# Universidade Estadual de Londrina

**MARILIA BAZAN BLANCO**

# EFEITOS DO ENRIQUECIMENTO AMBIENTAL E DO ENVELHECIMENTO NO DESEMPENHO DE RATOS EM UM PROCEDIMENTO DE *NON-MATCHING-TO-SAMPLE*.

LONDRINA
2007

# Livros Grátis

http://www.livrosgratis.com.br

Milhares de livros grátis para download.

**MARÍLIA BAZAN BLANCO**

# Efeitos do enriquecimento ambiental e do envelhecimento no desempenho de ratos em um procedimento de *non-matching-to-sample*.

Dissertação apresentada para cumprimento dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Análise do Comportamento.

Orientador: Professor (a) Dr. (a) Marcia Cristina Caserta Gon.

Londrina
2007

**MARÍLIA BAZAN BLANCO**

# Efeitos do enriquecimento ambiental e do envelhecimento no desempenho de ratos em um procedimento de *non-matching-to-sample*.

Dissertação apresentada para cumprimento dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Análise do Comportamento.

**COMISSÃO EXAMINADORA**

Prof. Orientador Dra. Márcia C. Caserta Gon
Universidade Estadual de Londrina

Dra. Valéria Castelli Infantozzi Costa
Universidade de São Paulo

Dr. Célio Roberto Estanislau
Universidade Estadual de Londrina

Londrina, _____de _____de _____.

**SUMÁRIO**


Resumo 02
Abstract 03
Justificativa 04
1- Introdução 06
1.1- Aprendizagem e Memória 06
1.2- Envelhecimento Cerebral, Neurogênese e o Papel do Ambiente 09
1.3- Enriquecimento Ambiental 13
2- Objetivos 19
2.1- Objetivo Geral 19
2.2- Objetivos específicos 19
3- Método 19
3.1- Sujeitos 19
3.2- Local 20
3.3- Recursos Humanos 20
3.4- Materiais e Equipamentos 20
3.5- Procedimentos 22
3.5.1- Fase I 22
3.5.2- Fase II 23
3.5.3- Fase III 24
3.5.4- Fase IV 25
3.6- Registro e análise dos dados 26
4- Resultados 26
4.1- Número de práticas corretas 27
4.2- Número de práticas incompletas 28
4.3- Tempo despendido para realização das sessões 29
5- Discussão 30
5.1- Número de práticas corretas 31
5.2- Número de práticas incompletas 34
5.3- Tempo despendido na realização da tarefa 36
Referências Bibliográficas 38
Anexo 43

**RESUMO**

O envelhecimento cerebral e sua relação com algumas alterações comportamentais e doenças observadas em organismos idosos ainda não são claramente compreendidas. Pesquisas realizadas com modelos animais de aprendizagem e memória têm mostrado alterações comportamentais e na estrutura e funcionamento do Sistema Nervoso relacionadas ao envelhecimento, assim como a influência do enriquecimento ambiental nestas alterações. Ratos velhos têm, em geral apresentado desempenho inferior em testes de aprendizagem e memória quando comparados a ratos mais jovens e a exposição desses animais a ambientes enriquecidos parece reverter de certa forma este quadro. O presente trabalho teve como objetivo principal verificar a influência do envelhecimento e do enriquecimento ambiental no desempenho de ratos num procedimento de *non-matching-to-sample* num Labirinto em T. Para tanto, utilizou-se de 24 ratos Wistar (12 com 18 meses de idade e 12 com 50 dias de idade no inicio do experimento), separados em quatro grupos de seis ratos cada, de acordo com as variáveis: idade (ratos jovens e velhos) e enriquecimento ambiental (exposição ou não a ambientes enriquecidos). Após a exposição ao ambiente enriquecido ou não enriquecido pelo período determinado, os animais foram testados num labirinto em T, onde realizaram uma tarefa de *non-matching-to-sample*. O procedimento constou de três sessões de habituação, nas quais os animais tomaram contato com o ambiente experimental e dez sessões de coleta de dados. Cada sessão de coleta de dados foi composta de dez práticas de informação e escolha, onde na prática de informação o animal deveria entrar em um dos braços do labirinto para obter o alimento, e na prática de escolha deveria optar pelo braço oposto. Ao longo das sessões foram registrados o tempo de duração de cada prática, o número de entradas no braço correto, o número de entradas no braço incorreto e o número de práticas incompletas. De acordo com os resultados, observou-se que não houve diferença no desempenho entre os grupos de ratos jovens, velhos, enriquecidos e não-enriquecidos, os quais foram capazes de aprender a tarefa determinada, apresentando uma média de acertos e erros semelhantes. No entanto, diferenças significativas foram observadas no número de práticas incompletas e no tempo despendido na realização da tarefa. O grupo VE (ratos velhos enriquecidos) apresentou melhor desempenho, realizando maior número de práticas em menor tempo, quando comparado ao grupo VNE (ratos velhos não-enriquecidos). Pode-se perceber uma influência do enriquecimento ambiental relacionado a idade, onde sujeitos velhos enriquecidos apresentaram melhor desempenho que sujeitos velhos não-enriquecidos.

**Palavras-chave**: aprendizagem; envelhecimento;enriquecimento ambiental, *non-matching-to-sample;* ratos.

**ABSTRACT**

The cerebral aging and its relation with some behavioral alterations and observed illnesses in aged organisms, clearly are still not understood. Research carried through with animal models of learning and memory have been showing mannering alterations and in the structure and related functioning of the Nervous System to the aging, as well as the influence of the environmental enrichment in these alterations. In general, old rats have been presenting inferior performance in learning tests and memory that younger rats, and the exposition of these animals the enriched environments seem to revert this fact. The present work had as main objective to verify the influence of the aging and the environmental enrichment in the performance of rats in a procedure of non-matching-to-sample in a T- Maze. For this, used 24 Wistar rats (12 with 18 months of age and 12 with 50 days of age in the beginning of the experiment), separate in four groups (VE, VNE, JE and JNE) of six rats in according to variable: age (old and young rats) and environmental enrichment (exposition or not exposition to environment enriched). After the exposition to the environmental enriched or not enriched for the determined period, the animals had been tested in a labyrinth in T, where they carried through a task of non-matching-to-sample. The procedure consisted of three sessions of habituation, in which the animals had contact with the experimental environment and ten sessions of collection of data. Each session of collection of data was composed of ten practical ones of information and choice, where in practical of information the animal should enter in one of the arms of the labyrinth to get the food, and in the practical one of choice should opt to the opposing arm to the entered one in practises of information to get the food. Throughout the sessions they had been registering the time of duration of each practical, the number of entrances in the correct arm, the number of entrances in practical the incorrect arm and the number of incomplete. According to the results, were observed that there wasn`t difference in the performance enters the groups of young rats, old, enriched and not-enriched they were able to learn the determined task, presenting a similar average of rightnesss and errors. However, significant differences had been observed in the number of practical incomplete and in the time expended in the practical accomplishment of the task, where the group of enrichment old rats (VE) presented better performance, carrying through all practical and the group of old not-enrichment old rats (VNE) presented a bigger number of incomplete practicals, and group VE was faster when was compared with group VNE. Can perceived influences of the environment enrichment related the age, where enriched old citizens have presented better performance than not-enriched old citizens.

**Key-Words:** learning; aging; environmental enrichment; *non-matching-to-sample*; rats.

JUSTIFICATIVA

À medida que os anos vão passando, observa-se um aumento da expectativa de vida da população mundial, sendo cada vez maior o número de idosos na sociedade. Este aumento justifica-se pelos avanços da ciência e tecnologia, principalmente nos ramos da medicina e saúde pública.

Segundo a Organização Mundial de Saúde, a estimativa de vida da população mundial, que em 2000 era de 66 anos, passará a ser de 73 anos em 2025. No Brasil, de acordo com a pesquisa do IBGE de dezembro de 2006, a expectativa de vida é de 71,7 anos (Zimerman, 2000).

Uma vez com um número maior de idosos na sociedade, observa-se também um aumento no número de casos de problemas relacionados à terceira idade, como por exemplo, os problemas de memória.

Pesquisas realizadas com idosos entre 60 e 65 em vários países mostraram uma taxa de 18,5% à 38,4% de prevalência de comprometimento cognitivo, e as queixas de esquecimentos podem chegar até 76,3% (Quevedo, J.; Martins, M.R.; Izquierdo, I., 2006).

Devido a essa alta prevalência, muito se tem investigado sobre o envelhecimento cerebral e sua influência nos problemas de memória, e este assunto deve ainda ser muito mais explorado.

Pesquisas recentes nas áreas de Psicobiologia e Biogerontologia Experimental têm mostrado algumas alterações comportamentais, na estrutura e funcionamento do Sistema Nervoso relacionadas ao envelhecimento bem como a influencia de diferentes condições ambientais, como o enriquecimento ambiental, sobre elas. Outros estudos se fazem necessários para que se possa demonstrar qual é o real papel do envelhecimento nos problemas de memória e de que maneira as condições ambientais também podem estar

interferindo. Esses resultados seriam importantes pra o desenvolvimento de uma possível prevenção e tratamento dos mesmos.

Estudos relacionados ao envelhecimento, alterações do comportamento e do Sistema Nervoso e a influência do ambiente são exemplos nos quais modelos animais apresentam valor imensurável.

Sem o uso dos modelos animais, pouco se saberia a respeito do comportamento dos organismos envelhecidos e não se poderia observar o funcionamento do cérebro jovem e velho durante tarefas de aprendizagem e memória. Observações e manipulações experimentais invasivas ou de alto risco só podem ser realizadas em animais, e, além disso, a expectativa de vida de animais é menor do que em humanos, sendo mais fácil observar processos de envelhecimento.

O presente trabalho pretendeu verificar os efeitos do enriquecimento ambiental e do envelhecimento sobre a aprendizagem em animais, podendo assim auxiliar no entendimento de como o ambiente pode alterar o comportamento, e servindo de subsidio para discussões de problemas de aprendizagem e memória relacionados ao envelhecimento.

