e fases às quais os animais foram submetidos ao longo do experimento

**Análise dos Resultados**

O número de respostas reforçadas, o número total de respostas e os intervalos entre as respostas (IER) foram registrados ao longo de todas as sessões. A partir desses registros calculou-se o Índice de Eficiência (IEF) por sessão (Costa et al., 2005; Richelle & Lejeune, 1980):  $IEF (\%) = [(N' + \sum_{Xi < T} Xi/T)/N] \times 100$ ; sendo, N' = número de respostas reforçadas, N = número total de respostas, T = tempo crítico, no caso T=20 segundos, Xi = duração dos intervalos entre respostas menores que T. O desempenho

máximo possível ocorre quando:  $N' = N$  e  $Xi = 0$ , portanto,  $IEF (\%) = [(N' + 0)/ N] \times 100 = 100\%$ .

Os índices de eficiência (IEF) diários dos (n) sujeitos ao longo das sessões foram usados na análise estatística empregando-se uma análise de variância para medidas repetidas (ANOVA), utilizando-se Grupo como fator entre grupos de sujeitos e Condição de privação e Blocos de sessões como fator intra-grupos de sujeitos. Esta análise permitiu a comparação entre os grupos G90/100/80, G90/90/90 e G90/80/100 de duas formas distintas: (a) entre os grupos com diferentes níveis de privação; e, (b) intra-grupos, diferentes níveis de privação no decorrer dos testes. O teste de Newman-Keuls foi utilizado como teste de comparações múltiplas *post hoc*. Foram consideradas estatisticamente diferentes comparações com níveis de significância iguais ou menores do que 0,05.

**Resultados**

Na Figura 2 são apresentadas as médias dos Índices de Eficiência (IEF %) em DRL-20 s durante a fase de treino. O nível de eficiência dos animais aumentou de aproximadamente 30% no 1o. Bloco para aproximadamente 55% no 3o. Bloco, a partir do qual os animais passaram a apresentar um desempenho estável. A análise de variância (ANOVA) dos IEF (%) mostrou haver diferenças significativas entre os blocos de sessões ( $F(6, 102) = 72, 7; p < 0,01$ ), mas não entre os grupos ( $F(2,17) = 0,10; p = 0,9$ ). O teste de Newman-Keuls mostrou que: (a) os dois primeiros blocos diferiram significativamente entre si e de todos os outros blocos; (b) os demais blocos não diferiram entre si. Estes dados em conjunto indicam um aumento significativo da eficiência dos animais na tarefa ao longo dos blocos. Além disso, os três grupos não apresentaram diferenças entre si, o que garante que os resultados obtidos posteriormente nos testes devem-se às condições de privação de cada grupo.

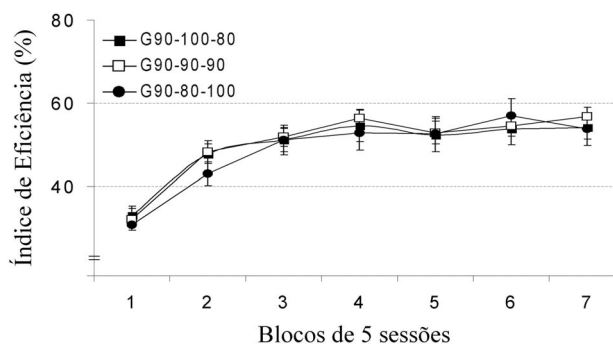


Figura 2. Média (±EP) dos Índices de Eficiência (%) dos animais em blocos de 5 sessões de treino em DRL-20 s. Nesta fase todos animais estavam a 90% do peso *ad lib*

