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

VINÍCIUS WARISAIA-NERY

**Efeitos da probabilidade e proporção de reforço sobre o comportamento de
escolha em ratos Wistar (*Rattus norvegicus*)**

Ribeirão Preto

2015

VINÍCIUS WARISAIA-NERY

**Efeitos da probabilidade e proporção de reforço sobre o comportamento de
escolha em ratos Wistar (*Rattus norvegicus*)**

“Versão Corrigida”

Dissertação apresentada à Faculdade de
Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão
Preto – USP, como parte dos requisitos
para obtenção do Título de Mestre em
Ciências, Área: Psicobiologia.

Orientadora: Prof.^a Dr.^a Andréia Schmidt

Ribeirão Preto

2015

Autorizo a reprodução e 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

Warisaia-Nery, Vinícius.

Efeito da probabilidade e proporção de reforço sobre o comportamento de escolha em ratos Wistar (*Rattus norvegicus*).
Ribeirão Preto, 2015.

70 p.: 6 il.; 30cm

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

Orientadora: Schmidt, Andréia.

1. Comportamento de Escolha, 2. Propensão e Aversão ao Risco, 3. Probabilidade e Proporção de Reforço, 4. Metacognição, 5. Ratos.

FOLHA DE APROVAÇÃO

Nome: Vinícius Warisaia-Nery

Título: Efeito da probabilidade e proporção de reforço sobre o comportamento de escolha em ratos Wistar (*Rattus norvegicus*).

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

Aprovado em: ____/____/20__

Banca Examinadora

Prof. Dr. _____

Instituição: _____ Assinatura: _____

Prof. Dr. _____

Instituição: _____ Assinatura: _____

Prof. Dr. _____

Instituição: _____ Assinatura: _____

Ribeirão Preto

2015

À minha Mãe, Cidinha Warisaia, por me amar infinita e incondicionalmente, por me dar forças quando as minhas estão no fim, por ser meu alicerce quando o mundo desmorona sobre mim, por me passar calma quando tudo à minha volta está um caos, por me ensinar a procurar uma resposta em meio a infinitas dúvidas e por me impulsionar ao crescimento.

Agradecimentos

À minha orientadora, Prof.^a Dr.^a **Andréia Schmidt**, por ter me dado a oportunidade de trabalhar com comportamento de escolha com ratos, por toda paciência e dedicação em modelar minhas respostas como pesquisador, por me incentivar a dar o meu melhor em todas as coisas as quais me propus a fazer, por todas as conversas, reflexões e pela sua gigantesca contribuição no meu crescimento científico e como futuro docente.

Ao Prof. Dr. **Edson Massayuki Huziwara**, por todas as boas conversas, não necessariamente científicas, por sua empolgação que sempre me motivava, por todas as sugestões e ideias que acrescentaram muito neste trabalho.

Ao Prof. Dr. **Sebastião de Sousa Almeida**, por acompanhar de perto o desenvolvimento deste trabalho.

À Prof.^a Dr.^a **Cláudia Padovan**, por ser uma grande amiga, parceira, pelos novos bons momentos que passei em seu laboratório e por contribuir com a minha formação acadêmica.

Ao **João Borin**, por me amparar nos problemas técnicos que foram surgindo ao longo do mestrado, por sempre se dispor a me ajudar no que for preciso, desde instalar câmeras na sala de coleta até em fazer ração para a coleta de dados, obrigado por me salvar várias vezes, João. E ao **Rodrigo Mazzei**, por sempre me auxiliar no cuidado com os animais.

À **Renata del Moro**, por ser cordial mesmo nos momentos de caos, por sempre esclarecer dúvidas com relação às normas do Programa mesmo sendo a décima vez que eu pergunto sobre o mesmo tópico.

Ao meu Tio, **Hiroshi Tatamiya**, por todo o seu amor, dedicação, sabedoria e conhecimento doados à mim, por me ensinar que para tudo tem uma solução e se não tiver nós podemos criar uma.

À **Minha tia Yone, tio Gilmar, tio Tonho, vó Clara e aos meus primos Caroline, Carlos Eduardo e Carlos Eduardo Dias**, por todo amparo, pelos momentos de conversa e descontração, pelos momentos de compreensão quando não pude comparecer a algum evento por conta da coleta de dados ou por estar escrevendo a dissertação e por serem pessoas maravilhosas que contribuem com minha formação desde sempre.

Ao **Tiago de Sousa**, por ser o meu oposto em todos os sentidos, por esquecer quando eu lembro, por atrasar quando eu sou pontual, por ter calma quando eu tenho pressa, por me abraçar quando eu estou irado e por me amar sempre.

À **Andreza Ribeiro e Renata Dellalibera-Joviliano**, por todo o carinho dedicados à mim na graduação, por me colocarem no caminho da ciência e por me ajudarem a descobrir que a minha grande paixão está na docência.

Aos meus amigos de laboratório **Camila Bonagamba, Dhayana Veiga, Flávia Figel, Júlia Fonseca, Melina Vaz e Sabrina Fontanesi**, pelas contribuições em várias partes do desenvolvimento dessa dissertação, apoio e pelos bons momentos de risadas.

À **Mariana Ducatti**, por ser um anjo na minha vida, por me ajudar no processo de ingresso no mestrado, por ser uma amiga para todas as horas, por todo o carinho, pelos concelhos, risadas, broncas e por me aguentar todo esse tempo todo.

À **Alana Brunini**, por ser a pessoa mais meiga e gentil que eu já conheci, por me salvar dos pterodátilos (vulgo borboletas) e aranhas que aparecem no laboratório,

por brigar comigo quando eu mato algum inseto e por salvar minha vida em diversos momentos.

À **Sara Cirilo**, pelo ser a minha parceira no cuidado dos ratos, do biotério, por me dar bronca quando eu sujava o chão do laboratório com maravalha e por me ouvir nos momentos alegres e nos difíceis.

Ao **Lucas Kniess, Alisson Bolina e Daniel Leite**, por terem se tornado grandes irmãos, por nossas conversas científicas, pelos momentos de desabafos e risadas, por serem amigos que posso contar para a vida toda.

Aos meus amigos da USP **Aline Soares de Souza, Débora Martins, Nyanne Beckmann, Everton Horiquni, Fernanda Daher, Hugo Palears, Rui Moraes Jr. e Bruno Marinho**, por tornarem os meus dias mais divertidos, por serem meus parceiros nas disciplinas, nas festas, nos experimentos, nos estágios, pelos momentos de ócio no café, por me mostrarem que a Academia também pode ter um lado muito divertido.

Aos meus velhos e bons amigos **Cintya Desie, Diógenis Parolin, Francisco Bution Jr., Kamila Paganelli, Lais Paleari, Livia Gill, Mariana Alvarenga, Maíra Perez e Monize Lavagnoli**, pela suporte na jornada da Vida, por vibrarem comigo a cada vitória, por me acolherem e me incentivarem a ver uma nova solução quando as coisas ficaram tensas e pelas risadas e os bons momentos compartilhados.

À **CAPES**, pelo apoio financeiro.

Warisaia-Nery, V. (2015). *Efeito da probabilidade e proporção de reforço sobre o comportamento de escolha em ratos Wistar (Rattus norvegicus)*. Dissertação de Mestrado, Programa de Pós-Graduação em Psicobiologia, Universidade de São Paulo, Ribeirão preto – SP.

Resumo

A metacognição é processo conceituado como o julgamento que um organismo (humano ou não humano) faz sobre seu próprio saber ou não saber. Há relatos de pesquisas sobre esse processo com seres humanos e diversas espécies de não humanos. Poucos estudos, porém, discutem a ocorrência de metacognição em ratos, e os resultados são controversos, em função de questionamentos sobre os procedimentos experimentais empregados. Este estudo teve o objetivo de investigar o efeito da manipulação de diferentes proporções de reforço produzidas em duas alternativas, sendo uma probabilística e outra com reforçamento contínuo, sobre o desempenho de ratos em uma tarefa de discriminação de diferentes durações de estímulos sonoros. O procedimento empregado é uma adaptação do utilizado por Foote e Crystal (2007), que investigou a ocorrência de metacognição em ratos. Foram utilizados cinco ratos machos, da linhagem Wistar (*Rattus norvegicus*) mantidos a 80% de seu peso *ad libitum*. O aparato utilizado foi um labirinto em Y. O procedimento consistiu de quatro fases: 1) Treino exploratório no braço em “Y”, no qual o animal foi exposto a alternativas que continham seis pelotas de ração; 2) Treino de discriminação de estímulos sonoros, no qual foram treinadas duas discriminações condicionais com duas durações de estímulo sonoro, uma curta (2s), e uma longa (8s), cada uma correlacionada com a escolha de uma das portas do braço em “Y”; 3) Treino exploratório no braço em “I”, no qual os animais foram expostos a uma alternativa livre, que continha três pelotas de ração; e 4) Fase de Teste, na qual foram apresentadas diferentes durações de som (2.00, 2.44, 2.97, 3.62, 4.42, 5.38, 6.56 e 8.00s), a partir das quais o animal poderia escolher entre o braço em Y (fazer o teste), e receber seis pelotas de ração caso escolhesse a porta correta (correlacionada à duração curta ou longa), ou escolher a alternativa de recusa do teste, produzindo, com certeza, a quantidade de ração estabelecida pela condição em vigor. Foi analisada a porcentagem de escolhas realizadas pelos animais nos braços “Y” e “I” em cada condição, assim como a relação entre a porcentagem de acertos e erros nos testes e recusa, para cada duração de som. Todos os sujeitos atingiram o critério de aprendizagem estabelecido na fase de treino. Na fase de testes, observou-se que o som deixou de exercer controle sobre a resposta de escolha de todos os animais. À medida que a proporção de reforço variou na alternativa de recusa, os animais alteraram o padrão de escolha, de propensão para aversão ao risco, de acordo com a condição em vigor. A escolha por uma alternativa não se mostrou sob controle da acurácia dos animais em discriminar as durações dos estímulos apresentados, mas sim da proporção e probabilidade do reforço em cada alternativa. Discute-se a necessidade de se recorrer ao conceito de metacognição para descrever o desempenho dos animais em tarefas como a empregada no presente estudo.

