

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO  
FACULDADE DE FILOSOFIA, CIÊNCIAS E LETRAS DE RIBEIRÃO PRETO  
DEPARTAMENTO DE PSICOLOGIA E EDUCAÇÃO  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM PSICOBIOLOGIA

COMPARAÇÃO ENTRE ANIMAIS DESNUTRIDOS E CONTROLES EM  
PROCEDIMENTO PARA O ESTABELECIMENTO DE DISCRIMINAÇÕES  
COMPLEXAS EM RATOS

EDSON MELLO DA SILVA

Ribeirão Preto  
2010

# **Livros Grátis**

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.

EDSON MELLO DA SILVA

COMPARAÇÃO ENTRE ANIMAIS DESNUTRIDOS E CONTROLES EM  
PROCEDIMENTO PARA O ESTABELECIMENTO DE DISCRIMINAÇÕES  
COMPLEXAS EM RATOS

Dissertação apresentada à Faculdade de Filosofia,  
Ciências e Letras de Ribeirão Preto – USP, como  
parte das exigências para obtenção do título de  
Mestre em Ciências.

Área de Concentração: Psicobiologia.

Orientador: Prof. Dr. Silvio Morato de Carvalho

Ribeirão Preto  
2010

Autorizo a divulgação total ou parcial deste trabalho, por qualquer meio convencional ou eletrônico, para fins de estudo e pesquisa, desde que citada a fonte.

## FICHA CATALOGRÁFICA

Silva, Edson Mello da

Comparação entre animais desnutridos e controles em procedimento para o estabelecimento de discriminações complexas em ratos. Ribeirão Preto, 2010.

80 p. : il. ; 30cm

Dissertação de Mestrado, apresentada à Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto/USP. Departamento de Psicologia e Educação. Área de concentração: Psicobiologia.

Orientador: Carvalho, Silvio Morato de.

1. Desnutrição protéica precoce. 2. Aprendizagem. 3. *Fading*. 4. Correção. 5. Discriminação condicional.

Nome: SILVA, Edson Mello da

Título: Comparação entre animais desnutridos e controles em procedimento para o estabelecimento de discriminações complexas em ratos.

Dissertação apresentada à Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto – USP, como parte das exigências para a obtenção do título de Mestre em Ciências. Área: Psicobiologia.

Aprovado em:

Banca examinadora:

Prof. (a) Dr. (a) \_\_\_\_\_

Instituição: \_\_\_\_\_

Julgamento: \_\_\_\_\_ Assinatura: \_\_\_\_\_

Prof. (a) Dr. (a) \_\_\_\_\_

Instituição: \_\_\_\_\_

Julgamento: \_\_\_\_\_ Assinatura: \_\_\_\_\_

Prof. (a) Dr. (a) \_\_\_\_\_

Instituição: \_\_\_\_\_

Julgamento: \_\_\_\_\_ Assinatura: \_\_\_\_\_

A Luiz Marcellino de Oliveira (em memória), amigo e admirável professor.

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus, pela minha vida abençoada.

Aos meus pais, Edilson e Catharina, por seu apoio, amor e dedicação. Graças a eles tornei-me uma pessoa de bem. Sem eles não teria chegado até aqui.

Ao meu irmão, Marcio, grande amigo e companheiro nos bons e maus momentos. Mesmo com a distância, estamos sempre juntos.

À minha família, que representa grande parte da benção divina em minha vida.

À minha noiva, Karla, que com carinho e dedicação sempre me ajudou e incentivou. Sem seu amor e sua companhia, não teria resistido às dificuldades pelas quais passei.

Ao professor Luiz Marcellino de Oliveira (em memória), simplesmente não tenho palavras.

Ao meu orientador e professor Silvio Morato de Carvalho, que no momento de grande conturbação e indecisão, trouxe a solução para que eu permanecesse na pós-graduação.

Ao professor Sebastião de Sousa Almeida, pela ajuda e confiança. Sem a sua ação, certamente este trabalho não poderia ter sido finalizado. Não saberia como demonstrar-lhe a minha gratidão.

À professora Deisy das Graças de Souza, pela sua inestimável ajuda na idealização e conclusão deste trabalho.

Ao professor Nilton Pinto Ribeiro Filho, que mesmo com limitações materiais me ensinou como trabalhar em psicologia experimental.

Aos colegas do Laboratório de Nutrição e Comportamento, Roberto, Lucas, Mariana, Marisa, Gisele, Natália, Fernanda, Priscila, Daniela, Paula (peço desculpas se esqueci de alguém), que no dia-a-dia contribuíram para o meu trabalho e crescimento pessoal.

Aos colegas de outros laboratórios, com os quais tive bons momentos: Marcelo; Juliana; Jeanny; Danila; Ana Carolina; Thiago Brito; João Luis; Raquel; Eduardo “Dudu”; Diego “X”, e outros que não estão aqui.

A Dalmo C. P. Nicola, pelo auxílio técnico e principalmente pela amizade.

A CAPES pela concessão da bolsa de mestrado e pelo apoio financeiro para a realização deste trabalho.

Aqueles que não podem lembrar o passado estão condenados a repeti-lo.

**George Santayana**

## RESUMO

SILVA, E. M. **Comparação entre animais desnutridos e controles em procedimento para o estabelecimento de discriminações complexas em ratos.** 2010. 80 f. Dissertação (Mestrado). Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 2010.

A má nutrição precoce gera efeitos deletérios graves no crescimento, no comportamento e nas capacidades cognitivas de ratos e crianças, sendo que a desnutrição proteica é a principal insuficiência nutricional que pode ser examinada individualmente em estudos experimentais. O objetivo deste estudo foi estabelecer discriminações condicionais em ratos, comparando-se animais controles com animais desnutridos e que passaram por recuperação nutricional, bem como testar três modificações no procedimento de Feliciano (2007). Como modificações foram empregadas um maior número de reversões da discriminação simples, antes do treino de discriminação condicional e os procedimentos de fading e correção de tentativas. No experimento 1, foram testados o procedimento de fading e as reversões da discriminação. Já no experimento 2, as reversões foram testadas junto com o procedimento de correção, mas não foram empregados animais previamente desnutridos. Por fim, no experimento 3 os animais só passaram pela discriminação condicional e pela correção. Ao final das reversões os animais controles e desnutridos apresentaram a mesma velocidade de aprendizagem. Ao término da vigência do procedimento de fading não houve manutenção do desempenho característico da aprendizagem sem erros, indicando que o procedimento de fading utilizado não foi eficiente. A correção de tentativas facilitou a aprendizagem da discriminação simples e melhorou o desempenho dos animais. Não houve curva de aprendizagem para a discriminação condicional nos três experimentos, ainda assim, ao final do treino os animais submetidos ao procedimento de correção de tentativas apresentaram melhor desempenho do que os animais submetidos apenas ao fading, ou do que os dos animais não submetidos a qualquer dos procedimentos. Entre os fatores apontados como responsáveis pela não aprendizagem da discriminação condicional, destacam-se a programação da contingência, a disposição espacial aleatória dos estímulos de escolha e a existência de mais de duas alternativas para a resposta de escolha.

**Palavras-chave:** desnutrição proteica precoce; aprendizagem; *fading*; correção; discriminação condicional.

## ABSTRACT

SILVA, E. M. **Comparison between malnourished and control animals in procedure for the establishment of complex discriminations in rats.** 2010. 80 f. Dissertação (Mestrado). Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 2010.

Early malnutrition leads to serious deleterious effects on growth, behavior and cognitive abilities of rats and children. Protein malnutrition is the main nutritional failure that can be examined individually in experimental studies. The objective of this study was to establish conditional discriminations in rats by comparing control animals with early malnourished animals which have had better nutritional recovery and to test three changes in the procedure used by Feliciano (2007). The changes employed were a greater number of simple discrimination reversals, before the conditional discrimination training and the fading and correction procedures. In experiment 1, we tested the procedure of fading and the discrimination reversals. In the experiment 2, the discrimination reversals were tested along with the correction procedure, but were not used early malnourished animals. Finally, in experiment 3 the animals were tested only in the conditional discrimination with or without the correction procedure. At the end of reversals control and malnourished rats showed the same speed of learning. At the end of the duration of the fading procedure the performance characteristics of learning without errors was not maintained, indicating that the fading procedure used was not efficient. Correction facilitated the learning of simple discrimination and improved animal performance. There was no learning curve for the conditional discrimination in all experiments, yet at the end of training the performance of the animals subjected to correction procedure was better than the performance of rats subjected only to fading, or that of animals not submitted to any procedures. Among the factors that have prevented the learning of the conditional discrimination by the rats, we highlight the programmed contingency, the random spatial arrangement of the choice stimuli and the existence of more than two alternatives for the responses.

**Keywords:** early protein malnutrition; learning; fading; correction; conditional discrimination.

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	<b>11</b>
<b>2</b>	<b>OBJETIVOS</b> .....	<b>22</b>
<b>3</b>	<b>EXPERIMENTO 1</b> .....	<b>24</b>
<b>3.1</b>	<b>Método</b> .....	<b>24</b>
<b>3.1.1</b>	<b>Sujeitos</b> .....	<b>25</b>
<b>3.1.2</b>	<b>Dietas</b> .....	<b>25</b>
<b>3.1.3</b>	<b>Equipamentos</b> .....	<b>26</b>
<b>3.1.4</b>	<b>Procedimento geral</b> .....	<b>27</b>
<b>3.1.5</b>	<b>Discriminação simples</b> .....	<b>27</b>
<b>3.1.6</b>	<b>Reversão da discriminação</b> .....	<b>28</b>
<b>3.1.7</b>	<b>Discriminação condicional</b> .....	<b>29</b>
<b>3.2</b>	<b>Resultados</b> .....	<b>29</b>
<b>3.2.1</b>	<b>Peso corporal – Ratas mães</b> .....	<b>30</b>
<b>3.2.2</b>	<b>Peso corporal – Lactação, pós-lactação e recuperação</b> .....	<b>31</b>
<b>3.2.3</b>	<b>Número de sessões para atingir o critério de aprendizagem</b> .....	<b>34</b>
<b>3.2.4</b>	<b>Acertos no treino e discriminação</b> .....	<b>35</b>
<b>3.2.5</b>	<b>Acertos na reversão 1</b> .....	<b>36</b>
<b>3.2.6</b>	<b>Acertos na reversão 2</b> .....	<b>37</b>
<b>3.2.7</b>	<b>Acertos na reversão 3</b> .....	<b>38</b>
<b>3.2.8</b>	<b>Acertos na discriminação condicional</b> .....	<b>39</b>
<b>3.2.9</b>	<b>Intervalo Entre Tentativas na discriminação condicional</b> .....	<b>40</b>
<b>4</b>	<b>EXPERIMENTO 2</b> .....	<b>42</b>
<b>4.1</b>	<b>Método</b> .....	<b>43</b>
<b>4.1.1</b>	<b>Sujeitos, equipamentos e dietas</b> .....	<b>43</b>
<b>4.1.2</b>	<b>Discriminação simples</b> .....	<b>43</b>
<b>4.1.3</b>	<b>Reversão da discriminação, discriminação condicional</b> .....	<b>44</b>
<b>4.2</b>	<b>Resultados</b> .....	<b>44</b>
<b>4.2.1</b>	<b>Número de sessões para atingir o critério de aprendizagem</b> .....	<b>44</b>
<b>4.2.2</b>	<b>Acertos no treino de discriminação</b> .....	<b>45</b>
<b>4.2.3</b>	<b>Acertos na reversão 1</b> .....	<b>47</b>

<b>4.2.4</b>	<b>Acertos na reversão 2</b> .....	<b>48</b>
<b>4.2.5</b>	<b>Acertos na reversão 3</b> .....	<b>49</b>
<b>4.2.6</b>	<b>Acertos na discriminação condicional</b> .....	<b>50</b>
<b>4.2.7</b>	<b>Intervalo Entre Tentativas na discriminação condicional</b> .....	<b>51</b>
<b>5</b>	<b>EXPERIMENTO 3</b> .....	<b>53</b>
<b>5.1</b>	<b>Método</b> .....	<b>54</b>
<b>5.1.1</b>	<b>Sujeitos</b> .....	<b>54</b>
<b>5.1.2</b>	<b>Dietas</b> .....	<b>54</b>
<b>5.1.3</b>	<b>Equipamentos</b> .....	<b>55</b>
<b>5.1.4</b>	<b>Procedimento geral</b> .....	<b>55</b>
<b>5.1.5</b>	<b>Treino de discriminação condicional</b> .....	<b>55</b>
<b>5.2</b>	<b>Resultados</b> .....	<b>56</b>
<b>5.2.1</b>	<b>Peso corporal –Ratas mães</b> .....	<b>56</b>
<b>5.2.2</b>	<b>Peso corporal – Lactação, pós-lactação e recuperação</b> .....	<b>57</b>
<b>5.2.3</b>	<b>Acertos na discriminação condicional</b> .....	<b>60</b>
<b>5.2.4</b>	<b>Intervalo Entre Tentativas na discriminação condicional</b> .....	<b>61</b>
<b>6</b>	<b>DISCUSSÃO</b> .....	<b>63</b>
<b>7</b>	<b>CONCLUSÕES</b> .....	<b>71</b>
	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	<b>73</b>

# **1 INTRODUÇÃO**

---

A alimentação nos estágios iniciais da vida afeta o organismo por meio das condições nutricionais, adequadas ou inadequadas, que prevalecem nos períodos críticos de desenvolvimento desse organismo, desencadeando alterações estruturais e funcionais no organismo adulto, como evidenciado em estudos com animais e seres humanos (LUCAS, 1998). No entanto, a má nutrição é a condição que apresenta os efeitos deletérios mais graves no crescimento, no comportamento e nas capacidades cognitivas de crianças (STEVENSON, 2006). Por má nutrição, entendem-se todas as formas de insuficiência nutricional, particularmente o consumo desbalanceado de nutrientes (MORGANE et al., 1993).

Sendo um problema mundial que afeta crianças tanto em países desenvolvidos quanto em países em desenvolvimento (GALLER; SHUMSKY; MORGANE, 1995), a má nutrição é o principal fator não genético causador de distúrbios no desenvolvimento cerebral (FEOLI, et al., 2006). No entanto, para que a má nutrição possa ser investigada com clareza, é necessário levar em consideração fatores como tipo, severidade, período de ocorrência e duração, que podem modificar os efeitos do insulto nutricional (GALLER; SHUMSKY; MORGANE, 1995), sendo que, dá-se grande ênfase à investigação acerca da má nutrição protéica, como principal insuficiência nutricional que pode ser examinada individualmente em estudos experimentais (MORGANE et al., 1993).

Proteínas são macromoléculas biológicas formadas por grandes polímeros contendo cerca de 300 aminoácidos (BRODY, 1999), e foram consideradas como os primeiros nutrientes essenciais ao organismo, por desempenharem diversas funções estruturais, de transporte, regulação e defesa (TIRAPEGUI; CASTRO; ROSSI, 2005). Do ponto de vista nutricional as proteínas podem ser classificadas em completas, parcialmente completas e incompletas, sendo que essa classificação baseia-se na composição das proteínas por aminoácidos essenciais, cuja síntese não ocorre no organismo humano (TIRAPEGUI; CASTRO; ROSSI, 2005).

No que se refere ao período de ocorrência, os estudos acerca da má nutrição protéica utilizam-se do conceito de período crítico do desenvolvimento, ou de jorro de crescimento cerebral (MORGANE, et al., 1993; MORGANE; MOKLER; GALLER, 2002; FELICIANO, 2007). O conceito de período crítico envolve a idéia de que a maturação do SNC não é um processo linear, mas sim que ocorrem períodos de rápida mudanças organizacionais, nos quais o sistema nervoso fica mais vulnerável aos insultos nutricionais (MORGANE; MOKLER; GALLER, 2002). A hipótese do período crítico de desenvolvimento é útil por permitir que se relacionem os insultos cerebrais decorrentes da má nutrição com a idade desenvolvimental do animal, possibilitar a categorização de diferentes espécies quanto ao período de desenvolvimento cerebral, baseado nas posições dos picos de velocidade de crescimento do

cérebro em relação ao nascimento e por mostrar a proporção dos jorros de crescimento cerebral quanto à ocorrência pré ou pós-natal (MORGANE, et al., 1993, p. 98).

Diferentes regiões cerebrais apresentam períodos críticos de desenvolvimento diferentes, mas de um modo geral, no rato esse período inicia-se na última semana de gestação e se estende até o 35º dia pós-natal, já no ser humano o período crítico ocorre entre os últimos três meses de gestação e ultrapassa o 15º mês de vida pós-natal (MORGANE, et al., 1993). Quando ocorre nos períodos críticos de desenvolvimento do sistema nervoso central (SNC), sejam eles pré ou pós-natais, a má nutrição protéica desencadeia efeitos neuroquímicos (FEOLI et al., 2006; MOKLER et al., 2007), neuroanatômicos (GALLER; SHUMSKY; MORGANE, 1995) e comportamentais (COLLIER; SQUIBB; HAMLIN, 1975; LEVITSKY, 1975, 1979; STRUPP; LEVITSKY, 1995; ROCINHOLI; ALMEIDA; DE-OLIVEIRA, 1997; RIUL et al., 1999; WAINWRIGHT; COLOMBO, 2006; MOKLER et al. 2007).

Entre os efeitos neuroquímicos encontram-se a redução dos níveis extracelulares de dopamina no córtex pré-frontal medial (MOKLER et al., 2007), e o aumento da concentração de radicais livres principalmente no cérebro, que é particularmente vulnerável aos danos celulares causados por esses compostos (FEOLI et al., 2006). Os radicais livres oxidam moléculas biológicas críticas, especialmente proteínas e aminoácidos (FEOLI et al., 2006).

A má nutrição protéica gera alterações neuroanatômicas como redução da ramificação e das espinhas dendríticas e também das conexões sinápticas, além de prejudicar o desenvolvimento de células granulares (GALLER; SHUMSKY; MORGANE, 1995). No rato, as alterações neuroanatômicas decorrentes da má nutrição pós-natal nos períodos de lactação e pós-lactação, isto é, do nascimento ao 21º dia de vida e do 22º até o 35º dia de vida respectivamente, ocorrem principalmente na formação hipocampal, no cerebelo e no bulbo olfatório (MORGANE et al., 1993; GALLER; SHUMSKY; MORGANE, 1995).

Quanto às alterações comportamentais, a má nutrição protéica reduz o limiar de respostas a estímulos aversivos como o choque (ROCINHOLI; ALMEIDA; DE-OLIVEIRA, 1997), modifica a interação entre mãe e filhotes (RIUL et al., 1999), e altera a resposta de monoaminas ao estresse (MOKLER et al., 2007). A recuperação nutricional, após o período de má nutrição pós-natal, promove uma correção das alterações anatômicas e bioquímicas, levando a uma adequada reserva de nutrientes (TIRAPAGUI; CASTRO; ROSSI, 2005), ainda assim, os efeitos deletérios sobre as funções cognitivas do organismo não são totalmente eliminados (COLLIER; SQUIBB; HAMLIN, 1975; STRUPP; LEVITSKY, 1995; WAINWRIGHT; COLOMBO, 2006).

Tomando-se um animal submetido à má nutrição precoce e à recuperação nutricional, pode-se comparar o seu comportamento com o de um animal controle para que sejam identificadas as conseqüências cognitivas decorrentes da má nutrição proteica, que persistem após a recuperação nutricional. Entre estas conseqüências notam-se o aumento da distraibilidade, a inflexibilidade cognitiva e as alterações emocionais e motivacionais (STRUPP; LEVITSKY, 1995). Visto que a aprendizagem não pode ser diretamente abordada, há grande dificuldade em se avaliar o efeito da má nutrição sobre esse processo, ficando a pesquisa restrita a trabalhar apenas com o desempenho resultante da aprendizagem (LEVITSKY, 1975, 1979), tal desempenho também pode ser influenciado por outros fatores como, por exemplo, a percepção e a motivação (TURKEWITZ, 1975; COLLIER; SQUIBB; HAMLIN, 1975).

Já que diversos fatores podem afetar o desempenho do animal, é mais difícil testar na câmara operante (*caixa de Skinner*) a hipótese de que a má nutrição protéica, ocorrida no período crítico de desenvolvimento do SNC, afete negativamente as capacidades cognitivas do organismo. Assim, em estudos nos quais a câmara operante é empregada para investigar os efeitos da má nutrição sobre a aprendizagem, a reversão da discriminação e a análise da taxa de apresentação de problemas, ou intervalo entre tentativas (ITI – Inter Trials Interval, em inglês) tornam-se aspectos importantes, pois podem indicar o papel de processos perceptuais e motivacionais sobre o desempenho do animal (TURKEWITZ, 1975; COLLIER; SQUIBB; HAMLIN, 1975), quando se investigam os efeitos da má nutrição sobre a aprendizagem.

Catania (1999) define a aprendizagem como uma “modificação relativamente permanente no comportamento, resultante da experiência” (p.21), sendo o processo através do qual um novo comportamento é adicionado ao repertório comportamental de um organismo. Uma das formas de se produzir mudança no repertório de um organismo é através do estabelecimento de discriminações simples, nas quais há uma relação entre um estímulo discriminativo ( $S^D$ ) antecedente a uma resposta (R), e entre esta resposta e sua conseqüência. O  $S^D$  é o contexto no qual o comportamento do organismo poderá ser reforçado ( $S^R$ ), como conseqüência pela emissão de determinada resposta (GUIMARÃES, 2003) havendo, então, uma contingência de três termos ( $S^D \rightarrow R \rightarrow S^R$ ), na qual o  $S^D$  altera a probabilidade de emissão de uma resposta pelo organismo, sinalizando que a resposta será reforçada (LOPES JR; MATOS, 1995). A discriminação simples pode ser obtida com diversos organismos, como o pombo, o rato, o ser humano (CATANIA, 1999) e o elefante (NISSANI, 2003).

Como animais mal nutridos devem apresentar menor capacidade de aprender do que os controles, o desempenho entre esses animais deve mostrar maiores diferenças quanto mais

difíceis forem as discriminações envolvidas (TURKEWITZ, 1975). Com ratos, as discriminações simples podem apresentar graus de dificuldade crescente, tais como: preto vs. branco; linha horizontal vs. linha vertical; círculo vs. triângulo. Assim, a velocidade da aprendizagem, isto é, o número de sessões que os animais levam para atingir o critério de aprendizagem torna-se medida importante quando são utilizadas figuras geométricas como estímulos nos treinos de discriminação com ratos (TURKEWITZ, 1975).

A reversão da discriminação já foi empregada em vários experimentos com estímulos auditivos (DUBE; CALLAHAN; MCILVANE, 1993), olfatórios (O'GRADY; JENNINGS, 1974) ou na comparação entre diferentes modalidades sensoriais (NIGROSH; SLOTNICK; NEVIN, 1975). Neste procedimento, as funções de  $S^D$  e  $S^A$  (estímulo não discriminativo) são invertidas após o organismo atingir um critério de desempenho pré-estabelecido. Uma importante aplicação do procedimento de reversão da discriminação é no estudo acerca do estabelecimento de discriminação condicional e formação de classes de estímulos equivalentes em ratos (DUBE; CALLAHAN; MCILVANE, 1993), pois conjuntos de estímulos que são concorrentemente discriminativos podem formar classes de estímulos funcionalmente equivalentes, ao passarem por sucessivas reversões da discriminação (VAUGHAN, 1988).

Comparações entre diferentes espécies e modalidades sensoriais devem considerar a interação de variáveis de procedimento com o comportamento observado, pois a aprendizagem de reversões sucessivas da discriminação parece depender demais da modalidade sensorial estudada (NIGROSH; SLOTNICK; NEVIN, 1975). Sucessivas reversões da discriminação com um conjunto de estímulos parecem facilitar a capacidade dos sujeitos aprenderem reversões sucessivas da discriminação com outros conjuntos de estímulos (O'GRADY; JENNINGS, 1974).

Strupp e Levitsky (1995) afirmam que a inflexibilidade cognitiva resultante da má nutrição é responsável pelo prejuízo no aprendizado de reversões da discriminação. Contraditoriamente, em um estudo no qual empregou o labirinto aquático em T, Smart (1976) verificou que ratos previamente desnutridos e animais controle apresentaram o mesmo desempenho final tanto em reversões sucessivas da discriminação espacial, quanto em reversão única após treino inicial prolongado. Já Halas e Sandstead (1980) compararam ratos que passaram por deficiência de zinco com ratos controle, na aprendizagem de discriminação simples e reversão da discriminação em câmaras operantes. Os resultados sugeriram que a capacidade de aprender era equivalente nos dois grupos, e que diferenças no desempenho dos animais deveriam ser atribuídas a aspectos motivacionais e não a aspectos relativos à

aprendizagem (HALAS; SANDSTEAD, 1980). Ainda assim, reversão da discriminação serve para controlar as diferenças de desempenho atribuíveis a possíveis déficits sensoriais decorrentes da má nutrição (COLLIER; SQUIBB; HAMLIN, 1975).