A Figura 3 mostra as médias dos IEF (%) dos grupos G90-100-80, G90-90-90 e G90-80-100 ao longo de 3 blocos de cinco sessões nas condições de privação do treino, no Teste 1 e no Teste 2. A ANOVA revelou diferenças sig-

nificativas entre os grupos dependendo da condição de privação (efeito de interação Grupo x Condição:  $F(4,34) = 9,30, p < 0,01$ ). A análise complementar à ANOVA (teste de Newman-Keuls) mostrou que, no Teste 2, os IEF (%) de todos os grupos diferiram entre si ( $p < 0,05$ ); entretanto, não houve diferenças significativas nos IEF (%) dos grupos tanto no treino como no Teste 1. Quando cada grupo foi analisado no decorrer das condições (Treino, Teste 1 e Teste 2), verificou-se que o grupo G90-100-80 apresentou uma queda significativa do IEF (%) no Teste 2 em relação ao Teste 1, ou seja, quando os animais desse grupo passaram de 100 para 80% do peso *ad lib* (teste de Newman-Keuls,  $p < 0,01$ ); porém, não houve diferenças significativas quando se compararam os IEF (%) do Treino com o Teste 1, isto é, quando os animais passaram de 90 para 100% do peso *ad lib*. O grupo G90-80-100 também apresentou diferenças significativas entre os IEF (%) dos Testes 1 e 2, mas, neste caso, houve um aumento do IEF (%) do Teste 2 em relação ao Teste 1, ou seja, quando os animais passaram de 80 para 100% do peso *ad lib* (teste de Newman-Keuls,  $p < 0,01$ ). Além disso, o IEF (%) do Teste 2 deste grupo foi significativamente maior que o IEF (%) apresentado no treino (teste de Newman-Keuls,  $p < 0,01$ ). Não houve diferenças significativas nos IEF (%) quando se compararam as condições de Treino e Teste 1 para este grupo, ou seja, quando os animais passaram de 90 para 80% do peso *ad lib*. A análise dos resultados também mostrou não haver diferenças significativas dos IEF (%) entre qualquer uma das condições no grupo G90-90-90, que foi utilizado como grupo controle.

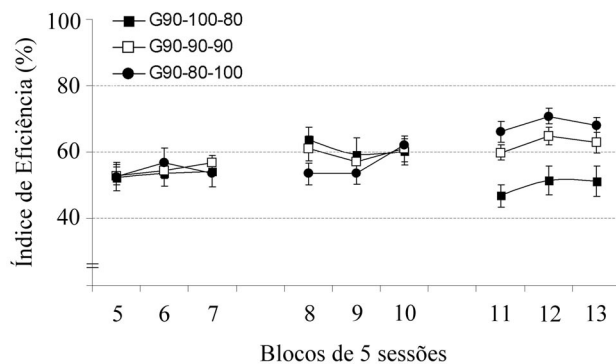


Figura 3. Média ( $\pm$ EP) dos Índices de Eficiência (%) dos grupos G90-100-80, G90-90-90 e G90-80-100 em três blocos de cinco sessões cada, durante o treino (blocos 5-6-7), Teste 1 (blocos 8-9-10) e Teste 2 (blocos 11-12-13) em DRL-20 s

Os dados sugerem que os efeitos da mudança nos níveis de privação influenciaram o desempenho na tarefa de DRL-20 s apenas quando a transição foi de 100% *ad lib* para 80% *ad lib* ou o contrário, de 80% *ad lib* para 100% *ad lib*; mas não quando a transição foi de 90% *ad lib* para 100% *ad lib* ou para 80% *ad lib*. Conseqüentemente, os grupos apresentaram diferenças entre si apenas no Teste 2, quando os animais estavam sob maior influência de uma

transição de nível de privação, e não necessariamente do nível de privação em si.