Palavras-chave: *comportamento de escolha, propensão e aversão ao risco, probabilidade e proporção do reforço, metacognição, ratos.*

Warisaia-Nery, V. (2015). *Effects of probability and reinforcement proportion on choice behavior in Wistar rats (Rattus norvegicus)*. Master thesis, Post-graduation Program in Psychobiology, University of São Paulo, Ribeirão Preto – SP.

Abstract

The metacognition process is known as the judgment that an organism (human or nonhuman) makes of its own knowing or not knowing. There are research reports on this process in humans and several nonhuman species. Few discuss the occurrence of metacognition in rats, though, and the results are controversial due to the questionings about the experimental procedures applied. The aim of this study was to investigate the effects in handling different reinforcement proportions in two alternatives, one being probabilistic and the other with continuous reinforcement, on the performance of rats in a task of discrimination of different sound stimuli duration. The applied procedure was adapted from that used by Foote and Crystal (2007), which investigated the occurrence of metacognition in rats. Five male Wistar rats (*Rattus norvegicus*) were used and maintained at 80% of their weight *ad libitum*. The apparatus used was an “EY”-shaped maze. The procedure consisted of four phases: 1) exploratory training on the “Y” arm, in which the animal was exposed to alternatives containing six pellets of food; 2) training on sound stimuli discrimination, in which were trained two conditional discriminations with two different sound stimuli durations – one short (2s) and one long (8s) – each linked to the choice of one door from the “Y” arm; 3) exploratory training on the “I” arm, in which the animals were exposed to a free-choice alternative containing three pellets; and 4) test phase, in which were used different sound durations (2.00, 2.44, 2.97, 3.62, 4.42, 5.38, 6.56 and 8.00s), giving the animal the option of choosing between the “Y” arm (doing the test) and get six pellets of food if it chooses the correct door (according to the short or long duration), and the refusal of the test, producing, that way, an amount of food established by the current condition. The percentage of choices made by the animals on the “Y” and “I” arms in each condition was analyzed, as well as the relation between the percentage of successes and errors in tests and refusals for each sound duration. All the subjects achieved the learning criterion stated in the training phase. During the test phase it was noted that the sound ceased in exerting control over all the animals’ responses. As the reinforcement proportions varied in the refusal alternatives the animals altered the pattern of choice from risk-proneness to risk-aversion, according to the current condition. The choice for an alternative didn’t show to be controlled by the animals’ accuracy in discriminating the stimuli durations presented, but by the proportion and probability of the reinforcement in each alternative. It’s been discussed the need to resort to the concept of metacognition to describe the animals’ performance in tasks such as the one applied in the present study.

Keywords: *choice behavior, risk-proneness and risk-aversion, probability and reinforcement proportion, metacognition, rats.*

Lista de Figuras

<i>Figura 1.</i>	Modelo do labirinto em Ey. Possuía uma porta guilhotinada e cinco portas de dobradiça que abrem em uma única direção (B1, B2, C1, C2 e C3). As tentativas eram iniciadas no corredor “A” e os corredores de escolha eram C1, C2 e C3 nos quais haviam, ao final, um comedouro suspenso à 3 centímetros. As medidas apresentadas no modelo estão em centímetros. Cada porta leva o nome do corredor, assim a porta “A” pertence ao corredor “A”.....	27
<i>Figura 2.</i>	Porcentagem de acertos nas tentativas de discriminação entre sons de longa (8s) e curta (2s) duração, por sessão, na fase de treino de discriminação de duração do estímulo sonoro.....	33
<i>Figura 3.</i>	Porcentagem de escolhas entre realizar do teste de discriminação (barras claras) e declinar o teste (barras escuras), em cada duração do estímulo sonoro para cada condição.....	36
<i>Figura 4.</i>	Porcentagem de escolhas pela alternativa de recusa (barras escuras), e de erros (barras intermediárias) e acertos (barras claras) nas tentativas de teste, em cada duração do estímulo sonoro, para os sujeitos individuais em cada condição (colunas).....	39
<i>Figura 5.</i>	Frequência acumulada de escolha pela recusa (linhas escuras) e escolha por realizar o teste (linhas claras) por tentativa de cada sujeito em cada condição da fase de teste.	43
<i>Figura 6.</i>	Frequência acumulada de escolhas pela alternativa de recusa (linhas escuras) e por realizar o teste (linhas claras) em cada uma das últimas cinco sessões nas quatro condições da fase de teste, por sujeito.	45

Lista de Tabelas

Tabela 1.	<i>Número Médio e Porcentagem (%T) de Tentativas de Escolha da Alternativa Realizar o Teste e o Número Médio e Porcentagem (%A; %E) de Acertos e Erros, por Sujeito e por Condição.....</i>	41
Tabela 2.	<i>Número de Pelotas e Porcentagem em Relação ao Total Produzido em Cada Alternativa nas Condições da Fase de Teste para Todos os Sujeito, Individualmente, Sendo a Sessão Dez a Última Sessão de Cada Condição.....</i>	47

Sumário

Introdução.....	14
Método.....	25
Sujeitos.....	25
Aparato.....	26
Procedimento.....	27
Treino exploratório no braço em Y.....	27
Treino de discriminação de estímulo sonoro (TDES).....	28
Treino exploratório nos braços I-Y.....	29
Teste.....	30
Análise de Dados.....	31
Resultados.....	33
Discussão.....	50
Referências.....	63
Anexos.....	69

A metacognição é um processo definido por Flavell (1979) como a cognição sobre o fenômeno cognitivo. Em outras palavras, é a habilidade do organismo de pensar sobre seus próprios pensamentos e fazer julgamentos sobre sua própria memória, ou seja, de refletir sobre seu próprio processo mental, o que o capacitaria a procurar por estratégias para solucionar problemas. Por exemplo, quando um estudante realiza uma prova sobre uma área específica, ao ler a primeira questão ele saberá se é capaz de respondê-la, ou se não possui as informações necessárias para tal. Assim, metacognição seria o processo que permite que este estudante avalie suas limitações mnemônicas, ou o seu conhecimento sobre aquele tópico específico e, com isso, desenvolva uma estratégia para evitar prejuízos, como, por exemplo, começar respondendo as questões que ele julgue mais fáceis, deixando as mais difíceis para o final (Kuhn & Dean, 2004).

Um dos primeiros estudos sobre metacognição foi realizado por Flavell, Friedrichs e Hoyt (1970), e tinha por objetivo obter informações sobre o comportamento verbal espontâneo e a atividade perceptivo-visual de crianças após elas terem memorizado uma lista de objetos. Além disso, os autores queriam descobrir possíveis mudanças sobre o conhecimento que estas crianças tinham sobre sua própria memória. A tarefa era decorar alguns itens de uma lista e recitá-los quando, e somente quando, elas tivessem a certeza que poderiam recordar todos os itens estudados. Flavell et al. observaram que as crianças mais velhas possuíam uma percepção mais acurada sobre o seu próprio saber, uma vez que elas diziam estarem preparadas somente quando realmente tinham a certeza que poderiam recitar todos os itens.

De acordo com Hampton (2009) os mecanismos usados para acessar a metacognição podem ser tanto públicos como privados. Nos mecanismos públicos o

controle adaptativo está baseado nas informações disponíveis publicamente (*e.g.*, quantidade de páginas a ser estudada). Os mecanismos privados são aqueles em que o controle cognitivo é contingente ao acesso que o indivíduo possui de seu próprio estado cognitivo (*e.g.*, acesso de uma memória). Dessa forma, participantes humanos poderiam criar estratégias, tanto para usar o acesso a seus próprios estados cognitivos (*i.e.*, o quanto eles lembram de um assunto ou o quanto reconhecem que sabem sobre ele,) quanto para usar os mecanismos públicos disponíveis (*i.e.*, grau de dificuldade de uma tarefa).

A questão que se coloca é se sujeitos não humanos seriam capazes de apresentar metacognição. Para investigar tal questão, os procedimentos experimentais devem possibilitar meios de analisar como os sujeitos acessam o conteúdo cognitivo e como eles usam essas informações (Hampton, 2009). Isso cria uma dificuldade metodológica, uma vez que, com humanos, os estudos privilegiam desempenhos verbais, ausentes em sujeitos não humanos. Em função disso, há uma dificuldade em analisar se o que está sendo observado nessas pesquisas com não humanos é, de fato, um processo metacognitivo, em função dos tipos de desempenhos avaliados.

Um procedimento comumente usado para o estudo da metacognição em não humanos apresenta uma tarefa na qual o sujeito tem que escolher uma, entre três, alternativas, sendo uma a correta, a outra incorreta, e a terceira, a alternativa de “recusar o teste” (alternativa da incerteza). Nesse caso, a escolha da alternativa de recusa cancelaria a realização do teste e poderia ter como consequência a produção de uma quantidade menor de reforço (Foote & Crystal, 2007), a reapresentação da tarefa (Foote & Crystal, 2012), a apresentação de um estímulo discriminativo de menor dificuldade (Smith et al., 1995), a apresentação de uma tentativa forçada na qual o sujeito escolhesse com certeza a alternativa correta (Shields, Smith, & Washburn,

1997), ou finalizar a tentativa e dar início a uma nova (Beran, Washbur, Smith, & Redford, 2006). Esses procedimentos investigariam o processo metacognitivo uma vez que, ao evitarem realizar o teste, os sujeitos estariam demonstrando sua capacidade de realizar um julgamento sobre o seu próprio conhecimento, ou seja, o saber sobre o seu não saber (Crystal & Foote, 2009). Neste sentido, um sinal de metacognição seria o saber que o organismo possui sobre o seu próprio não saber para a realização de uma tarefa, e não o fato dele não saber realiza-la (Crystal & Foote, 2009; Flavell, 1979; Hampton, 2009; Kornell, 2009).