A formação de discriminações pode ser facilitada por meio de procedimentos como o *fading* (DONAHOE; PALMER, 1994) e da correção de tentativas (IVERSEN, 1993). O *fading* foi introduzido na literatura por Skinner em 1938, sendo empregado por um grande número de investigadores da chamada “aprendizagem sem erros” (DONAHOE; PALMER, 1994). Catania (1999) define o *fading* (desvanecimento ou esmaecimento) como o procedimento de introdução (*fading in*) ou remoção (*fading out*) gradual de um estímulo ou conjunto de estímulos durante um treino de discriminação; no início do treino, os estímulos diferem substancialmente um do outro, sendo progressivamente mudados até seus valores finais mais similares conforme o aprendiz passa a responder diferencialmente (DONAHOE; PALMER, 1994, p.137).

Terrace (1963b) afirma que a transição lenta de uma discriminação fácil para uma discriminação difícil, principal característica do *fading*, é o aspecto crucial em treinos que resultam em discriminações sem erro. Quando erros ocorrem durante a aprendizagem de uma discriminação, o desempenho subsequente é afetado negativa e permanentemente tanto no tipo de discriminação treinado quanto em tipos relacionados (TERRACE, 1963b, p.231).

Terrace (1963a) também afirma que um treino sem erro gera menos reações emocionais no organismo que aprende, sendo dependente da maneira como os estímulos que sinalizam a ausência de conseqüências reforçadoras ( $S^{\Delta}$ ) para a resposta são introduzidos na situação experimental. O procedimento de *fading* apresenta aplicações práticas na modificação do comportamento humano, inclusive do comportamento alimentar como, por exemplo, o aumento do consumo de leite por crianças em idade pré-escolar (TIGER; HANLEY, 2006).

A correção de tentativas é outro dos métodos que facilitam a aquisição de discriminações. No procedimento de correção cada erro em uma tentativa é seguido pela repetição da mesma configuração de estímulos na tentativa imediatamente seguinte (CATANIA, 1999; KANGAS; BRANCH, 2008).

Iversen (1993) afirma que o procedimento de correção é importante por evitar que o aprendiz desenvolva preferência por algum estímulo ou alguma posição na qual possa responder. Já Catania (1999) mostra que a correção é importante por garantir que “erros sejam frequentemente seguidos de perto pelos reforçadores produzidos por respostas corretas” (p.165).

Segundo Levitsky (1979), a má nutrição não prejudica a capacidade do animal em aprender associações como a discriminação simples, sendo necessária a utilização de procedimentos que envolvam tipos de aprendizagem mais complexos, como a discriminação condicional, para se estudar o efeito da má nutrição protéica sobre a aprendizagem. Os estudos sobre a discriminação condicional, que são amplamente empregados na investigação do fenômeno comportamental da aprendizagem complexa (SKINNER, 2005), tiveram início a partir dos experimentos de Lashley (1938) conforme apontam Cumming e Berryman (1965) e Debert (2003).

Diferentemente de uma discriminação simples, na discriminação condicional, é a contingência de três termos que está sob controle de um estímulo antecedente, chamado estímulo condicional ( $S^C$ ). Assim, a função de um  $S^D$  está condicionada a algum outro aspecto ambiental, ou seja, a um  $S^C$  (LOPES JR.; MATOS, 1995). Cumming e Berryman (1965) ao fazerem uma das primeiras revisões da literatura acerca da discriminação condicional, mostram a diferença existente entre esta e a discriminação simples. Afirmam que na discriminação simples o  $S^D$  funciona como um seletor de respostas, já na discriminação condicional o  $S^C$  funciona como um “seletor de discriminações” (p.286). Então, um  $S^C$  faria com que a resposta a um estímulo específico, e não a outros, fosse seguida de reforço, definindo a função deste como  $S^D$  ou (CUMMING; BERRYMAN, 1965).

Uma forma de se estabelecer discriminações condicionais em ratos é através do emprego de procedimentos pavlovianos que consistem na apresentação de um composto formado por um estímulo X, denominado *característica* (feature, em inglês), e um estímulo A, denominado *alvo* (target, em inglês), seguido de um estímulo incondicionado biologicamente importante, como água ou comida (HOLLAND; FORBES, 1982; HOLLAND, 1989; BUENO; MOREIRA, 1998; BUENO; HOLLAND, 2008; BUENO; SCADUTO, 2008). Este tipo de discriminação é dita positiva quando o composto X-A é seguido pelo estímulo incondicionado e não a apresentação de A sozinho; porém, quando apenas a apresentação de A e não a do composto X-A é reforçada, a discriminação é dita negativa (BUENO; MOREIRA, 1998; BUENO; HOLLAND, 2008). Segundo Holland (1989) e Goddard e Holland (1996) há duas estratégias para a solução da discriminação condicional: a) na apresentação simultânea dos estímulos X e A, a aprendizagem baseia-se numa associação simples entre o estímulo característica X e o estímulo incondicionado; b) já, a apresentação serial dos estímulos, na qual a apresentação de X precede a apresentação A, separada por um intervalo, a aprendizagem baseia-se na ocorrência de um “*occasion setting*”.

No *occasion setting*, o estímulo característica X estabelece a ocasião na qual o estímulo alvo A será seguido, ou não, pelo estímulo incondicionado dependendo do tipo de discriminação envolvida, se positiva ou negativa (HOLLAND, 1989; GODDARD; HOLLAND, 1996; BUENO; MOREIRA, 1998; BUENO; HOLLAND, 2008; BUENO; SCADUTO, 2008). Em geral, categorias comportamentais do próprio repertório do organismo, tais como movimento de cabeça, lambar e farejar dirigidas ao local onde o estímulo incondicionado é disponibilizado, são tomadas como índice de aprendizagem da discriminação condicional positiva quando ocorrem durante a apresentação do estímulo alvo. Já as respostas que ocorrem durante a apresentação do estímulo característica são tidas como índices de condicionamento simples, no qual há associação entre o estímulo característica e o estímulo incondicionado (HOLLAND; FORBES, 1982; HOLLAND, 1989; BUENO; MOREIRA, 1998; BUENO; HOLLAND, 2008). Conforme demonstram Bueno e Holland (2008), no *occasion setting* um estímulo característica controla o comportamento através da modulação da associação entre o estímulo alvo e o estímulo incondicionado, permitindo que o estímulo alvo tenha a sua capacidade de evocar uma resposta condicionada aumentada ou diminuída.

A discriminação condicional e a estratégia de *occasion setting* também podem ser investigadas com procedimentos que envolvam comportamento operante. Nestes tipos de procedimentos, o organismo deve emitir uma resposta operante durante a apresentação do estímulo alvo para que o estímulo incondicionado, ou reforço, seja liberado (GODDARD; HOLLAND, 1996; BUENO; HOLLAND, 2008). Em estudos que utilizam ratos como sujeitos experimentais, diversas topografias de resposta operante podem ser treinadas em caixas operantes, como puxar uma corrente na presença de um estímulo auditivo precedido por um estímulo luminoso (GODDARD; HOLLAND, 1996), ou pressionar uma barra na presença de um tom precedido por um estímulo composto formado pela apresentação conjunta de um estímulo auditivo e um estímulo luminoso (BUENO; SCADUTO, 2008).

Outro procedimento empregado nos estudos sobre discriminação condicional é o *matching-to-sample* (emparelhamento ou escolha de acordo com o modelo), cuja sigla em língua inglesa é MTS (CUMMING; BERRYMAN, 1961, 1965). O padrão de emprego do MTS consiste na apresentação de estímulos condicionais, chamados de estímulos modelo, e a apresentação de estímulos de comparação (CUMMING; BERRYMAN, 1965; SIDMAN; TAILBY, 1982; IVERSEN, 1993, 1997; DEBERT, 2003). Após o aparecimento de um estímulo modelo o sujeito deve responder ao mesmo para que seja ativada a apresentação dos estímulos de comparação, essa primeira resposta é chamada resposta de observação. As

respostas aos estímulos de comparação com função de  $S^D$  são seguidas de reforço, já as respostas aos estímulos com função de  $S^A$  nunca são seguidas de reforço. Deve-se considerar sempre que é o estímulo modelo que define as funções  $S^D$  e  $S^A$  dos estímulos de comparação. Um exemplo de emprego do procedimento de emparelhamento com o modelo é o estudo de Cumming e Berryman (1961) no qual, utilizaram uma caixa experimental que continha, em uma de suas paredes, três discos alinhados horizontalmente e podiam ser iluminados. Primeiro treinaram pombos a bicar o disco iluminado independente da cor que apresentasse. Após aprenderem a bicar o disco iluminado, os pombos passavam ao treino de discriminação condicional. O disco central era iluminado com uma cor, que podia ser vermelha, verde ou azul, a resposta de bicar o disco central levava a iluminação dos discos laterais. Um dos discos laterais era iluminado com a mesma cor do disco central e o outro com uma cor diferente. Ao bicar o disco de mesma cor do disco central o pombo ganhava acesso à comida, bicando o disco de cor diferente, a caixa e os discos ficavam escuros por 3 segundos, após esse intervalo a luz da caixa era novamente acendida, com os discos permanecendo apagados por 25 segundos, caracterizando o intervalo entre tentativas. Nas primeiras 4 sessões o desempenho dos animais permaneceu ao redor de 50% de acerto, porém em 15 sessões os animais já apresentavam um rendimento próximo a 100% de acerto. Após 22 sessões, a luz azul foi substituída por uma luz amarela, com isso o desempenho dos animais retornou para próximo de 50% quando a luz que funcionava como estímulo modelo era amarela, porém quando o estímulo modelo era a luz vermelha ou verde, os animais continuavam sendo reforçado em quase 100% das tentativas

No que se refere às relações entre os estímulos modelo e de comparação, o procedimento de emparelhamento (*matching*) pode ser classificado em identidade, singularidade e arbitrário ou simbólico. O emparelhamento por identidade (*identity matching-to-sample*) é o MTS de procedimento padrão (CUMMING; BERRYMAN, 1965; IVERSEN, 1993; SÉRIO; ANDERY; MICHELETTO, 2002). No emparelhamento por singularidade (*odddity-from-sample*) o estímulo com função de  $S^D$  é aquele que difere do estímulo modelo, enquanto o estímulo de comparação igual ao modelo tem função de  $S^A$  (CUMMING; BERRYMAN, 1965; SÉRIO; ANDERY; MICHELETTO, 2002). Já no emparelhamento arbitrário (*arbitrary matching*) (Sério et al.), ou simbólico (*symbolic matching*) (CUMMING; BERRYMAN, 1965), os estímulos modelo e de comparação não apresentam semelhanças físicas podendo, inclusive, pertencer a diferentes modalidades sensoriais.

Segundo Sidman e Tailby (1982) o desempenho de um organismo, humano ou não humano, deve passar por testes a fim de se verificar se tal desempenho evidencia realmente

algum tipo de emparelhamento ou demonstra apenas um conjunto de relações condicionais. Os testes de reflexividade, simetria e transitividade indicam se o desempenho de um organismo evidencia o emparelhamento e as relações de equivalência de estímulos (SIDMAN; TAILBY, 1982; LOPES JR.; MATOS, 1995; ALBUQUERQUE; MELO, 2005). A reflexividade é uma relação de identidade entre os estímulos, ou seja, uma relação onde  $A=A$ . Simetria é uma relação que mostra a reversibilidade de um pareamento, em que se  $A=B$ , então  $B=A$ . A relação de transitividade envolve duas relações condicionais nas quais o organismo emparelha um estímulo modelo de uma relação com um estímulo de comparação correto da outra, assim: se  $A=B$  e  $B=C$ , então  $A=C$  (SIDMAN; TAILBY, 1982; ALBUQUERQUE; MELO, 2005; FELICIANO, 2007). Ainda de acordo com Sidman e Tailby (1982), os testes para avaliar o desempenho do organismo são relações condicionais entre dois estímulos  $a$  e  $b$ , que não foram diretamente treinadas, mas emergiram das relações condicionais ensinadas, e apresentam estrutura “se  $a$ , então  $b$ ” ( $aRb$ ). Deve-se notar que o desempenho do organismo, nos testes, não é reforçado.

Os estudos em equivalência de estímulos têm mostrado que há facilidade em obter o desempenho de emparelhamento e de equivalência com seres humanos (SIDMAN; TAILBY, 1982; MEDEIROS; RIBEIRO; GALVÃO, 2003). O estabelecimento de relações de equivalência pode ter importantes aplicações práticas nas atividades diárias do ser humano como, por exemplo, no ensino da leitura com compreensão (MATOS et al., 2002) ou da resolução de problemas aritméticos (HAYDU; COSTA; PULLIIN, 2006). Com animais não humanos encontram-se dificuldades do estabelecimento da discriminação condicional com o procedimento de emparelhamento com o modelo (IVERSEN, 1993, 1997; FELICIANO, 2007), apesar de existirem estudos com diversas espécies como o macaco (IVERSEN; SIDMAN; CARRIGAN, 1986; MCINTIRE; CLEARY; THOMPSON, 1987; BARROS; GALVÃO; MCILVANE, 2002), a abelha (CARLI, 1977; PESSOTTI, 1981) e o rato (IVERSEN, 1993, 1997; FELICIANO, 2007).

Em um levantamento sobre a literatura, Iversen (1993) constatou que ratos não haviam sido empregados em estudos de emparelhamento com o modelo com um procedimento automatizado similar ao utilizado com pombos, macaco e humanos. Iversen (1993) empregou um procedimento similar ao de Cumming e Berryman (1961, 1965), usando uma caixa experimental que continha, em uma de suas paredes, três discos alinhados horizontalmente, que podiam apresentar luz contínua ou piscante; cada tentativa começava com um estímulo aparecendo no círculo central, este era o estímulo modelo, ao pressionar o círculo central com o focinho, o rato acionava os estímulos dos círculos laterais, os estímulos de comparação. O

animal deveria selecionar o estímulo lateral igual ao estímulo central. Ao selecionar o estímulo de comparação correto, o animal tinha acesso à comida. Após uma resposta correta ou errada entrava em vigor um intervalo entre tentativas de 3 segundos, se ocorresse alguma resposta durante o ITI, a contagem do intervalo era reiniciada. Todos os animais atingiram o critério de 80% de acerto em até 25 sessões, porém Iversen (1993) constatou que pombos e seres humanos aprendiam o emparelhamento consideravelmente mais rápido do que os ratos.

Feliciano (2007) delineou um experimento em que os animais, ratos desnutridos precocemente e controles, passaram por um treino de discriminação simples entre linha e triângulo, seguido da reversão da discriminação e, finalmente, por treino de discriminação condicional. Para isso, Feliciano (2007) utilizou caixas operantes que continham em uma das paredes laterais uma barra, que os animais deveriam pressionar para ativar os estímulos, e na parede oposta, três túneis nos quais os animais deveriam colocar o focinho (resposta de *nose poken*), após terem pressionado a barra. Acima de cada túnel havia um mostrador onde podia ser apresentado o triângulo, a linha vertical, ou não haver a apresentação de qualquer estímulo, os animais que escolhiam o estímulo correto em cada fase do experimento tinham o comportamento reforçado com água, que era disponibilizada no interior do túnel. Na discriminação simples, a linha era o  $S^D$  e o triângulo o  $S^\Delta$ . Na reversão da discriminação, as funções dos estímulos eram trocadas. No treino de discriminação condicional, ao apertar a barra os animais ativavam estímulos condicionais sonoros, som pulsante ou contínuo, junto com os estímulos luminosos. Quando o som era constante, a linha tinha a função de  $S^D$  já, quando o som era pulsante, o triângulo tinha a função de  $S^D$ . Houve êxito na aprendizagem da discriminação simples e na reversão da discriminação, mas não houve curva de aprendizagem na discriminação condicional, com o desempenho dos grupos variando entre 40 e 55% de acerto ao longo das 70 sessões de treino, apesar de também terem sido empregados animais submetidos à estimulação tátil durante os períodos de lactação e pós-lactação (FELICIANO, 2007).

## **2 OBJETIVOS**

---

## OBJETIVOS

O presente estudo teve como objetivo estabelecer discriminações condicionais em ratos, introduzindo três modificações no procedimento utilizado por Feliciano (2007), comparando-se animais que passaram por desnutrição protéica precoce e reabilitação nutricional com animais controles.

A primeira alteração diz respeito ao emprego de um maior número de reversões da discriminação simples, total de 3 reversões, antes do início do treino de discriminação condicional. Como segunda alteração, houve a introdução do procedimento de *fading in* do  $S^{\Delta}$  durante o treino discriminação simples e nas reversões da discriminação. Já a terceira alteração refere-se ao emprego do procedimento de correção de tentativas sucessivas, nos experimentos 2 e 3.

Ainda que não tenha sido objetivo deste estudo, uma possível implicação seria a possibilidade de testar a emergência de relações de equivalência em ratos.

## **3 EXPERIMENTO 1**

---

## EXPERIMENTO 1

### 3.1 Método

#### 3.1.1 Sujeitos

Os ratos, da espécie *Rattus norvegicus*, linhagem *Wistar*, machos e as fêmeas virgens, provenientes do Biotério Central da Universidade de São Paulo – Campus Ribeirão Preto, permaneceram por um período de adaptação ao biotério do Laboratório de Nutrição, Desenvolvimento e Comportamento da Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto – USP, até o início do acasalamento e gestação. Os animais adultos, a partir dos 85 dias de idade, foram acasalados colocando-se um rato macho para cada 3 fêmeas em caixas de polipropileno (41 x 34 x 17 cm). Os machos foram sacrificados após o acasalamento. As fêmeas foram pesadas semanalmente, para avaliação da gestação e para colocá-las em gaiolas individuais alguns dias antes do dia previsto para o nascimento dos filhotes.

Ao nascerem, os filhotes provenientes de várias ratas mães foram agrupados em um lote maior e divididos por sexo, para de serem distribuídos aleatoriamente entre as ratas mães na formação das ninhadas. Estas eram compostas por uma rata-mãe e 8 filhotes, sendo 6 machos e 2 fêmeas, colocadas em gaiolas especiais de lactação (40 x 30 x 20 cm) forradas com raspas de madeira e mantidas com água e ração à vontade. Os filhotes e as ratas mães foram pesados semanalmente, quando era realizada a troca das raspas de madeira. Ao término do período de lactação, aos 21 dias de idade dos filhotes, todas as fêmeas (mães e filhotes) fêmeas foram sacrificadas, e os filhotes machos colocados em gaiolas individuais (30 x 19 x 13 cm), com água e dieta à vontade. Os ratos foram mantidos desta forma até atingirem 70 dias de idade, quando começaram as manipulações para os procedimentos experimentais.

Neste experimento foi utilizado um total de 32 sujeitos experimentais obtidos da forma acima descrita, provenientes de ninhadas sucessivas nascidas no Laboratório de Nutrição, Desenvolvimento e Comportamento.

#### 3.1.2 Dietas

Como este experimento visou estudar o efeito da má nutrição na aprendizagem, dois dos grupos foram mantidos com dietas contendo 13,6% de proteína, constituindo-se como grupos controles (C), enquanto os outros dois grupos foram mantidos com dietas contendo 5,1% de proteína, constituindo-se como grupos desnutridos (D). As dietas foram preparadas conforme Reeves, Nielsen e Fahey Jr. (1993), ressaltando-se que o uso de dietas isocalóricas garante

## EXPERIMENTO 1

que as proteínas sejam destinadas à síntese protéica e não a geração de energia (TIRAPEGUI; CASTRO; ROSSI, 2005). Durante o período de lactação as ratas mães foram alimentadas com uma das dietas descritas.

No período de pós-lactação, dos 22 aos 35 dias de idade dos filhotes, os machos foram mantidos com o mesmo tipo de dieta consumido pelas ratas mães.

A partir dos 36 dias de idade, os animais dos 4 grupos passaram a receber dieta comercial (Ração Comercial, Nuvilab, da Nuvital, Colombo, PR).

### 3.1.3 Equipamentos

Foram utilizadas duas caixas de *Skinner* (32,6 cm x 34,5 cm x 21 cm)<sup>1</sup>. Cada caixa continha uma barra na parede lateral esquerda. A parede lateral direita de cada caixa estava dividida em 3 partes, formando um ângulo de 45° entre a parte a parte central e as partes contíguas a esta.

Em cada subdivisão da parede lateral direita da caixa, a 2,2 cm do piso da caixa, foi instalado um túnel (3 cm de diâmetro e 5 cm de profundidade) no qual era liberado o reforço (água). Na entrada dos túneis foram instalados sensores para o registro das respostas de colocação do focinho (*nose poken*) no túnel. Acima de cada túnel, havia um sistema de apresentação dos estímulos utilizados nas diversas fases do procedimento. Foram empregados os seguintes estímulos: a) linha vertical e triângulo (figura 1); b) som (constante ou pulsante), apresentado em um alto-falante localizado acima dos bebedouros.

A barra, os sensores, a apresentação dos estímulos e a liberação dos reforços nas caixas e os procedimentos, durante as fases do experimento, foram comandados por um computador IBM PC [AMD-K6 (tm) 3D processor] e uma interface<sup>2</sup> de 64 canais de entrada e 64 canais de saída<sup>3</sup>.

As caixas de *Skinner* foram instaladas em câmaras de isolamento (55 X 55 X 55 cm), feitas de madeira e revestidas internamente por material isolante acústico, para atenuação de luminosidade e ruídos. Um ventilador permaneceu constantemente ligado para mascarar ruídos externos.

---

<sup>1</sup> Insight Equipamentos Científicos, Ribeirão Preto, Brasil.

<sup>2</sup> Intercom 2000; Insight Equipamentos Científicos, Ribeirão Preto, Brasil.

<sup>3</sup> O programa que gerencia a apresentação dos estímulos, bem como o registro dos dados foi elaborado pelo Técnico Eldereis de Paula, usando um sistema Visual Basic.

## EXPERIMENTO 1

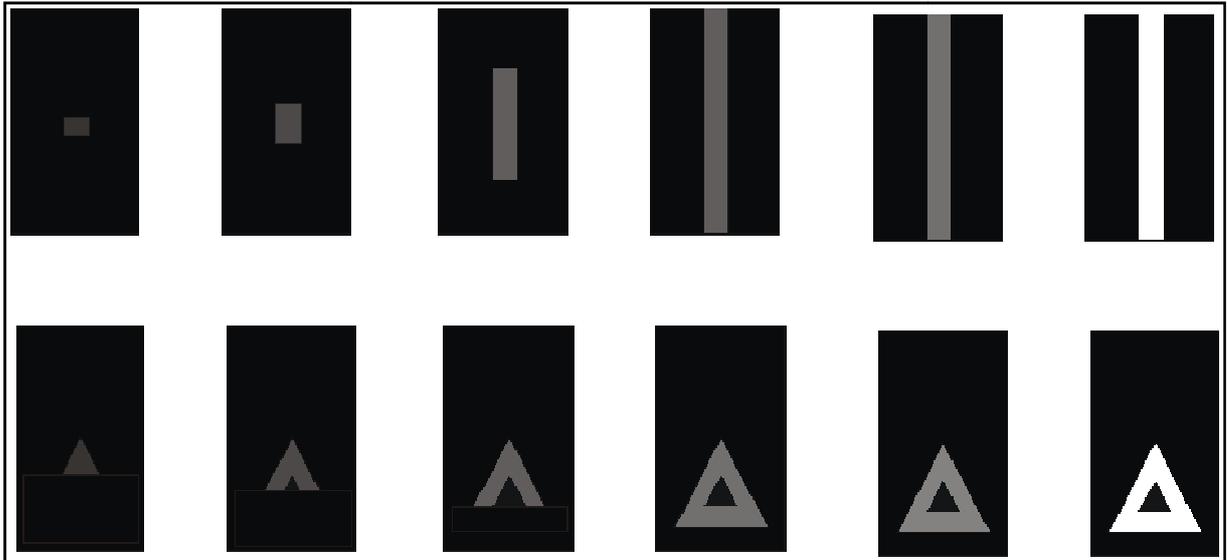


Figura 1. Estímulos visuais usados nos três experimentos. Da esquerda para a direita as cinco lâminas empregadas no procedimento de *fading*. A sexta lâmina apresenta os estímulos visuais em suas intensidades máximas. O tamanho dos estímulos na figura é igual ao dos estímulos colocados nas caixas operantes.