# INTRODUÇÃO

## 1.1- APRENDIZAGEM E MEMÓRIA

Uma das características mais importantes da espécie humana é sua capacidade de modificação do comportamento por meio da aprendizagem, adquirindo conhecimento sobre o mundo que a cerca. Devido a genética e a natureza do cérebro é que o comportamento humano é tão maleável (Graeff e Brandão, 1993/1999). A variabilidade comportamental e a susceptibilidade ao reforço são características da espécie humana determinadas pela filogênese. O repertório inicial indiscriminado do indivíduo (comportamentos exploratórios e aleatórios) é dado filogeneticamente. E é a partir deste repertório inicial que os operantes são modelados, através de contingências de reforço (Melo, 2005). Esta variabilidade comportamental está relacionada a dois processos fundamentais: o aprender e o lembrar.

Catania (1999) define aprendizagem como o processo pelo qual um comportamento é adicionado ao repertorio de um organismo, uma mudança relativamente permanente no comportamento do individuo. Memória é definida por este mesmo autor como ato de lembrar ou recordar, que seria o responder em função de um estímulo que não está mais presente.

De acordo com as teorias tradicionais, quando diz-se que algo foi aprendido, subentende-se que o organismo foi capaz de reter determinadas informações em sua memória, e assim, os termos aprendizagem e memória estariam diretamente relacionados. O aprendizado refere-se ao primeiro estágio da memória, a aquisição de novas informações. Já a memória estaria relacionada a um processo mais amplo, que inclui tanto a "retenção" quanto a "evocação" dessas informações (Graeff e Brandão, 1999). Segundo Catania (1999), a metáfora central do lembrar implica em armazenamento, retenção e recuperação do que é experienciado.

Contudo, armazenamento, retenção e recuperação do que é experienciado seriam implicações da metáfora central do lembrar (Catania, 1995). Segundo Skinner (1974/1999) o uso de metáforas como a de incisões em pedras de barro ou memória de computadores favoreceu a hipótese de que as pessoas fazem cópias do mundo que as cerca e armazenam-nas na memória, para futuramente evocá-las. Essas experiências armazenadas seriam cópias de estímulos, que quando recordados teriam a mesma função dos estímulos originais, favorecendo a apresentação de um comportamento eficaz na situação. Essas cópias não teriam a mesma dimensão das originais: seriam codificadas como campos elétricos, ficando armazenadas em alguma parte do cérebro.

Para a Análise do Comportamento, as contingências que afetam um organismo não são armazenadas por ele (no sentido de estar dentro do organismo); elas simplesmente o modificam. E essa modificação se dá no sentido de alterar a probabilidade de ocorrência de determinadas respostas futuras. Lembrar significa apenas tornar-se capaz de responder de maneira semelhante a estímulos que apresentam alguma similaridade com o estímulo anteriormente apresentado (Skinner, 1974/1999). Assim,

> *Um nome pode fazer com que nos lembremos de uma pessoa no sentido de agora a vermos. Isso não significa evocar uma cópia da pessoa e então olha-la; significa simplesmente comportar-nos como, numa ocasião anterior, nos comportamos em sua presença.* (Skinner, 1974/1999, p 97).

Por sua vez, o campo da Psicobiologia estaria interessado nas bases anatômicas e fisiológicas do comportamento, mostrando como os organismos se modificam quando expostos às contingências de reforço, e porque então, esses organismos modificados se comportam de forma diferente em episódios posteriores. Em outras palavras, saber acerca dos processos fisiológicos, químicos ou elétricos que ocorrem quando uma pessoa age ou o que está acontecendo no interior do organismo em ação (Pinel, 2005).

Isso não significa tomar esses acontecimentos interiores como as causas da ação; muito pelo contrário, essas mudanças fisiológicas também têm como causa primeira um evento ambiental (Skinner, 1974/1999; Gôngora, 2002).

Nesse sentido, quando se fala em processos envolvidos na aprendizagem e memória, referir-se-á aqui apenas às mudanças ocorridas no Sistema Nervoso (enquanto mudanças químicas, fisiológicas ou elétricas) devido à exposição do organismo às contingências ambientais, e não subentende-se a aceitação de constructos hipotéticos como "processamento de informações". As mudanças fisiológicas também não seriam causas do comportamento, mas sim conseqüências da exposição às contingências ambientais.

Segundo Tavares, Furtado e Santos (1984) o ambiente é constituído de matéria (pessoas, animais, objetos) e energia (como a luz e sons). As diversas células receptoras existentes no organismo reagem diante da energia existente no ambiente, seja ela refletida ou produzida pelos objetos, animais ou pessoas. Por exemplo, quando olha-se para uma pessoa, as células receptoras dos olhos captam a luz refletida pela superfície de seu corpo. No caso de sons, por exemplo, a energia produzida pelas cordas vocais é transferida para moléculas existentes no ar e então, para os receptores do ouvido. Todas as células receptoras transformam a energia por elas captada em um único tipo de energia, a eletroquímica, que dá origem ao impulso nervoso.

A resposta das células consiste em uma mudança no potencial de repouso das suas membranas. Essa transformação de um tipo de energia em outro é denominada transdução. Depois que o receptor transformou a energia recebida do ambiente em energia eletroquímica, ela é encaminhada para as células nervosas. O impulso nervoso se propaga de um neurônio a outro através das sinapses, levando as informações até o cérebro (Tavares *et al.,* 1984).

Quando sob determinadas condições, um organismo vê um estímulo, esse estímulo visual, através de uma série de processos fisiológicos, fortaleceria uma determinada conexão

de neurônios; e em situações de estímulos semelhantes, essa mesma conexão de neurônios seria novamente envolvida (Tavares *et al.,* 1984). Isso não significa que a ativação dessa determinada conexão de neurônios seria a causa da resposta do organismo frente a esse estímulo, mas sim que, sob determinadas contingências de reforço, alguns estímulos evocam determinadas respostas e essa ocorrência fortalece determinadas conexões sinápticas em específicas áreas cerebrais desse organismo.

O importante seria ressaltar aqui que, a percepção sensorial dos estímulos ambientais é "codificada" em características anatômicas da atividade neuronal do cérebro, na medida em que altera a intensidade de conexões sinápticas. Ou seja, a exposição a diferentes contingências ambientais envolve alterações no Sistema Nervoso, e uma vez com o Sistema Nervoso modificado, esse organismo passa a responder de maneira diferenciada.

## 1.2- ENVELHECIMENTO CEREBRAL, NEUROGÊNESE E PAPEL DO AMBIENTE

Pesquisas realizadas no campo da Biogerontologia Experimental mostraram que é possível aumentar a média de vida de muitas espécies criando-se ambientes "ótimos" em laboratório. No entanto, tanto na natureza quanto no laboratório, observam-se mudanças biológicas inevitáveis que conduzirão ao envelhecimento e conseqüente morte dos seres (Geis, 2003).

O processo de envelhecimento se dá devido à morte celular. O oxigênio respirado é captado pelos glóbulos vermelhos e levado a diferentes órgãos, sendo absorvidos pelas mitocôndrias celulares. Estas obtêm do oxigênio energia necessária para a sobrevivência da célula através de reações químicas. No entanto, essas reações produzem também alguns resíduos que são tóxicos, e que quando se acumulam levam à morte das mitocôndrias, e,

consequentemente da célula. A morte de células nos vários órgãos leva ao envelhecimento do organismo como um todo (Geis, 2003).

A relação entre o envelhecimento cerebral e algumas alterações comportamentais e doenças observadas em organismos idosos ainda não está compreendida claramente.

Norris e Foster (1999) afirmaram que as funções mais atingidas pelo envelhecimento e doenças neurodegenerativas são as relacionadas com a integridade do hipocampo como, por exemplo, a memória espacial. Woodruff-Pak (1990) define memória espacial como a capacidade que o organismo tem de saber onde está, assim como de locomover-se eficientemente nesse ambiente, e afirma que ratos velhos apresentam desempenho inferior em tarefas que envolvam este tipo de memória quando comparados a ratos mais novos.

Segundo Rosezweig e Barnes (2003), o envelhecimento é associado com declínios específicos de aprendizagem e memória, alguns dos quais são semelhantes aos causados por lesões hipocampais. Vários estudos citados por Da Costa (1997) também apontam para prejuízos em memória operacional[1] e espacial[2] apresentados por animais com hipocampo lesionados testados no labirinto em T e labirinto radial.

Geinisman, Ganeshina, Yoshida, Berry, Disterhoft e Gallagher (2004) compararam o desempenho de ratos jovens e velhos no labirinto aquático de Morris, para investigar quais déficits de aprendizagem espacial estariam associados a perda de sinapses hipocampais e observaram que ratos jovens e velhos não apresentaram diferença no desempenho apresentado na primeira sessão de treino, mas que os ratos velhos apresentaram desempenho inferior aos jovens na aquisição da tarefa durante as sessões subseqüentes.

Sabolek, Bunce, Giuliana e Chrobak (2004) realizaram um estudo longitudinal para investigar o desempenho de ratos com 12, 16 e 20 meses de idade numa tarefa de *non-*

[1] Pinel (2005) define memória operacional como sendo memória temporária necessária para o desempenho bem-sucedido em tarefas em que se trabalha no momento.

*matching-to-sample* num labirinto radial, e observaram um declínio na performance dos ratos com 16 meses, declínio que foi ainda mais acentuado quando testados com 20 meses de idade, indicando um certo prejuízo da aprendizagem espacial e memória de trabalho relacionado ao envelhecimento. Bimonte, Nelson e Granholm (2003) testaram ratas fêmeas jovens e velhas num labirinto aquático e também obtiveram resultados que indicam a presença de deficiências em memória de trabalho relacionadas com o envelhecimento.

Lowy, Ingram, Olton, Waller, Reynolds e London (1985) compararam o desempenho de ratos jovens e velhos em duas tarefas num labirinto em T, uma envolvendo memória de referência de longo prazo[3] e uma de memória de trabalho e observaram que ratos velhos apresentam mais erros em ambas as tarefas.