## Discussão

Os resultados do presente estudo sugerem que níveis de privação mais severos prejudicam o desempenho de ratos em uma tarefa de DRL-20 s: no Teste 2, o grupo G90-80-100 submetido a 100% *ad lib* teve melhor desempenho do que o grupo G90-100-80 submetido a 80% *ad lib*. Esses resultados são consistentes com estudos anteriores sobre os efeitos de níveis de privação no esquema de DRL (Aitken et al., 1975; Carlton, 1961; Conrad et al., 1958; Reynolds, 1964; Skinner & Morse, 1958). Além disso, os resultados indicaram que os animais mantidos a 90% *ad lib* tiveram uma curva de aquisição característica, com aumento do desempenho no início e posterior estabilização, o que permitiu o estabelecimento destes dados como uma linha de base para os efeitos de privação (Bueno et al., 2006; Costa, 2003).

Alguns dados acerca da influência da privação sobre o IER foram fornecidos em um estudo sobre a frequência de reforçamento em intervalo variável de respostas (Clark, 1958). Neste estudo, foram utilizados sete diferentes níveis de privação: 1; 3; 5; 7; 10; 20 e 23 horas de restrição ao alimento. Os resultados mostraram que os regimes mais severos produziam maiores taxas de respostas por minuto, ou seja, IER mais curtos (Clark, 1958). Estes resultados foram semelhantes aos obtidos por Shull (2004) que submeteu ratos a um esquema de intervalo variável (VI) de reforçamento, privados por 21 horas nas 20 primeiras sessões (1ª etapa) e privados por 21 horas recebendo livre acesso à comida 1 hora antes das sessões posteriores (2ª etapa). Os resultados mostraram uma organização característica de salvas (*bursts*) de respostas, ou seja, com IER curtos alternados por períodos que possuem, em média, IER longos. Na segunda etapa, observou-se um aumento das pausas entre salvas de respostas. Além disso, dentro de cada salva ocorreu um encurtamento da duração e uma pequena queda na taxa de respostas. Em resumo, os resultados mostraram que privações mais brandas produzem IER mais longos em esquemas de VI em ratos.

Mechner e Guevrekian (1962), estudando os efeitos da privação sobre número de pressões na barra e sobre a discriminação temporal em ratos, utilizaram dois procedimentos. No Procedimento 1, o rato recebia reforço, no caso água, quando pressionasse uma barra A e esperasse no mínimo 5 segundos para pressionar uma barra B. No Procedimento 2, o reforço era liberado toda vez que o rato pressionasse pelo menos 4 vezes uma barra A antes de pressionar uma barra B. A privação de água variou de 4 a 56 horas. Os resultados não mostraram efeitos da privação sobre o tempo de espera (intervalo entre as respostas nas barras A e B) no Procedimento 1. No Procedimento 2, os resultados também não mostraram efeito da privação sobre o número de respostas. Em contrapartida, privações mais severas diminuíram a pausa pós-reforço (intervalo

entre a liberação do reforço depois da resposta em B e a próxima resposta em A), em ambos os procedimentos. Os autores argumentam que, sob reforçamento diferencial de baixas taxas, se as pausas após o reforçamento e as pausas de discriminação temporal ou IER forem consideradas uma única medida, esses resultados poderão ser consistentes com os de Conrad et al. (1958), em que as privações mais severas causavam um aumento geral nas respostas por minuto dos animais, prejudicando o desempenho na tarefa.

Em conjunto, os estudos descritos mostram que níveis de privação mais severos levam os animais a diminuir os intervalos entre pressões à barra e/ou aumentarem as taxas de respostas. A consequência da diminuição e/ou aumento, respectivamente, de tais índices em uma tarefa de DRL é o prejuízo do desempenho na tarefa, como o obtido no presente estudo.