### 3.1.4 Procedimento geral

Somente após terem atingido a idade adulta, a partir dos 70 dias de idade, os ratos foram submetidos aos procedimentos experimentais. Do 70º ao 77º dias de idade, foi estabelecida a linha de base dos pesos dos animais a partir do cálculo da média dos pesos diários de cada rato com água e dieta à vontade. A partir do 78º dia foi iniciada a restrição de água, que durou até que os animais atingissem 85% do peso da linha de base, que foi mantido durante o período experimental. Para o início das sessões de treino de discriminação, foi aceita uma variação de peso de 80 a 90% da linha de base.

### 3.1.5 Discriminação simples

#### Procedimento inicial

Os animais foram divididos em 4 grupos, com 8 indivíduos em cada grupo.

Na primeira sessão, os integrantes dos grupos tiveram a resposta de *nose poken* reforçada com água 100 vezes em esquema de reforço contínuo (CRF) no túnel central, acima do qual havia um estímulo luminoso. Nas duas sessões seguintes, ocorreu a modelagem da resposta de pressão à barra, que recebeu 120 reforços em esquema CRF, nos túneis em que o estímulo luminoso fosse apresentado.

## EXPERIMENTO 1

## Treino de discriminação

Após a modelagem da resposta de pressão à barra, os animais passavam ao treino de discriminação. As sessões do treino de discriminação foram programadas com 120 tentativas. Cada tentativa era iniciada com a pressão à barra e terminada por uma resposta de *nose poken* em um dos túneis. Neste treino, a pressão à barra gerava a apresentação do estímulo linha vertical em um dos túneis, em outro o triângulo ficando o terceiro túnel sem qualquer estímulo. A posição dos estímulos sobre os túneis foi sorteada pelo computador, evitando a repetição das posições. Cada sujeito continuou o treino até atingir o critério mínimo de 96 acertos, o que corresponde a 80% das 120 tentativas, em 3 sessões consecutivas.

Nesta etapa, para os grupos submetidos ao *fading* do estímulo sem função discriminativa ( $S^{\Delta}$ ), o estímulo linha foi apresentado em sua intensidade máxima (Figura 1, lâmina 6) enquanto o estímulo triângulo foi introduzido gradualmente a partir da lâmina 1 (Figura 1). O critério para mudança das lâminas foi o mesmo utilizado como critério de aprendizagem, isto é, que cada sujeito apresentasse desempenho igual ou superior a 80% de acerto em três sessões consecutivas.

A reversão da discriminação teve início após cada animal atingir o critério de acertos ou o número máximo de sessões para cada etapa. Caso o critério de acertos não fosse obtido, os sujeitos passariam por no máximo 40 sessões de discriminação e de reversão da discriminação e 50 sessões da Discriminação Condicional. A tabela 1 mostra um sumário do treino de discriminação para os 4 grupos.

Tabela 1: Condições de apresentação dos estímulos no treino de discriminação.

GRUPO	Condição	$S^D$	$S^{\Delta}$	<i>Fading in do</i> $S^{\Delta}$
	Nutricional			
1	Controle	Linha vertical	Triângulo e sem estímulo	Não
2	Controle	Linha vertical	Triângulo e sem estímulo	Sim
3	Desnutrido	Linha vertical	Triângulo e sem estímulo	Não
4	Desnutrido	Linha vertical	Triângulo e sem estímulo	Sim

## 3.1.6 Reversão da discriminação

Nesta fase, as funções dos estímulos discriminativos ( $S^D$ ) foram invertidas em relação à fase anterior. Os estímulos usados como  $S^D$  passaram a ter a função de  $S^{\Delta}$ . Os sujeitos dos diversos grupos passaram por 3 reversões sucessivas. Nas Reversões 1 e 3, o  $S^D$  foi o

## EXPERIMENTO 1

triângulo e os  $S^{\Delta}$  a linha e o túnel escuro, o procedimento da Reversão 2 ocorreu como apresentado na tabela 1. As posições dos estímulos e os critérios de mudança de fase foram os mesmos descritos para o treino de discriminação. Passadas as reversões da discriminação, os sujeitos foram submetidos ao procedimento de Discriminação Condicional.

### 3.1.7 Discriminação Condicional

Nesta fase, a resposta de pressão à barra, acionava simultaneamente o estímulo condicional (SC) sonoro juntamente com os estímulos luminosos, linha vertical e triângulo. O estímulo sonoro podia ser constante ou pulsante, e foi alternado a cada bloco de 30 tentativas. As sessões foram programadas para durar 120 tentativas.

Durante a apresentação do som constante, apenas a resposta de *nose poken* ao túnel com o estímulo linha foi reforçada. Já, durante a apresentação do som pulsante, apenas a resposta de *nose poken* ao túnel com estímulo triângulo foi reforçada.

Para os animais submetidos ao *fading* do  $S^{\Delta}$ , quando a linha era o  $S^D$  o triângulo era introduzido gradualmente e quando triângulo era o  $S^D$  a linha era introduzida gradualmente. O critério de substituição das lâminas foi o mesmo utilizado para a discriminação simples, porém cada lâmina foi usada por, no máximo, cinco sessões. Durante a vigência do *fading*, as sessões foram divididas em dois blocos de 60 tentativas, com um estímulo visual sendo apresentado em intensidade máxima em cada bloco, respeitados os respectivos estímulos condicionais.

Os estímulos sonoros foram apresentados apenas no túnel central, já a localização dos estímulos visuais nas diversas tentativas foi aleatória, onde cada tentativa era iniciada com a resposta de pressão à barra e terminada com a resposta de *nose poken*.

## 3.2 Resultados

Os dados de peso corporal e medidas comportamentais foram submetidos ao teste de normalidade Kolmogorov-Smirnov, para a escolha das provas estatísticas adequadas (DANCEY; REIDY, 2006; SIEGEL; CASTELLAN, 2006).

Os dados de peso corporal das ratas mães foram submetidos à Análise de Variância (ANOVA) 2 X 4 (dieta X dias de lactação), com medidas repetidas para o fator dia.

A análise dos dados de peso corporal dos filhotes foi dividida em três etapas. No período de lactação, os pesos das ninhadas foram analisados por uma ANOVA 2 X 4 (dieta X dia),

## EXPERIMENTO 1

com medidas repetidas no fator dia. No período de pós-lactação, os pesos dos filhotes machos foram analisados por uma ANOVA 2 X 3 (dieta X dia), com medidas repetidas no fator dia. Já no período de recuperação nutricional, os pesos dos machos foram analisados por uma ANOVA 2 X 7 (dieta X dia), com medidas repetidas no fator dia. Quando necessário, o teste de Newman-Keuls foi empregado nas análises *post hoc*.

Os dados relativos ao número de sessões de treino para atingir o critério de aprendizagem, nas fases de discriminação, e reversões 1, 2 e 3 foram analisados por uma ANOVA 2 X 2 X 2 (dieta x fading x fase), com medidas repetidas no fator fase. Quando necessário, o teste de Newman-Keuls foi empregado nas análises *post hoc*.

Os dados de acertos por sessão nas fases de discriminação e reversões 1, 2 e 3, foram submetidos ao teste de *Kruskal-Wallis* (H) seguido por uma análise de comparação de 2 amostras independentes utilizando o teste de *Mann-Whitney* (U).

Na fase de discriminação condicional, os dados referentes aos acertos e ao intervalo entre tentativas (IET) foram analisados por uma ANOVA 2 x 2 x 49 (dieta x fading x sessão).

O nível de significância considerado em todas as análises foi  $p < 0,05$ . Para a análise de dados foi empregado o *software* STATISTICA 5.0.

### 3.2.1 Peso corporal – Ratas mães

Os pesos corporais das ratas mães foram registrados nos dias 0, 7, 14 e 21 do período de lactação. Com os pesos médios das ratas do grupo controle variando de  $411 \pm 21$ g no dia do nascimento das ninhadas até  $339,85 \pm 25$  no dia 21, final da terceira semana do período de lactação. Já os pesos médios das ratas mães desnutridas variaram de  $417,71 \pm 37,19$ g até  $253,22 \pm 26,32$ . Houve um efeito significativo do fator dieta [ $F_{(1, 11)} = 8,39$ ;  $p < 0,05$ ] com as ratas desnutridas apresentando uma perda de peso significativamente maior quando comparadas às ratas controles. Houve, também, um efeito do fator dia [ $F_{(3, 33)} = 139,78$ ;  $p < 0,05$ ] indicando que as ratas de ambos os grupos nutricionais perderam peso durante o período de lactação. Finalmente, houve um efeito de interação entre os fatores dieta e dias [ $F_{(3, 33)} = 24,0$ ;  $p < 0,05$ ], indicando ausência de diferenças nos pesos corporais entre as ratas desnutridas e controles nos dias 0 e 7 e um menor peso das ratas desnutridas quando comparadas às controles nos dias 14 e 21 do período da lactação (Figura 2).

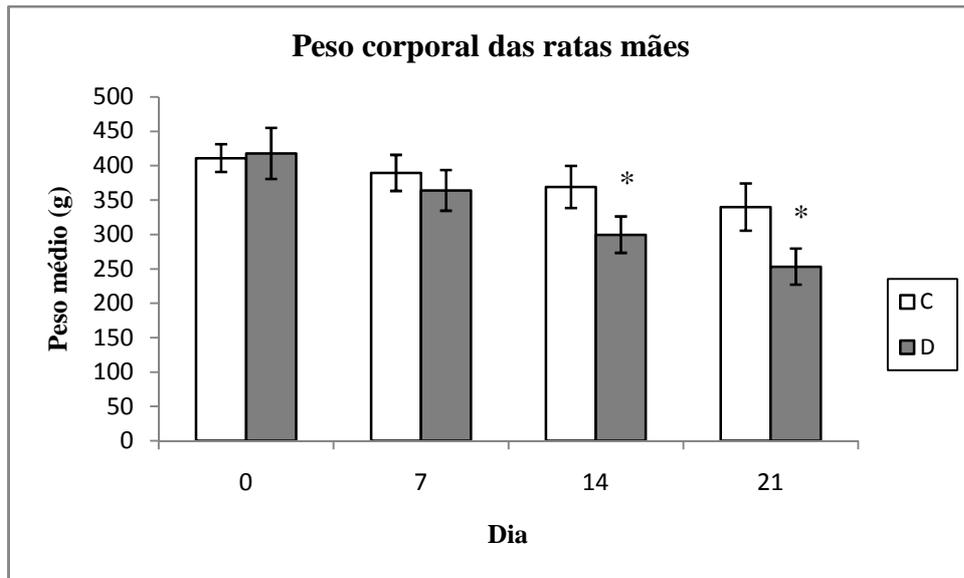


Figura 2. Peso corporal das ratas mães durante o período de lactação. Controles (C; n = 5) e Desnutridas (D; n = 8). As colunas indicam o peso médio e as barras de erro o desvio padrão.

### 3.2.2 Peso corporal – Lactação, pós-lactação e recuperação

A análise do peso corporal dos sujeitos experimentais foi dividida em três etapas, referentes aos períodos de lactação, pós-lactação e recuperação nutricional. Os pesos corporais dos ratos foram registrados nos dias 0 (nascimento das ninhadas), 7, 14 e 21 do período de lactação, nos dias 28 e 35 do período de pós-lactação e nos dias 42, 49, 56, 63, 70 e 77 do período de recuperação nutricional dos animais desnutridos. As análises do período de lactação referem-se aos pesos das ninhadas, já as análises dos períodos de pós-lactação e recuperação referem-se aos pesos dos indivíduos.

No período de lactação houve um efeito significativo do fator dieta [ $F_{(1, 11)} = 69,56$ ,  $p < 0,05$ ], com as ninhadas controles apresentando um ganho de peso significativamente maior do que as ninhadas desnutridas. Também houve um efeito do fator dia [ $F_{(3, 33)} = 78,4$ ,  $p < 0,05$ ], indicando que as ninhada de ambos os grupos nutricionais ganharam peso durante o período de lactação. Por fim, houve um efeito de interação entre os fatores dieta e dia [ $F_{(3, 33)} = 36,88$ ,  $p < 0,05$ ], mostrando ausência de diferenças nos pesos corporais médios entre as ninhadas desnutridas e controle nos dias 0 e 7, e um menor peso das ninhadas desnutridas quando comparadas às controles nos dias 14 e 21 do período de lactação (Figura 3).

## EXPERIMENTO 1

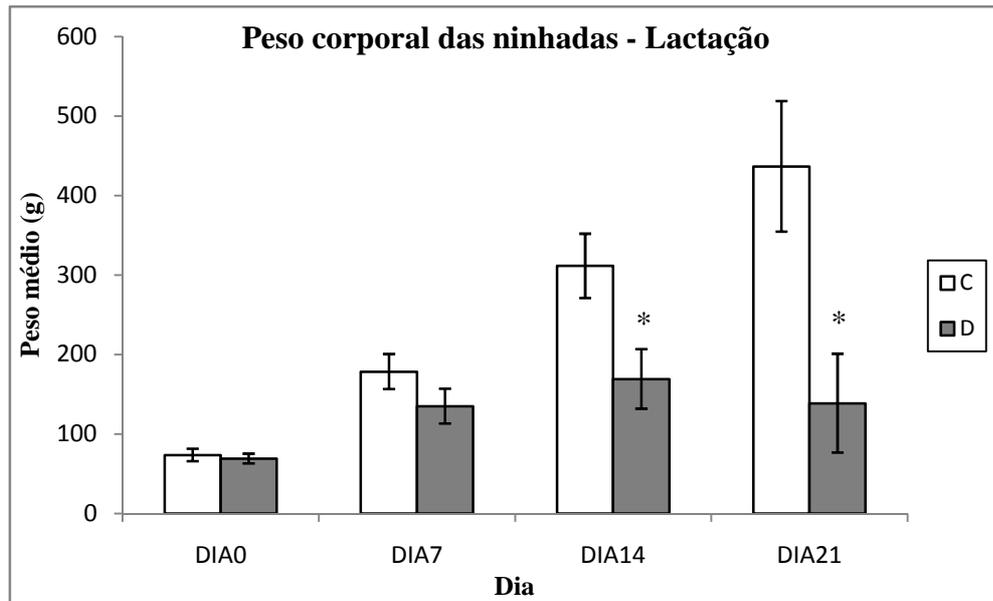


Figura 3. Peso corporal das ninhadas durante o período de lactação. Controles (C; n=5) e Desnutridas (D; n = 8). As colunas indicam o valor médio dos pesos e as barras de desvio padrão.

No período de pós-lactação, houve um efeito significativo do fator dieta [ $F_{(1, 36)} = 709,7$ ,  $p < 0,05$ ] com os animais controles apresentando um ganho de peso significativamente maior do que os animais desnutridos. Também houve um efeito significativo para o fator dia [ $F_{(2, 72)} = 505,1$ ,  $p < 0,05$ ], indicando que apenas os ratos controles apresentaram um ganho significativo de peso no período de pós-lactação. Por fim, houve um efeito de interação entre os fatores dieta e dia [ $F_{(2, 72)} = 417,7$ ,  $p < 0,05$ ], indicando diferenças significativas entre os pesos corporais médios dos animais controles e desnutridos durante todo o período de pós-lactação (Figura 4).

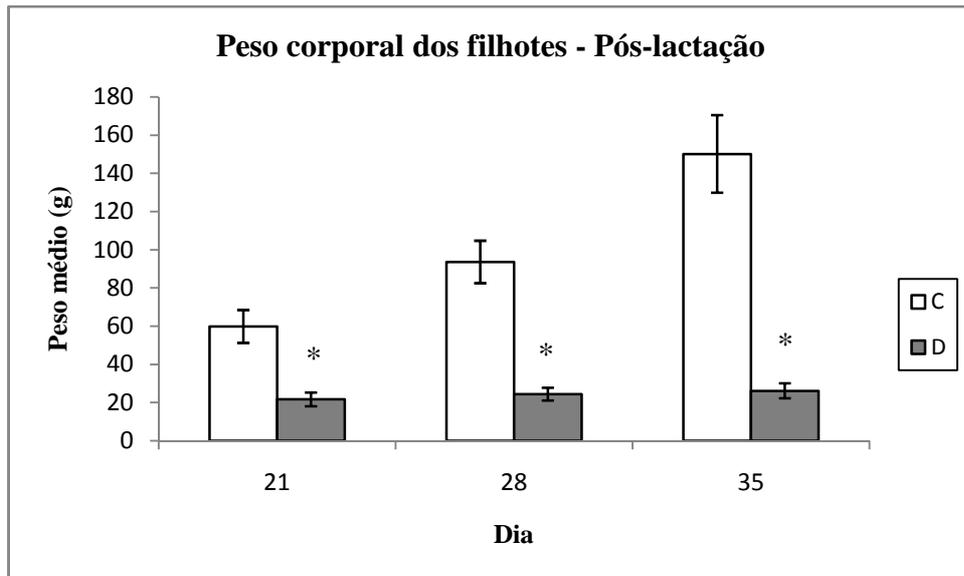


Figura 4. Peso corporal dos filhotes durante o período de lactação. Controles (C; n=19) e Desnutridas (D; n = 19). As colunas indicam o valor médio dos pesos e as barras de erro o desvio padrão.

Mesmo com a recuperação nutricional, o peso corporal médio dos animais que passaram por desnutrição não atingiu o peso corporal médio dos animais controles (Figura 5). Houve um efeito significativo do fator dieta [ $F_{(1, 36)} = 591,1$ ,  $p < 0,05$ ], com os animais controles apresentando um ganho de peso significativamente maior quando comparados aos animais desnutridos. Também houve um efeito do fator dia [ $F_{(6, 216)} = 1001,31$ ,  $p < 0,05$ ], indicando que os ratos de ambos os grupos nutricionais ganharam peso durante o período de recuperação nutricional. Finalmente, houve um efeito de interação entre os fatores dieta e dia [ $F_{(6, 216)} = 24,65$ ,  $p < 0,05$ ] indicando um menor peso dos ratos desnutridos, durante todo o período de recuperação nutricional, quando comparados aos controles (Figura 5).

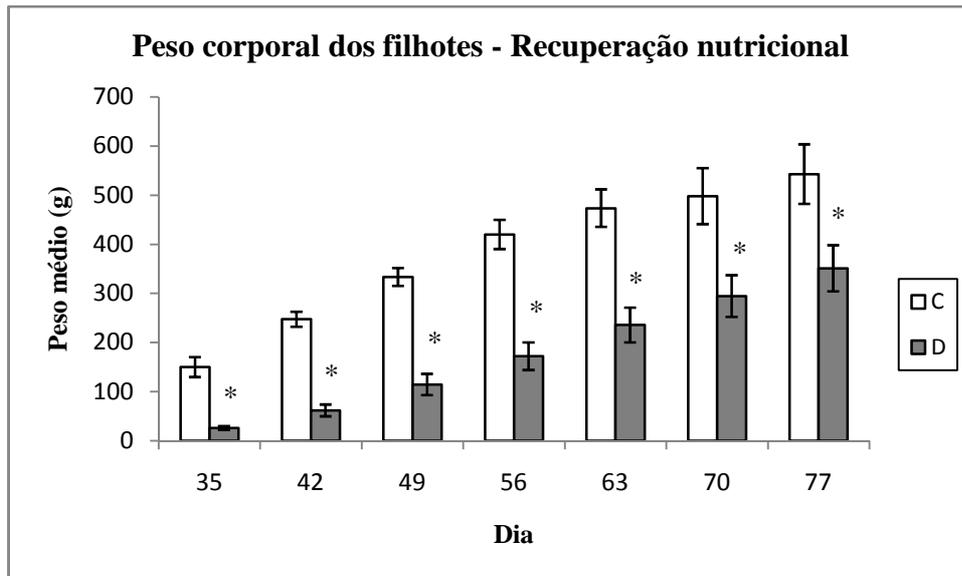


Figura 5. Peso corporal dos filhotes durante o período de recuperação nutricional. Controles (C; n=19) e Desnutridas (D; n = 19). As colunas indicam o valor médio dos pesos e as barras de erro o desvio padrão.

### 3.2.3 Número de sessões para atingir o critério de aprendizagem

Houve um efeito significativo do fator fading [ $F_{(1, 28)} = 54,9$ ,  $p < 0,05$ ], os animais dos grupos submetidos ao procedimento de fading necessitaram de um número de sessões de treino significativamente maior quando comparados aos animais dos grupos que não passaram pelo fading. Também houve efeito significativo do fator fase [ $F_{(1, 28)} = 134,8$ ,  $p < 0,05$ ], indicando que os ratos dos quatro grupos passaram por um número significativamente maior de sessões de treino na reversão 1, em comparação com a fase de discriminação e reversões 2 e 3, não houve diferenças quanto ao número de sessões entre a reversão 2 e a reversão 3. Não houve efeitos do fator dieta, nem para a interação entre os fatores dieta e fading, e dieta e fase (Figura 6). Houve efeito significativo para a interação entre os fatores fading e fase [ $F_{(3, 84)} = 3,85$ ,  $p < 0,05$ ], indicando que os animais que foram submetidos ao fading necessitaram de mais sessões de treino para atingir o critério de aprendizagem do que aqueles que não foram submetidos ao fading.

## EXPERIMENTO 1

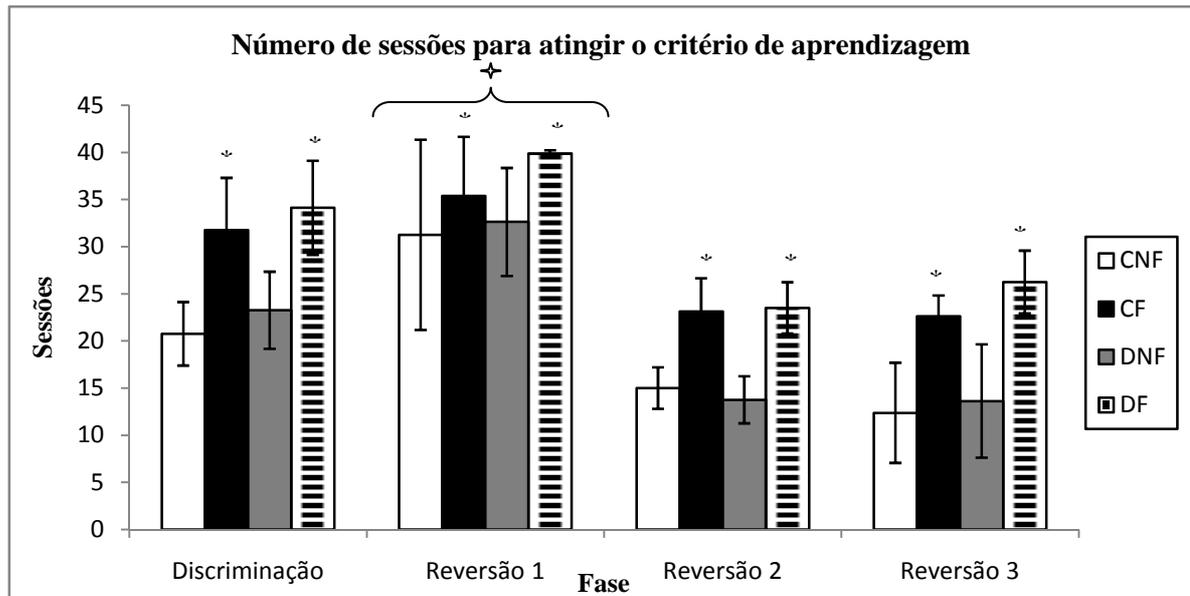


Figura 6. Número de sessões para atingir o critério de aprendizagem, nas fases de discriminação e reversões 1, 2 e 3. Grupos: a) CNF – animais controles não submetidos ao fading (n = 8); b) CF - animais controles submetidos ao fading (n = 8); c) DNF - animais desnutridos não submetidos ao fading (n = 8); d) DF - animais desnutridos submetidos ao fading (n = 8). As colunas indicam o número médio de sessões de treino e as barras de erro o desvio padrão.

### 3.2.4 Acertos no treino de discriminação

Foram tomados na análise os acertos dos grupos nas sessões 1 a 18, por haver o mesmo número de indivíduos (n = 8) por grupo.

O teste de *Kruskal-Wallis* indicou haver diferenças entre grupos, das sessões 1 [ $H_{(3)} = 23,96$ ,  $p < 0,05$ ] a 16 [ $H_{(3)} = 12,09$ ,  $p < 0,05$ ] e 18 [ $H_{(3)} = 8,1$ ,  $p < 0,05$ ]. Houve um aumento gradual do número médio de acertos por sessão dos animais dos grupos controle (CNF) e desnutrido (DNF) não submetidos ao fading (Figura 7). As médias de acertos variaram entre  $53 \pm 12$  para o grupo CNF e  $52 \pm 11$  para o grupo DNF na primeira sessão, até  $85 \pm 20$  acertos para o grupo CNF e  $83 \pm 20$  acertos para o grupo DNF, na sessão 18. Não houve efeito significativo para o fator nutrição.