Segundo Soffié, Hahn, Terão e Eclancher (1999), o cérebro envelhecido é caracterizado principalmente pela redução do número de neurônios. Sabe-se hoje, que entre 45 e 85 anos, o peso cerebral dos humanos diminui cerca de 12%, ocorre diminuição do número de neurônios, sobretudo nos lobos frontais e temporais, atrofia do córtex e dilatação ventricular, tendo como conseqüência uma diminuição na velocidade da aprendizagem, diminuição da memória e lentidão global nas funções sensório-motoras (Geis, 2003). E ainda, ocorrem perdas de grandes e pequenos neurônios ou retração dos grandes neurônios corticais; redução do RNA citoplasmático nos neurônios do córtex frontal, giro hipocampal, células piramidais do hipocampo e células de Purkinje do cerebelo; aparecimento de placas senis e emaranhados neurofibrilares, declínio do metabolismo de glicose seguido por uma redução de 20% do tamanho médio das células nervosas do córtex e diminuição dos níveis de acetilcolina, de serotonina, ácido gama-aminobutírico e receptores colinérgicos. Essa redução

---

[2] Segundo Catania (1999) memória espacial pode ser definida como lembrar de caminhos e de coisas localizadas neles.

[3] Segundo Purves *et al* (2005) memória de longo prazo compreende a retenção de informação de forma mais permanente, durante dias, semanas ou meses, enquanto memória de curto prazo, incluindo memória de trabalho,

da atividade colinérgica está relacionada a uma diminuição da atenção e maior dificuldade em aprender (Cançado e Horta, 2002).

No entanto, apesar dos vários estudos já realizados nessa área, Quevedo, Martins e Izquierdo (2006) mostram que é clássico afirmar que o idoso tem uma memória inferior ao adulto jovem, mas que são poucos os estudos confiáveis que demonstram essa influência negativa da idade.

Embora, através da plasticidade neural[4], o cérebro adulto conseguisse contrabalancear algumas perdas estabelecendo novas conexões entre neurônios, acreditava-se que ele não era capaz de regenerar-se, uma vez que as células nervosas não se reproduziam. (Gage, Chen, Buzsaki e Armstrong, 1988).

Estudos realizados por Gage *et al*. (1988) começaram a sugerir que o cérebro humano possuía potencial para regeneração neuronal, demonstrando uma continua geração de neurônios no hipocampo de cérebros maduros. Pesquisas posteriores citadas por Van Praag, Schinder, Christie, Torri, Palmer e Gage (2002) demonstraram a formação de neurônios no hipocampo de chapins norte-americanos, e um aumento no número desses novos neurônios relacionados a necessidade dos animais de lembrarem dos locais onde foram armazenados os alimentos. Confirma-se assim a possibilidade de haver neurogênese no cérebro adulto, e que esta estaria relacionada principalmente ao enriquecimento do ambiente.

Acredita-se então, que a neurogênese também esteja envolvida no processo de aprender e lembrar descritos anteriormente, onde os novos neurônios seriam adicionados de

---

seria a capacidade de manter as informações de segundos a minutos, tempo necessário para que se desempenhe ações seqüenciais.

[4] O termo plasticidade comportamental refere-se a qualquer alteração significativa no comportamento dos indivíduo, e plasticidade neural refere-se a alterações observadas na função ou na estrutura do sistema nervoso, em nível celular, associado à essa plasticidade comportamental (Graeff e Brandão, 1993/1999). Pesquisas citadas por estes autores mostraram que o Sistema Nervoso do indivíduo sadio exibe plasticidade neural específica e sutil em resposta a estímulos, tal como a aprendizagem de uma tarefa. Aprender e lembrar envolvem alterações cerebrais permanentes, mas, no entanto, os mecanismo envolvidos nessas alterações não estão totalmente conhecidos. O hipocampo parece exercer importante papel na formação da memória e no aprendizado, e vários tipos de plasticidade sináptica têm sido descritos nessa estrutura.

forma estratégica às redes já formadas, de acordo com o aumento das exigências ambientais (Gage *et al.*, 1988).

A neurogênese adulta já foi descrita em duas regiões: o hipocampo e sistema olfativo. E, embora se acredite que os neurônios possam se desenvolver de células tronco existentes em qualquer região do cérebro, ainda não existem dados do desenvolvimento dos mesmos fora dessas regiões citadas. Além disso, o número de células novas é baixo em relação ao numero total de células nervosas, e sendo assim, mesmo com a existência da neurogênese adulta, os danos resultantes da perda de neurônios relacionadas ao envelhecimento não são totalmente supridos (Van Praag *et al.*, 2002).

No entanto, de acordo com este mesmo autor, e por pesquisas citadas por Nunes, Bussad e Guerra (2003), tem-se observado um aumento dos novos neurônios em função do aumento de exigências ambientais, e, neste sentido, pesquisas relacionadas ao enriquecimento ambiental podem favorecer a compreensão da influência do ambiente na neurogênese.

## 1.3- ENRIQUECIMENTO AMBIENTAL

Uma das características humanas filogeneticamente selecionadas foi a sua capacidade de se adaptar funcionalmente às pressões ambientais, chamada de plasticidade comportamental. Segundo Diamond (2001), a partir de 1964, pesquisas começaram a demonstrar que a morfologia e a química cerebral também poderiam ser modificadas pela experiência. Chapillon, Patin, Roy, Vincent e Caston (2001) afirmaram que o desenvolvimento do sistema nervoso é altamente dependente da interação do organismo com o ambiente, sendo assim influenciado pelas condições ambientais.

Dizemos que as pressões ambientais fazem parte das determinantes do comportamento, e nesse sentido, muito se tem investigado a respeito das influências do enriquecimento ambiental na organização comportamental e do Sistema Nervoso (Nunes, Bussad e Guerra, 2003).

De acordo com Fernandez-Teruel, Gimemez-Llort, Escorihuela, Gil, Aguilar, Steimer e Tobeña (2002), enriquecimento ambiental consiste na exposição de ratos jovens e adultos, por semanas ou meses, a ambientes ricos em estimulação sensorial e que proporcionam apresentação de padrão comportamental variado, levando a modificações comportamentais e cerebrais dos organismos. Leggio, Mandolesi, Federico, Spirito, Ricci, Gelfo e Petrosini (2005) definiram ambiente enriquecido como uma combinação de aumento de relações sociais, de exercícios físicos e interações com estímulos não-sociais que geram modificações comportamentais e neurológicas.

Segundo Nunes *et al.* (2003), os "ambientes enriquecidos" podem variar no tamanho das caixas, na quantidade e tipos de brinquedos utilizados, assim como no tempo de alternância dos mesmos, e no tamanho dos túneis, rodas e abrigos.

Soffié *et al*. (1999) demonstraram que o tempo de alojamento pode variar de 30 a 509 dias, e a idade do animal quando da mudança ambiental varia de um a 30 meses. Diamond (2001) demonstrou que um dia de exposição ao enriquecimento não é suficiente para produzir mudanças mensuráveis na espessura cortical, mas quatro dias consecutivos produzem alterações no córtex visual e 30 dias resultam em alterações na espessura do córtex frontal, parietal e occiptal. No entanto, este mesmo autor demonstrou que 80 dias de exposição a ambientes enriquecidos não resulta em nenhuma potencialização das alterações, quando comparados as resultantes em 30 dias de exposição. Demonstrou ainda que 138 dias de exposição de ratos velhos (766 dias de idade) a ambientes enriquecido resultam em alterações

semelhantes às encontradas em cérebros de ratos com 60 dias de idade expostos por 30 dias a ambientes também enriquecidos.

Embora possa haver variação nos tipos de objetos utilizados nos ambientes enriquecidos, especial importância deve ser dada a roda de exercícios, visto que Gage *et al.* (1988) demonstraram que ratos expostos a ambientes enriquecidos com apenas este objeto apresentaram uma quantidade de novas células nervosas duas vezes maior do que os ratos criados em ambientes não-enriquecidos, número semelhante ao encontrado em animais expostos a ambientes enriquecidos com maior número de objetos.

Segundo Ahmadiasl, Alaei e Hanninen (2003), ratos expostos a roda de exercícios por uma hora diária, durante dez dias, apresentaram melhor resultado quando testados no Labirinto Aquático de Morris do que animais de grupo controle, que não utilizavam a roda de exercício. Sendo assim, o aumento da atividade física em ratos resulta em melhoras na aprendizagem espacial e memória, assim como aumento da neurogênese no giro denteado do hipocampo.

Vários estudos citados por Nunes *et al*. (2003) apontam para os efeitos positivos do enriquecimento ambiental no que diz respeito ao desempenho dos animais numa variedade de tarefas, quando comparados a animais criados em ambientes pobres de estimulação.

Fernandez-Teruel *et al.* (2002) realizaram um estudo comparativo entre os resultados encontrados em pesquisas sobre enriquecimento ambiental e manipulação neonatal, demonstrando também resultados que sugerem um melhor desempenho de animais expostos a ambientes enriquecidos em testes de aprendizagem como o labirinto aquático de Morris e o labirinto em T. Ambientes maiores e com maior variedade de objetos do que os padrões de criadouros, que possibilitem maiores oportunidades para experiências perceptuais e exibição de variados padrões comportamentais, parecem favorecer um melhor desempenho dos animais quando expostos a atividades relacionadas a aprendizagem quando comparados a

animais criados em ambientes mais pobres (Fernandez-Teruel *et al*., 2002; Schwats,1964; Rosenzweig,1966). Estudos realizados nessa área demonstram que a exposição a ambientes enriquecidos resulta numa melhora na aprendizagem, principalmente na espacial (Fernandez-Teruel *et al*., 2000) e memória, principalmente a de curto prazo (Fernandez-Teruel *et al*., 2002; Soffié *et al*., 1999), em resolução de problemas (Fernandez-Teruel *et al*., 2002; Diamond, 2001) e previne ou atenua os efeitos do envelhecimento (Fernandez-Teruel *et al*., 2002; Soffié *et al*., 1999).