Procedimentos assim foram chamados de “problemas da terceira alternativa” por Kornell (2009), que também estabeleceu uma correlação entre o monitoramento e o controle para animais não humanos. De acordo com esse autor, quando o animal é colocado diante de um problema experimental no qual deve ser feita uma escolha que produzirá consequências reforçadoras, ele optará por escolher entre as duas alternativas somente se tiver certeza sobre qual seria a correta, monitorando e controlando seu empreendimento cognitivo; do contrário, ele optará por escolher a alternativa da incerteza, demonstrando seu processo metacognitivo (Crystal & Foote, 2009; Hampton, 2009; Kornell, 2009; Smith et al., 1995; Smith, Shields, & Washburn 2003). Esse tipo de procedimento tem sido empregado em muitos estudos sobre metacognição em não humanos. Exemplos desses estudos são aqueles empregando testes de discriminação simultânea com golfinhos nariz-de-garrafa (*Tursiops truncatus*) (Smith et al., 1995), macacos (Basile, Hampton, Suomi, & Murray, 2009; Beran et al., 2006; Call, 2010; Call & Carpenter, 2001; Hampton, 2001; Hampton, Zivin & Murray, 2004; Kornel, Son, & Terrace, 2007; Shields et al., 1997; Smith, Beran, Redford, & Washburn, 2006; Smith, Redford, Beran, & Washburn, 2010; Washburn, Gullledge, Beran, & Smith, 2010), cães (McMhon, Macpherson, &

Roberts, 2010), pombos (Inaman & Shettleworth, 1999; Roberts et al., 2009; Sole, Shettleworth, & Bennet, 2003) e ratos (Foote & Crystal, 2007, 2012).

A investigação da metacognição em roedores foi proposta por Foote e Crystal (2007), em um estudo com oito ratos *Sprague-Dawley*, sendo que somente três atingiram o critério para a fase final do experimento. Na caixa experimental utilizada havia duas barras retráteis e dois túneis, aos quais os ratos foram previamente treinados a responder. Primeiramente, era apresentado ao animal um som branco (70dB) com durações que variavam, em uma escala logarítmica, entre 2.00, 2.44, 2.97, 3.62, 4.42, 5.38, 6.56 e 8.00s. Responder em uma das barras (*e.g.*, barra da direita) foi reforçado na presença dos sons de curta duração (valores menores que 4s), enquanto que, diante das durações longas (maiores de 4s), foram reforçadas escolhas à barra esquerda. Os acertos eram consequenciados com uma pelota de ração e os erros não produziam consequência. Na fase de teste, primeiramente era apresentado um som, longo ou curto, em seguida as luzes dentro dos túneis eram acesas. O animal deveria escolher focinhar em um dos túneis, sendo que um deles acionava o aparecimento das barras, que dariam a possibilidade de escolha entre a barra da direita ou esquerda. A escolha entre essas barras daria a oportunidade para o animal produzir uma quantidade maior de comida, seis pelotas de alimento, caso a escolha fosse a correta (escolhas incorretas não produziam alimento). A escolha pelo outro túnel daria acesso direto ao comedouro, com três pelotas de alimento disponíveis (a metade da quantidade de alimento disponibilizada caso o animal arriscasse a escolha entre as barras).

De acordo com Foote e Crystal (2007) o túnel que dava acesso direto ao comedouro seria a opção de evitar realizar o teste (a alternativa da incerteza), escolha que indicaria que os animais sabiam que não sabiam a resposta correta, que lhes

daria maior quantidade de alimento. Dessa forma, quanto maior a dificuldade de discriminar a duração do som (*e.g.*, durações de 3.62 e 4.42s), maior a probabilidade dos animais evitarem o teste e produzirem uma quantidade menor de alimento. Por outro lado, nas durações fáceis de serem discriminadas (*e.g.*, 2.00 e 8.00s), os animais tinham maior probabilidade de arriscarem a realizar o teste, aumentando suas chances de obterem a quantidade maior de alimento. Os dados obtidos no estudo indicaram que, com o aumento da dificuldade de discriminar a duração do estímulo sonoro apresentado, os ratos de fato preferiram escolher a alternativa que produzia consequências garantidas, ainda que a quantidade produzida fosse metade do possível em uma escolha correta no teste.

Analisando os dados obtidos por Foote e Crystal (2007), Jozefowicz, Staddon e Cerutti, (2009) argumentam que se os animais apresentam ou não metacognição não é uma questão de ordem empírica, mas sim teórica. Não há modelos matemáticos que descrevem como deveria ser o padrão comportamental desses animais nos testes sugeridos, o que indica que há uma dificuldade para avaliar se o desempenho obtido nesse tipo de procedimento é, de fato, um processo metacognitivo, uma vez que essa parece ser apenas uma “nova capacidade hipotética”. O que deveria ser avaliado é, na verdade, o real desempenho que os animais apresentam em procedimentos semelhantes aos propostos em estudos sobre metacognição, ao invés de tentar enquadrar uma explicação metacognitiva para tal desempenho.

Um modo alternativo de analisar os dados obtidos por Foote e Crystal (2007) seria com base nos dados de estudos sobre comportamento escolha (Herrstein, 1970) ou escolha entre alternativas cujas consequências reforçadoras seriam de naturezas iguais, mas de proporções distintas (Caraco, Martindale, & Whittan, 1980; Mazur, 1988).

Na situação experimental de Foote e Crystal (2007) foi utilizado um *categorization task*, na qual o estímulo discriminativo variava em um contínuo. Todos os estímulos abaixo do critério estabelecido eram associados a uma alternativa e todos os estímulos acima eram associados a uma segunda alternativa (Jozefowicz et al., 2009). Nessa situação experimental, o desempenho do animal poderia estar sob controle da variável som: os ganhos do sujeito poderiam ser maximizados caso ele escolhesse a alternativa correta para o som apresentado, a que produziria seis pelotas de ração. No entanto, sua escolha também poderia estar sob controle da proporção de reforço oferecida em cada alternativa: a alternativa de recusa oferecia sempre um número fixo, porém menor, de pelotas de ração, mas ao escolher realizar o teste, o animal estaria escolhendo uma situação de tudo (seis pelotas) ou nada (zero pelotas), que pode ser considerada uma alternativa com um risco de fracasso (Caraco et al., 1980, Mazur, 1988). A literatura sobre escolha e sobre risco tem tentado entender as variáveis presentes nesse tipo de escolha.

Escolher é um comportamento comum para indivíduos de muitas espécies e é definido como uma resposta de seleção a uma de duas ou mais alternativas presentes (Skinner, 1950). A distribuição das respostas entre as alternativas tende a ficar sob controle do valor reforçador de cada uma delas no momento em que a escolha é realizada (Herrnstein, 1970; Mazur, 1990). Além disso, escolha é conceitualmente diferente de preferência, a qual é caracterizada como a manutenção do responder a um mesmo estímulo ou responder a ele várias vezes (Hanna, 1991; Skinner, 1950).

O comportamento de escolher se relaciona diretamente com o valor reforçador da consequência produzida em cada alternativa disponível (Mazur, 1990). Deparar-se com uma variedade de estímulos e determinar qual deles está correlacionado com a consequência mais vantajosa para aquele momento específico parece ser simples. No

entanto, nem sempre o é. Em um ambiente controlado, como uma caixa experimental, por exemplo, uma rato pode tanto se empenhar na resposta operante definida experimentalmente, como pode escolher farejar, coçar-se, limpar-se, ficar parado, dormir e outros comportamentos possíveis que produzam consequências com um valor reforçador maior que o produzido pelas demais respostas possíveis naquele momento. Tanto em ambientes controlados como em ambientes naturais, há uma variedade de estímulos disponíveis em relação aos quais o organismo pode variar sua escolha (Herrstein, 1970; Mazur, 1990).

Os estudos sobre comportamento de escolha tomaram grande impulso a partir de uma série de pesquisas desenvolvidas na década de 1960 (Baum & Rachlin, 1969; Catania, 1963a, 1963b; Herrnstein, 1961; Neuringer, 1967), que demonstraram que o responder é distribuído proporcionalmente à distribuição do reforço, desde que o responder e o reforço entre alternativas não sejam qualitativamente diferentes. Assim, em 1970, Herrnstein formulou a Lei da Igualação (*Matching Law*), que prediz que o responder relativo é diretamente controlado pelo reforço relativo.

Escolher, então, é compreendido como um comportamento operante, influenciado pelas consequências que produz, e não como um processo psicológico (Herrstein, 1970). No seu experimento de 1961 com pombos, Herrnstein demonstrou que os organismos alocavam suas respostas entre as alternativas a depender da quantidade de reforço produzido em cada uma delas. Os animais foram submetidos a tarefa de bicar em um de dois discos fixos em uma das paredes da caixa experimental. A contingência de reforçamento em vigor em cada disco era um esquema concorrente de intervalo variável (conc. VI VI) no qual os valores dos intervalos em cada disco não eram os mesmos (*e.g.*, conc. VI 3s VI 6s). O resultado obtido nesse estudo foi que os animais alocavam suas respostas em uma das alternativas a depender do quão

vantajosa ela seria em relação à outra alternativa. Os pombos maximizavam as suas chances de obter mais consequências reforçadoras ao variar suas escolhas à medida que os intervalos de cada alternativa fossem modificados, ou seja, o animal optava, na grande maioria das vezes, pela melhor alternativa (Herrstein, 1961; 1970; Mazur, 1990; Vaughan, 1985).