Houve efeito significativo do fator fading, das sessões 1 a 15, com os grupos controle (CF) e desnutrido (DF) submetidos ao fading apresentando média de acertos superior a 113 [ $U = 0$ ,  $p < 0,05$ ]. Na sessão 16 a média de acertos do grupo CF caiu para  $62 \pm 6$ , enquanto a do grupo DF caiu para  $71 \pm 20$  acertos. Nas sessões 16 [ $U = 36,5$ ,  $p < 0,05$ ] e 18 [ $U = 54$ ,  $p < 0,05$ ] o número de acertos dos animais não submetidos ao procedimento de fading foi significativamente maior do que dos animais que passaram pelo fading. A partir da sessão 16, os grupos CF e DF apresentaram curvas de aprendizagem semelhantes às curvas dos grupos

## EXPERIMENTO 1

CNF e DNF, com aumento gradual do número médio de acertos por sessão e com o treino se estendendo até a sessão 40.

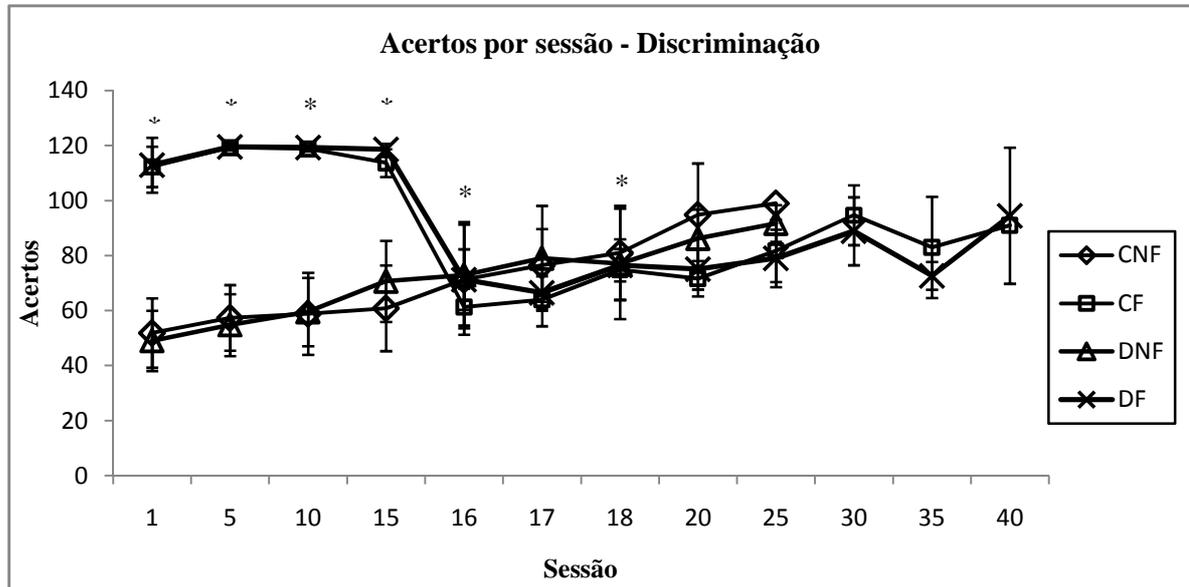


Figura 7. Acertos por sessão na discriminação. Grupos: a) CNF – animais controles não submetidos ao fading (n = 8); b) CF - animais controles submetidos ao fading (n = 8); c) DNF - animais desnutridos não submetidos ao fading (n = 8); d) DF - animais desnutridos submetidos ao fading (n = 8). As linhas indicam o valor médio dos pesos e as barras de erro o desvio padrão.

### 3.2.5 Acertos na reversão 1

Assim como no treino de discriminação, foram tomados na análise os acertos dos grupos nas sessões 1 a 18, por haver o mesmo número de indivíduos (n = 8) por grupo.

O teste de *Kruskal-Wallis* indicou haver diferenças significativas de desempenho entre os grupos, da sessão 1 [ $H_{(3)} = 28,52$ ,  $p < 0,05$ ] a 18 [ $H_{(3)} = 5,85$ ,  $p < 0,05$ ]. Houve um aumento gradual do número médio de acertos por sessão dos animais dos grupos controle (CNF) e desnutrido (DNF) não submetidos ao fading (Figura 8). As médias de acertos variaram entre  $40 \pm 11$  para o grupo CNF e  $47 \pm 15$  para o grupo DNF na primeira sessão, e  $80 \pm 22$  acertos para o grupo CNF e  $73 \pm 11$  para o grupo DNF, na sessão 18. Não houve efeito significativo para o fator nutrição.

Houve efeito significativo do fator fading, das sessões 1 a 18, com os grupos controle (CF) e desnutrido (DF) submetidos ao fading apresentando média de acertos superior a 108 [ $U = 0$ ,  $p < 0,05$ ], da sessão 1 a 15. Na sessão 16 a média de acertos do grupo CF caiu para  $60 \pm 20$ , enquanto a do grupo DF caiu para  $59 \pm 8$  acertos. Nas sessões 16 [ $U = 55$ ,  $p < 0,05$ ], 17 [ $U = 84,5$ ,  $p < 0,03$ ] e 18 [ $U = 99,5$ ,  $p < 0,05$ ] o número de acertos dos animais não submetidos

## EXPERIMENTO 1

ao procedimento de fading foi significativamente maior do que dos animais que passaram pelo fading. A partir da sessão 16, os grupos CF e DF apresentaram curvas de aprendizagem semelhantes às curvas dos grupos CNF e DNF, com aumento gradual do número médio de acertos por sessão e com o treino se estendendo até a sessão 40 (Figura 8).

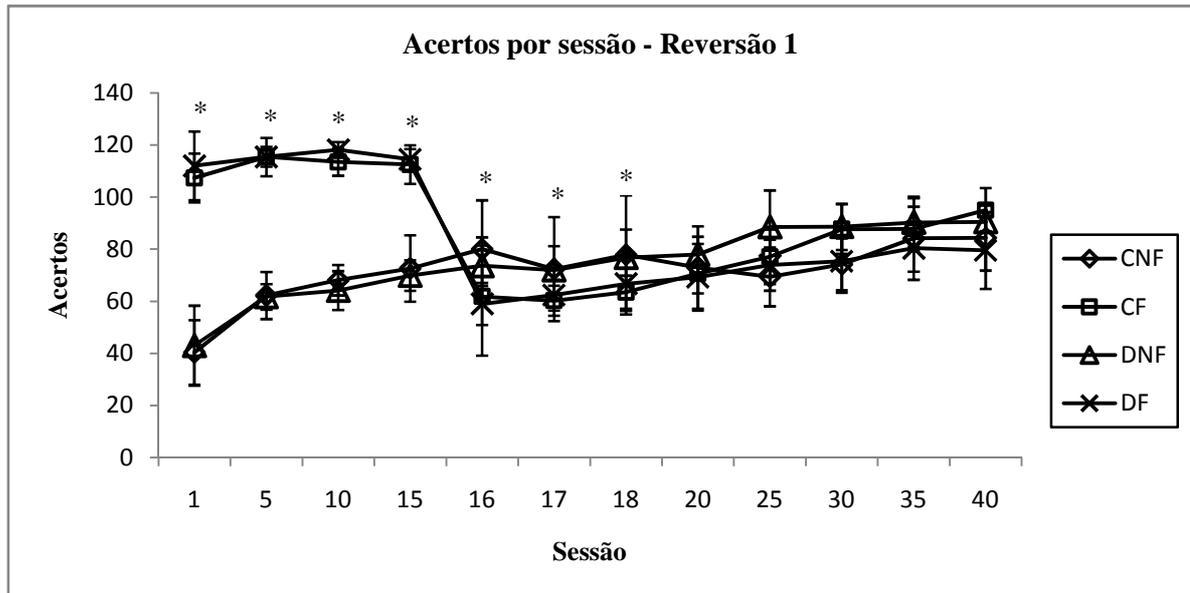


Figura 8. Acertos por sessão na reversão 1. Grupos: a) CNF – animais controles não submetidos ao fading (n = 8); b) CF - animais controles submetidos ao fading (n = 8); c) DNF - animais desnutridos não submetidos ao fading (n = 8); d) DF - animais desnutridos submetidos ao fading (n = 8). As linhas indicam o valor médio dos pesos e as barras de erro o desvio padrão.

### 3.2.6 Acertos na reversão 2

Foram analisados os acertos nas sessões 1 a 11, por haver 8 indivíduos por grupo.

O teste de *Kruskal-Wallis* indicou haver diferenças significativas de desempenho entre os grupos, da sessão 1 [ $H_{(3)} = 23,51$ ,  $p < 0,05$ ] a 11 [ $H_{(3)} = 15,42$ ,  $p < 0,05$ ]. Houve um aumento gradual do número médio de acertos por sessão dos animais dos grupos controle (CNF) e desnutrido (DNF) não submetidos ao fading (Figura 9). As médias de acertos variaram entre  $52,25 \pm 5,85$  para o grupo CNF e  $54,5 \pm 5,58$  para o grupo DNF na primeira sessão, e  $83,87 \pm 20,26$  acertos para o grupo CNF e  $95,71 \pm 8,65$  para o grupo DNF, na sessão 11. Não houve efeito significativo para o fator nutrição.

Houve efeito significativo do fator fading, das sessões 1 a 11, com os grupos controle (CF) e desnutrido (DF) submetidos ao fading apresentando média de acertos superior a 109, da sessão 1 [ $U = 0$ ,  $p < 0,05$ ] até a sessão 11 [ $U = 21,5$ ,  $p < 0,05$ ]. Na sessão 16 a média de acertos do grupo CF caiu para  $63,37 \pm 8,75$ , enquanto a do grupo DF caiu para  $60,87 \pm 7,16$

## EXPERIMENTO 1

acertos. A partir da sessão 16, os grupos CF e DF apresentaram curvas de aprendizagem semelhantes às curvas dos grupos CNF e DNF, com aumento gradual do número médio de acertos por sessão (Figura 9).

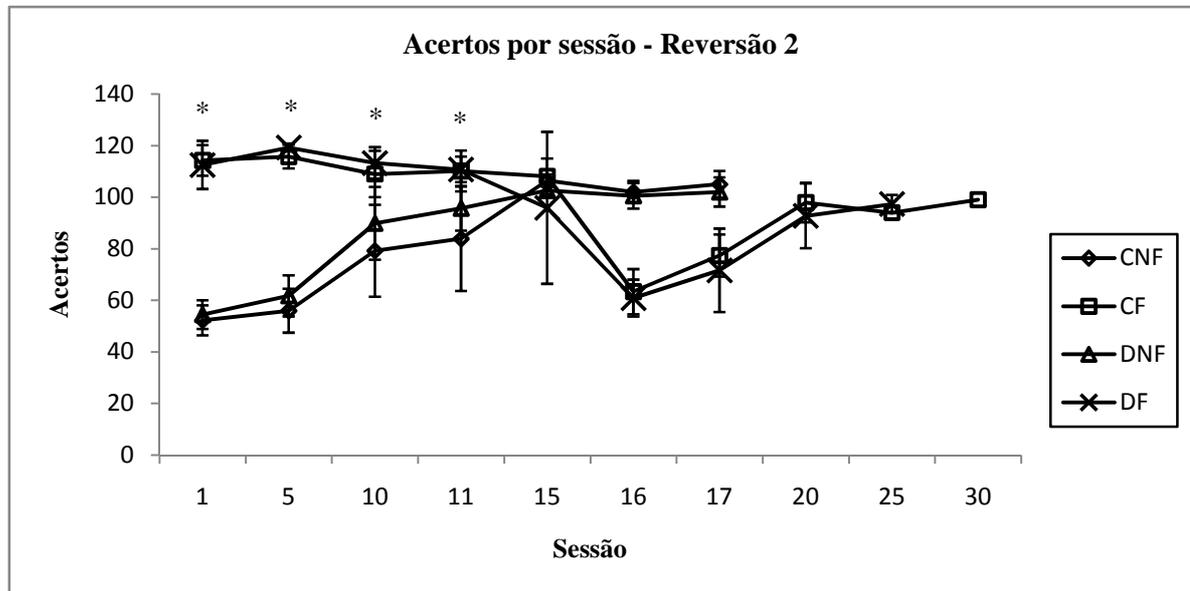


Figura 9. Acertos por sessão na reversão 2. Grupos: a) CNF – animais controles não submetidos ao fading (n = 8); b) CF - animais controles submetidos ao fading (n = 8); c) DNF - animais desnutridos não submetidos ao fading (n = 8); d) DF - animais desnutridos submetidos ao fading (n = 8). As linhas indicam o valor médio dos pesos e as barras de erro o desvio padrão.

### 3.2.7 Acertos na reversão 3

Foram analisados os acertos nas sessões 1 a 9, por haver 8 indivíduos por grupo.

O teste de *Kruskal-Wallis* indicou haver diferenças significativas de desempenho entre os grupos, da sessão 1 [ $H_{(3)} = 23,74$ ,  $p < 0,05$ ] a 9 [ $H_{(3)} = 22,14$ ,  $p < 0,05$ ]. Houve um aumento gradual do número médio de acertos por sessão dos animais dos grupos controle (CNF) e desnutrido (DNF) não submetidos ao fading (Figura 10). As médias de acertos variaram entre  $55,12 \pm 5,19$  para o grupo CNF e  $53,62 \pm 10,42$  para o grupo DNF na primeira sessão, e  $97 \pm 10,88$  acertos para o grupo CNF e  $95 \pm 9,56$  para o grupo DNF, na sessão 9. Não houve efeito significativo para o fator nutrição.

Houve efeito significativo do fator fading, das sessões 1 a 9, com os grupos controle (CF) e desnutrido (DF) submetidos ao fading apresentando média de acertos superior a 101, da sessão 1 [ $U = 0$ ,  $p < 0,05$ ] até a sessão 9 [ $U = 0$ ,  $p < 0,05$ ]. Na sessão 16 a média de acertos do grupo CF caiu para  $56,22 \pm 16,41$ , enquanto a do grupo DF caiu para  $63,25 \pm 8,6$  acertos. A partir da sessão 16, os grupos CF e DF apresentaram curvas de aprendizagem semelhantes às

## EXPERIMENTO 1

curvas dos grupos CNF e DNF, com aumento gradual do número médio de acertos por sessão (Figura 10).

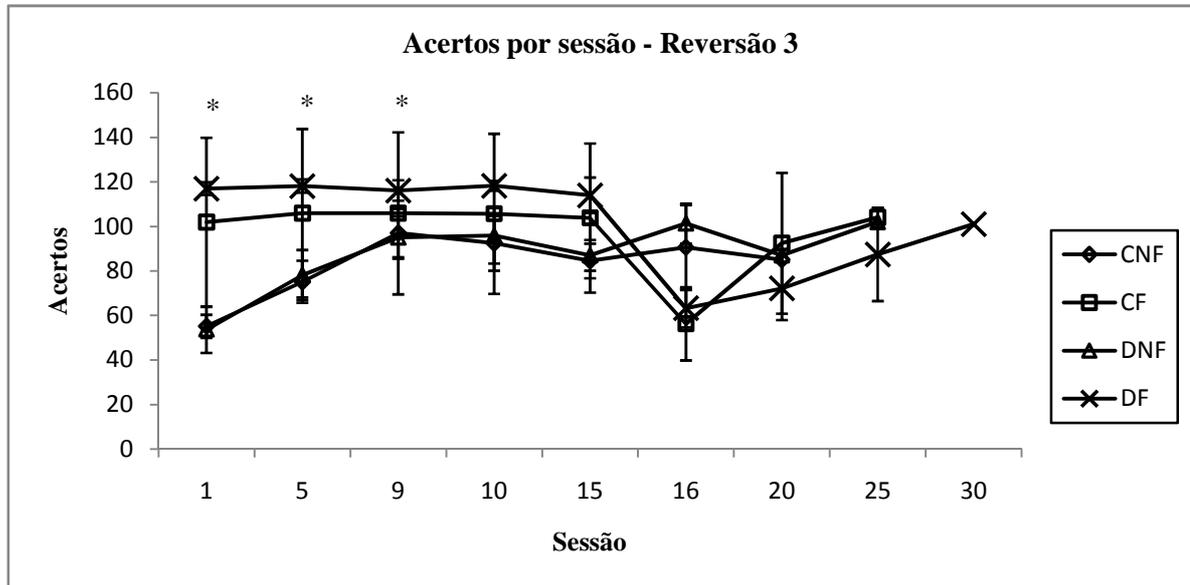


Figura 10. Acertos por sessão na reversão 3. Grupos: a) CNF – animais controles não submetidos fading (n = 8); b) CF - animais controles submetidos ao fading (n = 8); c) DNF - animais desnutridos não submetidos ao fading (n = 8); d) DF - animais desnutridos submetidos ao fading (n = 8). As linhas indicam o valor médio dos pesos e as barras de erro o desvio padrão.

### 3.2.8 Acertos na discriminação condicional

Houve um efeito significativo do fator fading [ $F_{(1, 28)} = 789,32$ ,  $p < 0,05$ ], os animais dos grupos submetidos ao procedimento de fading apresentaram média de acertos maior quando comparados aos animais dos grupos que não passaram pelo fading. Também houve efeito significativo do fator sessão [ $F_{(48, 1344)} = 104,1$ ,  $p < 0,05$ ], com a média de acertos das sessões 1 a 15 tendo sido maior do que as demais.

Com efeito significativo da interação entre os fatores dieta e sessão [ $F_{(48, 1344)} = 1,92$ ,  $p < 0,05$ ], os animais dos grupos controles apresentaram maior média de acertos entre as sessões 1 e 15, quando comparadas com as sessões 16 a 49 dos animais dos grupos controles e desnutridos. Os animais desnutridos também apresentaram maior média de acertos entre as sessões 1 e 15, quando comparadas com as sessões 16 a 49 dos animais dos grupos controles e desnutridos (Figura 11). Não houve diferenças estatisticamente significativas de acertos das sessões 1 a 15 entre controles e desnutridos, bem como das sessões 16 a 49.

Também houve efeito significativo da interação entre os fatores fading e sessão [ $F_{(48, 1344)} = 105,84$ ,  $p < 0,05$ ]. Os animais submetidos ao fading apresentaram maiores médias de acertos

## EXPERIMENTO 1

das sessões 1 a 15, do que as sessões 16 a 49, também apresentaram maiores médias de acertos do que todas as sessões dos animais não submetidos ao fading. Por fim, também houve efeito significativo da interação entre os fatores dieta x fading x sessão [ $F_{(48, 1344)} = 1,39, p < 0,05$ ], na qual apenas as sessões 1 a 15 dos animais submetidos ao fading apresentaram médias de acertos estatisticamente maiores do que as sessões 16 a 49 dos mesmos grupos, e maiores do que as médias de acertos de todas as sessões dos grupos não submetidos ao fading (Figura 11).

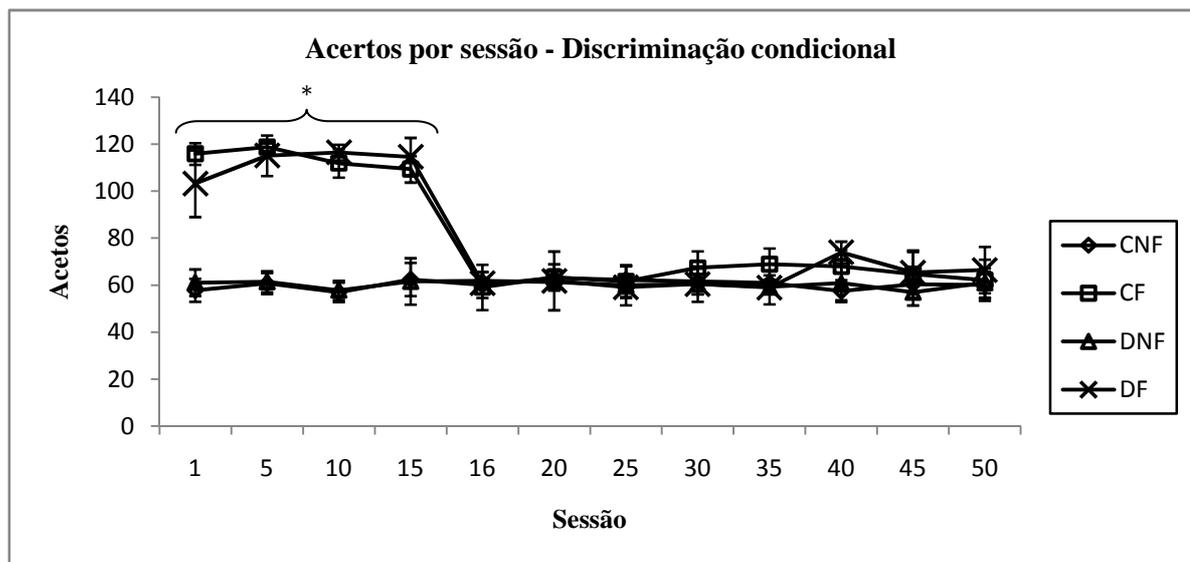


Figura 11. Acertos por sessão na discriminação condicional. Grupos: a) CNF – animais controles não submetidos ao fading (n = 8); b) CF - animais controles submetidos ao fading (n = 8); c) DNF - animais desnutridos não submetidos ao fading (n = 8); d) DF - animais desnutridos submetidos ao fading (n = 8). As linhas indicam o valor médio dos pesos e as barras de erro o desvio padrão.

### 3.2.9 Intervalo Entre Tentativas na discriminação condicional

Houve um efeito significativo do fator dieta [ $F_{(1, 28)} = 11,79, p < 0,05$ ], com os animais dos grupos desnutridos tendo apresentado IET médio menor quando comparados aos animais dos grupos controles. Também houve um efeito significativo do fator fading [ $F_{(1, 28)} = 4,68, p < 0,05$ ], os animais submetidos ao fading apresentaram IET médio estatisticamente maior do que os animais não submetidos ao fading (Figura 12).

Houve efeito significativo da interação entre os fatores dieta e sessão [ $F_{(48, 1344)} = 2,33, p < 0,05$ ], os animais dos grupos controles tendo apresentado IET médio nas sessões 9, 11, 30, 35, 36 e 46 superior ao IET médio dos animais desnutridos em quase todas as sessões. Também houve efeito significativo da interação entre os fatores fading e sessão [ $F_{(48, 1344)} = 3,11, p < 0,05$ ], na qual os animais submetidos ao fading apresentaram IET médio superior aos

## EXPERIMENTO 1

animais não submetidos ao fading entre as sessões 1 e 15 (Figura 12). Por fim, houve efeito significativo para a interação entre os fatores dieta, fading e sessão [ $F_{(48, 1344)} = 1,64, p < 0,05$ ], com os animais do grupo CF tendo apresentado IET médio superior aos animais dos demais grupos entre as sessões 8 e 15. Já entre as sessões 44 e 50, o IET médio do grupo CF só foi estatisticamente superior ao IET médio dos animais desnutridos (Figura 12). Não houve efeitos significativos para o fator sessão, nem para a interação nutrição x fading.