Morgan (1973), num estudo sobre o desempenho de ratos na aprendizagem e reversão de uma tarefa motora complexa (puxar e empurrar uma bola) demonstrou que, embora não haja diferença significativa na aprendizagem da tarefa por ratos expostos a ambientes enriquecidos e não-enriquecidos, os expostos a ambientes enriquecidos apresentam resultados superiores na reversão da tarefa. Segundo ele, uma hipótese provável seria a de que ratos criados em isolamento são mais resistentes à extinção; e, uma vez aprendido uma forma de realizar a tarefa, seriam mais lentos para aprender uma forma diferente de realizar a mesma.

Leggio *et al.* (2005) testaram animais criados em ambientes enriquecidos e não-enriquecidos num labirinto radial e no labirinto aquático de Morris. No labirinto radial, os animais enriquecidos apresentaram melhor desempenho e, além disso, frente a mudanças na exigência do contexto, apresentavam rapidamente reorganização das estratégias utilizadas. No labirinto aquático de Morris, animais enriquecidos adquiriram mais rapidamente estratégias de natação harmoniosas.

Além disso, Varty *et al.* (2000) observaram que ratos mantidos em ambientes enriquecidos exibiram reduzida exploração e rápida habituação na atividade locomotora, quando comparados com sujeitos criados em isolamento.

As diferenças de repertórios comportamentais implicam também em diferenças das estruturas fisiológicas subjacentes, visto que o cérebro se adapta às pressões ambientais (Nunes *et al.,* 2003).

Ratos criados em ambientes enriquecidos apresentam aumento do peso cerebral, além de maior densidade de estruturas como o hipocampo, maior número de conexões entre os neurônios e maior ramificação de projeções neuronais, demonstrando ainda melhor desempenho em testes de aprendizagem. (Rosenzwieg, 1966).

Camundongos criados em condição de vida mais rica produziram 60% mais células granulares novas no giro denteado que o do grupo controle (Van Praag *et al*., 2002). A melhoria do ambiente resultou em aumento de neurogênese até mesmo em animais mais velhos (Van Praag *et al.,* 2002; Gross, 2000).

Diamond (2001) demonstrou ainda que animais lesionados expostos a ambientes enriquecidos apresentam aumento das ramificações dendríticas em áreas lesionadas e não-lesionadas do cérebro, e conseguem retorno significativo das funções motoras. Os mesmos resultados também foram apresentados por Leggio *et al.* (2005), que demonstraram aumento da arborização dendrítica no cérebro de ratos expostos a ambientes enriquecidos.

Chapillon *et al.* (2001) realizaram uma revisão de estudos sobre os efeitos da estimulação pré e pós-natal no desenvolvimento emocional e cognitivo em ratos e demonstraram a importância do enriquecimento ambiental no desenvolvimento cognitivo, que poderia estar relacionado a neurogênese descoberta no cérebro de ratos adultos expostos a ambientes enriquecidos. Segundo estudos citados por esse mesmo autor, a exposição a ambientes enriquecidos estaria relacionada ao aumento no peso total do cérebro, aumento do peso e espessura do córtex, contatos mais numerosos entre sinapses, maior número de ramificações dendríticas e uma melhor performance em tarefas que exigem processos de aprendizagem espacial.

Sendo assim, os resultados obtidos até agora demonstram que a exposição a ambientes enriquecidos favorece a formação de novos neurônios, melhora o desempenho na aquisição de novas tarefas e é capaz de reverter, até certo ponto, os prejuízos decorrentes do envelhecimento cerebral.

# 2-OBJETIVOS

## 2.1- OBJETIVO GERAL

Verificar os efeitos do enriquecimento ambiental e da idade no desempenho de ratos Wistar em um procedimento de *non-matching-to-sample.*

## 2.2- OBJETIVOS ESPECÍFICOS

-Comparar as freqüências de entradas nos braços correto e incorreto do labirinto, número de práticas incompletas e o tempo despendido na realização da tarefa entre os grupos de sujeitos velhos e jovens, enriquecidos e não-enriquecidos.

# 3-MÉTODO

## 3.1- SUJEITOS

Foram utilizados como sujeitos 24 ratos machos, da linhagem *Wistar*, 12 com aproximadamente 50 dias de idade no início do experimento (ratos jovens), e 12 com 18 meses de idade (ratos velhos), experimentalmente ingênuos, provenientes do Biotério Central da Universidade Estadual de Londrina, que ficaram alojados em colônias no Biotério do Departamento de Psicologia Geral e Analise do Comportamento até o inicio do procedimento de enriquecimento ambiental. Os animais tiveram livre acesso à água e comida, sendo privados de comida apenas 12 horas antes de cada sessão experimental.

Os ratos jovens apresentavam 50 dias no início do experimento pois, segundo Thor e Holloway (1984), na idade entre 30/40 dias de vida, os animais se encontram no pico da fase de brincadeiras, podendo apresentar uma forma de interação diferente com o ambiente enriquecido quando comparado com aos outros sujeitos.

## 3.2- LOCAL

O experimento foi realizado em uma sala do Laboratório de Psicobiologia e Psicologia Experimental do Departamento de Psicologia Geral e Análise do Comportamento da Universidade Estadual de Londrina.

## 3.3- RECURSOS HUMANOS

- Uma aluna do Mestrado em Análise do Comportamento da Universidade Estadual de Londrina.
- Três estagiárias, alunas do segundo ano de Psicologia da Universidade Estadual de Londrina, treinadas pela experimentadora durante as três primeiras sessões de coleta de dados.

## 3.4- MATERIAIS E EQUIPAMENTOS

- Três caixas de polipropileno (41x33x16 cm) destinadas ao alojamento em colônia
- Doze caixas de polipropileno (18x25x20 cm) destinadas ao alojamento individual.
- Três gaiolas de metal (63x43x83cm) destinadas ao alojamento dos animais em ambiente enriquecido. Cada gaiola era dividida em três andares, interligados por duas escadas. No andar térreo, encontrava-se a roda de exercício e os objetos (descritos no item a seguir); no

segundo andar encontrava-se um espelho de 20x15cm, a vasilha com alimento e o bebedouro e no terceiro andar encontrava-se uma caixa plástica com um pedaço de pano e uma espuma.

- Três bonecos de plástico, três bolas coloridas, três rodas de exercício com 18cm de diâmetro , três canos de PVC de aproximadamente 15cm de comprimento, três garrafas de boliche de plástico, três bonecos de pelúcia, três canos cotovelos de PVC de aproximadamente 8cm de diâmetro, três chocalhos, três potes plásticos, seis blocos do tipo "Lego", três pedaços de pano de 30x20cm e três pedaços de espuma de 25x12x08cm.

- Labirinto construído em madeira, em formato de T, com 10 cm de altura com um braço principal de 72cm e dois braços perpendiculares de 46cm cada. No braço principal existia um compartimento inicial de16x16 cm, no qual o animal foi colocado no início de cada prática. No início de cada um dos braços perpendiculares encontrava-se uma porta em "guilhotina", de modo que quando fechada impedia a entrada no braço (adaptado de Columbus Instruments. Recuperado em 4 abril 2006: http://www.colinst.com.) (Figura 1)

- Filmadora.

- Fita para filmadora

- Televisão e videocassete

- Folha de registro (ANEXO 1)

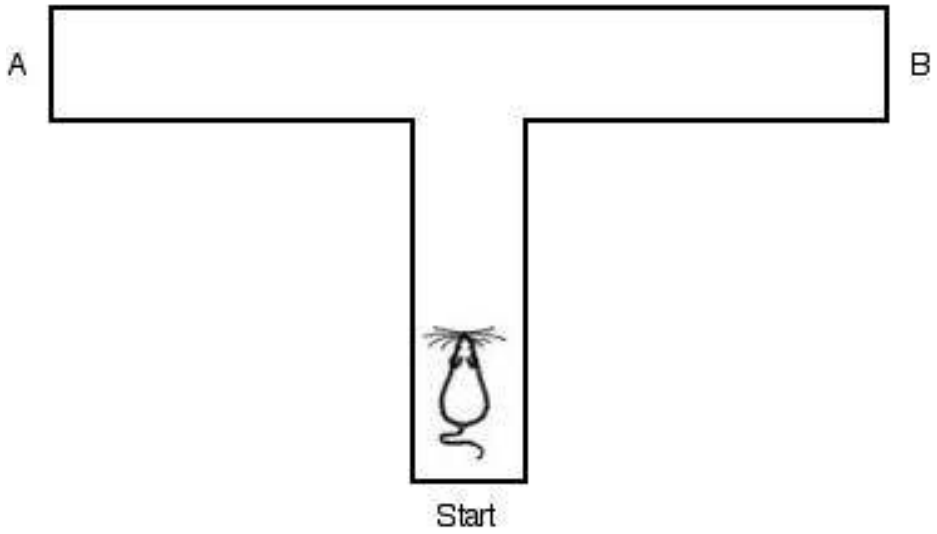


Figura 1- Labirinto em T. (Fonte: Rats and mazes. Recuperado em 4 abril 2006: http://www.ratbehavior.org.)

3.5- PROCEDIMENTO

O experimento foi dividido em quatro fases:

3.5.1- *FASE I- Separação dos grupos experimentais e controles:*

Após o desmame, com aproximadamente 50 dias de vida, os ratos foram levados do Biotério Central ao Biotério do Departamento de Psicologia de Geral e Análise do Comportamento, onde ficaram alojados durante o experimento.

Doze ratos foram divididos aleatoriamente em dois grupos de seis ratos cada e permaneceram alojados em colônia, com água e alimento disponível até completarem 18 meses de idade. Nesta idade e 30 dias antes de iniciar-se a coleta de dados, um grupo foi

transportado para ambiente dito enriquecido (Grupo VE Velhos Enriquecidos), enquanto o outro grupo permaneceu na mesma caixa para alojamento em colônia (Grupo VNE Velhos Não Enriquecidos).