Nem sempre, porém, os animais igualam suas chances de obter consequências reforçadoras pela distribuição do seu responder proporcionalmente entre as alternativas disponíveis. Eles também podem fazer escolhas com base nas propriedades das consequências produzidas pelas alternativas disponíveis.

Logan (1965), em um experimento com ratos de capuz, demonstrou que os animais preferiam a alternativa em que o número de pelotas era menor, porém certa (cinco), à alternativa incerta, que poderia oferecer uma ou nove pelotas de ração. Esses resultados indicam que a alternativa mais vantajosa nem sempre será a que produz maior quantidade de reforço, podendo ser também a que produz uma quantidade menor mas de forma constante. Além disso, animais não humanos são capazes de discriminar diferentes tipos de alimentos e mostrar preferência entre as fontes disponíveis para escolha (Pyke, Pullian, & Charnov, 1977). Em ambiente natural, nos *patches* para forrageio, a quantidade de alimento disponível, a presença ou não de predador e o tempo disponível para forragear não são estáveis. Deste modo, a avaliação das condições disponíveis é um fator de sobrevivência, de modo que os animais possam distribuir suas escolhas, maximizando o ganho energético (Pyke et al., 1977).

Animais não humanos são capazes de escolher entre fontes de alimentos nas quais as contingências de reforçamento são diferenciadas. No entanto, nem sempre é claro qual a propriedade das alternativas vigentes que serve de controle discriminativo

para que o animal escolha aquela que maximize o seu ganho energético. Caraco et al. (1980) realizaram um estudo cujo objetivo era investigar se juncos de olhos amarelos tinham ou não preferência por uma alternativa na qual a produção de alimento fosse probabilística. Os pássaros poderiam tanto escolher a alternativa cujo reforço era contínuo, porém de menor proporção, ou escolherem a alternativa probabilística, com maior proporção de alimento. Quando eles evitavam o risco, escolhendo a alternativa sem variação na quantidade de alimento produzida, os juncos reduziam a quantidade de alimento produzido ao mesmo tempo que evitavam a alternativa com risco. No entanto, quando eles tinham comportamento de propensão ao risco, os animais preferiam a alternativa com maior proporção de reforço, mesmo que ela fosse probabilística. A depender do nível de privação em que foram mantidos (2h ou 4h sem alimento) os pássaros tiveram diferentes desempenhos quanto à propensão ou aversão ao risco. A alternativa com probabilidade de produzir maior quantidade de reforço foi preferida quando as aves estavam sob maior privação, mas em menor privação eles preferiram a alternativa contínua, mas com menor proporção de reforço.

Propensão e aversão ao risco são conceitos da *Utility theory*, que procura explicar o padrão de escolha e exploração de ambientes em que a produção de alimento seja variável (Caraco et al., 1980). Um animal que se comporta com aversão ao risco demonstra preferência por alternativas cujo reforçador seja garantido, ainda que de menor proporção. No entanto, quando apresenta propensão ao risco, o animal prefere alternativas cujo reforçador seja probabilístico, mas com possibilidade de maiores ganhos (Caraco et al., 1980; Mazur, 1988). Dessa forma, o comportamento de escolha é sensível tanto ao risco de acerto/erro de cada alternativa, como também à probabilidade e quantidade de reforço produzidas em cada uma dessas alternativas (Mazur, 1988).

Mazur (1988) obteve dados com ratos que sustentam os achados de Logan (1965) e de Caraco et al. (1980) com pássaros, uma vez que demonstrou que o comportamento de escolha é sensível a variações na quantidade de alimento e, também, à probabilidade com a qual ele é produzido. No experimento de Mazur os animais demonstraram uma diminuição na propensão ao risco quando apenas o número de pelotas em ambas alternativas foi aumentado. Essa diminuição ocorreu não por uma mudança na probabilidade subjetiva que as alternativas passaram a representar, mas sim por conta da mudança real na quantidade que elas passaram a produzir. Uma das alternativas disponibilizava quatro pelotas de forma certa, enquanto na outra poderia ser produzido oito pelotas de forma probabilística. A mudança na quantidade afetou o comportamento dos sujeitos de forma diferente de quando essas alternativas produziam uma e duas pelotas, respectivamente. Escolher a alternativa probabilista se mostrou vantajoso apenas quando a quantidade disponibilizada era baixa, duas pelotas, porém, quando esta quantidade foi aumentada os animais desempenharam um comportamento de aversão ao risco, alocando suas escolhas preferencialmente na alternativa na qual o reforço sendo produzido com certeza (Logan, 1965; Mazur, 1988).

Esse conjunto de experimentos sugere que, diante de alternativas simultâneas cujas consequências variam em proporção e probabilidade, o comportamento de escolha pode variar em função da variação nesses parâmetros. Essa explicação difere daquela oferecida pelos estudos sobre metacognição, que atribui a escolha entre alternativas a um suposto “saber sobre o não saber” do organismo sobre suas possibilidades de concluir com sucesso uma tarefa, e não às consequências diretamente produzidas pelas alternativas.

Uma forma de testar essa possibilidade é replicar um procedimento de estudo de metacognição em não humanos, especificamente o procedimento da tentativa de incerteza, e verificar se a variação na proporção de reforço oferecida por essa alternativa alteraria o padrão de escolha dos sujeitos, independente da dificuldade ou facilidade da tarefa a ser executada. Para isso, o presente estudo replicou o procedimento de Foote e Crystal (2007), com algumas adaptações. Uma variação no padrão de escolha dos sujeitos, acompanhando a variação na proporção de reforço disponível na alternativa da incerteza, indicaria que o comportamento de escolha dos sujeitos estaria sob controle dessa variável, mais que sobre um eventual conhecimento desses sujeitos sobre seu conhecimento.

O objetivo desse estudo foi investigar o efeito da manipulação de diferentes proporções de reforço produzidas em duas alternativas disponíveis (uma em que o animal, após um procedimento de ensino, deve emitir uma resposta de escolha correta para produzir comida, e outra em que a produção do reforço é certa) sobre o desempenho de ratos em uma tarefa de discriminação de diferentes durações de estímulos sonoros.

Método

Sujeitos

Foram utilizados cinco ratos Wistar (*Rattus norvegicus*), machos, ingênuos, com peso médio de 350g. Os sujeitos foram recebidos com peso médio de 150g e alojados em grupos de dois a três animais, em gaiolas de polietileno (451,5cm² de área por 17,8cm de altura), no biotério do laboratório Fred S. Keller cuja temperatura foi mantida em 24° C, ciclo de claro/escuro diário (12h/12h, com luzes acesas das 6h às 18h). Os animais passaram por um período de ambientação de 10 dias, com oferta de água e de alimento à vontade. Após esse período foi realizado o monitoramento do ganho de peso, a fim de estabelecer o peso de linha de base, até que a variação deste fosse menor ou igual a 10g/dia ao longo de três dias. Esse monitoramento ocorreu diariamente, com pesagem do animal em balança eletrônica Micronal[®] B6000 digital.

Após a estabilização do peso os sujeitos foram alojados individualmente em gaiolas de polietileno (387cm² de área por 17,8cm de altura), no mesmo biotério. Os animais foram privados de comida, tendo disponível entre 15 a 25g de ração por dia e seus pesos foram monitorados, sendo mantido a 85% do peso *ad libitum*.

Os sujeitos tiveram água à vontade durante todo o tempo em que estiveram alojados em suas caixas-viveiro. Para identificação dos animais, foram usadas marcações feitas com canetas de cor azul, vermelha e verde (atóxicas) em suas caudas. Após os sujeitos terem passado por todas as fases programadas no procedimento, foram submetidos ao procedimento de eutanásia pelo método de inalação de dióxido de carbono. Os parâmetros utilizados para confirmar a morte dos animais foram: parada cardiorrespiratória, ausência de reflexo pupilar, insensibilidade cutânea por período de 15 minutos e temperatura corporal abaixo de 26°C. Após a morte, os animais foram devolvidos ao Biotério Central da Universidade de São Paulo

– Ribeirão Preto. O estudo foi realizado de acordo com as resoluções brasileiras de bioética em experimentos com animais, mediante análise e aprovação (protocolo 14.15.53.4) do CEUA da Universidade de São Paulo – Ribeirão Preto.

Aparato

Para replicar, de forma sistemática, o procedimento realizado por Foote & Crystal (2007) foi projetado um modelo de labirinto, para ratos, em formato de Y (Figura 1). O aparato foi confeccionado pela Scienlabor[®] e suas dimensões eram de 90 cm². As paredes eram de acrílico cinza com altura de 50cm e espessura de 4mm. O chão também era de acrílico cinza com largura de 15cm e espessura de 4mm.

No braço central (corredor “A”) encontrava-se uma porta de guilhotina, em acrílico cinza, (porta “A”) que era aberta de forma manual pelo experimentador. No início desse corredor havia uma caixa de som Multilaser[®] sem fio que era conectado a um Ipad Air[®] contendo os estímulos sonoros. O corredor no qual todos os braços incidiam (corredor “B”) era dividido em “B1” (em direção ao braço escolha dupla, ou seja, braço em “Y”) e “B2” (em direção ao braço de escolha única, corredor “C3”). Em cada lado do corredor “B” havia uma porta de dobradiça sem retorno, de acrílico transparente, o que facilitava o animal a tentar atravessa-la.