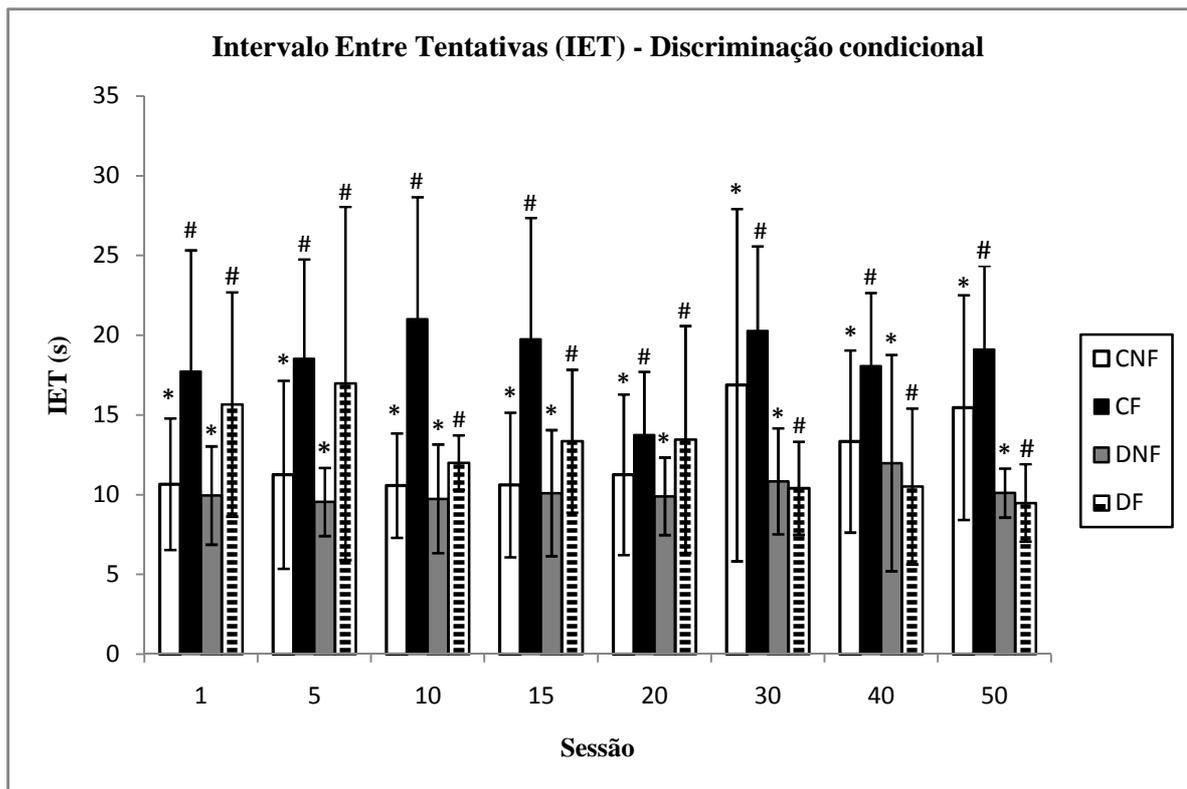


Figura 12. Intervalos Entre Tentativas (IET) na discriminação condicional. Grupos: a) CNF – animais controles não submetidos ao fading (n = 8); b) CF - animais controles submetidos ao fading (n = 8); c) DNF - animais desnutridos não submetidos ao fading (n = 8); d) DF - animais desnutridos submetidos ao fading (n = 8). As linhas indicam o valor médio dos pesos e as barras de erro o desvio padrão.

## **4 EXPERIMENTO 2**

---

## EXPERIMENTO 2

**4.1 Método****4.1.1 Sujeitos, equipamentos e dietas**

Neste experimento foram empregados 18 sujeitos experimentais obtidos da mesma forma que no experimento um, assim como os mesmos equipamentos e procedimento geral.

Quanto à condição nutricional, os animais foram mantidos apenas com a dieta controle (C), nos períodos de lactação e pós-lactação, a mesma utilizada no Experimento 1. Já a partir dos 36 dias de idade, os animais passaram a receber dieta comercial (Ração Comercial, Nuvilab, da Nuvital, Colombo, PR).

**4.1.2 Discriminação simples**

## Procedimento inicial

Os animais foram divididos em 2 grupos, com 9 indivíduos em cada grupo. Todos foram submetidos ao mesmo procedimento inicial empregado no experimento um.

## Treino de discriminação

Os animais passaram pelo mesmo treino de discriminação utilizado no experimento um, mas foram submetidos ao emprego do procedimento de correção das tentativas (Tabela 2). No procedimento de correção de tentativas sucessivas, a disposição dos estímulos visuais nos túneis repetia a disposição apresentada na tentativa imediatamente anterior, caso esta tivesse sido encerrada com uma resposta incorreta. Tentativas terminadas com uma resposta correta não geravam a repetição da mesma apresentação dos estímulos na tentativa seguinte.

O procedimento de fading foi o mesmo empregado o experimento um.

Tabela 2: Condições de apresentação dos estímulos no treino de discriminação.

GRUPO	$S^D$	$S^\Delta$	<i>Fading in</i> do $S^\Delta$	Correção
5	Linha vertical	Triângulo e sem estímulo	Não	Sim
6	Linha vertical	Triângulo e sem estímulo	Sim	Sim

## EXPERIMENTO 2

### 4.1.3 Reversão da discriminação, discriminação condicional

Neste experimento, foram empregados os mesmos procedimentos de reversão da discriminação e de estabelecimento da discriminação condicional utilizados no experimento um.

Na etapa da discriminação condicional, o emprego do procedimento de correção não impedia a alternância entre os blocos, assim, se ao chegar na 30ª tentativa de um bloco o animal emitisse uma resposta errada, a próxima tentativa seria a primeira do bloco com outro estímulo condicional e não a repetição do estímulo anterior.

O procedimento de fading foi o mesmo empregado o experimento um.

## 4.2 Resultados

Os dados foram submetidos ao teste de normalidade Kolmogorov-Smirnov, para a escolha das provas estatísticas adequadas (DANCEY; REIDY, 2006; SIEGEL; CASTELLAN, 2006).

Os dados relativos ao número de sessões de treino para atingir o critério de aprendizagem, nas fases de discriminação e reversões 1, 2 e 3 foram analisados por uma ANOVA 2 X 2 X 2 (fading x correção x fase), com medidas repetidas no fator fase. Quando necessário, o teste de Newman-Keuls foi empregado nas análises *post hoc*.

Os dados de acertos por sessão nas fases de discriminação e reversões 1, 2 e 3 foram submetidos ao teste de *Kruskal-Wallis* (H) seguido por uma análise de comparação de 2 amostras independentes utilizando o teste de *Mann-Whitney* (U).

Na fase de discriminação condicional os dados referentes aos acertos e ao intervalo entre tentativas (IET) foram analisados por uma ANOVA 2 x 2 x 49 (fading x correção x sessão).

O nível de significância considerado em todas as análises foi  $p < 0,05$ . Para a análise de dados foi empregado o *software* STATISTICA 5.0.

### 4.2.1 Número de sessões para atingir o critério de aprendizagem

Neste experimento, os animais do grupo CNF (Controle Não submetido ao Fading) e os animais do grupo CF (Controle submetido ao Fading, mas não à correção) foram os mesmos utilizados no experimento 1.

Houve efeito significativo do fator fading [ $F_{(1, 32)} = 65,79$ ,  $p < 0,05$ ], com os animais submetidos ao fading tendo necessitado de um número significativamente maior de

## EXPERIMENTO 2

sessões de treino para atingir o critério de aprendizagem, quando comparado aos animais não submetidos ao fading. Também houve efeito significativo do fator fase [ $F_{(3, 96)} = 98,68$ ,  $p < 0,05$ ], indicando que os animais dos quatro grupos precisaram de um número significativo maior de sessões de treino na fase de reversão 1, quando comparados à fase de discriminação e demais reversões. Não houve diferença significativa entre as reversões 2 e 3, nem entre estas e a fase de discriminação (Figura 13). Houve efeito significativo da interação entre os fatores fading e fase [ $F_{(3, 96)} = 5,43$ ,  $p < 0,05$ ], indicando que os animais que foram submetidos ao fading necessitaram de mais sessões de treino para atingir o critério de aprendizagem do que aqueles que não foram submetidos ao fading. Por fim, houve efeito significativo da interação entre os fatores correção e fase [ $F_{(3, 96)} = 3,93$ ,  $p < 0,05$ ], os animais submetidos à correção precisaram de menos sessões de treino na fase de discriminação do que os animais não submetidos à correção, e não houve diferenças estatisticamente significativas entre a quantidade de sessões de treino entre os quatro grupos nas fases de reversão 1, 2 e 3 (Figura 13).

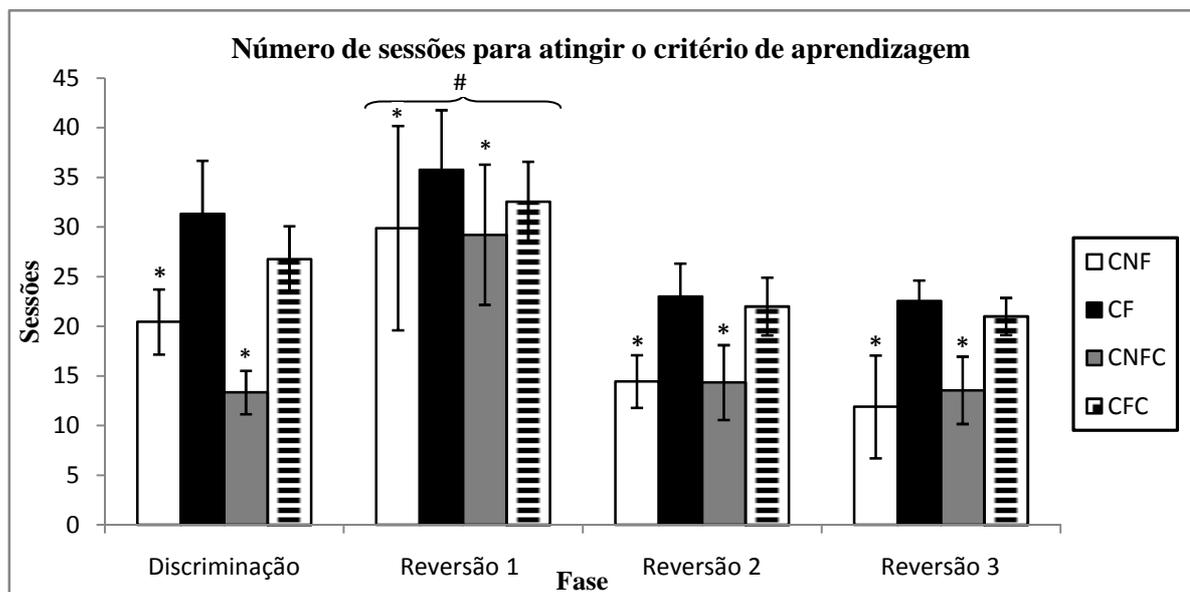


Figura 13. Número de sessões para atingir o critério de aprendizagem, nas fases de discriminação e reversões 1, 2 e 3. Grupos: a) CNF – animais controles não submetidos à correção ou ao fading; b) CF - animais controles submetidos ao fading, mas não à correção; c) CNFC - animais controles submetidos à correção, mas não ao fading; d) CFC - animais controles submetidos à correção e ao fading. As colunas indicam o número médio de sessões de treino e as barras de erro o desvio padrão.

#### 4.2.2 Acertos no treino de discriminação

Os animais do grupo controle não submetidos à correção e ao fading (CNF) e os animais do grupo controle submetidos ao fading, mas não à correção (CF) são os mesmos utilizados

## EXPERIMENTO 2

no experimento 1. Foram tomados na análise os acertos dos grupos nas sessões 1 a 11, por haver o mesmo número de indivíduos ( $n = 9$ ) por grupo.

O teste de *Kruskal-Wallis* indicou haver diferenças significativas de desempenho entre os grupos, da sessão 1 [ $H_{(3)} = 28,12$ ,  $p < 0,05$ ] a 11 [ $H_{(3)} = 28,96$ ,  $p < 0,05$ ]. Houve um aumento gradual do número de acertos por sessão dos animais do grupo controle submetido à correção, mas não ao fading (CNFC), com média de acertos variando entre  $68 \pm 9$  na sessão um, e  $99 \pm 3$  na sessão 11 (Figura 14). Com desempenho semelhante ao grupo CF entre as sessões 1 e 15, a média de acertos dos animais do grupo controle submetido à correção e ao fading (CFC) variou de entre  $114 \pm 6$  e  $118 \pm 3$ . Não houve efeito significativo para o fator correção.

O teste de Mann-Whitney indicou haver efeito significativo para o fator fading da sessão 1 a 8 [ $U = 0$ ,  $p < 0,05$ ], na sessão 9 [ $U = 2$ ,  $p < 0,05$ ] e nas sessões 10 e 11 [ $U = 0$ ,  $p < 0,05$ ], com os grupos submetidos ao fading apresentando média de acertos significativamente maior dos que os grupos não submetidos ao fading. A partir da sessão 16 os animais do grupo CFC apresentaram curvas de aprendizagem semelhantes aquelas apresentadas pelos animais dos grupos CNF e CNFC, mas necessitaram de menos sessões que os animais do grupo CF para terminarem o treino de discriminação (Figura 14).

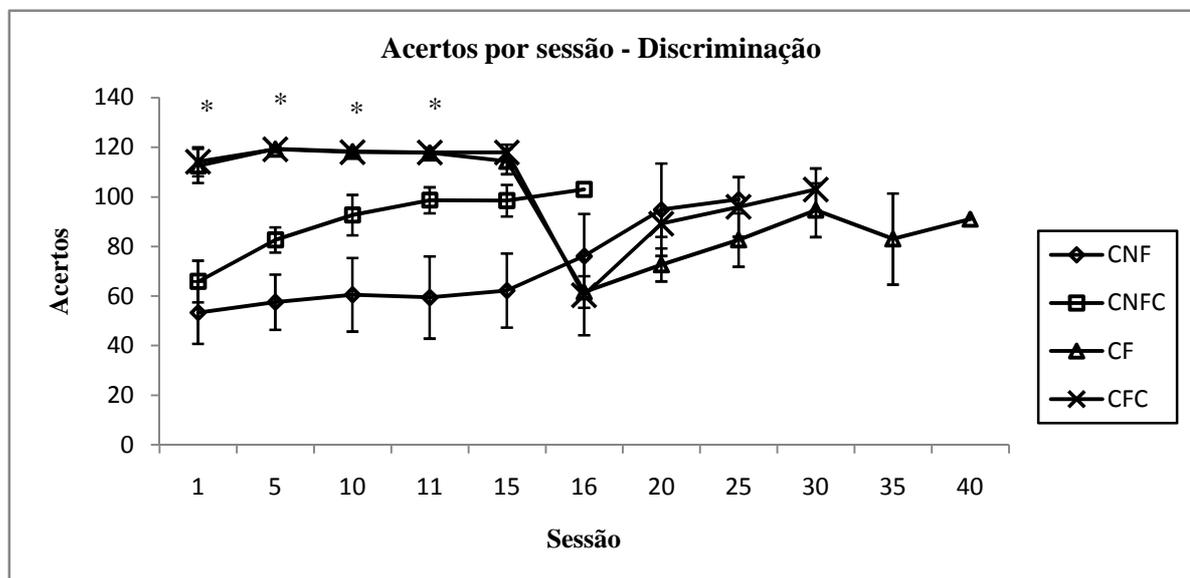


Figura 14. Acertos por sessão na discriminação. Grupos: a) CNF – animais controles não submetidos à correção ou ao fading ( $n = 9$ ); b) CF - animais controles submetidos ao fading mas não à correção ( $n = 9$ ); c) CNFC - animais controles submetidos à correção mas não ao fading ( $n = 9$ ); d) CFC - animais controles submetidos à correção e ao fading ( $n = 9$ ). As linhas indicam o valor médio dos pesos e as barras de erro o desvio padrão.

## EXPERIMENTO 2

**4.2.3 Acertos na reversão 1**

Diferente do treino de discriminação foram tomados nesta análise os acertos dos grupos nas sessões 1 a 18, por haver o mesmo número de indivíduos ( $n = 9$ ) por grupo.

O teste *Kruskal-Wallis* indicou haver diferenças significativas de desempenho entre os grupos da sessão 1 [ $H(3) = 29,34$ ,  $p < 0,05$ ] a sessão 15 [ $H(3) = 26,75$ ,  $p < 0,05$ ], bem como nas sessões 17 [ $H(3) = 14,38$ ,  $p < 0,05$ ] e 18 [ $H(3) = 12,94$ ,  $p < 0,05$ ]. Houve um aumento gradual do número médio de acertos por sessão dos animais do grupo controle submetidos à correção, mas não ao fading (CNFC), com média de acertos variando entre  $68 \pm 9$  na primeira sessão e  $87 \pm 7$  na sessão 21 (Figura 15). Os animais do grupo controle submetidos à correção e ao fading (CFC) apresentaram média de acertos superior a 114 acertos entre as sessões 1 e 15. Na sessão 16 a média de acertos do grupo CFC caiu para  $60 \pm 16$ .

O teste de Mann-Whitney indicou haver efeito significativo para o fator correção nas sessões 16 [ $U = 98$ ,  $p < 0,05$ ], 17 [ $U = 74,5$ ,  $p < 0,05$ ] e 18 [ $U = 79$ ,  $p < 0,05$ ], com os animais dos grupos submetidos à correção apresentando média de acertos significativamente maior do que os animais não submetidos à correção. Também houve efeito significativo do fator fading, da sessão 1 [ $U = 0$ ,  $p < 0,05$ ] a 15 [ $U = 0$ ,  $p < 0,05$ ], com os animais submetidos ao fading apresentando um número de acertos significativamente maior em comparação aos animais não submetidos ao fading. A partir da sessão 16, o grupo CFC apresentou curva de aprendizagem semelhante às curvas dos grupos CNF e CNFC, com aumento gradual do número médio de acertos por sessão e com o treino se estendendo até a sessão 40. Os animais do grupo CNFC passaram por, pelo menos, 21 sessões na primeira reversão, já os animais do grupo CFC passaram por 28 sessões (Figura 15).

## EXPERIMENTO 2

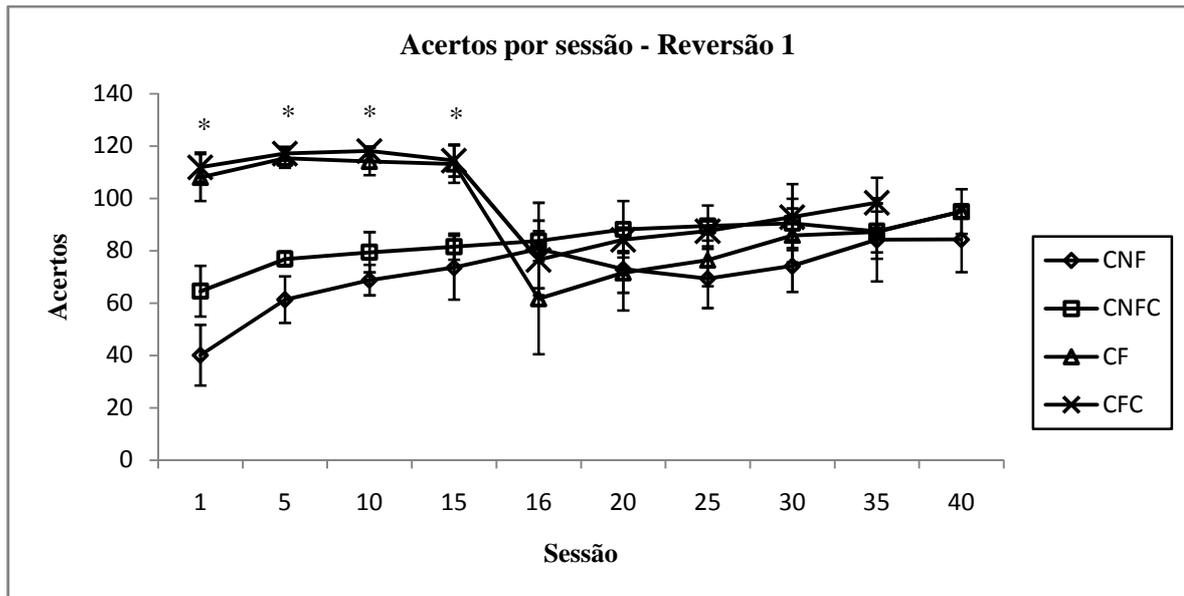


Figura 15. Acertos por sessão na reversão 1. Grupos: a) CNF – animais controles não submetidos à correção ou ao fading; b) CF - animais controles submetidos ao fading mas não à correção; c) CNFC - animais controles submetidos à correção mas não ao fading; d) CFC - animais controles submetidos à correção e ao fading. As linhas indicam o valor médio dos pesos e as barras de erro o desvio padrão.

#### 4.2.4 Acertos na reversão 2

Foram tomados nesta análise os acertos dos grupos nas sessões 1 a 12, por haver 9 indivíduos por grupo.

O teste *Kruskal-Wallis* indicou haver diferenças significativas de desempenho entre os grupos da sessão 1 [ $H(3) = 29,52$ ,  $p < 0,05$ ] a sessão 12 [ $H(3) = 21,5$ ,  $p < 0,05$ ]. Houve um aumento gradual do número médio de acertos por sessão dos animais do grupo controle submetidos à correção, mas não ao fading (CNFC), com média de acertos variando entre  $67 \pm 6$  na primeira sessão e  $90,89 \pm 9$  na sessão 21 (Figura 16). Os animais do grupo controle submetidos à correção e ao fading (CFC) apresentaram média de acertos superior a 109 acertos entre as sessões 1 e 15. Na sessão 16 a média de acertos do grupo CFC caiu para  $76,4 \pm 6,56$ .

Houve efeito significativo do fator fading, da sessão 1 [ $U = 0$ ,  $p < 0,05$ ] a 12 [ $U = 13$ ,  $p < 0,05$ ], com os animais submetidos ao fading apresentando um número de acertos significativamente maior em comparação aos animais não submetidos ao fading. A partir da sessão 16, o grupo CFC apresentou curva de aprendizagem semelhante às curvas dos grupos CNF e CNFC, com aumento gradual do número médio de acertos por sessão (Figura 16).

## EXPERIMENTO 2

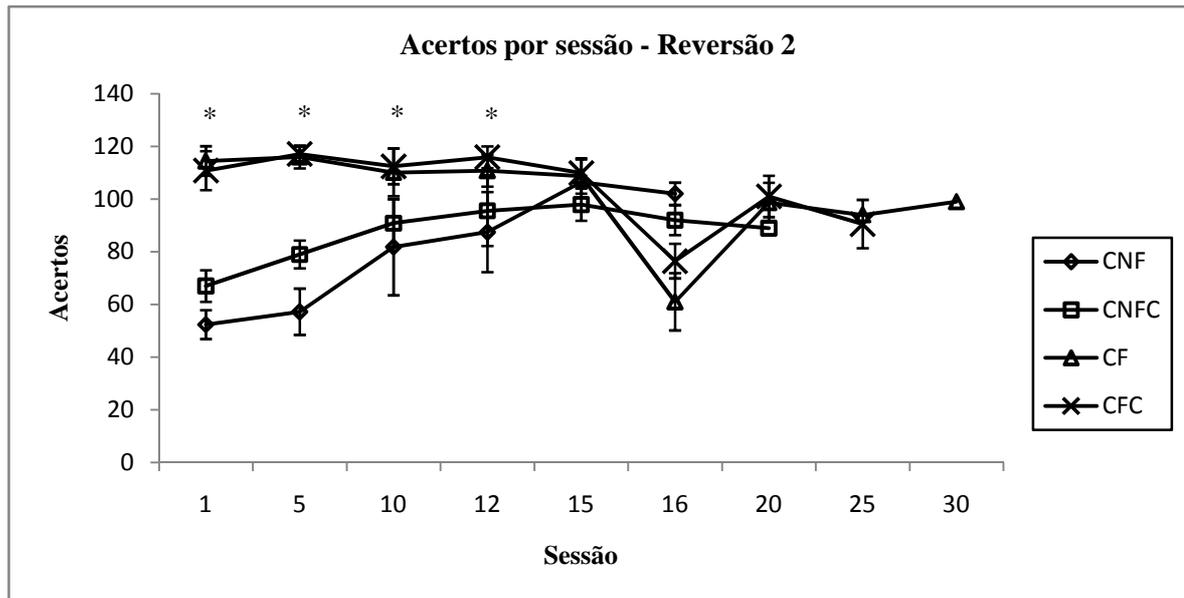


Figura 16. Acertos por sessão na reversão 2. Grupos: a) CNF – animais controles não submetidos à correção ou ao fading; b) CF - animais controles submetidos ao fading mas não à correção; c) CNFC - animais controles submetidos à correção mas não ao fading; d) CFC - animais controles submetidos à correção e ao fading. As linhas indicam o valor médio dos pesos e as barras de erro o desvio padrão.

#### 4.2.5 Acertos na reversão 3

Foram tomados nesta análise os acertos dos grupos nas sessões 1 a 8, por haver 9 indivíduos por grupo.

O teste *Kruskal-Wallis* indicou haver diferenças significativas de desempenho entre os grupos da sessão 1 [ $H(3) = 27,78, p < 0,05$ ] a sessão 8 [ $H(3) = 24,42, p < 0,05$ ]. Houve um aumento gradual do número médio de acertos por sessão dos animais do grupo controle submetidos à correção, mas não ao fading (CNFC), com média de acertos variando entre  $66,44 \pm 10,32$  na primeira sessão e  $91,11 \pm 11,49$  na sessão 8 (Figura 17). Os animais do grupo controle submetidos à correção e ao fading (CFC) apresentaram média de acertos superior a 115 acertos entre as sessões 1 e 15. Na sessão 16 a média de acertos do grupo CFC caiu para  $81,44 \pm 5,36$ .