Outros doze ratos foram divididos aleatoriamente em dois grupos de seis ratos cada, sendo um grupo transportado para ambiente enriquecido (Grupo JE Jovens Enriquecidos) e o outro permanecendo na caixa de polipropileno convencional para alojamento em colônia (Grupo JNE Jovens Não Enriquecidos). Os ratos dos quatros grupos permaneceram nestes ambientes por 30 dias, quando iniciou-se a fase de teste.

3.5.2- *FASE II- Enriquecimento ambiental:*

Conforme mencionado na FASE I, os grupos JE e VE foram expostos por 30 dias a ambientes ditos enriquecidos. Os grupos JNE e JNE permaneceram nas mesmas caixas de polipropileno para alojamento em colônia.

Os ambientes enriquecidos consistiram de três caixas especiais (gaiolas), conforme descrito no item 3.4. A roda de exercício, o espelho, a caixa plástica, o pedaço de pano e a espuma permaneceram durante os 30 dias na caixa, enquanto os outros objetos foram alternados a cada três dias, como mostra a Tabela 1:

Tabela 1- Alternância de objetos para enriquecimento ambiental

| Dias de permanência do objeto | Objeto |
|---|---|
| Do primeiro ao 30º dia | Materiais para confecção do ninho: caixa plástica, pedaço de pano e espuma; roda de exercício e espelho |

| | |
|---|---|
| 4º, 5º e 6º dia | Boneco de plástico |
| 7º, 8º e 9º dia | Cano de PVC |
| 10º, 11º e 12º dia | Garrafa plástica |
| 13º, 14º e 15º dia | Bola |
| 16º, 17º e 18º dia | Cano cotovelo |
| 19º, 20º e 21º dia | Blocos Lego |
| 22º, 23º e 24º dia | Boneco de pelúcia |
| 25º, 26º e 27º dia | Chocalho |
| 28º, 29º e 30º dia | Pote plástico |

3.5.3- *FASE III- Habituação ao ambiente experimental e a manipulação do experimentador:*

Três dias antes de iniciar-se a coleta de dados, os ratos dos Grupos JE, JNE, VE e VNE foram alojados em caixas individuais e passaram a ter contato com o ambiente experimental e manipulação do experimentador. No primeiro dia, cada sujeito foi colocado por 15 minutos no labirinto, para que pudesse explorá-lo livremente. No segundo e terceiro dias, eles foram colocados um a um no compartimento inicial do labirinto e tiveram dez minutos para explorá-lo livremente. Após os dez minutos, os sujeitos foram colocados novamente no compartimento inicial do labirinto, e um floco de milho açucarado foi colocado no final de cada braço. Quando o rato entrava em um dos braços e comia o floco de milho, ele era novamente colocado no compartimento inicial e o floco era reposto. Este procedimento foi repetido cinco vezes. Os animais foram privados de comida por 12 horas antes de cada sessão.

3.5.4- *FASE IV- Procedimento de non-matching-to-sample:*

Foram realizadas dez sessões experimentais, compostas de dez práticas de informação e dez práticas de escolha em cada sessão (adaptado de Da Costa, 1997).

Na prática de informação, cada rato foi colocado no compartimento inicial do labirinto. No final de um dos braços havia um floco de milho açucarado, e o braço oposto aquele onde se encontra o alimento tinha sua passagem bloqueada por uma porta. O rato deveria entrar no braço do labirinto e consumir o alimento. Após consumir o alimento, o animal era imediatamente recolocado no compartimento inicial do labirinto, e dar-se-ava início a prática de escolha. Na prática de escolha, os dois braços do labirinto estavam abertos, e o alimento estava disponível somente no braço oposto ao braço onde o alimento era encontrado na prática de informação antecedente. Sendo assim, na prática de escolha a animal deveria entrar no braço oposto ao que entrou na prática de informação antecedente.

O lado inicial da primeira prática de informação para cada animal foi determinado aleatoriamente. Houve alternância do lado inicial em cada sessão, assim como alternância do lado inicial de cada prática de informação ao longo da sessão. Ou seja, o rato que iniciou a primeira prática da primeira sessão pelo lado direito, deveria iniciar a segunda prática dessa mesma sessão pelo esquerdo, e assim sucessivamente. Na segunda sessão, a primeira prática iniciou-se pelo braço esquerdo, e a segunda prática pelo braço direito, alternando-se assim até o final da sessão.

As práticas de informação foram finalizadas quando o rato entrava no braço do labirinto e consumia o alimento. As práticas de escolha foram consideradas corretas quando o sujeito entrava no braço oposto ao que entrou na prática de modelo antecedente e consumia o alimento. Foram consideradas práticas de escolha incorretas quando o animal entrava com as quatro patas no braço onde não se encontrava o alimento. Nestes casos, o rato era retirado do

braço e colocado novamente no compartimento inicial do labirinto, dando-se início a uma nova prática de informação.

As práticas foram interrompidas quando o sujeito permanecia por mais de dez minutos sem entrar em um dos braços, sendo este então colocado novamente no compartimento inicial e dando-se inicio a uma nova prática de informação. A sessão era suspensa após três práticas consecutivas de informação incompletas.

## 3.6- REGISTRO E ANÁLISE DOS DADOS

Ao longo das sessões, foi registrado o tempo de duração de cada prática, o número de entradas nos braços correto e incorreto do labirinto e o número de práticas incompletas. Os dados coletados foram anotados numa folha de registro (ANEXO 1). As três primeiras sessões foram filmadas, para posterior conferência dos dados e treino das estagiárias

Os dados obtidos foram submetidos à analise estatística através do uso da Anova de Duas Vias e Teste Post Hoc Fisher LSD, com nível de significância $P<0,05$

# 4- RESULTADOS

Os resultados obtidos dos grupos VE (Velhos Enriquecidos), VNE (Velhos Não-Enriquecidos), JE (Jovens Enriquecidos) e JNE (Jovens Não-Enriquecidos) foram agrupados enquanto número práticas corretas (acertos), número de práticas incompletas em cada sessão e o tempo despendido para realização de cada sessão.

## 4.1 NÚMERO DE PRÁTICAS CORRETAS (ACERTOS)

A Figura 2 abaixo, mostra a porcentagem de práticas completas corretas apresentadas pelos grupos VE, VNE, JE e JNE ao longo das dez sessões.

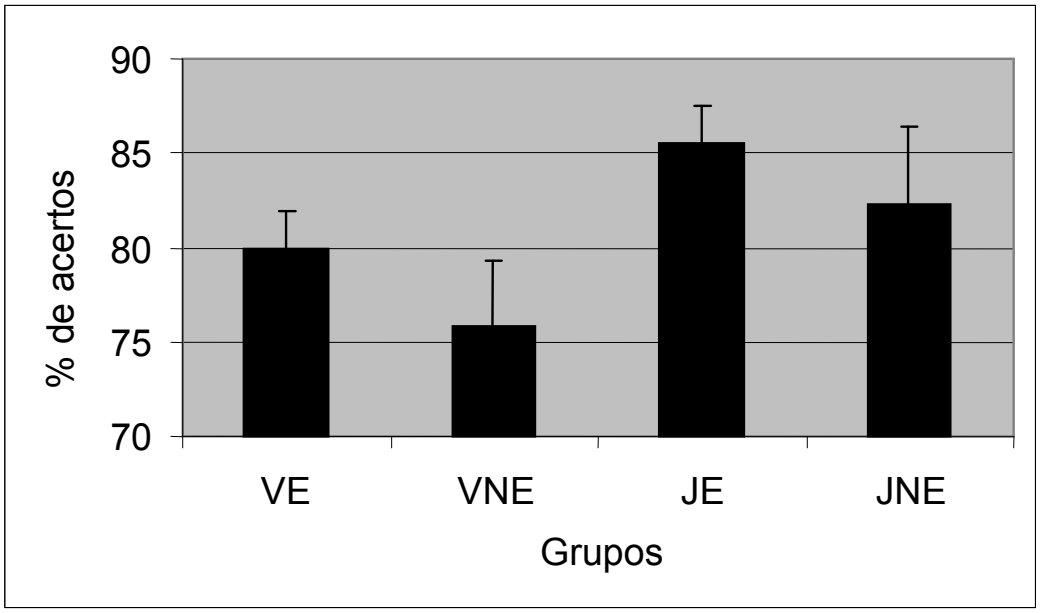


Figura 2- Porcentagem de práticas completas corretas apresentadas pelos grupos VE,VNE, JE e JNE ao longo das dez sessões experimentais.

De acordo com a Figura 2, pode-se observar que o grupo JNE foi aquele que apresentou o maior número de práticas corretas, uma media de 85% de práticas completas corretas por sujeito ao longo das dez sessões, seguido pelo grupo JNE, que apresentou uma média de 82% de práticas completas corretas. O grupo VE apresentou uma média de 80% de acertos por sujeito enquanto o grupo VNE apresentou uma média de 75% de acertos por sujeito ao longo das dez sessões.

Quanto ao número de acertos, a ANOVA de duas vias não mostrou efeito significante do fator idade ($F(1,20) = 3,817$; $p = 0,065$) nem do fator ambiente ($F(1,20) = 1,447$; $p =$

0,243). A interação entre os dois fatores também não foi significante (F(1,20) = 0,025; p = 0,876).

## 4.2 NÚMERO DE PRÁTICAS INCOMPLETAS

O número de práticas incompletas apresentadas pelos grupos VE, VNE, Je e JNE é mostrado na Figura 4, abaixo.