Entretanto, os resultados descritos por Wogar et al. (1993) não corroboram essa relação entre privação e desempenho em tarefas de DRL. Neste estudo dois grupos de ratos Wistar fêmeas com 6 meses de idade foram treinados em uma tarefa de DRL-15 s durante 50 sessões; um grupo submetido a 90% do peso *ad lib* e outro a 80% do peso *ad lib*. Em seguida os dois grupos tiveram seus níveis de privação invertidos, sendo posteriormente testados em mais 50 sessões. Os autores afirmam que as diferenças foram pequenas, porém significativas, mostrando IER mais longos e menor taxa de respostas no grupo privado de forma mais severa (80% *ad lib*) em comparação ao grupo privado de forma mais branda (90% *ad lib*). Assim, os resultados de Wogar et al. (1993) diferem dos resultados obtidos no presente estudo e dos demais experimentos revisados, nos quais a privação mais severa (a) aumentava as taxas de respostas por minuto (Clark, 1958); (b) diminuía a pausa entre o reforçamento e a próxima resposta (Mechner & Guevrekian, 1962); ou ainda, (c) causava prejuízo no desempenho em um esquema de DRL-20 s (Aitken et al., 1975; Carlton, 1961; Conrad et al., 1958; Reynolds, 1964; Skinner & Morse, 1958).

Para explicar a obtenção de seus resultados, Wogar et al. (1993) argumentam que estudos anteriores (Conrad et al., 1958; Reynolds, 1964) não submeteram os sujeitos a uma privação por tempo prolongado e não indicaram se os índices de discriminação temporal (principalmente o IER) foram afetados pela manipulação da privação. De fato, a análise de índices de discriminação temporal, como por exemplo, o IER, torna-se essencial quando o objetivo é obter uma análise mais refinada dos efeitos de qualquer manipulação sobre desempenhos na tarefa de DRL. Além disso, outros parâmetros utilizados por Wogar et al. (1993), como por exemplo, o sexo, a linhagem e a idade dos sujeitos utilizados, ou ainda, os efeitos da duração do tempo crítico em DRL sobre o desempenho dos animais, podem ser fatores relevantes para a interpretação dos resultados obtidos. Wogar et al. (1993) utilizaram ratos Wistar fêmeas com seis meses de idade em um esquema de DRL-15 s, diferentemente de trabalhos anteriores que examinaram efeitos da privação utilizando ratos machos com média

de quatro meses de idade em um esquema de DRL-20 s (Aitken et al., 1975; Carlton, 1961; Conrad et al., 1958; Reynolds, 1964; Skinner & Morse, 1958).

Em alguns casos, níveis de privação diferentes podem não surtir efeitos significativos no desempenho em DRL; algumas transições de regimes de privação podem não influenciar no desempenho da tarefa. Conseqüentemente, pode não ocorrer diferenças entre os desempenhos dos grupos, mesmo estes sendo submetidos a regimes de privação muito distintos em severidade. No Teste 1, nossos resultados mostraram que a transição de regimes de privação de 90% *ad lib* para 100% *ad lib* no grupo G90-100-80 e de 90% *ad lib* para 80% *ad lib* no grupo G90-80-100, não surtiram efeitos no desempenho da tarefa em DRL-20 s. Conseqüentemente, não foram observadas, nessa fase, diferenças entre os desempenhos dos grupos, mesmo estes sendo submetidos a regimes de privação distintos (100% *ad lib* e 80% *ad lib*). Bueno (1977), em um estudo acerca da interação entre efeitos de privação e atividade geral, concluiu que uma explicação que postule relações diretas e simples entre motivação e atividade não parece muito proveitosa, sendo mais adequado focalizar o modo como diversas manipulações motivacionais atuam em uma estrutura comportamental. Neste mesmo sentido, Bindra (1976) rejeita a explicação motivacional em função de uma mera condição de impulso e propõe a noção de “estado motivacional central” comportando processos neurais responsáveis pela interação entre estimulação fisiológica e de incentivo.