Houve efeito significativo do fator fading, da sessão 1 [ $U = 0, p < 0,05$ ] a 8 [ $U = 8, p < 0,05$ ], com os animais submetidos ao fading apresentando um número de acertos significativamente maior em comparação aos animais não submetidos ao fading. A partir da sessão 16, o grupo CFC apresentou curva de aprendizagem semelhante às curvas dos grupos CNF e CNFC (Figura 17).

## EXPERIMENTO 2

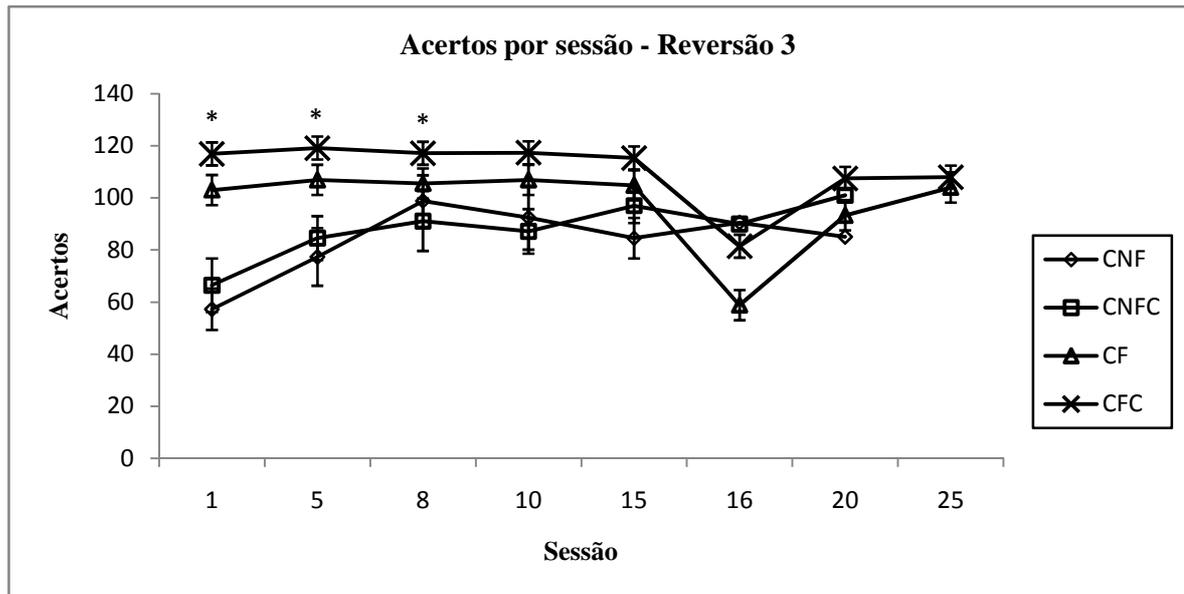


Figura 17. Acertos por sessão na reversão 3. Grupos: a) CNF – animais controles não submetidos à correção ou ao fading; b) CF - animais controles submetidos ao fading mas não à correção; c) CNFC - animais controles submetidos à correção mas não ao fading; d) CFC - animais controles submetidos à correção e ao fading. As linhas indicam o valor médio dos pesos e as barras de erro o desvio padrão.

#### 4.2.6 Acertos na discriminação condicional

Houve efeitos principais do fator fading [ $F_{(1, 32)} = 940,29$ ,  $p < 0,05$ ] e para o fator correção [ $F_{(1, 32)} = 709,63$ ,  $p < 0,05$ ]. Os animais submetidos ao fading apresentaram maior média de acertos dos que os animais que não passaram pelo fading, da mesma forma, os animais que passaram pela correção das tentativas apresentaram desempenho superior aos animais que não foram submetidos à correção de tentativas (Figura 18). Também houve efeito significativo do fator sessão [ $F_{(48, 1536)} = 120,86$ ,  $p < 0,05$ ], a média de acertos dos animais das sessões 1 a 15 foi superior à média nas sessões seguintes, não tendo havido diferenças de desempenho estaticamente significativas dentro do intervalo compreendido entre as sessões 1 e 15.

Houve efeito significativo da interação entre os fatores fading e correção [ $F_{(1, 32)} = 51,11$ ,  $p < 0,05$ ], com os animais submetidos a algum dos procedimentos tendo apresentado média de acertos superior aos animais que não passaram por nenhum dos procedimentos. O desempenho dos animais submetidos ao fading e à correção foi superior ao desempenho dos outros grupos. Também houve efeito significativo da interação entre os fatores fading e sessão [ $F_{(48, 1536)} = 125,25$ ,  $p < 0,05$ ], o desempenho dos animais submetidos ao fading foi superior entre as sessões 1 e 15 quando comparado com o desempenho desses animais entre as sessões 16 e 49, bem como foi superior ao desempenho dos animais não submetidos ao fading, em todas as sessões (Figura 18). Houve efeito significativo para a interação entre os fatores

## EXPERIMENTO 2

correção e sessão [ $F_{(48, 1536)} = 29,38, p < 0,05$ ], o desempenho dos animais submetidos à correção foi superior ao desempenho dos animais que não passaram pela correção, das sessões 2 a 49, como não houve diferenças de desempenhos intragrupos, no fator correção, das sessões 1 a 15. Por fim, houve significativo da interação entre os fatores fading, correção e sessão [ $F_{(48, 1536)} = 5,49, p < 0,05$ ], com o desempenho dos grupos submetidos ao fading, das sessões 1 a 15, e apresentando-se superior ao desempenho dos demais entre as sessões 1 a 15, e maior do que todos os grupos entre as sessões 16 e 49. A partir da sessão 16, apenas o fator correção gera diferenças nos desempenhos dos grupos (Figura 18).

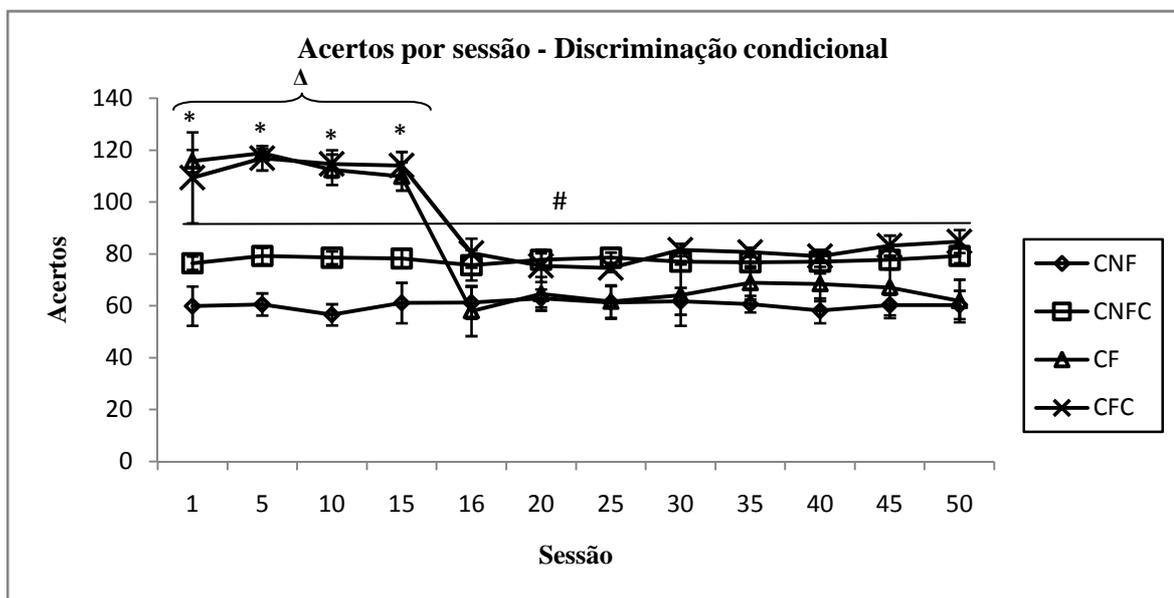


Figura 18. Acertos por sessão na discriminação condicional. Grupos: a) CNF – animais controles não submetidos à correção ou ao fading; b) CF - animais controles submetidos ao fading mas não à correção; c) CNFC - animais controles submetidos à correção mas não ao fading; d) CFC - animais controles submetidos à correção e ao fading. As linhas indicam o valor médio dos pesos e as barras de erro o desvio padrão.

#### 4.2.7 Intervalo Entre Tentativas na discriminação condicional

Houve um efeito significativo do fator sessão [ $F_{(48, 1536)} = 2,90, p < 0,05$ ], com os animais tendo apresentado IET médio estatisticamente maior na sessão 11, quando comparada com as sessões 16 a 28 (Figura 19).

Houve efeito significativo da interação entre os fatores fading e sessão [ $F_{(48, 1536)} = 5,20, p < 0,05$ ], os animais submetidos ao fading tendo apresentado IET médio estatisticamente maior do que os animais não submetidos ao fading. Também houve efeito significativo para da interação entre os fatores correção e sessão [ $F_{(48, 1536)} = 5,12, p < 0,05$ ]. Por fim, houve interação significativa entre os fatores fading, correção e sessão [ $F_{(48, 1536)} = 1,37, p < 0,05$ ],

## EXPERIMENTO 2

com do grupo submetido ao fading e à correção (CFC) tendo apresentado IET médio estatisticamente superior ao dos demais grupos, ente as sessões 1 e 15 (Figura 19).

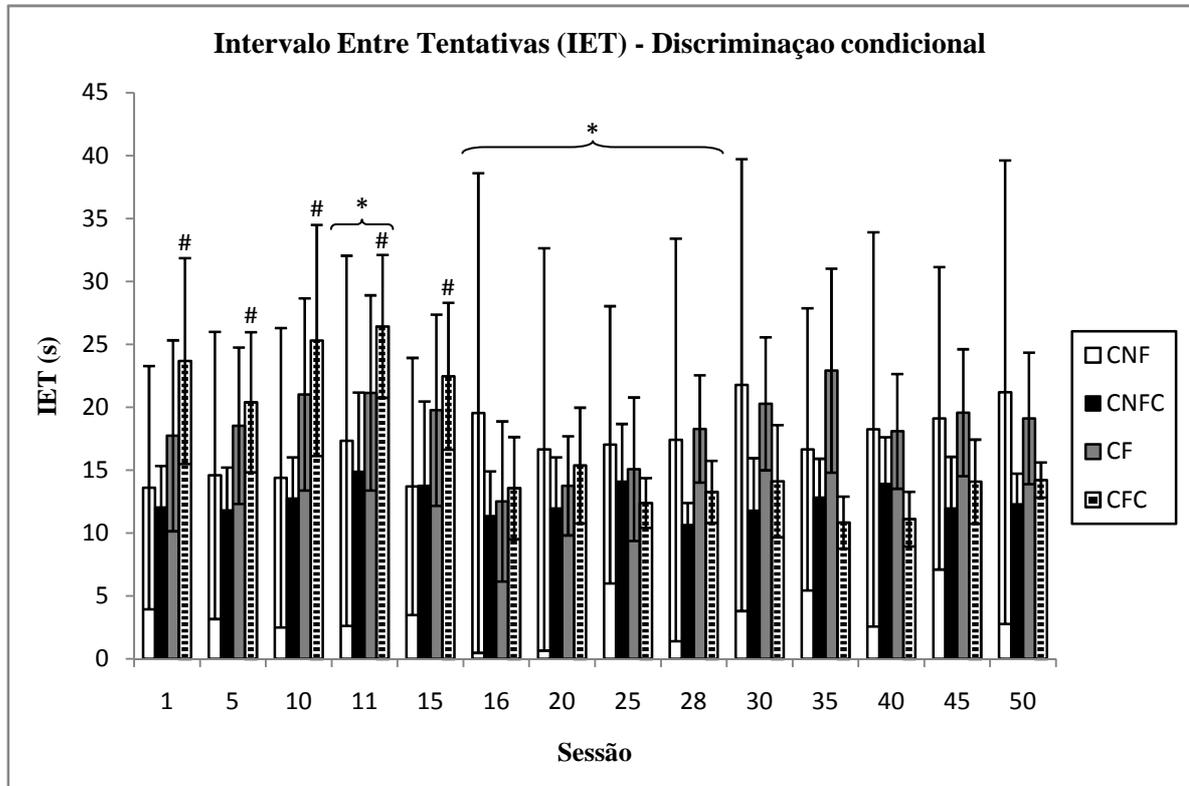


Figura 18. Acertos por sessão na discriminação condicional. Grupos: a) CNF – animais controles não submetidos à correção ou ao fading; b) CF - animais controles submetidos ao fading mas não à correção; c) CNFC - animais controles submetidos à correção mas não ao fading; d) CFC - animais controles submetidos à correção e ao fading. As linhas indicam o valor médio dos pesos e as barras de erro o desvio padrão.

## **5 EXPERIMENTO 3**

---

## EXPERIMENTO 3

### 5.1 Método

#### 5.1.1 Sujeitos

Ratos albinos machos, da espécie *Rattus norvegicus*, linhagem Wistar, provenientes do Biotério Central da Universidade de São Paulo – Campus Ribeirão Preto. Ratas com filhotes foram recebidas e alojadas, no dia do nascimento, no biotério do Laboratório de Nutrição e Comportamento da Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto. Os filhotes provenientes de várias ratas mães serão agrupados em um lote maior e distribuídos aleatoriamente entre as ratas mães para a formação das ninhadas. Cada ninhada foi composta por uma rata-mãe 6 filhotes machos e 2 fêmeas, colocadas em gaiolas de polipropileno (41 x 34 x 17 cm) forradas com raspas de madeira e mantidas com água e ração à vontade.

Os filhotes e as ratas mães foram pesados semanalmente, quando houve, também, a troca das raspas de madeira. Ao término do período de lactação (21 dias de idade dos filhotes), todas as fêmeas, mães e filhotes, foram sacrificadas, e os filhotes machos colocados em gaiolas individuais (30 x 20 x 17 cm), com água e dieta à vontade. Os ratos foram mantidos desta forma até atingirem 70 dias de idade, quando começaram as manipulações para os procedimentos experimentais.

Neste experimento foram utilizados 48 ratos como sujeitos experimentais, divididos em quatro grupos com 12 animais cada.

#### 5.1.2 Dietas

Dois dos grupos foram mantidos com dietas contendo 16% de proteína, constituindo-se como grupos controles (C), enquanto os outros dois grupos receberam dietas contendo 6% de proteína, constituindo-se como grupos desnutridos (D). As dietas isocalóricas foram preparadas conforme Reeves, Nielsen e Fahey Jr. (1993).

Durante o período de lactação, as ratas mães foram alimentadas com uma das dietas descritas acima. No período de pós-lactação, os filhotes machos receberam o mesmo tipo de dieta consumido pelas ratas mães.

A partir dos 36 dias de idade, os animais dos 4 grupos passaram a receber dieta comercial (Ração Comercial, Nuvilab, da Nuvital, Colombo, PR).

## EXPERIMENTO 3

### 5.1.3 Equipamentos

Mesmos equipamentos e estímulos empregados nos experimentos 1 e 2.

### 5.1.4 Procedimento geral

Somente após atingirem a idade adulta, a partir dos 70 dias de idade, os ratos foram submetidos aos procedimentos experimentais. Do 70º ao 77º dias de idade, foi estabelecida a linha de base a partir do cálculo da média dos pesos diários de cada rato com água e dieta à vontade. A partir do 78º dia teve início a restrição de água, que durou até que os animais atingissem 85% do peso da linha de base, que foi mantido durante o período de treino. Para o início das sessões de treino de discriminação, foi aceita uma variação de peso de 80% a 90% da linha de base.

### 5.1.5 Treino de discriminação condicional

#### Procedimento inicial

Os animais foram divididos em 4 grupos, com 12 indivíduos em cada grupo.

Na primeira sessão, os integrantes dos grupos tiveram a resposta de *nose poken* reforçada 100 vezes em esquema CRF no túnel central, acima do qual havia um estímulo luminoso. Nas duas sessões seguintes, ocorreu a modelagem da resposta de pressão à barra, que recebeu 120 reforços em esquema CRF, nos túneis em que o estímulo luminoso era apresentado.

#### Discriminação Condicional

Após a modelagem da resposta de pressão à barra, os animais passaram ao treino de discriminação condicional. As sessões do treino de discriminação foram programadas para durar 120 tentativas.

Nesta fase, a resposta de pressão à barra, acionava simultaneamente o estímulo condicional (SC) sonoro juntamente com os estímulos linha vertical e triângulo. Os estímulos sonoros podiam ser constantes ou pulsantes, sendo alternados a cada bloco de 30 tentativas.

Durante a apresentação do som constante, apenas a resposta de *nose poken* ao túnel com o estímulo linha recebia reforço. Já, durante a apresentação do som pulsante, apenas a resposta de *nose poken* ao túnel com estímulo triângulo era reforçada. A localização dos

## EXPERIMENTO 3

estímulos nas diversas tentativas foi aleatória, onde cada tentativa tinha início com a resposta de pressão à barra e era encerrada com a resposta de *nose poken*.

Dois grupos, um controle e um desnutrido, foram submetidos ao procedimento de correção de tentativas, os outros dois grupos foram submetidos apenas ao procedimento de discriminação condicional. O procedimento de correção empregado foi o mesmo descrito para o experimento dois.

### 5.2 Resultados

Os dados de peso corporal e os dados comportamentais foram submetidos ao teste de normalidade Kolmogorov-Smirnov, para a escolha das provas estatísticas adequadas (DANCEY; REIDY, 2006; SIEGEL; CASTELLAN, 2006).

Os dados de peso corporal das ratas mães, foram submetidos à Análise de Variância (ANOVA) 2 X 4 (dieta X dias de lactação), com medidas repetidas para o fator dia.

A análise do peso corporal dos filhotes foi dividida em três etapas. No período de lactação, os pesos das ninhadas foram analisados por uma ANOVA 2 X 4 (dieta X dia), com medidas repetidas no fator dia. No período de pós-lactação, os pesos dos filhotes machos foram analisados por uma ANOVA 2 X 3 (dieta X dia), com medidas repetidas no fator dia. Já no período de recuperação nutricional, os pesos dos machos foram analisados por uma ANOVA 2 X 7 (dieta X dia), com medidas repetidas no fator dia. Quando necessário, o teste de Newman-Keuls foi empregado nas análises *post hoc*.

Na fase de discriminação condicional os dados referentes aos acertos e ao intervalo entre tentativas (IET) foram analisados por uma ANOVA 2 x 2 x 49 (dieta X correção X sessão).

O nível de significância considerado em todas as análises foi  $p < 0,05$ . Para a análise de dados foi empregado o *software* STATISTICA 5.0.

#### 5.2.1 Peso corporal – Ratas mães

Os pesos corporais das ratas mães foram registrados nos dias 0, 7, 14 e 21 do período de lactação, com os pesos médios das ratas controles variando de 395,98±18,29g no dia do nascimento das ninhadas, até 349,73±11,3g no último dia do período de lactação. O peso médio das ratas que receberam dieta hipoproteica variou de 431,37±43,74 a 290,6±27,43g, durante o período de lactação (Figura 20).

## EXPERIMENTO 3

Houve um efeito significativo do fator dia [ $F_{(3, 27)} = 150,93$ ,  $p < 0,05$ ], indicando a perda de peso das ratas de ambos os grupos nutricionais durante o período de lactação. Também houve um efeito de interação entre os fatores dieta e dia [ $F_{(3, 27)} = 44,81$ ,  $p < 0,05$ ], indicando ausência de diferenças nos pesos corporais entre as ratas desnutridas e controles nos dias 0 e 7, e um menor peso das ratas desnutridas quando comparadas às controles nos dias 14 e 21, do período de lactação. Não houve efeito significativo para o fator dieta (Figura 20).

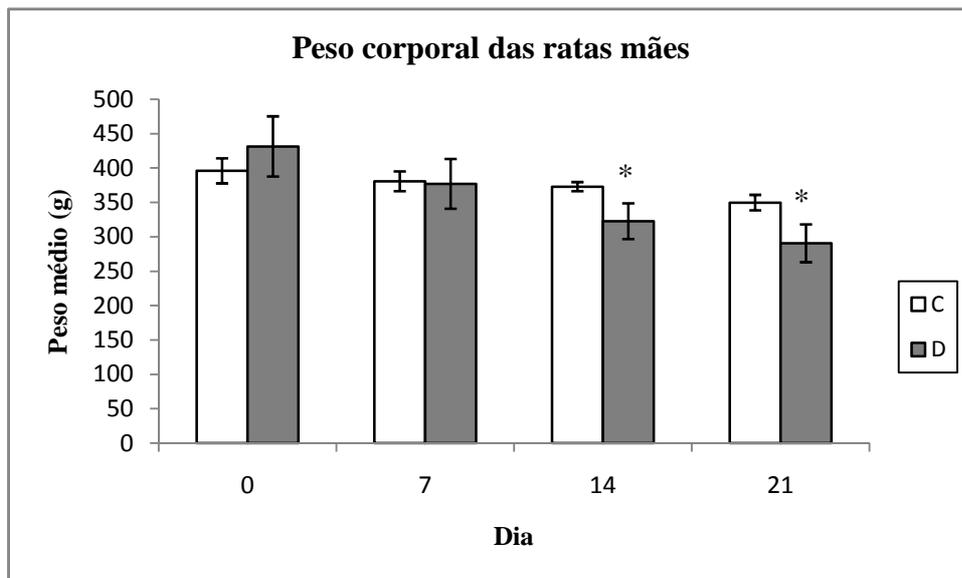


Figura 20. Peso corporal das ratas mães durante o período de lactação. Controles (C;  $n = 5$ ) e Desnutridas (D;  $n = 6$ ). As colunas indicam o peso médio e as barras de erro o Desvio Padrão.

### 5.2.2 Peso corporal – Lactação, pós-lactação e recuperação

As análises do período de lactação referem-se aos pesos das ninhadas, já as análises dos períodos de pós-lactação e recuperação referem-se aos pesos dos indivíduos.

No período de lactação houve um efeito significativo para o fator dieta [ $F_{(1, 9)} = 196,31$ ,  $p < 0,05$ ], com as ninhadas controles apresentando um ganho de peso significativamente maior do que as desnutridas. Também houve um efeito do fator dia [ $F_{(3, 27)} = 991,58$ ,  $p < 0,05$ ], indicando que as ninhadas de ambos os grupos nutricionais ganharam peso durante o período de lactação. Por fim, houve um efeito de interação entre os fatores dieta e dia [ $F_{(3, 27)} = 298$ ,  $p < 0,05$ ], indicando ausência de diferenças nos pesos corporais entre as ninhadas controles e desnutridas no dia 0 e um menor peso das ninhadas desnutridas, quando comparadas às ninhadas controles, nos dias 7, 14 e 21 (Figura 21).

## EXPERIMENTO 3

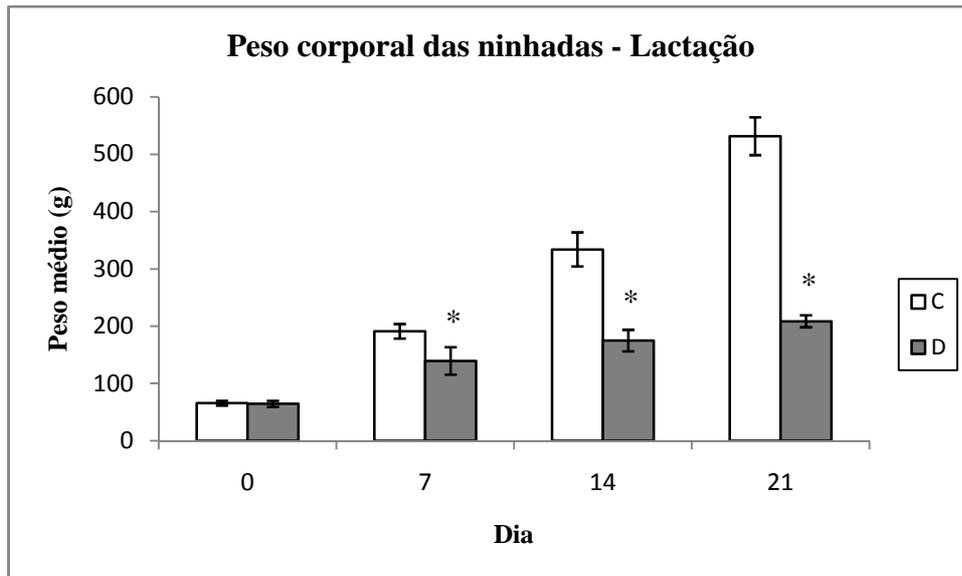


Figura 21. Peso corporal das ninhadas durante o período de lactação. Controles (C; n = 5) e Desnutridas (D; n = 6). As colunas indicam o peso médio e as barras de erro o desvio padrão.