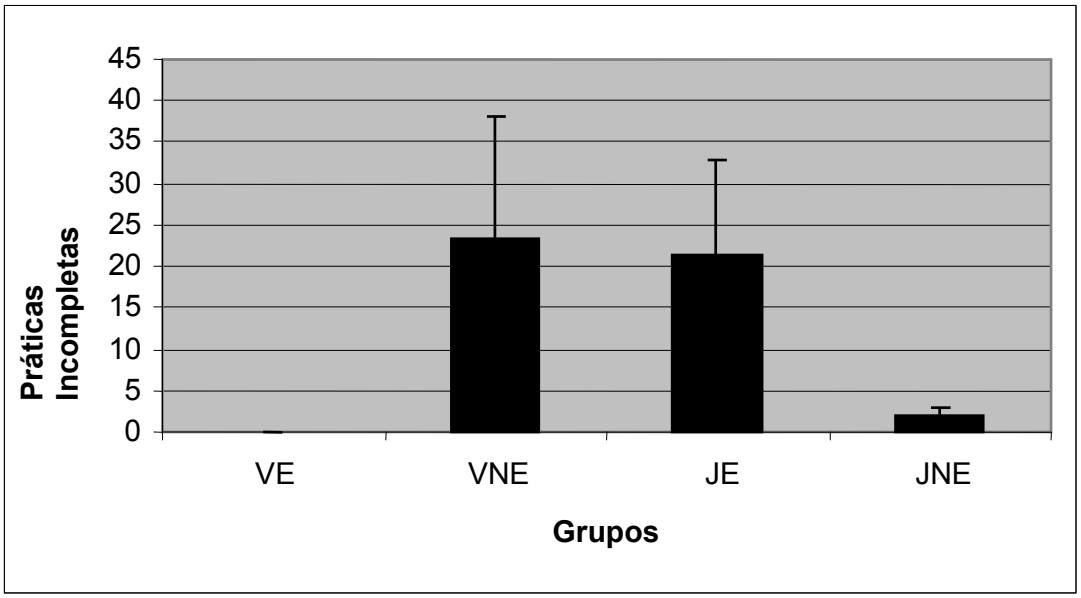


Figura 4- Número de práticas incompletas apresentadas pelos grupos VE, VNE, JE e JNE ao longo das sessões.

De acordo com os dados apresentados na Figura 4, pode-se perceber que o maior número de práticas incompletas foi apresentado pelo grupo VNE, com 23,33 práticas incompletas, seguido pelo grupo JE, com 21,50 práticas incompletas ao longo das dez sessões. O grupo JNE apresentou em média 1,83 práticas incompletas por sujeito ao longo das dez sessões, enquanto que o grupo VE completou todas as práticas corretamente. Quanto ao número de sessões incompletas, a ANOVA de duas vias não demonstrou efeito do fator idade

(F [1,20]=0; p=1) nem do fator enriquecimento (F [1,20]=0,038; p=0,845). Embora tenha sido constatado efeito de interação significante entre os dois fatores (F [1,20]=5,358; p=0,031) não foi possível demonstrar pelo teste pos hoc de Fisher LSD entre quais grupos esta diferença foi significativa. Realizando uma análise qualitativa, pode-se demonstrar que o grupo de sujeitos velhos enriquecidos apresentou melhor desempenho que o grupo de sujeitos velhos não-enriquecidos.

## 4.3- TEMPO DESPENDIDO PARA A REALIZAÇÃO DAS SESSÕES:

A Figura 5 mostra o tempo despendido pelos grupos VE, VNE, JE e JNE para realizar as sessões.

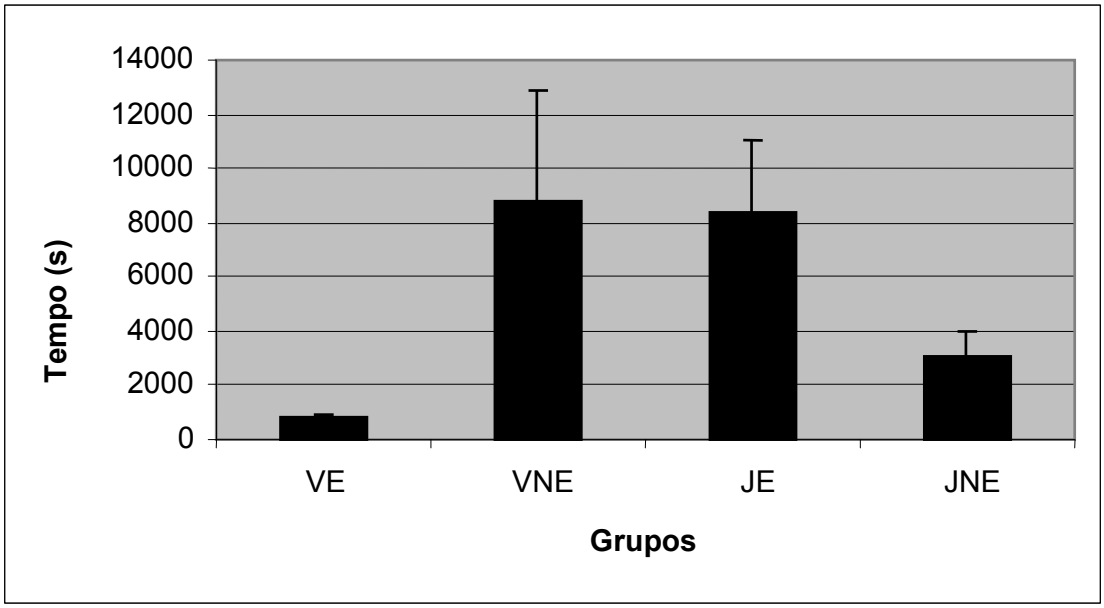


Figura 5- Tempo médio despendido pelos grupos VE, VNE, JE e JNE na realização das sessões.

De acordo a Figura 5, pode-se observar que o grupo VE apresentou o menor tempo para a realização das sessões, em média 814 s, seguido pelos grupos JNE ( 3054 s); JE ( 8340 s) e VNE ( 8777 s).

Quanto ao tempo de realização das sessões, a ANOVA de duas vias não demonstrou efeito do fator idade (F [1,20]=0,129; p=0,722) nem do fator enriquecimento (F [1,20]=0,284; p=0,599). No entanto, demonstrou haver interação significante entre os dois fatores (F [1,20]=6,973; p=0,015). O Teste Post Hoc (Fisher LSD) apontou o grupo VE como sendo o mais rápido quando comparado aos grupos JE e VNE, demonstrando o efeito de interação entre o fator idade e enriquecimento sobre o tempo de realização da tarefa.

## 5- DISCUSSÃO

No presente experimento, considerou-se como bom desempenho um menor número de entradas nos braços incorretos do labirinto e maior número de entradas nos braços corretos, bem como menor número de práticas incompletas e menor tempo despendido na realização da tarefa. Observou-se que tanto os grupos de ratos velhos quanto os de jovens, enriquecidos e não-enriquecidos, aprenderam a tarefa. No entanto, alguns grupos apresentaram desempenho melhor no que diz respeito ao número de práticas incompletas e tempo despendido na realização da tarefa.

Com o intuito de facilitar a discussão, assim como os resultados, ela também será dividida em número de práticas corretas, número de práticas incompletas e tempo despendido na realização da tarefa.

## 5.1- NÚMERO DE PRÁTICAS CORRETAS (ACERTOS)

De acordo com os resultados, pode-se demonstrar que as variáveis idade e enriquecimento ambiental não influenciaram o desempenho dos grupos quanto ao número de acertos na realização da tarefa.

O grupo JNE foi aquele que apresentou o maior número de práticas corretas, uma media de 85% de práticas completas corretas por sujeito ao longo das dez sessões, seguido pelo grupo JNE, que apresentou uma média de 82% de práticas completas corretas. O grupo VE apresentou uma média de 80% de acertos por sujeito enquanto o grupo VNE apresentou uma média de 75% de acertos por sujeito ao longo das dez sessões.

Analisados estatisticamente, os dados não apresentam diferença significativa. No entanto, uma certa tendência pode ser apontada, que corrobora com os dados apresentados na literatura, no qual os sujeitos jovens apresentaram resultado superior aos sujeitos velhos, e os sujeitos expostos ao ambiente enriquecido apresentaram desempenho superior aos sujeitos não expostos ao ambiente enriquecido.

Vários autores afirmam que o envelhecimento têm influência no desempenho de sujeitos em testes de aprendizagem. Por exemplo, Rosezweig e Barnes (2003) apontam para declínios específicos de aprendizagem e memória associados com o envelhecimento. Saboleck *et al*. (2004) também apontaram para um certo prejuízo de aprendizagem espacial e memória de trabalho relacionados com o envelhecimento. Woodruff-Pak (1990) traz também vários estudos nos quais animais velhos apresentam desempenho inferior em testes de memória e aprendizagem.

No entanto, Quevedo, Martins e Izquierdo (2006) mostram que é clássico afirmar que o idoso tem uma memória inferior ao adulto jovem, mas que são poucos os estudos confiáveis que demonstram essa influência negativa da idade. Embora os autores não apontem

especificamente nenhum estudo realizado com animais e que demonstrem essa controvérsia, os mesmos afirmam que ela existe, e que muitos dos resultados encontrados nas pesquisas sobre envelhecimento são decorrentes de outras variáveis, que não o próprio envelhecimento.

Em função destas controvérsias, ainda não se pode afirmar que o envelhecimento realmente influencie negativamente o desempenho dos sujeitos em testes de aprendizagem, resultado este também mostrado no presente experimento.

Embora dados sobre os efeitos do envelhecimento no comportamento não sejam ainda conclusivos, o enriquecimento ambiental tem mostrado ser uma variável que melhora o desempenho dos sujeitos em testes de aprendizagem; vários estudos apontam para os benefícios deste tipo de manipulação no comportamento. Nunes (2003) cita vários estudos onde são demonstrados os efeitos benéficos do enriquecimento ambiental. Leggio et al (2005) demonstraram que animais enriquecidos apresentam melhor desempenho no labirinto radial e no labirinto aquático de Morris. No labirinto radial, os animais enriquecidos apresentaram menor número de erros, entrando menos vezes em braços do labirinto onde não haviam alimento. No labirinto aquático de Morris, animais enriquecidos apresentaram movimentos natatórios mais direcionados à plataforma, sem explorar a piscina.