Os resultados deste estudo indicam que não é somente o nível atual de privação que atua no desempenho da tarefa de DRL; o desempenho na tarefa depende também do nível de privação anterior e da relação desses níveis, ou seja, se os animais passam de um nível mais severo para um menos severo ou *vice-versa*. Nesse sentido, a arquitetura e/ou dinâmica do experimento proposto podem modular os efeitos de manipulações motivacionais, como por exemplo, o nível de privação alimentar. Assim, o desempenho na tarefa de comportamento operante é influenciado não só pelo estado momentâneo gerado por um nível de privação alimentar específico, mas também por experiências de estados fisiológicos e cognitivos adquiridos em situações anteriores (treinos, testes etc.).

## Referências

- Acsadi, G., Buzsaki, G., Keszthelyi, T., Kiralyfalvi, L., & Gage, F. H. (1986). Effects of confinement, previous experience and hippocampal damage on the DRL schedule. *Behavioural Brain Research, 20*(2), 241-248.
- Aitken, W. C., Jr., Braggio, J. T., & Ellen, P. (1975). Effects of prefeeding on the DRL performance of rats with septal lesions. *Journal of Comparative and Physiological Psychology, 89*(6), 546-555.
- Bannerman, D. M., Yee, B. K., Good, M. A., Heupel, M. J., Iversen, S. D., & Rawlins, J. N. (1999). Double dissociation of function within the hippocampus: A comparison of dorsal, ventral, and complete hippocampal cytotoxic lesions. *Behavioral Neuroscience, 113*(6), 1170-1188.