No período de pós-lactação houve um efeito significativo do fator dieta [ $F_{(1, 46)} = 194,71$ ,  $p < 0,05$ ], com os animais controles apresentando um ganho de peso significativamente maior do que os desnutridos. Também houve um efeito do fator dia [ $F_{(2, 92)} = 986,46$ ,  $p < 0,05$ ], indicando que, durante o período, apenas os animais controles apresentaram um ganho de peso significativo, quando comparados aos animais desnutridos. Por fim, houve um efeito de interação entre os fatores dieta e dia [ $F_{(2, 92)} = 787,56$ ,  $p < 0,05$ ], indicando diferenças significativas entre os pesos corporais dos ratos controles e desnutridos durante todo o período (Figura 22).

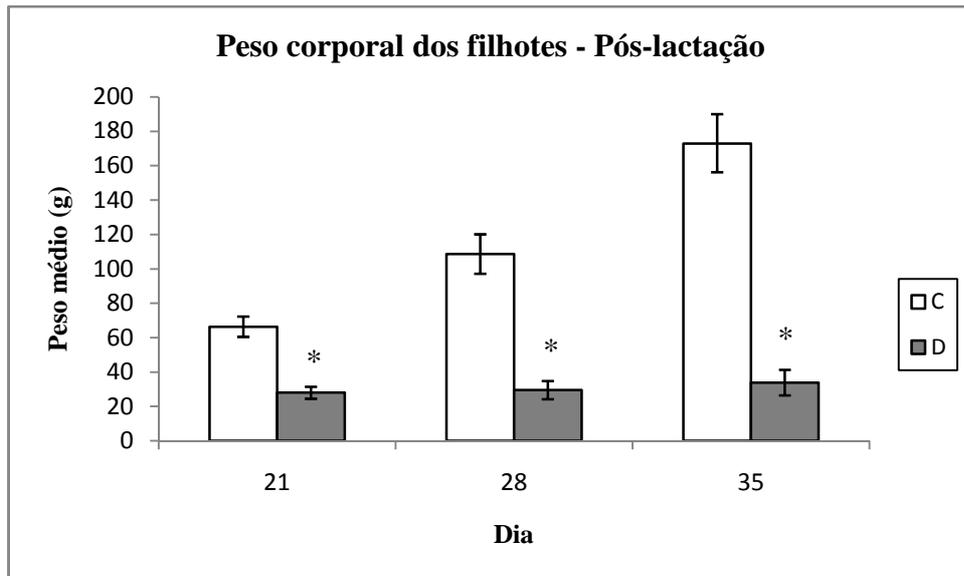


Figura 22. Peso corporal dos filhotes durante o período de lactação. Controles (C; n = 24) e Desnutridas (D; n = 24). As colunas indicam o valor médio dos pesos e as barras de erro o desvio padrão.

No período de recuperação nutricional, o peso corporal médio dos animais que passaram por desnutrição não atingiu o peso corporal médio dos animais controles (Figura 23). Houve um efeito significativo do fator dieta [ $F_{(1, 36)} = 591,1$ ,  $p < 0,05$ ], com os animais controles apresentando um ganho de peso maior do que os animais desnutridos. Também houve um efeito do fator dia [ $F_{(6, 216)} = 1001,31$ ,  $p < 0,05$ ], indicando que os ratos de ambos os grupos nutricionais ganharam peso durante o período de recuperação nutricional. Finalmente, houve um efeito de interação entre os fatores dieta e dias [ $F_{(6, 216)} = 24,65$ ,  $p < 0,05$ ], mostrando um menor peso dos ratos desnutridos quando comparados aos controles, durante todo o período (Figura 23).

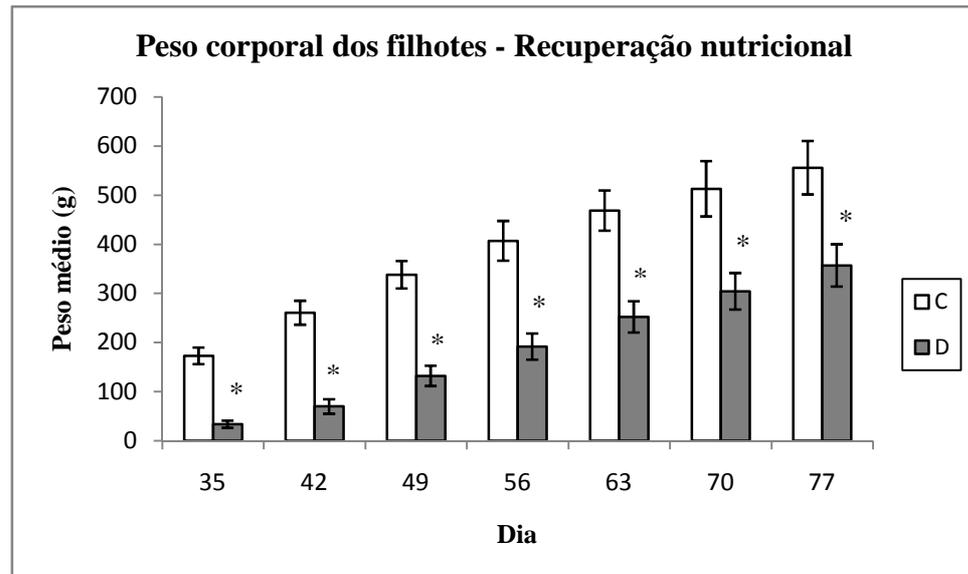


Figura 23. Peso corporal dos filhotes durante o período de lactação. Controles (C; n = 24) e Desnutridas (D; n = 24). As colunas indicam o valor médio dos pesos e as barras de erro o desvio padrão.

### 5.2.3 Acertos na discriminação condicional

Houve um efeito significativo do fator correção [ $F_{(1, 44)} = 1430,12, p < 0,05$ ], os animais dos grupos submetidos ao procedimento de correção apresentaram média de acertos maior quando comparados aos animais dos grupos que não passaram pela correção das tentativas. Também houve um efeito significativo do fator sessão [ $F_{(48, 2112)} = 8,49, p < 0,05$ ], com a sessão 1 apresentando média de acertos significativamente menor do que as demais. A média de acertos na sessão 2 só não foi estatisticamente menor quando comparada às sessões 3, 4, 6, 7, 8, 9 (Figura 24).

Houve efeito significativo da interação entre os fatores correção e sessão [ $F_{(48, 2112)} = 6,81, p < 0,05$ ], com aos animais dos grupos submetidos à correção apresentando média de acertos estatisticamente menor nas sessões 1, 2 e 3 quando comparadas às demais sessões do mesmo grupo. Na sessão 1, os animais dos grupos submetidos à correção apresentaram desempenho médio significativamente menor quando comparados aos animais não submetidos à correção, nas demais sessões o desempenho dos grupos submetidos à correção foi superior ao desempenho dos grupos não submetidos à correção. Entre os animais que não passaram pelo procedimento de correção, não houve diferença estatisticamente significativa no desempenho entre as sessões, com média de acertos variando entre  $56,4 \pm 4,64$  para os animais controles e  $58,7 \pm 6,47$  para os desnutridos na sessão 1, e  $57,58 \pm 4,25$  acertos para os controles e  $59,5 \pm 4,6$  acertos para os desnutridos na sessão 50 (Figura 24). Não houve efeitos

## EXPERIMENTO 3

significativos da o fator dieta, nem das interações dieta x correção, dieta x sessão e dieta x correção x sessão.

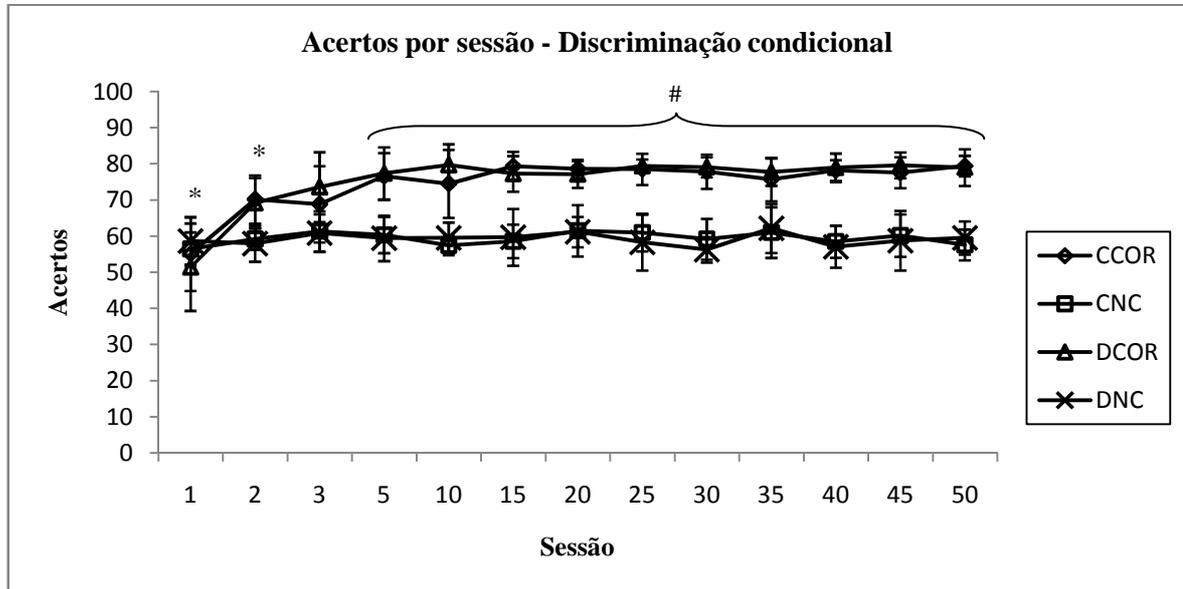


Figura 24. Acertos por sessão na discriminação condicional. Grupos: a) CCOR – animais controles submetidos à correção; b) CNC - animais controles não submetidos à correção; c) DCOR - animais desnutridos submetidos à correção; d) DNC - animais desnutridos não submetidos à correção. As linhas indicam o valor médio dos pesos e as barras de erro o desvio padrão.

#### 5.2.4 Intervalo Entre Tentativas na discriminação condicional

Houve um efeito significativo do fator dieta [ $F_{(1, 44)} = 8,47$ ,  $p < 0,05$ ], com os animais dos grupos desnutridos apresentando IET médio menor quando comparados aos animais dos grupos controles. Também houve um efeito significativo do fator sessão [ $F_{(48, 2112)} = 9,24$ ,  $p < 0,05$ ], com as sessões 1 e 2 apresentando IET médio significativamente maior do que as demais (Figura 25).

Houve efeito significativo da interação entre os fatores dieta e sessão [ $F_{(48, 2112)} = 2,15$ ,  $p < 0,05$ ], os animais dos grupos controles apresentaram IET médio nas sessões 1 a 4 maiores dos que nas demais, tendo a sessão 1 dos grupos controles apresentado IET médio superior às demais sessões, tanto dos grupos controles quanto dos desnutridos. Dos animais desnutridos, apenas as sessões 1 a 4 apresentaram IET médio estatisticamente diferente das demais sessões do grupo. A sessão 1 dos animais desnutridos apresentou IET médio superior ao IET médio das sessões 2 a 50 dos animais controles (Figura 25). Não houve efeitos significativos do fator correção, nem das interações dieta x correção, correção x sessão e dieta x correção x sessão.

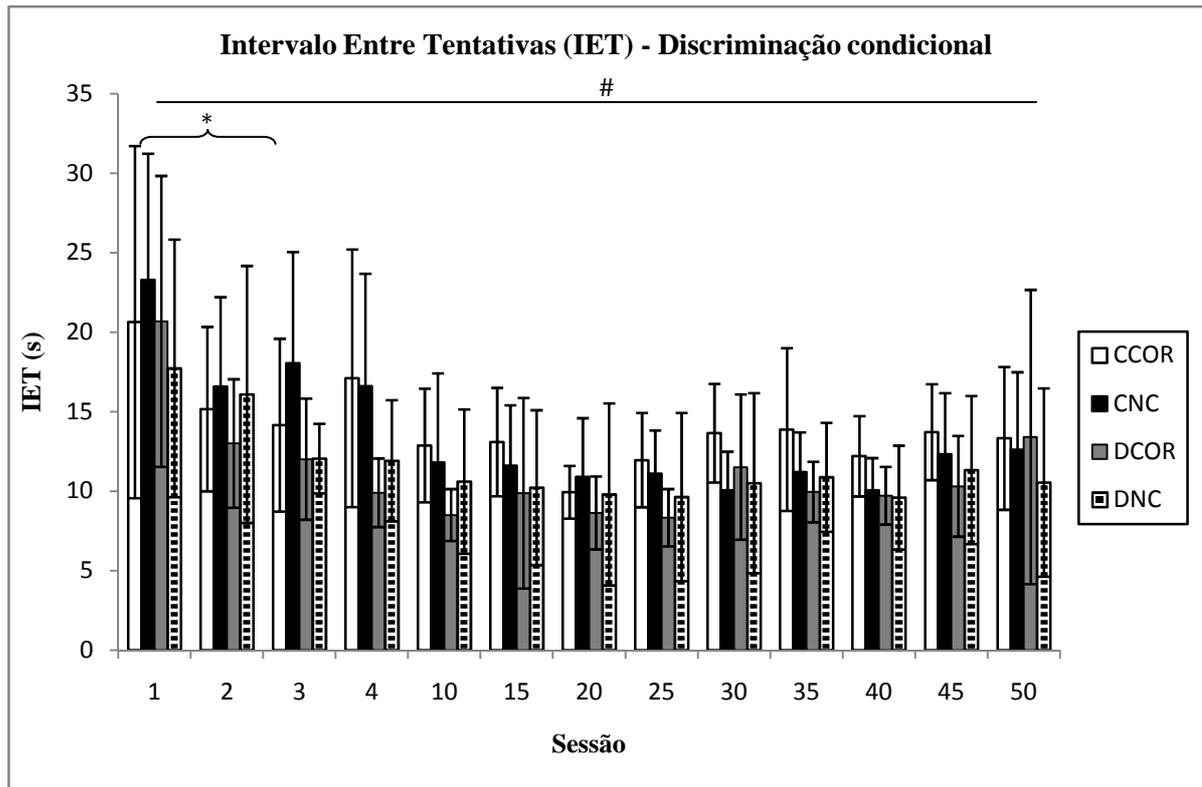


Figura 25. Intervalo Entre Tentativas (IET) na discriminação condicional. Grupos: a) CCOR – animais controles submetidos à correção; b) CNC - animais controles não submetidos à correção; c) DCOR - animais desnutridos submetidos à correção; d) DNC - animais desnutridos não submetidos à correção. As linhas indicam o valor médio dos pesos e as barras de erro o desvio padrão.

## **6 DISCUSSÃO**

---

## DISCUSSÃO

Ratas mães alimentadas com dieta contendo 5,1% ou 6% de proteína perderam mais peso durante o período de lactação do que ratas mães alimentadas com dieta contendo 13,6% ou 16% de proteína (Figuras 2 e 20). Estes resultados estão de acordo com a literatura, que aponta para uma maior perda de peso das ratas mães desnutridas, ligada a um maior consumo energético devido aos cuidados com a prole (RIUL et al., 1999), associado à utilização das proteínas na geração de energia resultante da menor ingestão de dieta pelas ratas desnutridas (TIRAPEGUI; CASTRO; ROSSI, 2005; FELICIANO, 2007).

No experimento 3, a ausência de efeito principal do fator dieta no peso das ratas mães pode ser explicada pelo maior peso apresentado no dia 0 pelas ratas desnutridas em relação às ratas do grupo controle, apesar da alocação das ratas aos diferentes grupos ter sido feita de forma aleatória. Outro aspecto que pode explicar essa ausência de efeito principal é a maior quantidade de caseína presente nas dietas do experimento 3, necessária para que as concentrações de proteínas nas dietas fossem adequadas. Ainda assim, as ratas desnutridas apresentaram maior perda de peso do que as ratas controles durante o período de lactação.

No período de lactação, o peso corporal dos filhotes foi afetado pela desnutrição proteica das ratas mães. Ao se comparar os pesos das ninhadas controles e desnutridas durante o período de lactação, do nascimento ao dia 21 (Figuras 3 e 21), bem como os pesos dos ratos machos no período de pós-lactação, do dia 22 ao dia 35 (Figuras 4 e 22), constata-se que os animais desnutridos atingem, no máximo, um quarto do peso dos animais controles. Esta diferença entre animais controles e desnutridos é amplamente documentada, e indica a eficácia do procedimento empregado para causar o insulto nutricional, mesmo com as diferenças nas quantidades de caseína e nas concentrações de proteínas nas dietas utilizadas nos experimentos 1 e 3 (ROCINHOLI; ALMEIDA; De-OLIVEIRA, 1997; RIUL et al., 1999; ALMEIDA; De ARAÚJO, 2001; VILELA et al., 2005; FEOLI et al., 2006). Devido à restrição proteica na dieta consumida pelas ratas mães desnutridas durante o período de lactação, houve uma redução na disponibilidade de aminoácidos para síntese de proteínas do leite, o que gerou a perda de peso da prole dessas ratas (PASSOS; RAMOS; MOURA, 200).

No período entre os dias 35 e 77 ocorre a recuperação nutricional dos animais desnutridos, pois estes passam a receber dieta comercial juntamente com os animais controles. Mesmo com a dieta comercial apresentando uma composição similar à dieta fornecida aos animais controles nos períodos de lactação e pós-lactação, os animais previamente desnutridos não atingem o peso dos controles, ainda que seu ganho de peso no período tenha sido maior que o dos animais controles (Figuras 5 e 23). Tomados em conjunto, os dados de peso corporal dos animais indicam que a desnutrição protéica precoce gera efeitos

## DISCUSSÃO

irreversíveis no desenvolvimento do organismo, mesmo que posteriormente seja fornecida uma dieta adequada (LUCAS, 1998; STEVENSON, 2006).

A comparação entre animais controles e desnutridos quanto ao número de sessões necessárias para atingir os critérios de aprendizagem, na discriminação e nas reversões (Figura 6), não mostra evidências da menor capacidade de aprender que os animais desnutridos deveriam apresentar. Na primeira reversão os animais desnutridos precisaram de mais sessões de treino do que na discriminação (Figura 6), estes dados estariam de acordo com a hipótese da inflexibilidade cognitiva (STRUPP; LEVITSKY, 1995), casos os animais controles atingissem os critérios de aprendizagem mais rapidamente. O desempenho dos animais controles nos experimentos 1 e 2 (Figuras 6 e 13) mostra que também precisaram de mais sessões de treino na reversão 1 do que na discriminação e nas reversões 2 e 3, da mesma forma que os desnutridos. O grande número de sessões de treino de discriminação e o aumento desse número para todos os grupos na reversão 1 (Figuras 6 e 13) está de acordo com a hipótese de que a tarefa de discriminar entre linha e triângulo é difícil para ratos (TURKEWITZ, 1975), bem como para o padrão de discriminações visuais com aumento do número de sessões na primeira reversão, com melhora do desempenho nas reversões seguintes (NIGROSH; SLOTNICK; NEVIN, 1975; FELICIANO, 2007).

No experimento 1 não houve diferenças entre controles e desnutridos quanto ao número de sessões para atingir o critério de aprendizagem nas reversões 2 e 3 (Figura 6). No experimento 2 também não houve diferenças quanto ao número de sessões nas reversões 2 e 3, com os animais de ambos os experimentos apresentando desempenho similar nas duas últimas reversões (Figuras 6 e 13). Assim, as reversões sucessivas da discriminação simples facilitaram a aprendizagem de novas discriminações (O'GRADY; JENNINGS, 1974; NIGROSH; SLOTNICK; NEVIN, 1975; CATANIA, 1999), bem como serviram para indicar que as diferenças de desempenho entre os grupos não poderiam ser atribuídas a deficiências sensoriais resultantes da má nutrição (COLLIER; SQUIBB; HAMLIN, 1975). Os grupos submetidos ao fading precisaram de mais sessões nas reversões 2 e 3 do que os animais dos grupos que não foram submetidos ao fading (Figuras 6 e 13), isto se deve ao fato de os grupos submetidos ao fading passaram por pelo menos 18 sessões, sendo 15 para introdução gradual do  $S^{\Delta}$  e três para atingir o critério de aprendizagem com os estímulos em suas intensidades máximas. O procedimento de correção mostrou-se eficiente ao facilitar a aquisição de discriminações simples (CATANIA, 1999), porém devido à dificuldade apresentada pelos estímulos utilizados, e pelo efeito facilitador das reversões, não houve diferenças

## DISCUSSÃO

significativas, quanto ao número de sessões para atingir o critério de aprendizagem, entre os animais que passaram pela correção e os que não passaram (Figura 13).

Diferente do que o termo sugere a “aprendizagem sem erros” não é uma situação na qual o organismo não emita respostas erradas durante o processo de aprendizagem, mas sim uma situação em que a oportunidade de cometer erros seja muito reduzida (MUELLER; PALKOVIC; MAYNARD, 2007). Assim, é possível que ocorram respostas erradas mesmo quando são usadas técnicas como o fading durante o treino de discriminações.

Quando se observa o desempenho dos animais submetidos ao procedimento de fading no experimento 1 (Figuras 7, 8, 9, 10 e 11) e no experimento 2 (Figuras 14, 15, 16 e 17) nota-se que o padrão de acertos por sessão desses animais pode ser dividido em duas etapas, quando comparados àqueles que não foram submetidos ao procedimento de fading. Entre as sessões 1 e 15, os animais submetidos ao fading apresentaram número de acertos médio próximo de 120 (100%), caracterizando a aprendizagem “sem erros”. Porém, a partir da sessão 16 termina a vigência do fading, então os animais dos grupos submetidos a esse procedimento passaram a apresentar curvas de aprendizagem semelhantes aos dos grupos que não foram submetidos ao fading. As variações de acertos apresentadas pelos animais dos grupos submetidos ao fading sugerem que o comportamento dos animais desses grupos não está sob controle das figuras geométricas, mas sim que o procedimento de fading levou o comportamento dos animais a ser guiado por características como diferenças de luminosidade em partes específicas dos estímulos, e não pelas figuras como um todo (MININI; JEFFERY, 2006).

Uma sequência de fading bem sucedida produz respostas sem erros, ou com poucos erros durante todo o período de aquisição ou reversão, mesmo com os estímulos sendo apresentados em suas intensidades finais (MUELLER; PALKOVIC; MAYNARD, 2007). Quando se usa uma sequência de fading com figuras geométricas, na qual tanto o tamanho quanto a luminância das figuras são alterados (Figura 1), as diferenças de tamanho entre os estímulos devem ser notórias para que as duas características controlem o comportamento do organismo e não apenas a luminância (DORAN; HOLLAND, 1979). Assim, a dificuldade da tarefa de discriminação aliada à falta de diferença de tamanho notória entre a linha e o triângulo caracterizam como mal sucedida a sequência de fading empregada nos experimentos 1 e 2, o que teria causado a ausência de aprendizagem sem erros na discriminação e nas reversões dos dois experimentos (TURKEWITZ, 1975; DORAN; HOLLAND, 1979; MININI; JEFFERY, 2006).

Ao se comparar o número de acertos por sessão de animais controles e desnutridos, na discriminação e nas 3 reversões nota-se que não há efeito de dieta sobre o desempenho dos

## DISCUSSÃO

animais (Figuras 7, 8, 9 e 10), o que está de acordo com a hipótese de que é difícil verificar os efeitos da desnutrição protéica precoce sobre o comportamento de animais, apenas com a utilização de discriminações simples (LEVITSKY, 1979). Nas fases de discriminação e nas 3 reversões do experimento 2, os animais submetidos à correção apresentaram nas sessões 1 a 15, médias de acertos por sessão com valores intermediários entre o desempenho dos animais submetidos ao fading e o desempenho dos animais que não foram submetidos ao fading e à correção (Figuras 14, 15, 16 e 17). A partir da sessão 16 na discriminação e nas reversões, o número de acertos médios dos animais submetidos à correção foi maior do que o apresentado pelos animais que não passaram pelo procedimento de correção. Assim, o procedimento de correção foi efetivo em facilitar a aprendizagem de discriminações simples (IVERSEN, 1993; CATANIA, 1999), e se mostrou um procedimento mais fácil de ser empregado na situação experimental do que o fading.