No entanto, existem controvérsias sobre os estudos apresentados, visto que muitos deles comparam resultados de grupos enriquecidos com sujeitos alojados individualmente, e não com alojados socialmente. Além disso, utilizam procedimentos que variam muito, como o tamanho das caixas, os objetos contidos nelas e a periodicidade das trocas, além do próprio tempo de permanência neste ambiente. Toda essa variância nos procedimentos acaba por dificultar a comparação dos resultados obtidos ( Nunes *et al.* (2003) e Soffié *et al*. (1999)).

Sendo assim, fazem-se necessários ainda estudos para que se possa realmente afirmar se existe e qual é a influência do envelhecimento e do enriquecimento ambiental na aprendizagem e memória.

No presente estudo, observou-se que não houve diferença no desempenho entre os grupos de ratos jovens, velhos, enriquecidos e não-enriquecidos os quais foram capazes de aprender a tarefa determinada, apresentando uma média de acertos e erros semelhantes.

Frente a esses resultados, algumas possibilidades podem ser levantadas.

Primeiramente, questiona-se a real influência do envelhecimento e do enriquecimento ambiental no desempenho da atividade. Como os grupos não apresentaram diferença quanto ao número de acertos e erros, não se pode afirmar o efeito principal e de interação destas variáveis no comportamento selecionado para análise.

Deve-se, no entanto, salientar o fato da amostra apresentar um número pequeno de sujeitos. Os grupos podem não representar fidedignamente a população real. Além disso, grupos amostrais pequenos podem também impossibilitar algumas análises estatísticas. Como no caso do presente experimento, foi possível observar que houve diferença entre os grupos, mas não foi possível, no entanto, demonstrar a amplitude dessas diferenças e entre quais grupos ela ocorreu.

O procedimento utilizado já foi apresentado na literatura como modelo animal de aprendizagem e memória (Woodruff-Pak, 1990; Da Costa, 1997)

No entanto algumas considerações podem ser feitas acerca do grau de complexidade da tarefa utilizada no procedimento.

A tarefa aplicada foi relativamente simples, e pode não ter sido adequada para detectar alterações mais sutis no desempenho. Por exemplo, Morgan (1973) comparou o desempenho de ratos criados em ambiente padrão e ambiente enriquecido na aprendizagem e reversão de uma tarefa de empurrar uma bola, e seus resultados demonstraram que não houve diferença entre os grupos na aprendizagem dessa tarefa, houve apenas diferença na reversão desta, na qual os sujeitos criados em ambientes enriquecidos apresentaram desempenho superior.

A tarefa utilizada pode ter sido um tanto simples, sendo necessário uma tarefa mais complexa, que exigisse um comportamento mais elaborado para que o possível efeito do enriquecimento ambiental fosse demonstrado.

## 5.2- NÚMERO DE PRÁTICAS INCOMPLETAS

A interação entre idade e enriquecimento influenciou quanto ao número de práticas incompletas, no entanto não foi possível demonstrar em quais grupos essa influência ocorreu. Esse fato se deu, como já mencionado, devido a um número pequeno de sujeitos e uma variabilidade muito grande nos resultados.

Embora a análise estatística não demonstre onde essa diferença ocorreu, pode-se apontar uma tendência nos resultados, segundo uma análise qualitativa.

Observou-se que o grupo VE apresentou um melhor desempenho, com uma freqüência de zero práticas incompletas. Quando comparado ao grupo VNE, pode-se demonstrar efeito favorável da condição enriquecimento ambiental, no qual o grupo enriquecido apresentou menos práticas incompletas.

No entanto, quando se comparam os grupos de ratos jovens, observou-se uma inversão nos resultados: o grupo JNE apresentou número menor de práticas incompletas do que o grupo JE.

Pode-se levantar a hipótese então, que o procedimento de enriquecimento ambiental mostrou-se efetivo apenas para sujeitos velhos, e que o fator idade, na presença de enriquecimento, não se mostrou como fator responsável por um desempenho inferior.

Um aspecto levantado aqui seria o de tempo de permanência em ambiente enriquecido: o grupo de sujeitos velhos estavam com 18 meses de idade no início do

experimento e, embora o tempo de permanência em ambiente enriquecido tenha sido o mesmo para os quatro grupos, os sujeitos velhos passaram os 18 meses em alojamento em colônia. Uma hipótese que pode ser levantada e precisa ser melhor investigada seria a de que o alojamento social também pode ser considerado como uma forma de enriquecimento ambiental.

Sendo assim, o grupo de sujeitos velhos teria passado mais tempo em ambiente enriquecido, 18 meses em alojamento em colônia e 30 dias em ambiente enriquecido, enquanto que o grupo de sujeitos jovens passou apenas 50 dias em alojamento em colônia e 30 dias em ambiente enriquecido. O alojamento em colônia somado a exposição à ambiente enriquecido seriam os responsáveis pelo menor número de práticas incompletas apresentadas pelos sujeitos velhos enriquecidos.

No que diz respeito aos sujeitos jovens, verificou-se que o grupo de sujeitos não-enriquecidos apresentou um número menor de práticas incompletas, mostrando que talvez, com os sujeitos jovens, o enriquecimento pode não ter trazido benefícios para aprendizagem.

Seriam necessários então, estudos que demonstrassem os possíveis efeitos do enriquecimento ambiental em diferentes faixas etárias, apontando a influencia em sujeitos bem jovens (como no caso de estudos com animais de 21 dias), sujeitos que ultrapassaram a idade de pico de brincadeiras, em média aos 30/40 dias de vida (Thor e Holloway, 1984), sujeitos adultos e idosos.

Um outro aspecto que deve ser levantado aqui é o de que, na maioria dos estudos realizados com Labirintos em T, não observa-se a presença de práticas incompletas. A hipótese levantada aqui é a de que, no presente estudo, as práticas incompletas estariam relacionadas ao tempo de privação, que pode não ter sido suficiente. Acredita-se que, se os sujeitos tivessem sido expostos a uma privação mais prolongada,de aproximadamente vinte e quatro horas, o número de práticas incompletas teria sido menor e até mesmo inexistente.

Frente a essa hipótese, questiona-se a validade do número de práticas incompletas como demonstrador do desempenho dos sujeitos, visto que ela seria conseqüência de uma privação insuficiente e não resultado de uma dificuldade na aprendizagem.

## 5.3- TEMPO DESPENDIDO PARA A REALIZAÇÃO DA TAREFA:

Quanto ao tempo de realização da tarefa, pode-se observar que o grupo VE foi mais rápido do que o grupo JE e VNE, demonstrando a influência do fator idade e do enriquecimento ambiental respectivamente. E também a influencia do fator enriquecimento, no qual ratos velhos enriquecidos foram mais rápidos que ratos velhos não enriquecidos.

Observou-se que o grupo VE apresentou desempenho superior em relação ao grupo JE, sugerindo que o procedimento de enriquecimento ambiental foi capaz de compensar os efeitos causados pelo envelhecimento. Diamond (2001) demonstrou que animais lesionados expostos a ambientes enriquecidos apresentaram aumento de ramificações dendríticas nas áreas lesionadas, assim como retorno significativo das funções motoras. Fernandez-Teruel *et al.* (2002) e Soffié *et al*. (1999) demonstraram também que a exposição a ambientes enriquecidos seria capazes de prevenir ou atenuar os efeitos do envelhecimento. Sendo assim, a exposição ao ambiente enriquecido poderia ter compensado os possíveis déficits resultantes do envelhecimento cerebral, resultando num melhor desempenho dos ratos velhos.

Deve-se ressaltar aqui também o fator tempo de enriquecimento, como foi discutido acima. Considerando-se o alojamento em colônia como enriquecimento ambiental, os sujeitos velhos passaram mais tempo em enriquecimento do que os sujeitos jovens, o que levaria a uma mudança comportamental mais acentuada. Soffié *et al*. (1999) e Diamond (2001) afirmaram que as mudanças estruturais no sistema nervoso e mudanças comportamentais decorrentes da exposição em ambientes enriquecidos são proporcionais ao tempo de

exposição ao ambiente enriquecido, nos quais quanto maior o tempo de exposição, mais significativas as mudanças.

Embora um registro sistemático dos comportamentos apresentados pelos ratos durante o tempo de permanência no labirinto não tenha sido realizado, observou-se que os sujeitos jovens apresentaram maior comportamento exploratório, como cheirar as paredes do labirinto, ou então permaneceram um tempo parados em um dos cantos do braço inicial. Levanta-se então a hipótese de uma diminuição do comportamento exploratório em função da idade. No entanto, esses dados precisam ser confirmados através de outras pesquisas. Além disso, Varty *et al.* (2000) observaram que ratos mantidos em ambientes enriquecidos exibiram reduzida exploração e rápida habituação na atividade locomotora, quando comparados com sujeitos criados em isolamento, o que justificaria um menor tempo apresentado pelos sujeitos velhos enriquecidos quando comparados com os não-enriquecidos.

Esses resultados levam a uma outra discussão, na qual questiona-se a validade do tempo despendido para realização da tarefa como um indicador de desempenho, uma vez que o tempo registrado abrangeu tanto o tempo na realização da tarefa, quanto o tempo gasto com outros comportamentos, como o exploratório. Assim, seria incorreto afirmar que os sujeitos jovens foram mais lentos na realização da tarefa, pois o tempo pode ter sido usado na apresentação de outros comportamentos não relacionados com a realização da mesma.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS


Ahmadiasl, N., Alaei, H., Hanninen, O. (2003). Effect of exercise on learning, memory and levels of epinephrine in rats' hippocampus. *Journal of Sports Science and Medicine*, 2, 106-109.

Bimonte, H.; Nelson, M. e Granholm, A. (2003). Age-related déficits as working memory load increases: relationships with growth factors. *Neurobiology of aging,* 24, 37-48.

Cançado & Horta, (2002). Envelhecimento Cerebral. In: Freitas, V. (org). *Tratado de geriatria e gerontologia*. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan.

Catânia, A. C. (1999). *Aprendizagem: comportamento, linguagem e cognição.* Porto Alegre: Artmed.