No braço de escolha em “Y” havia, em cada lado da bifurcação, uma porta de dobradiça sem retorno em acrílico transparente e, ao final de cada braço, um comedouro metálico (4cm X 6cm X 1,5cm), suspenso a uma altura de 3cm. No braço de escolha única, “C3”, havia uma porta de dobradiça sem retorno, também em acrílico transparente, e, ao final do braço, um comedouro metálico suspenso a 3cm da base.

Figura 1. Modelo do labirinto em Y. Possuía uma porta guilhotinada e cinco portas de dobradiça que abrem em uma única direção (B1, B2, C1, C2 e C3). As tentativas eram iniciadas no corredor “A” e os corredores de escolha eram C1, C2 e C3, nos quais haviam, ao final, um comedouro suspenso à 3 centímetros. As medidas apresentadas no modelo estão em centímetros. Cada porta leva o nome do corredor, assim a porta “A” pertence ao corredor “A”.

Procedimento

Treino exploratório no braço em Y.

Os objetivos dessa fase inicial foram: a) fazer com que os animais aprendessem a passar pelas portas de dobradiça sem retorno presentes no labirinto; b) permitir que eles entrassem em contato com a quantidade de pelotas de ração (seis pelotas com aproximadamente 35mg cada) disponibilizadas ao final das alternativas “C1” e “C2”. Cada sessão teve um total de dez tentativas forçadas, cinco em cada braço, ou seja, somente a porta do braço que continha a consequência reforçadora estava destrancada possibilitando a passagem do animal. As tentativas eram iniciadas

após o experimentador colocar o animal no corredor “A”, tendo a porta guilhotinada “A” fechada, e terminavam quando o animal tivesse comido toda a ração disponibilizada no comedouro. O intervalo entre tentativas (IET) foi de 20 segundos e era iniciado após o sujeito ser recolocado no braço “A”. As tentativas ocorreram nesta ordem: 5 tentativas em “B1-C1” e 5 tentativas em “B1-C2”.

Treino discriminativo das durações do estímulo sonoro (TDES).

O objetivo foi ensinar o animal a discriminar durações longas e curtas de estímulos sonoros. Para isso, foi apresentado um som sinusoidal de 8kHz e 70 dB em diferentes durações: um estímulo sonoro cuja duração foi classificada como curta (2s) e um estímulo sonoro cuja duração foi classificada como longa (8s). Escolhas na alternativa experimentalmente correta tinham como consequência seis pelotas de ração e foram: para som curto “C1” e para som longo “C2”. A posição da alternativa correta e da incorreta foi contrabalanceada entre os animais.

As tentativas foram iniciadas com o animal no corredor “A” com a porta de guilhotina “A” fechada. Ao término da apresentação de cada duração do estímulo sonoro a porta “A” era aberta, para a passagem do animal, e fechada em seguida. Somente a porta de dobradiça “B1” esteve destrancada para que o animal passasse, enquanto a porta de dobradiça “B2” esteve fechada, impossibilitando sua passagem. Ao final da alternativa designada como correta para a duração do som apresentado (podendo ser longa ou curta), haviam seis pelotas de ração no comedouro. Respostas na alternativa incorreta não resultavam em alimento. O IET foi de 20 segundos e era iniciado após o sujeito ser recolocado no braço “A”.

Foram realizados três blocos contendo 10 tentativas forçadas em cada um, sendo o total de 30 tentativas por sessão. Tentativas forçada consistiam em somete a

porta de dobradiça “B1” estar destrancada possibilitando a passagem do animal, e a porta “B2” trancada. Ao final de cada bloco o animal teve dois minutos de acesso à água e, após o término desse período, uma nova sequência de 10 tentativas era iniciada. No começo de cada tentativa um som com duração de 2 ou 8s era apresentado, aleatoriamente, e ambas as alternativas “C1” e “C2” estiveram disponíveis para que o animal pudesse escolher. Somente a alternativa considerada correta para a duração do estímulo sonoro apresentado continha as seis pelotas de ração. Se o animal escolhesse a alternativa correta a tentativa terminaria logo após ele ter comido todas as pelotas de ração presentes no comedouro, no caso de erro, a tentativa terminaria após o animal ter entrado na repartição onde o comedouro se encontrava. Assim, ele era retirado do braço escolhido e recolocado no braço “A”, dando início ao IET. Esta etapa contou com um procedimento de correção: todas as vezes que o animal escolhesse a alternativa errada para a duração de som apresentada, esta duração era reapresentada na tentativa seguinte. Isso ocorreu até que o animal acertasse a alternativa ou até que as 30 tentativas fossem completadas.

Para considerar que houve discriminação da duração de estímulo sonoro foi realizado o cálculo da aproximação normal em uma distribuição binomial sendo considerado um intervalo de confiança de 95%. Logo, foi necessário que houvesse uma porcentagem de acerto igual ou superior a 70% por sessão, por três sessões consecutivas.

Treino exploratório nos braços “I - Y”.

O objetivo dessa fase foi proporcionar ao animal a oportunidade de entrar em contato com a alternativa da incerteza (“B2 – C3”) e a alternativa correta do teste de bissecção temporal (“B1 – C1” ou “B1 – C2”). Foi realizado uma sessão com 12

tentativas forçadas, nas quais somente as portas que davam acesso ao reforço estavam destrancadas, possibilitando a passagem do animal. O IET foi de 20s. Foram realizadas quatro tentativas em cada braço (“C1, 2 e 3”). Cada tentativa foi iniciada no corredor “A”: a porta de guilhotina era aberta sem nenhum estímulo sonoro ser acionado, então o sujeito tinha disponível o percurso “B2 – C3”, por quatro tentativas. Em seguida era acionado o estímulo sonoro de 2s (som curto) e somente o percurso “B1 – C1” (ou B1 - C2), estava disponível, por quatro tentativas. Por fim, era acionado o estímulo sonoro de 8s (som longo) e somente o percurso “B1 – C2” (ou B1 – C1) esteve disponível, também por quatro tentativas. Esse procedimento foi realizado antes do início de cada nova condição de teste (condição 3 – 6; condição 6 – 6; condição 4 – 6).

Teste.

O objetivo dessa fase foi verificar a escolha dos animais diante dos sons de diferentes durações apresentados, tendo como alternativas de escolha a alternativa correspondente a não realizar o teste de discriminação, (alternativa da incerteza ou recusa) obtendo uma porção garantida ração, ou a alternativa para a realização do teste de discriminação temporal, correspondente à oportunidade de escolher entre os braços treinados, “C1” e “C2”, como correspondentes ao som curto e ao longo, assim, tendo uma probabilidade de acerto. No início de cada tentativa um estímulo sonoro foi apresentado, podendo ser 2.00, 2.44, 2.97, 3.62, 4.42, 5.38, 6.56 e 8.00s de duração, apresentados em ordem aleatória. Essas durações sonoras foram classificadas como sendo curtas (2.00, 2.44, 2.97, e 3.62s) e longas (4.42, 5.38, 6.56 e 8.00s). Foram realizadas 40 sessões, cada uma com 24 tentativas de escolha livre. As tentativas foram agrupadas em três blocos de oito tentativas por sessão. Assim, após

cada bloco ser concluído o animal era recolocado em sua caixa-viveiro e era disponibilizado acesso à água por dois minutos. Ao término desse período o sujeito era recolocado no corredor central do labirinto (corredor “A”) e um novo bloco era iniciado.

Esta etapa foi separada em quatro condições distintas, com dez sessões para cada condição: Condição 3 – 6, na qual a alternativa da incerteza continha três pelotas de ração e a alternativa correta para o teste de discriminação temporal continha seis pelotas de ração; Condição 6 – 6, na qual tanto a alternativa da incerteza quanto a correta para o teste de discriminação temporal continham seis pelotas de ração; Condição de linha de base 3 – 6, semelhante à primeira condição; Condição 4 – 6, na qual a alternativa da incerteza continha quatro pelotas de ração e alternativa correta para o teste de discriminação temporal continha seis pelotas ração. Após a conclusão das dez sessões da Condição 4 – 6 , o procedimento era encerrado.

Análise dos dados

A duração dos estímulos obedeceram a uma escala logarítmica na qual o espaçamento temporal geométrico médio entre as durações de 2 e 8s foi de 4s. Assim, a duração de 2 a 4s era logaritmicamente igual à duração de 4 a 8s. Então, a segunda e a sétima durações (2.44 e 6.56s) tiveram o mesmo espaçamento logarítmico para com a medida central (4s), como também a terceira e a sexta duração (2.97 e 5.38s) e, consequentemente, a quarta e a quinta duração (3.62 e 4.42s).

Foi realizado o cálculo da porcentagem de acertos, erros e recusa em cada duração de estímulo sonoro, para cada sujeito, assim com a comparação entre a porcentagem de recusa em cada condição testada, para cada sujeito e em cada duração de estímulo sonoro. Também fora calculada a porcentagem de testes declinados (“B2

– C3”) e testes realizados (“B1 – C1 e 2”) por duração de estímulo sonoro para cada sujeito.

Resultados

Inicialmente, os cinco sujeitos passaram pela Fase treino discriminativo das durações do estímulo sonoro (TDES) até atingirem porcentagem de acertos maior ou igual a 68%. Em seguida, foi iniciada a Fase de Testes, que foi dividida em quatro Condições, que diferiam em relação à quantidade de pelotas de alimento disponível na alternativa de recusa.

A Figura 2 apresenta a porcentagem de acertos dos animais ao longo das sessões do TDES, diante das durações de 2 e 8s.

Figura 2. Porcentagem de acertos nas tentativas de discriminação entre sons de longa (8s) e curta (2s) duração, por sessão, na fase de treino de discriminação de duração do estímulo sonoro.