- Bindra, D. (1976). *A theory of intelligent behaviour*. New York: Wiley-Interscience.
- Bradshaw, C. M., & Szabadi, E. (1992). Choice between delayed reinforcers in a discrete-trials schedule: The effect of deprivation level. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology B*, 44(1), 1-6.
- Bueno, J. L. O. (1977). *Efeitos da sinalização e do não-reforçamento sobre o repertório comportamental do rato*. Tese de doutorado não-publicada, Instituto de Psicologia, Universidade de São Paulo, SP.
- Bueno, J. L. O., Costa, V. C., Xavier, G. F., & Dima, L. L. (2006). Aquisição de uma tarefa temporal (DRL) por ratos submetidos a uma lesão seletiva do giro dentado. *Psicologia: Reflexão e Crítica*, 19(1), 159-165.
- Capaldi, E. D., & Davidson, T. L. (1979). Control of instrumental behavior by deprivation stimuli. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, 5(4), 355-367.
- Capaldi, E. D., Viveiros, D. M., & Davidson, T. L. (1981). Deprivation stimulus-intensity and incentive factors in the control of instrumental responding. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, 7(2), 140-149.
- Carlton, P. L. (1961). The interacting effects of deprivation and reinforcement schedule. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 4, 379-381.
- Clark, C. V., & Isaacson, R. L. (1965). Effect of bilateral hippocampal ablation on DRL performance. *Journal of Comparative and Physiological Psychology*, 59, 137-140.
- Clark, F. C. (1958). The effect of deprivation and frequency of reinforcement on variable-interval responding. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 1(3), 221-228.
- Conrad, D. G., Sidman, M., & Herrnstein, R. J. (1958). The effects of deprivation upon temporally spaced responding. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 1, 59-65.
- Costa, V. C. (2003). *Efeitos de lesões seletivas do giro dentado no desempenho de ratos em tarefas temporais*. Tese de doutorado não-publicada, Instituto de Psicologia, Universidade de São Paulo, SP.
- Costa, V. C., Bueno, J. L., & Xavier, G. F. (2005). Dentate gyrus-selective colchicine lesion and performance in temporal and spatial tasks. *Behavioural Brain Research*, 160(2), 286-303.
- Davidson, T. L. (1987). Learning about deprivation intensity stimuli. *Behavioral Neuroscience*, 101(2), 198-208.
- Finger, S., Green, L., Tarnoff, M. E., Mortman, K. D., & Andersen, A. (1990). Nimodipine enhances new learning after hippocampal damage. *Experimental Neurology*, 109(3), 279-285.
- Fletcher, P. J. (1995). Effects of combined or separate 5,7-dihydroxytryptamine lesions of the dorsal and median raphe nuclei on responding maintained by a DRL 20s schedule of food reinforcement. *Brain Research*, 675(1/2), 45-54.
- Glazer, H., & Singh, D. (1971). Role of collateral behavior in temporal discrimination performance and learning in rats. *Journal of Experimental Psychology*, 91(1), 78-84.
- Ho, M.-Y., Wogar, M. A., Bradshaw, C. M., & Szabadi, E. (1997). Choice between delayed reinforcers: Interaction between delay and deprivation level. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology B*, 50(3), 193-202.
- Jarrard, L. E., & Becker, J. T. (1977). The effects of selective hippocampal lesions on DRL behavior in rats. *Behavioral Biology*, 21(3), 393-404.
- Johnson, C. T., Olton, D. S., Gage, F. H., 3rd, & Jenko, P. G. (1977). Damage to hippocampus and hippocampal connections: Effects on DRL and spontaneous alternation. *Journal of Comparative and Physiological Psychology*, 91(3), 508-522.
- Kirk, W. T., Berntson, G. G., & Hothersall, D. (1982). Effects of paleocerebellar lesions on DRL performance in the albino rat. *Journal of Comparative and Physiological Psychology*, 96(3), 348-360.
- Logue, A. W., & Telmo, E. P. C. (1985). The effect of food deprivation on self-control. *Behavioural Processes*, 10, 355-368.
- Mechner, F., & Guevrekian, L. (1962). Effects of deprivation upon counting and timing in rats. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 5, 463-466.
- Pellegrino, L. J., & Clapp, D. F. (1971). Limbic lesions and externally cued DRL performance. *Physiology and Behavior*, 7(6), 863-868.
- Rawlins, J. N., Winocur, G., & Gray, J. A. (1983). The hippocampus, collateral behavior, and timing. *Behavioral Neuroscience*, 97(6), 857-872.
- Reynolds, G. S. (1964). Temporally spaced responding by pigeons: Development and effects of deprivation and extinction. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 7, 415-421.
- Richelle, M., & Lejeune, H. (1980). *Time in animal behaviour*. Oxford, UK: Pergamon Press.
- Schmaltz, L. W., Wolf, B. P., & Trejo, W. R. (1973). FR, DRL, and discrimination learning in rats following aspiration lesions and penicillin injection into hippocampus. *Physiology and Behavior*, 11(1), 17-22.
- Shull, R. L. (2004). Bouts of responding on variable-interval schedules: Effects of deprivation level. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 81(2), 155-167.
- Sinden, J. D., Rawlins, J. N., Gray, J. A., & Jarrard, L. E. (1986). Selective cytotoxic lesions of the hippocampal formation and DRL performance in rats. *Behavioral Neuroscience*, 100(3), 320-329.
- Skinner, B. F., & Morse, W. H. (1958). Sustained performance during very long experimental sessions. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 1, 235-244.
- Skuban, W. E., & Richardson, W. K. (1975). The effect of the size of the test environment on behavior under two temporally defined schedules. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 23(2), 271-275.
- Slonaker, R. L., & Hothersall, D. (1972). Collateral behaviors and the DRL deficit of rats with septal lesions. *Journal of Comparative and Physiological Psychology*, 80(1), 91-96.
- Tonkiss, J., Morris, R. G., & Rawlins, J. N. (1988). Intra-ventricular infusion of the NMDA antagonist AP5 impairs performance on a non-spatial operant DRL task in the rat. *Experimental Brain Research*, 73(1), 181-188.
- Wogar, M. A., Bradshaw, C. M., & Szabadi, E. (1993). Does the effect of central 5-hydroxytryptamine depletion on timing depend on motivational change? *Psychopharmacology*, 112(1), 86-92.

Recebido: 16/06/2007  
1ª revisão: 14/03/2008  
2ª revisão: 12/06/2008  
Aceite final: 03/07/2008