Apesar de existir uma ampla literatura indicando a aquisição de discriminações condicionais por seres humanos e outras espécies animais, nos três experimentos deste estudo não houve curvas de aprendizagem na discriminação condicional (Figuras 11, 18 e 24). Nenhum dos animais concluiu as sessões de treino de discriminação condicional com desempenho igual ou superior a 96 acertos, ou 80% de acertos por sessão, que era o critério de aprendizagem. Nos experimentos 1 e 2, os animais submetidos ao fading apresentaram até a sessão 15 da discriminação condicional o mesmo padrão de acertos observado nas fases que envolviam apenas discriminações simples, porém, a partir da sessão 16 o padrão de acertos manteve-se próximo de 60 acertos (50%) igual ao desempenho dos animais que não passaram pelo fading ou pela correção, indicando que o comportamento dos animais estava sob controle apenas dos estímulos visuais. Já nos experimentos 2 e 3, os animais submetidos à correção apresentaram desempenho superior aos animais que não passaram pela correção (Figuras 18 e 24), com média de 80 (66,67%) acertos por sessão, indicando que o procedimento de correção foi eficiente, ao fazer com que cada resposta errada fosse seguida por uma resposta correta reforçada, levando a uma melhora no desempenho dos animais também na discriminação condicional (KANGAS; BRANCH, 2008), ainda que não tenha levado os mesmos a atingirem o critério de aprendizagem.

Comparando-se os três experimentos deste estudo com a literatura acerca da aprendizagem complexa, pode-se identificar os fatores que possivelmente foram responsáveis pela falta de aquisição de discriminações condicionais neste estudo. Como principal fator a impedir a aprendizagem das discriminações condicionais pode-se apontar a programação da contingência à qual os animais foram submetidos.

## DISCUSSÃO

A apresentação serial do estímulo condicional seguido pelos estímulos de escolha parece ser um parâmetro importante nos modelos de discriminação condicional que definem uma relação hierárquica entre o estímulo condicional e os estímulos de escolha (DEBERT; MATOS; ANDERY, 2006). Nos estudos sobre *occasion setting*, há a apresentação do estímulo condicional, denominado característica, seguido por um intervalo sem estímulos e pela apresentação dos estímulos de escolha, denominados alvos (HOLLAND; FORBES, 1982; HOLLAND, 1989; BUENO; MOREIRA, 1998; BUENO; HOLLAND, 2008; BUENO; SCADUTO, 2008). Já, nos trabalhos que empregam o modelo de *matching-to-sample*, primeiro há a apresentação do estímulo condicional, denominado modelo, ao qual o organismo deve emitir uma resposta de observação para que os estímulos de escolha, denominados de comparação, sejam apresentados, a estes últimos estímulos deve emitir uma nova resposta, que é a resposta de escolha (CUMMING; BERRYMAN, 1965; SIDMAN; TAILBY, 1982; IVERSEN; SIDMAN; CARRIGAN, 1986; MCINTIRE; CLEARY; THOMPSON, 1987; IVERSEN, 1993; BARROS; GALVÃO; MCILVANE, 2002). No presente estudo, assim como em Feliciano (2007), ao invés de resultar numa apresentação serial dos estímulos sonoros e visuais, a resposta de pressão à barra acionava simultaneamente o estímulo condicional e os estímulos de escolha. Logo, apenas os estímulos luminosos exerceram controle sobre o comportamento dos animais, estando em desacordo com os dois principais modelos empregados na análise da aprendizagem de discriminações condicionais.

Junto com a programação da contingência, outros dois fatores que aturaram para impedir a aquisição da discriminação condicional foram os locais de apresentação do estímulo condicional e dos estímulos de comparação (IVERSEN, 1997), bem como a ocorrência de mais de duas possibilidades de escolha (SIDMAN, 1987). Iversen (1997), utilizando ratos que supostamente já haviam aprendido a emparelhar por identidade estímulos luminosos constantes e pulsantes, mostrou que em treinos de discriminações condicionais nos quais tanto o estímulo condicional como os de comparação são apresentados em locais fixos, a disposição espacial dos estímulos torna-se um aspecto importante na aprendizagem da discriminação complexa, porém quando os estímulos são apresentados em localizações variáveis, o estímulo condicional deixa de controlar a resposta aos estímulos de comparação. Já Sidman (1987), afirma que quando um aprendiz está numa situação na qual só há duas alternativas para a emissão de uma resposta, não há como distinguir se o organismo responde por escolha da opção correta ou por exclusão das opções alternativas, mesmo quando passa por testes das relações de reflexividade, simetria e transitividade. Da mesma forma que em Feliciano (2007), no presente estudo a existência de mais de duas opções de escolha, juntamente com a

## DISCUSSÃO

localização aleatória dos estímulos visuais podem ter contribuído para o aumento da dificuldade da tarefa de discriminação condicional, visto que os estímulos de comparação podiam ser apresentados tanto nos túneis laterais quanto no túnel central, no qual era apresentado o estímulo condicional auditivo, e os animais podiam emitir resposta de escolha até nos túneis sem estímulos.

Mesmo com mais reversões da discriminação nos experimentos 1 e 2 do que em Feliciano (2007), no presente trabalho essa maior quantidade de reversões interferiu no desempenho dos animais na discriminação simples (Figuras 6 e 13), mas não na discriminação condicional. Essa ineficiência das reversões pode ser notada quando os desempenhos dos animais que passaram por treinos de discriminação simples e de reversão antes da discriminação condicional (Figuras 11 e 18) são comparados com os desempenhos dos animais que só passaram pelo treino de discriminação condicional (Figura 24), indicando que não houve transferência do desempenho de um tipo de discriminação para o outro tipo. Os trabalhos que demonstraram a aquisição de discriminações condicionais a partir do treino de discriminações simples utilizaram sequências de discriminações entre pares de figuras, em que a mudança no fundo das figuras sinalizava qual dos membros do par seria o  $S^D$  (LASHLEY, 1938), ou reversões entre blocos de estímulos, no qual o primeiro estímulo seguido por uma resposta reforçada sinalizava o bloco de estímulos corretos (VAUGHAN, 1988; DUBE; CALLAHAN; MCILVANE, 1993). Neste estudo como em Feliciano (2007), nas séries de reversões das discriminações simples houve o emprego de apenas dois estímulos visuais, linha e triângulo, com o mesmo fundo para ambos os estímulos.

Os dados referentes ao intervalo entre tentativas (IET), ou taxa de apresentação de problemas, apontam para os efeitos de dieta e do procedimento de fading sobre aspectos motivacionais dos animais ao longo do treino de discriminação condicional. Nos experimentos 1 e 2 (Figuras 12 e 18) durante a vigência do procedimento de fading, os animais submetidos a esse procedimento apresentaram IET maior do que os animais que não passaram pelo fading, no grupo controle submetido ao fading, mas não à correção esse efeito perdurou até a última sessão de treino. Pode-se concluir que o fading gerou um aumento no IET por permitir que os animais tivessem mais acesso à água e permanecessem por mais tempo nos túneis.

Tanto no experimento 1 como no experimento 3, os animais desnutridos apresentaram um IET médio menor quando comparados aos animais controles (Figuras 18 e 25), indicando que variáveis motivacionais tenham influenciado o comportamento dos animais (Feliciano, 2007), sem alterar o desempenho dos mesmos. Comparando-se os IET e os acertos médios por

## DISCUSSÃO

sessão, na discriminação condicional dos 3 experimentos, verifica-se que o desempenho dos animais esteve sob controle de variáveis experimentais vigentes no período de treino, tais como as contingências programadas, os procedimentos de fading e correção de tentativas, o equipamento e os estímulos empregados.

Por fim, o procedimento de correção mostrou-se mais adequado e fácil de ser utilizado do que o procedimento de fading, tanto na discriminação simples como na condicional. A correção de tentativas também se mostrou mais efetiva do que o aumento do número de reversões da discriminação simples para melhorar o desempenho na discriminação condicional. Como os animais não aprenderam a discriminação condicional, não foi possível examinar se o desempenho dos sujeitos apresentou propriedades de equivalência de estímulos através dos testes das relações emergentes de reflexividade, simetria e transitividade, não treinadas diretamente (SIDMAN; TAILBY, 1982).

## **7 CONCLUSÕES**

---

## CONCLUSÕES

- O modelo de desnutrição utilizado foi eficiente em gerar perda de peso nas ratas mães e distúrbios no desenvolvimento dos filhotes, nas ninhadas que receberam dieta hipoproteica.
- Devido à dificuldade dos estímulos utilizados, a discriminação simples não se mostrou uma boa tarefa para detectar possíveis déficits de aprendizagem decorrentes da desnutrição precoce.
- Os padrões de acertos dos animais submetidos ao fading indicam que deveria haver diferenças de tamanho ou luminosidade entre a linha e o triângulo.
- O procedimento de correção foi efetivo em melhorar o desempenho dos animais tanto na aprendizagem de discriminações simples, quanto nas reversões da discriminação.
- Não houve aquisição da discriminação condicional, devendo-se fazer alterações no procedimento empregado, principalmente na programação da contingência. Ainda assim, o procedimento de correção melhorou o desempenho dos animais.
- As diferenças nos intervalos entre tentativas no treino de discriminação condicional (experimentos 1 e 3) apontam para a necessidade de se analisar aspectos motivacionais dos animais previamente desnutridos, em tarefas de aprendizagem.

## **REFERÊNCIAS**

---

## REFERÊNCIAS

ALBUQUERQUE, A. R.; MELO, R. M. Equivalência de estímulos: conceitos, implicações e possibilidades de aplicação. In: Abreu-Rodrigues, J.; Ribeiro, M. R. (Orgs.). **Análise do comportamento: pesquisa, teoria e aplicação**. Porto Alegre: Artmed, 2005, p. 245-264.

ALMEIDA, S. S.; DE ARAÚJO, M. Postnatal protein malnutrition affects play behavior and other social interactions in juvenile rats. **Physiology & Behavior**, **74**, p. 45-51, 2001.

BARROS, R. S.; GALVÃO, O. F.; MCILVANE, W. J. Generalized identity matching to sample in *Cebus apela*. **The Psychological Record**, v. 52, p. 441-460, 2002.

BRODY, T. **Nutritional biochemistry**. San Diego: Academic Press, 1999.

BUENO, J. L. O.; HOLLAND, P. C. Occasion setting in Pavlovian ambiguous target discriminations. **Behavioural Processes**, v. 79, p. 132-147, 2008.

\_\_\_\_\_.; MOREIRA, R. C. M. Conditional discrimination: the role of CS-alone trials. **Behavioural Processes**, v. 42, p. 33-45, 1998.

\_\_\_\_\_.; SCADUTO, A. A. Operant serial feature-positive conditional discrimination with composite features and different topography responses. **Brazilian Journal of Medical and Biological Research**, v. 41, p. 141-151, 2008.

CARLI, M. R. A resposta de escolha de acordo com o modelo em abelhas: um procedimento. **Psicologia**, v. 3, n. 2, p. 35-79, 1977.

CATANIA, A. C. **Aprendizagem: comportamento, linguagem e cognição**. Tradução Deisy das Graças de Souza. Porto Alegre: Artes Médicas, 1999.

COLLIER, C.; SQUIBB, R. L.; HAMLIN, P. Protein malnutrition and complex learning in the chicken. In: Seban, G. (Ed.). **Nutrition and Mental Functions**. New York: Plenum Press, 1975. p. 99-112.

CUMMING, W. W.; BERRYMAN, R. Some data on matching behavior in the pigeon. **Journal of the Experimental Analysis of Behavior**, v. 4, p. 281-284, 1961.

\_\_\_\_\_. The complex discriminated operant: studies of matching-to-sample and related problems. In: D. I. Mostofsky (Ed.), **Stimulus generalization**. Stanford: University Press, 1965. p. 284-330.

## REFERÊNCIAS

DANCEY, C. P.; REIDY, J. **Estatística sem matemática para psicologia**. Tradução Lorí Viali. Porto Alegre: Artmed, 2006.

DEBERT, P. Sobre a relevância do estudo experimental do comportamento complexo com animais. In: Guilhardi, H. J. (Org.). **Sobre comportamento e cognição: expondo a variabilidade**. Santo André: ESETec, 2001, v. 7, p. 361-371.

\_\_\_\_\_. **Relações condicionais com estímulos compostos**. Tese (Doutorado) Instituto de Psicologia, Universidade de São Paulo, 2003.

\_\_\_\_\_.; MATOS, M. A.; ANDERY, M. A. P. A. Discriminação condicional: definições, procedimentos e dados recentes. **Revista Brasileira de Análise do Comportamento**, v. 2, n. 1, p.37-52, 2006.

DONAHOE, J. W.; PALMER, D. C. **Learning and complex behavior**. Needham Heights: Allyn and Bacon, 1994.

DORAN; J.; HOLLAND, J. G. Control by stimulus features during fading. **Journal of the Experimental Analysis of Behavior**, v. 31, n. 2, p. 177-187, 1979.

DUBE, W. V.; CALLAHAN, T. D.; MCILVANE, W. J. Serial reversals of concurrent auditory discriminations in rats. **The Psychological Record**, v. 43, p. 429-440, 1993.

FELICIANO, E. A. O. **Discriminações simples e complexas em ratos: efeitos da desnutrição protéica e da estimulação**. 2007. 101 f. Tese (Doutorado em Psicobiologia) – Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 2007.

FEOLI, A. M. et al. Effects of protein malnutrition on oxidative status in rat brain. **Nutrition**, 22, p. 160-165, 2006.

GALLER, J. R.; SHUMSKY, J. S.; MORGANE, P. J. Malnutrition and brain development. In: W. A. Walker & J. Watkins (Eds.). **Nutrition in pediatrics** (2<sup>nd</sup> ed., 3-58). Plenum Press, 1995.

GODDARD, M. J.; HOLLAND, P. C. Type of feature affects transfer in operant serial feature-positive discriminations. **Animal Learning & Behavior**, v. 24, n. 3, p. 266-276, 1996.

## REFERÊNCIAS

- GUIMARÃES, R. P. Deixando o preconceito de lado e entendendo o behaviorismo radical. **Psicologia: Ciência e Profissão**, v. 23, n. 3, p. 60-67, 2003.
- HALAS, E. S.; SANDSTEAD, H. H. Malnutrition and behavior: the performance versus learning problem revisited. **Journal of Nutrition**, v.110, p. 1858-1864, 1980.
- HAYDU, V. B.; COSTA, L. P.; PULLIN, E. M. M. P. Resolução de problemas aritméticos: efeito de relações de equivalência entre três diferentes formas de apresentação do problema. **Psicologia: Reflexão e Crítica**, v. 19, n. 1, p. 44-52, 2006.
- HOLLAND, P. C. Acquisition and transfer of conditional discrimination performance. **Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes**, v. 15, n. 2, p. 154-165, 1989.
- \_\_\_\_\_.; FORBES, D. T. Control of conditional discrimination performance by CS-evoked event representations. **Animal Learning & Behavior**, v. 10, n. 2, p. 249-256, 1982.
- IVERSEN, I. H.; SIDMAN, M.; CARRIGAN, P. Stimulus definition in conditional discriminations. **Journal of the Experimental Analysis of Behavior**, v.45, n. 3, p. 297-304, 1986.
- IVERSEN, I. H. Acquisition of matching-to-sample performance in rats using visual stimuli on nose keys. **Journal of the Experimental Analysis of Behavior**, v.59, n. 3, p. 471-482, 1993.
- \_\_\_\_\_. Matching-To-Sample performance in rats: a case of mistaken identity? **Journal of the Experimental Analysis of Behavior**, v. 68, n. 1, p. 27-45, 1997.
- KANGAS, B. D.; BRANCH, M. N. Empirical validation of a procedure to correct position and stimulus biases in matching-to-sample. **Journal of the Experimental Analysis of Behavior**, v. 90, n. 1, p. 103-112, 2008.
- LASHLEY, K. S. Conditional reactions in the rat. **Journal of Psychology**, v. 6, p.311-324, 1938.
- LEVITSKY, D. A. Malnutrition and animal models of cognitive development. In: Seban, G. (Ed.). **Nutrition and Mental Functions**. New York: Plenum Press, 1975.

## REFERÊNCIAS

LEVITSKY, D. A. Malnutrition and the Hunger to Learn. In: Levitsky, D. A. (Ed.). **Malnutrition, environment and behavior: new perspectives**. Ithaca: Cornell University Press, 1979.

LOPES JR., J.; MATOS, M. A. Controle pelo estímulo: aspectos conceituais e metodológicos acerca do controle contextual. **Psicologia: Teoria e Pesquisa**, v. 11, n. 1, p. 33-39, 1995.

LOPES JR., J. et al. Aprendizagem e emergência de relações condicionais com estímulos modelos complexos. In: Guilhardi, H. J. (Org.). **Sobre comportamento e cognição: expondo a variabilidade**. Santo André: ESETec, 2001, v. 7, p. 401-421.

LUCAS, A. Programming by early nutrition: an experimental approach. **The Journal of Nutrition**, v. 128, p. 401S-406S, 1998.

MATOS, M. A. et al. Rede de relações condicionais e leitura recombinativa: pesquisando o ensinar a ler. **Arquivos Brasileiros de Psicologia**, v. 54, n.3, p. 284-303, 2002.

MCINTIRE, K. D.; CLEARY, J.; THOMPSON, T. Conditional relations by monkeys: reflexivity, symmetry, and transitivity. **Journal of the Experimental Analysis of Behavior**, v. 47, n. 3, p.279-285, 1987.

MEDEIROS, C. A.; RIBEIRO, A. F.; GALVÃO, O. F. Efeito de instruções sobre a demonstração de equivalência entre posições. **Psicologia: Teoria e Pesquisa**, v. 19, n.2, p. 165-171, 2003.

MININI, L.; JEFFERY, K. Do rats use shape to solve “shape discriminations”? **Learning & Memory**, v. 13, p. 287-297, 2006.

MOKLER, D. J. et al. Stress-induced changes in extracellular dopamine and serotonin in the medial prefrontal cortex and dorsal hippocampus of prenatally malnourished rats. **Brain Research**, v. 1148, 226-233, 2007.

MORGANE, P. J. et al. Prenatal malnutrition and development of the brain. **Neuroscience and Biobehavioral Reviews**, v.17, p.91-128, 1993.

MORGANE, P. J.; MOKLER, D. J.; GALLER, J. R. Effects of prenatal protein malnutrition on the hippocampal formation. **Neuroscience and Biobehavioral Reviews**, v. 26, p. 471-483, 2002.

## REFERÊNCIAS

- MUELLER, M. M.; PALKOVIC, C. M.; MAYNARD, C. S. Errorless learning: review and practical application for teaching children with pervasive developmental disorders. **Psychology in the Schools**, v. 44, n. 7, p. 691-700, 2007.
- NIGROSH, B. J.; SLOTNICK, B. M.; NEVIN, J. A. Olfactory Discrimination, Reversal Learning, and Stimulus Control in Rats. **Journal of Comparative and Physiological Psychology**, v. 89, n. 4, p. 285-294, 1975.
- NISSANI, M. et al. Simultaneous visual discrimination in Asian elephants. **Journal of the Experimental Analysis of Behavior**, v. 83, n. 1, p.15-29, 2005.
- O'GRADY, R. S.; JENNINGS, J. W. Reversal learning set in successive discrimination reversal learning and transfer with rats using visual and olfactory cues. **The Psychological Record**, v. 24, p. 243-251, 1974.
- PASSOS, M. C. F.; RAMOS, C. F.; MOURA, E. G. Short and long term effects of malnutrition in rats during lactation on the body weight of offspring. **Nutrition Research**, v. 20, n. 11, p. 1603-1612, 2000.
- PESSOTTI, I. Aprendizagem em abelhas. VI: Discriminação condicional em *Melípona rufiventris*. **Revista Brasileira de Biologia**, v. 41, n. 4, p. 681-683, 1981.
- REEVES, P. G.; NIELSEN, F. H.; FAHEY Jr. AIN-93 Purified diets for laboratory rodents: final report of the American Institute of Nutrition Ad Hoc Writing Committee on the reformulation of the AIN-76A rodent diet. **The Journal of Nutrition**, v. 123, p. 1939-1951, 1993.
- ROCINHOLI, L. F.; ALMEIDA, S. S.; De-OLIVEIRA, L. M. Response threshold to aversive stimuli in stimulated early protein malnourished rats. **Brazilian Journal of Medical and Biological Research**, v. 30, p. 407-413, 1997.
- RIUL, T. R. et al. Ethological analysis of mother-pup interactions and other behavioral reactions in rats: effects of malnutrition and tactile stimulation of the pups. **Brazilian Journal of Medical and Biological Research**, v. 32, p. 975-983, 1999.
- SÉRIO, T. M. A. P.; ANDERY, M. A.; MICHELETTO, N. Discriminação condicional. In: SÉRIO, T. M. A. P.; ANDERY, M. A.; GIOIA, P. S.; MICHELETTO, N. **Controle de estímulos e comportamento operante: uma introdução**. São Paulo: EDUC, p. 81-112, 2002.

## REFERÊNCIAS

SIDMAN, M. Two choices are not enough. **Behavior Analysis**, v. 22, p. 11-18, 1987.

\_\_\_\_\_.; TAILBY, W. Conditional discriminations VS. matching-to-sample: an expansion of the testing paradigm. **Journal of the Experimental Analysis of Behavior**, v. 37, n. 1, p. 5-32, 1982.

SIEGEL, S.; CASTELLAN, N. J. **Estatística não-paramétrica para ciências do comportamento**. Tradução Sara Ianda Correa Carmona. Porto Alegre: Artmed, 2006.

SKINNER, B. F. Teorias da aprendizagem são necessárias (Tradução: GIMENES, L. S.; ECKERMAN, D. A.; GALVÃO, P. R. L.). **Revista Brasileira de Análise do Comportamento**, v. 1, n. 1, p. 105-124, 2005.

SMART, J. L. Reversal of spatial discrimination learning in a water maze by previously undernourished rats. **Animal Learning & Behavior**, v. 4, n. 3, p. 313-316, 1976.

STEVENSON, J. Dietary influences on cognitive development and behaviour in children. **Proceedings of the Nutrition Society**, v. 65, p. 361-365, 2006.

STRUPP, B. J.; LEVITSKY, D. A. Enduring Cognitive Effects of Early Malnutrition: A Theoretical Reappraisal. **The Journal of Nutrition**, v. 125, p. 2221S-2232S, 1995.

TERRACE, H. S. Discrimination learning with and without "errors". **Journal of the Experimental Analysis of Behavior**, v. 6, n. 1, p. 1-27, 1963a.

\_\_\_\_\_. Errorless transfer of a discrimination across two continua. **Journal of the Experimental Analysis of Behavior**, v. 6, n. 2, p. 223-232, 1963b.

TIGER, J. H.; HANLEY, G. P. Using reinforcer pairing and fading to increase the milk consumption of a preschool child. **Journal of Applied Behavior Analysis**, v. 39, n. 3, p. 399-403, 2006.

TIRAPÉGUI, J.; CASTRO, I. A.; ROSSI, L. Biodisponibilidade de proteínas. In: Cozzolino, S. M. F. **Biodisponibilidade de nutrientes**. Barueri: Manole, p. 67-123, 2005.

TURKEWITZ, G. Learning in chronically protein-deprived rats. In: Serban, G. **Nutrition and Mental Functions**. New York: Plenum Press, p. 113-120, 1975.

## REFERÊNCIAS

VAUGHAN, W., Jr. Formation of equivalence sets in pigeons. **Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes**, v. 14, n. 1, p. 36-42, 1988.

VILELA, M. C. R. et al. Differential vulnerability of the rat retina, suprachiasmatic nucleus and intergeniculate leaflet to malnutrition induced during brain development. **Brain Research Bulletin**, **64**, p. 395-408, 2005.

WAINWRIGHT, P. E.; COLOMBO, J. Nutrition and the development of cognitive functions: interpretation of behavioral studies in animals and human infants. **The American Journal of Clinical Nutrition**, v.84, p. 961-970, 2006.

# Livros Grátis

( <http://www.livrosgratis.com.br> )

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

[Baixar livros de Literatura](#)  
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)  
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)  
[Baixar livros de Matemática](#)  
[Baixar livros de Medicina](#)  
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)  
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)  
[Baixar livros de Meteorologia](#)  
[Baixar Monografias e TCC](#)  
[Baixar livros Multidisciplinar](#)  
[Baixar livros de Música](#)  
[Baixar livros de Psicologia](#)  
[Baixar livros de Química](#)  
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)  
[Baixar livros de Serviço Social](#)  
[Baixar livros de Sociologia](#)  
[Baixar livros de Teologia](#)  
[Baixar livros de Trabalho](#)  
[Baixar livros de Turismo](#)