A maioria dos animais levou entre 16 e 19 sessões para atingir o critério de discriminação, que foi de três sessões consecutivas com porcentagem de acerto igual ou maior que 68%. A exceção foi de dois sujeitos, R4, que realizou 34 sessões para atingir o critério e R3 que, inicialmente, atingiu o critério estabelecido em sete sessões (linha de acerto antes da linha tracejada vertical), após as quais passou para a fase seguinte. Observou-se, porém, que durante a Fase de Testes o sujeito apresentou uma preferência por posição, escolhendo somente a alternativa C1 independente da duração de som apresentada. Diante dessa preferência, o esse sujeito voltou à Fase TDES até atingir o critério, o que levou mais 18 sessões (linha de acerto após a linha tracejada vertical), sendo o total de 25 sessões.

De um modo geral, observa-se que nas primeiras sessões do treino de discriminação os sujeitos distribuíram suas escolhas de forma aleatória nas alternativas disponíveis, caracterizando um desempenho ao acaso. Com o decorrer do treino, houve um aumento na quantidade de acertos. Para os sujeitos R2, R5 e a segunda parte do treino de R3, a partir da 9^a, 15^a e 21^a sessão, respectivamente, houve uma melhora gradual e constante no desempenho, podendo ser observado pela declividade do segmento final de reta que constitui o gráfico desses sujeitos. O sujeito R4 foi exposto ao maior número de sessões devido à instabilidade do seu desempenho. No entanto, a partir da 19^a sessão houve um aumento gradual no número de acertos, seguido de um baixo desempenho na sessão 28, até que atingisse o critério na 33^a sessão.

Na Fase de Testes, foram apresentadas as novas durações de estímulos, além das inicialmente treinadas (2, 2.44, 2.97, 3.62, 4.42, 5.38, 6.56 e 8 s). Esta fase foi dividida em quatro condições, com dez sessões de 24 tentativas cada. Em cada condição o número de pelotas de alimento disponíveis no braço “Recusa” variou, ao

passo que a quantidade de pelotas no braço “Teste” se manteve constante: seis pelotas para a escolha correta e nenhuma para a escolha incorreta.

Os dados apresentados na Figura 3 referem-se à porcentagem de vezes que os animais escolheram a alternativa Teste (barras claras) ou Recusa (barras escuras) nas cinco últimas sessões de cada condição. No braço de “Recusa” eram disponibilizadas 3, 6, ou 4 pelotas de ração, conforme a condição em vigor; no braço Teste havia sempre seis pelotas de ração para a resposta correta.

Figura 3. Porcentagem de escolhas entre realizar do teste de discriminação (barras claras) e declinar o teste (barras escuras), em cada duração do estímulo sonoro para cada condição.

Considerando a primeira condição (Condição 3 – 6) da Figura 3 pode-se observar que todos os sujeitos apresentaram preferência pelo braço de Teste, independente das durações do estímulo apresentado, e apresentaram menor porcentagem de escolha da alternativa de Recusa. R2, comparado aos demais sujeitos, foi o que apresentou maior porcentagem de escolhas em declinar o teste, ainda que sua preferência tenha sido a de realiza-lo.

Na Condição 6 – 6 pode-se observar que houve uma inversão na preferência dos sujeitos R1 e R2 em relação à condição anterior: ambos preferiram declinar o teste. O sujeito R5 apresentou um padrão intermediário, apresentando maior porcentagem de recusa para as durações 2, 2.97, 5.38 e 8s, e maior porcentagem de escolha pela alternativa de Teste nas demais durações do estímulo. R3 e R4 se mantiveram apresentando maior porcentagem de escolhas pela alternativa de realização dos testes em todas as durações de estímulo, mas observa-se que, especialmente R4, apresentou aumento na porcentagem de escolha pela alternativa “Recusa” em relação à condição anterior.

Ao retornar à Condição 3 – 6, observa-se que os sujeitos R1 e R2 se mantiveram preferindo a alternativa de recusa, independente da duração dos estímulos (exceto em uma duração de estímulo para cada sujeito), contudo houve um aumento na porcentagem de escolhas pela alternativa de Teste, comparado à Condição 6 – 6. Os sujeitos R3 e R4, continuaram mantendo a preferência pela realização do teste, com uma diminuição na porcentagem de escolhas de recusar em comparação à condição anterior. R5 apresentou aumento na porcentagem de escolhas na alternativa de Teste, em comparação à Condição 6 – 6.

Na Condição 4 – 6 pode-se observar que os sujeitos R3, R4 e R5 mantiveram a porcentagem de escolhas pela alternativa de Teste praticamente inalterada. Os

sujeitos R1 e R2 apresentaram aumento na porcentagem de escolhas pela realização do testes, em comparação à Condição anterior, o que pode indicar uma tendência desses sujeitos, desde à Condição 3 – 6, a preferir a alternativa de Teste.

De modo geral, observando a Figura 3, não foi possível observar uma preferência diferencial para declinar o teste em nenhuma duração específica ao longo das diferentes condições, nem mesmo para as durações intermediárias não treinadas (3.62 e 4.42s). Tal desempenho poderia estar relacionado à acurácia no desempenho dos animais nas tentativas de discriminação, ou seja, uma razão da preferência pela alternativa de Teste poderia ser um alto grau de acurácia nessa alternativa. A Figura 4 apresenta as porcentagens de erros (barras claras) e acertos (barras intermediárias) dos animais ao escolherem a alternativa de Teste, e a porcentagem de escolha da alternativa de recusa (barras escuras) dos sujeitos, individualmente, para cada duração de estímulo sonoro em cada condição da fase de teste.

Figura 4. Porcentagem de escolhas pela alternativa de recusa (barras escuras), e de erros (barras intermediárias) e acertos (barras claras) nas tentativas de teste, em cada duração do estímulo sonoro, para os sujeitos individuais em cada condição (colunas).

Analisando a Condição 3 – 6 da Figura 4, observa-se que a porcentagem de recusa para todos os sujeitos não dependeu da porcentagem de acertos e erros obtidos nas tentativas em que os animais escolheram a alternativa de Teste. Os animais se mantiveram escolhendo a alternativa de realização dos testes mesmo quando a porcentagem de erros foi superior a de acertos. O mesmo pode ser observado na Condição 6 – 6, apesar de se observar que o número absoluto de erros e acertos foi menor, uma vez que os sujeitos demonstraram preferência pela alternativa de recusa. O sujeito R3, mesmo demonstrando preferência pela alternativa de Teste, apresentou um aumento na porcentagem de recusa para as durações 2, 2.44 e 5.38s.

Ao voltar à Condição 3 – 6, os sujeitos voltaram a preferir a alternativa de Teste, mais uma vez independente da porcentagem de erros e acertos para as durações de estímulo. Na Condição 4 – 6 todos os sujeitos se mantiveram escolhendo a alternativa de Teste, independente da duração de som apresentada e da porcentagem de erros na realização dos testes.

De modo geral, observou-se que errar mais nos testes não necessariamente ocasionou maior preferência pela alternativa de recusa, uma vez que os sujeitos se mantiveram escolhendo a alternativa Teste, mesmo apresentando uma quantidade de acertos e erros relativamente igual. Observou-se, portanto, que o padrão de alocação do responder em uma ou outra alternativa variou em função das condições apresentadas, ou seja, em função da quantidade de reforço disponibilizada na alternativa de recusa. Além disso, o desempenho dos animais nos testes indica que o som deixou de controlar o desempenho dos animais, uma vez que não foi observada maior acurácia do responder em nenhuma das durações de som, nem mesmo naquelas treinadas na Fase TDES. Esse dado pode ser verificado na Tabela 1, que apresenta o número médio de tentativas (últimas

cinco sessões de cada condição) em que os sujeitos escolheram a alternativa Teste, e a porcentagem média de erros e acertos nos testes realizados.

Tabela 1

Número Médio ($\bar{X}T$) e Porcentagem (%T) de Tentativas nas Quais as Escolhas Foram na Alternativa Realizar o Teste e, Dentre Elas, o Número Médio ($\bar{X}A$; $\bar{X}E$) e Porcentagem (%A; %E) de Acertos e Erros, por Sujeito e por Condição.

Condição	Sujeito	$\bar{X}T$	%T	$\bar{X}A$	%A	$\bar{X}E$	%E
Condição 3 – 6	R1	23	96	11	48	12	52
	R2	16	67	7	44	9	56
	R3	23	96	13	57	10	43
	R4	24	100	13	54	11	46
	R5	22	92	13	59	9	41
Condição 6 – 6	R1	4	17	2	50	2	50
	R2	0	0	0	0	0	0
	R3	22	92	11	50	11	50
	R4	17	71	8	47	9	53
	R5	12	50	6	50	6	50
Linha de base 3 – 6	R1	7	29	4	57	3	43
	R2	9	38	5	56	4	44
	R3	22	92	11	50	11	50
	R4	19	79	9	47	10	53
	R5	19	79	10	53	9	47
Condição 4 – 6	R1	14	58	8	57	6	43
	R2	15	63	7	47	8	53
	R3	22	92	12	55	10	45
	R4	20	83	11	55	9	45
	R5	20	83	10	50	10	50

Observa-se na Tabela 1 que a maioria dos animais se manteve escolhendo preferencialmente a alternativa de realizar o teste, exceto na Condição 6 – 6. No entanto, verifica-se que a porcentagem de acertos se manteve no nível do acaso (em torno de 50%) para todos os animais.

É importante verificar, ainda, o padrão de escolha dos sujeitos nas últimas cinco sessões em cada condição, analisadas nas Figuras 3 e 4. A Figura 5 apresenta as curvas acumuladas de escolha pela alternativa de Teste (linha clara) e pela alternativa de recusa (linha escura) dos sujeitos individuais, em todas as condições da fase de teste.