Chapillon, P.; Patin, V.; Roy, V.; Vincent, A. & Caston, J. (2002). Effects of pre and pos-natal stimulation on developmental, emotional and cognitive aspects in rodents: a review. *Developmental Psychobiology,* 41, 373-387.

Columbus Instruments. Recuperado em 4 abril 2006: http://www.colinst.com.

Da Costa, V. C. I. (1997). Lesão seletiva do giro denteado do hipocampo e o desempenho de ratos em tarefas espaciais e temporais. Tese de doutorado, Instituto de Psicologia, Universidade de São Paulo, São Paulo.

Diamond, M. C. (2001). Response of the Brain to enrichment. *Annals of the Brazilian Academy of Sciences,* 73(2), 211-220.

Fernandéz-Teruel, A., Gimenez-Llort, L., Escorihuela, R. M., Gil, L., aguilar, R., Steimer, T., Tobeña, A. (2002). Early-life handling stimulation and environmental enrichment. Are some ph their effects mediated by similar neural mechanisms? *Pharmacology, Biochemistry and Behavior,* 73, 233-245.

Gage, F.H., Chen, K.S., Buzsaki G., Armstrong, D. (1988). Experimental aprroaches to age-related cognitive impairments. *Neurobiol Aging,* 9, 645-655.

Geinisman, Y.; Ganeshina, O.; Yoshida, R.; Berry, R. W.; Disterhoft, J.F. e Gallagher, M. (2004). Aging, spatial learning, and total synapse number in the rat CA1 stratum radiatum. *Neurobiology oh Aging,* 25, 407-416.

Géis, P. P. (2003). *Atividade Física e Saúde na Terceira Idade: teoria e prática.* Porto Alegre: Artmed.

Gôngora, M. A. N. (2002) *Eventos Privados e mentalismo*. In Guilharde *et al* (Orgs). *Sobre Comportamento e Cognição*. Vol.9 (pp. 284-292) . Santo André: ESETec.

Graeff, F. G., Brandão, M. L. (1993/1999). *Neurobiologia das doenças mentais.* São Paulo: Editorial Lemos.

Gross, C. G. (2000). Neurogenesis in the adult brain: death of a dogma. *Nature Reviews Neuroscience,* 1, 67-73.

Leggio, M.G.; Mandolesi, L.; Federico, F.; Spirito, F.; Ricci, B.; Gelfo, F. e Petrosini, L. (2005). Environmental enrichment promotes spatial abilities and enhanced dendritic growth in the rat. *Behavioral Brain Research,* 163, 78-90.

Lowy, A.; Ingram, D.; Olton, D.; Waller, S.; Reynolds, M. e London, E. (1985). Discrimation learning requiring different memory components in rats: age and neurochemical comparisons. *Behavioral Neuroscience,* 4, 638-651.

Melo, C. M. (2005). *A concepção de homem no Behaviorismo Radical de Skinner: um compromisso com o "bem" da cultura.* Dissertação de mestrado, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos.

Morgan, M. J. (1973). Effects post-weaning enviroment on learning in the rat. *Animal Behavioural,* 21, 429-442.

Norris, C. M., Foster, T. C. (1999). MK-801 Improves retention in aged rats: implications for altered neural plasticity in aged-related memory déficits. *Neurobiology of learning and memory,* 71, 194-206.

Nunes, C. R. O., Bussab, V. S. R. & Guerra, R. F. (2003). Enriquecimento ambiental, privação social e manipulação neonatal. *Revista de Ciências Humana,* 34, 365-394.

Pinel, John. (2005). *Biopsicologia.* Porto Alegre: Artmed.

Purves, D,; Augustine, G.; Fitzpatrick, D.; Katz, L.; La Mantia, A.; McNamara, J.; Willians, S. (2005). *Neurociências*. Porto Alegre: Artmed.

Quevedo, J.; Martins, M.R.; Izquierdo, I. (2006). Alterações Cerebrais e Memória. In: Bottino, C.; Laks, J; Blay, S. (Orgs). *Demência e Transtornos Cognitivos em Idosos.* Rio de Janeiro: Guanabara Koogan.

Rats and mazes. Recuperado em 4 abril 2006: http://www.ratbehavior.org.

Rosenzweig, M. R. (1966). Environmental complexity, cerebral change, and behavior. *American Psychologist*, 21, 321-332.

Rosenzweig, E. & Barnes, C. (2003). Impact of aging on hippocampal function: plasticity, network dynamics and cognition. *Progress in Neurobiology,* 69, 143-179.

Sabolek, H.; Bunce, J.; Giuliana, D. & Chrobak, J. (2004). Within-subject memory decline in middle-aged rats: effects of intraseptal tacrine. *Neurobiology of aging,* 25, 1221-1229.

Schwartz, S. (1964). Effects of neonatal cortical lesions and early environmental factors on adult rat behavior. *Journal of Comparative and Physiological Psychology,* 57, 72-77.

Skinner, B. F. (1974/1999). *Sobre o behaviorismo.* São Paulo: Cultrix.

Soffié, M., Hahn, K., Terão, E., Eclancher, F. (1999). Behavioural and glial changes in old rats following environmental enrichment. *Behavioural Brain Research*, 101, 37-49.

Tavares, P., Furtado, M., Santos, F. (1984). *Fisiologia humana.* Rio de janeiro: Atheneu.

Thor, D. H.; Holloway, W. R. (1984). Social Play in Juvenile Rats: a decade of methodological and experiment research. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews,* 8, 455-464.

Van Praag, H., Schinder, F., Christie, B., Torri, N., Palmer, D. e Gage, F. (2002). Functional neurogenesis in the adult hippocampus. *Nature*, 415, 1030-1034

Varty, G.B.; Paulus, M.P.; Braff, D.L. e Geyer, M.A. (2000). Environmental enrichment and isolation rearing in the rat: effects on locomotor behavior and startle response plasticity. *Environment, development and behavior,* 47, 864-873.

Woodruff-Pak, D. S. (1990). Mammalian models of learning, memory, and aging. *Handbook of Psychology of aging*.

Zimerman, G. (2000). *Velhice: aspectos biopsicossociais*. Porto Alegre: Artmed.

# ANEXO

**RATO_____**

SESSÃO_____

PRATICAS- Começa entrar no lado DIREITO

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 1 | MODELO | Entrar no DIREITO | Entrou no DIREITO | TEMPO |
| | ESCOLHA | Entrar no ESQUERDO | Entrou no | TEMPO |
| 2 | MODELO | Entrar no ESQUERDO | Entrou no ESQUERDO | TEMPO |
| | ESCOLHA | Entrar no DIREITO | Entrou no | TEMPO |
| 3 | MODELO | Entrar no DIREITO | Entrou no DIREITO | TEMPO |
| | ESCOLHA | Entrar no ESQUERDO | Entrou no | TEMPO |
| 4 | MODELO | Entrar no ESQUERDO | Entrou no ESQUERDO | TEMPO |
| | ESCOLHA | Entrar no DIREITO | Entrou no | TEMPO |
| 5 | MODELO | Entrar no DIREITO | Entrou no DIREITO | TEMPO |
| | ESCOLHA | Entrar no ESQUERDO | Entrou no | TEMPO |
| 6 | MODELO | Entrar no ESQUERDO | Entrou no ESQUERDO | TEMPO |
| | ESCOLHA | Entrar no DIREITO | Entrou no | TEMPO |
| 7 | MODELO | Entrar no DIREITO | Entrou no DIREITO | TEMPO |
| | ESCOLHA | Entrar no ESQUERDO | Entrou no | TEMPO |
| 8 | MODELO | Entrar no ESQUERDO | Entrou no ESQUERDO | TEMPO |
| | ESCOLHA | Entrar no DIREITO | Entrou no | TEMPO |
| 9 | MODELO | Entrar no DIREITO | Entrou no DIREITO | TEMPO |
| | ESCOLHA | Entrar no ESQUERDO | Entrou no | TEMPO |
| 10 | MODELO | Entrar no ESQUERDO | Entrou no ESQUERDO | TEMPO |
| | ESCOLHA | Entrar no DIREITO | Entrou no | TEMPO |

**RATO_____**

SESSÃO_____

PRATICAS- Começa entrar no lado ESQUERDO

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 1 | MODELO | Entrar no ESQUERDO | Entrou no ESQUERDO | TEMPO |
| | ESCOLHA | Entrar no DIREITO | Entrou no | TEMPO |
| 2 | MODELO | Entrar no DIREITO | Entrou no DIREITO | TEMPO |
| | ESCOLHA | Entrar no ESQUERDO | Entrou no | TEMPO |
| 3 | MODELO | Entrar no ESQUERDO | Entrou no ESQUERDO | TEMPO |
| | ESCOLHA | Entrar no DIREITO | Entrou no | TEMPO |
| 4 | MODELO | Entrar no DIREITO | Entrou no DIREITO | TEMPO |
| | ESCOLHA | Entrar no ESQUERDO | Entrou no | TEMPO |
| 5 | MODELO | Entrar no ESQUERDO | Entrou no ESQUERDO | TEMPO |
| | ESCOLHA | Entrar no DIREITO | Entrou no | TEMPO |
| 6 | MODELO | Entrar no DIREITO | Entrou no DIREITO | TEMPO |
| | ESCOLHA | Entrar no ESQUERDO | Entrou no | TEMPO |
| 7 | MODELO | Entrar no ESQUERDO | Entrou no ESQUERDO | TEMPO |
| | ESCOLHA | Entrar no DIREITO | Entrou no | TEMPO |
| 8 | MODELO | Entrar no DIREITO | Entrou no DIREITO | TEMPO |
| | ESCOLHA | Entrar no ESQUERDO | Entrou no | TEMPO |
| 9 | MODELO | Entrar no ESQUERDO | Entrou no ESQUERDO | TEMPO |
| | ESCOLHA | Entrar no DIREITO | Entrou no | TEMPO |
| 10 | MODELO | Entrar no DIREITO | Entrou no DIREITO | TEMPO |
| | ESCOLHA | Entrar no DIREITO | Entrou no | TEMPO |

# 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