Como pode ser observado na Figura 5, na Condição 3 – 6 todos os animais apresentaram tendência a escolher a alternativa de realização do teste ao longo de todas as sessões. Quando a Condição foi alterada para 6 – 6, observa-se que os sujeitos R1 e R2 apresentaram inversão da preferência, com tendência estável a declinar os testes. Nos sujeitos R4 e R5, porém, apesar de se verificar uma frequência maior de escolhas pela alternativa de realização dos testes, observa-se uma tendência à inversão dessa preferência, indicada pela aceleração negativa da curva da alternativa de teste. As curvas de R3 são estáveis, com preferência de escolha pela realização dos testes ao longo de todas as sessões.

No retorno à Condição 3 – 6, é possível observar que os sujeitos R3, R4 e R5 apresentam tendência a preferir a alternativa de teste (aceleração negativa da curva de declinar os testes). R1 e R2, porém, apresentam um padrão que indica mudança de tendência: R1 aceleração positiva na frequência de escolha da alternativa de Teste e R2 apresenta a tendência inversa.

Na Condição 4 – 6 pode-se observar que todos os animais apresentaram uma tendência à escolha da alternativa de realização dos testes, uma vez que a frequência acumulada de respostas nessa alternativa foi maior para todos os animais. Porém, para R3, R4 e R5, esse padrão de responder parece bem estabelecido e estável; para os sujeitos R1 e R2, apesar da frequência de escolhas pela realização dos testes ser maior, as duas curvas se mantêm próximas e com aceleração constante.

A Figura 6 apresenta as curvas acumuladas de escolha da alternativa de Teste (linhas claras) e da alternativa de recusa (linhas escuras) para cada sujeito, em cada uma das cinco sessões analisadas.

Figura 6. Frequência acumulada de escolhas pela alternativa de recusa (linhas escuras) e por realizar o teste (linhas claras) em cada uma das últimas cinco sessões nas quatro condições da fase de teste, por sujeito.

A Figura 6 mostra separadamente as mudanças graduais que ocorreram no padrão de escolhas de cada um dos sujeitos, ao longo das sessões analisadas. Os dados sugerem que o número de sessões conduzidas pode não ter sido suficiente para que os animais ajustassem seu comportamento às contingências dispostas em cada Condição. Na Condição 6 – 6, por exemplo, os dados sugerem que o padrão de responder de R1 e R2 estava estável (a inclinação das curvas não sugere tendência a mudanças no padrão de responder). No entanto, os dados de R3, R4 e R5, que nas análises anteriores apresentaram preferência por fazer o teste e não decliná-lo, se mostram em transição quanto ao padrão de comportamento (aparentemente esses sujeitos apresentavam, sessão a sessão, tendência a mudar a preferência de escolha para a alternativa de recusa ao teste). É possível supor, nesses casos, que a apresentação continuada dessas condições para esses animais produziria uma mudança no padrão do responder em direção à preferência da alternativa de recusa. O mesmo pode ser verificado em outras situações (e.g., R1 e R2 na segunda exposição à Condição 3 – 6).

Considerando, portanto, que a escolha dos sujeitos pelas alternativas de teste e recusa não pareciam estar sob controle das durações de sons apresentadas, mas da proporção de reforço disponível nas alternativas, é importante verificar a quantidade efetiva de pelotas de alimento efetivamente produzidas pelos sujeitos individuais, nas diferentes condições da Fase de Teste. Esses dados são apresentados na Tabela 2.

Tabela 2

Número de Pelotas e Porcentagem em Relação ao Total Produzido em Cada Alternativa nas Condições da Fase de Teste para Todos os Sujeito, Individualmente, Sendo a Sessão Dez a Última Sessão de Cada Condição.

Sessão	Condição 3 - 6			Condição 6 – 6			Condição 3 – 6			Condição 4 – 6			
	Recusa	Teste	Σ	Recusa	Teste	Σ	Recusa	Teste	Σ	Recusa	Teste	Σ	
R1	6	0	72 (100%)	72	120 (83%)	24 (17%)	144	54 (69%)	24 (31%)	78	44 (48%)	48 (52%)	92
	7	0	60 (100%)	60	102 (94%)	6 (6%)	108	60 (83%)	12 (17%)	72	40 (45%)	48 (55%)	88
	8	3 (4%)	66 (96%)	69	132 (96%)	6 (4%)	138	60 (91%)	6 (9%)	66	44 (55%)	36 (45%)	80
	9	3 (5%)	54 (95%)	57	138 (100%)	0	138	48 (67%)	24 (33%)	72	36 (38%)	60 (62%)	96
	10	3 (4%)	84 (96%)	87	120 (95%)	6 (5%)	126	33 (44%)	42 (56%)	75	36 (38%)	60 (62%)	96
R2	6	21 (28%)	54 (72%)	75	144 (100%)	0	144	45 (60%)	30 (40%)	75	20 (27%)	54 (73%)	74
	7	24 (36%)	42 (64%)	66	144 (100%)	0	144	51 (63%)	30 (37%)	81	52 (81%)	12 (19%)	64
	8	12 (18%)	54 (82%)	66	144 (100%)	0	144	57 (76%)	18 (24%)	75	40 (49%)	42 (51%)	82
	9	6 (9%)	60 (91%)	66	144 (100%)	0	144	45 (65%)	24 (35%)	69	32 (35%)	60 (65%)	92
	10	27 (33%)	54 (67%)	81	144 (100%)	0	144	30 (45%)	36 (55%)	66	40 (53%)	36 (47%)	76
R3	6	6 (8%)	72 (92%)	78	12 (17%)	60 (83%)	72	6 (10%)	54(90%)	60	4 (5%)	84 (95%)	88
	7	0	78 (100%)	78	6 (9%)	60 (91%)	66	6 (9%)	60 (91%)	66	4 (5%)	84 (95%)	88
	8	6 (7%)	78 (93%)	84	12 (15%)	66 (85%)	78	6 (8%)	66 (92%)	72	4 (6%)	72 (94%)	76
	9	6 (8%)	72 (92%)	78	24 (27%)	66 (73%)	90	3 (4%)	72 (96%)	75	12 (15%)	66 (85%)	78
	10	0	102 (100%)	102	18 (23%)	60 (77%)	78	3 (7%)	42 (93%)	45	12 (20%)	48 (80%)	60
R4	6	0	96 (100%)	96	6 (7%)	78 (93%)	84	21 (33%)	42 (67%)	63	24 (24%)	78 (76%)	102
	7	3 (4%)	72 (96%)	75	24 (36%)	42 (63%)	66	25 (31%)	66 (69%)	81	20 (23%)	66 (77%)	86
	8	0	66 (100%)	66	48 (44%)	60 (56%)	108	12 (17%)	60 (83%)	72	20 (23%)	66 (77%)	86
	9	0	84 (100%)	84	60 (63%)	36 (37%)	96	12 (19%)	54 (81%)	63	20 (29%)	48 (71%)	68
	10	3 (4%)	66 (96%)	69	72 (63%)	36 (37%)	114	9 (16%)	48 (84%)	57	4 (6%)	66 (94%)	70
R5	6	9 (10%)	78 (90%)	87	48 (53%)	42 (47%)	90	18 (30%)	42 (70%)	60	8 (11%)	66 (89%)	74
	7	12 (14%)	72 (86%)	84	54 (53%)	48 (47%)	102	18 (30%)	42 (70%)	60	20 (23%)	66 (77%)	86
	8	0	78 (100%)	78	72 (63%)	42 (37%)	114	24 (29%)	60 (71%)	84	24 (29%)	60 (71%)	84
	9	0	96 (100%)	96	90 (75%)	30 (25%)	120	9 (10%)	84 (90%)	93	28 (32%)	60 (68%)	88
	10	3 (4%)	72 (96%)	75	96 (84%)	18 (16%)	114	6 (8%)	72 (92%)	78	8 (11%)	66 (89%)	74

Caso os sujeitos escolhessem a alternativa teste em todas as tentativas e acertassem todas as durações de sons apresentadas, eles produziram 144 pelotas de ração por sessão, em todas as condições. No entanto, considerando que o responder dos animais não parecia estar sob controle do som, e que a distribuição do responder nas duas portas do braço de teste parecia aleatória, a probabilidade de ganhos nessa alternativa caía para 50%, ou seja 72 pelotas. Para a alternativa de recusa, o número de pelotas possíveis em uma sessão variava de acordo com a Condição em vigor: na Condição 3 – 6 se a escolha fosse pela alternativa recusa em todas as tentativas, seria de 72 pelotas; na Condição 6 – 6, 144 pelotas; e na Condição 4 – 6, 96 pelotas.

Pode-se observar na Tabela 2, que a escolha entre as alternativas estava sob controle do quanto os sujeitos produziam, em pelotas de ração, em cada alternativa disponível. Os animais poderiam maximizar o ganho de alimento escolhendo exclusivamente a alternativa de teste somente se houvesse acurácia na generalização de todas as durações de estímulo apresentadas. Como não houve, ao escolher a alternativa de teste para as Condições 3 – 6 e 4 – 6, os animais estariam apostando na obtenção de quantidade maior de comida. De fato foi o que aconteceu para os sujeitos R3, R4 e R5. Ao alocaram preferencialmente suas escolhas nesta alternativa eles garantiram um ganho maior ou igual se escolhessem somente a alternativa de recusa ao teste. No entanto, variar a alocação das respostas entre as duas alternativas também poderia ser vantajoso aos animais, uma vez que eles poderiam aumentar a proporção de ganhos na sessão.

O padrão de resposta dos sujeitos R1 e R2 foi nesta direção, porém não há diferença considerável entre o total de pelotas produzidas pelos animais que escolheram preferencialmente a alternativa de teste daqueles que variaram a escolha entre ambas. O que é evidente na Tabela 2 é que todos os sujeitos, com exceção do R2

e R3, alocaram suas escolhas gradativamente na alternativa de recusa do teste quando a Condição foi alterada para 6 – 6. Ao apresentarem aversão ao risco nesta condição os animais otimizaram o número de pelotas efetivamente produzidas. Diferente dos demais, R2 alocou todas suas respostas na alternativa de recusa. Se observado o desempenho desse sujeito na Condição 3 – 6, observa-se que esse animal já apresentava um padrão de variar suas escolhas, e quando a alternativa de recusa passou a disponibilizar seis pelotas, o animal mudou rapidamente o seu padrão, preferindo sistematicamente, esta alternativa. R3, no entanto, manteve-se escolhendo preferencialmente a alternativa de teste mesmo na Condição 6 – 6. Esse sujeito foi o que produziu a menor quantidade de alimento nessa condição, em comparação com os demais. Observa-se, porém, que nas duas últimas sessões dessa condição esse sujeito apresentou um aumento discreto na porcentagem de escolhas pela alternativa de recusa, aumento observável, também, na Figura 6. .

Discussão

O objetivo desse estudo foi investigar o efeito da manipulação de diferentes proporções de reforço produzidas em duas alternativas disponíveis (uma em que o animal deve emitir uma resposta de escolha correta para produzir comida e outra em que a produção do reforço é certa), sobre o desempenho de ratos em uma tarefa de discriminação de diferentes durações de um estímulo sonoro. Após atingirem o critério de discriminação de duas durações (2 e 8s) de um estímulo sonoro na Fase de treino discriminativo das durações de estímulo sonoro (TDES), os animais foram submetidos à Fase de Teste, na qual eram apresentadas duração intermediárias do estímulo sonoro, em condições que se diferenciavam pela variação da proporção de reforço entre a alternativa de arriscar realizar o teste e a de recusá-lo.

De modo geral, os resultados obtidos no presente experimento diferiram significativamente daqueles obtidos no estudo original de Foote e Crystal (2007): na Condição 3 – 6, a mais próxima à empregada pelos autores, não foi verificada a escolha preferencial dos animais pela alternativa de recusa ao teste nas durações sonoras intermediárias às durações treinadas; ao contrário, verificou-se que, independente da duração do estímulo sonoro, os animais preferiam realizar o teste (o que pode ser considerado como propensão ao risco, uma vez que a produção de reforço nessa alternativa não era certa), ainda que com alta porcentagem de erros. Ao variar a quantidade de reforço produzida pela alternativa de recusa ao teste ao longo das demais Condições (6 – 6, 3 – 6 e 4 – 6), o responder dos sujeitos nas alternativas variou entre propensão e aversão ao risco, a depender da condição proposta: quanto maior a quantidade de pelotas de alimento na alternativa de recusa ao teste, maior a alocação de responder nessa alternativa, independente da duração do estímulo sonoro. Observou-se, portanto, que ao longo do procedimento os animais deixaram de se

comportar sob controle da duração do estímulo sonoro e passaram a escolher a alternativa teste ou declinar em função da quantidade de ração disponibilizada em cada alternativa. A análise desses dados será feita, inicialmente, comparando-se as condições semelhantes do presente experimento e o de Foote e Crystal; em seguida, será feita a análise do desempenho dos animais nas demais condições.

Uma hipótese para as diferenças encontradas entre os dados obtidos neste trabalho e aqueles de Foote e Crystal (2007) refere-se aos procedimentos adotados nos dois estudos. No procedimento proposto por Foote e Crystal todas as durações de estímulo sonoro foram apresentadas aos animais desde a Fase de Treino. Segundo os autores, os animais estariam “estudando” as condições de reforço; dito de outro modo, ao serem apresentados a todas as durações dos sons os animais seriam expostos à dificuldade da discriminação proposta: alguns estímulos seriam mais facilmente classificados como curtos ou longo, sendo associados, ao longo das tentativas, a uma frequência maior de reforçamento, enquanto que outros, em função dos erros apresentados pelos animais, seriam associados a uma frequência menor de reforçamento. No procedimento adotado por esses autores, a Fase de Treino tinha uma duração limitada (35 sessões) e apenas os animais que atingissem um determinado critério de aprendizagem passariam para a fase seguinte (na prática, apenas três, dos oito animais utilizados no procedimento, atingiram o critério).

É possível, portanto, que os animais que passaram à Fase de Testes já tivessem estabelecido duas classes de estímulos, não uma classe de estímulos “fáceis” e outra de estímulos “difíceis”, como sugerem os autores, mas classes de estímulos muito ou pouco correlacionados ao reforço. Na Fase de Testes, diante da possibilidade de emitir uma resposta que produzia uma quantidade menor, mas garantida de reforço (a alternativa de declinar o teste), os sujeitos podem ter aprendido a emitir essa resposta

diante de durações de som que, no passado, haviam sido pouco relacionadas à produção de reforço, e a escolher entre as barras de teste diante de durações mais correlacionadas à produção de seis pelotas de alimento. Dessa forma, pode-se dizer que, Na Fase de Testes, os animais aprenderam outra discriminação condicional: diante de algumas durações de som (as que foram correlacionadas com maior probabilidade de reforço na fase de treino) escolhiam as barras de teste, enquanto que diante de outras durações (aquelas menos correlacionadas com a produção de reforço) escolhiam focinhar o túnel relacionado à recusa ao teste (alternativa de reforço em menor quantidade, mas com probabilidade de 100% de ocorrência). Essa explicação parece plausível, e enfraquece a hipótese de metacognição nos animais. Essa discussão, porém, será retomada ao final desse trabalho.

No presente estudo foi realizada uma adaptação do procedimento original de Foote e Crystal (2007). No TDES os animais não entraram em contato com todas as durações de sons que foram testadas, somente com as durações extremas da escala logarítmica (2 e 8 s), tal como ocorre nos experimentos de bissecção temporal (e.g., Church & Deluty, 1977; Machado & Keen, 2003). Ao longo do TDES as duas durações do estímulo sonoro passaram a exercer controle condicional sobre a resposta de escolha em uma ou outra porta, como em outros estudos sobre discriminação temporal com não-humanos (Bueno, Wagatsuma, & Matisn, 2007; Church & Deluty, 1977; Machado & Arantes, 2006; Machado & Keen, 1999, 2003; Machado, 1997; Tremblay, Cohen, & Weisman, 2008). Não havia, portanto, exposição dos animais às durações que seriam testadas na fase seguinte. A partir desse treino, gradualmente, e à partir da acurácia do responder, ambas as durações foram correlacionadas a probabilidades altas de reforço.

Na Fase de Testes todas as durações foram apresentadas para os animais. Esperava-se que, por generalização, as novas durações fossem agrupadas em duas classes: uma de estímulos de curta duração e outra de estímulos de longa duração. Nos estudos de bissecção temporal com animais não humanos, após treinadas duas discriminações condicionais com diferentes durações de estímulo (*e.g.*, 2 e 8s), são realizados testes (fase de generalização), nos quais novas durações são apresentadas para determinar o ponto de bissecção, ou seja, quais durações os animais agrupariam como curtos ou como longos (Church & Deluty, 1977; Machado & Keen, 1999; Machado & Keen, 2003). No presente estudo, esse ponto de bissecção já havia sido pré-estabelecido pelo experimentador: em uma escala logarítmica, quatro seria o ponto médio entre 2 e 8 s, então, quando apresentadas as durações abaixo desse ponto, a resposta correta seria a alternativa correlacionada ao som de duração curta, e acima desse ponto, a alternativa correta seria a correlacionada com o som de longa duração. Esperava-se, portanto, que na Fase de Testes os animais apresentassem indícios de formação dessas duas classes de estímulos, selecionando a alternativa da direita ou da esquerda de acordo com as duas discriminações treinadas na fase anterior. Além disso, esperava-se que, com a introdução da alternativa de recusa ao teste, os animais passassem a alocar ali pelo menos parte do seu responder, especialmente se houvesse a diminuição de escolhas corretas diante das novas durações de som apresentadas, como ocorreu no experimento de Foote e Crystal (2007).

Essa hipótese, porém, não se confirmou. Observou-se que a acurácia do responder às diferentes durações sonoras diminuiu para todos os animais, inclusive para as durações treinadas, e que a introdução da alternativa de recusa ao teste produziu uma alteração discreta na escolha dos animais (entre ir para o teste ou escolher a alternativa de recusa). Possivelmente, diante de um conjunto de durações

de sons não treinadas previamente, os animais passaram a responder à probabilidade/quantidade de reforço em cada alternativa (fazer o teste ou decliná-lo).

De acordo com a Lei da Igualação animais não humanos, quando colocados sob uma situação na qual há duas alternativas produzindo reforço em diferentes proporções, tendem a igualar a alocação de respostas à quantidade de reforço produzida em cada alternativa. O responder em cada alternativa é, portanto, proporcional a esta quantidade (Baum & Rachlin, 1969; Catania, 1963a; Catania, 1963b; Herrnstein, 1961; Holz, 1968; Neuringer, 1967; Reynolds, 1963; Shull & Pliskoff, 1967). Em alguns estudos sobre escolha com não humanos são testadas outras variáveis, além da quantidade de reforço. Os sujeitos devem escolher, por exemplo, entre duas alternativas, uma delas probabilística, que produz reforço após um atraso que varia a depender da escolha dos sujeitos, e outra que produz reforçamento constante com atraso fixo. Nesses procedimentos, para a alternativa probabilística, que produz maior proporção de alimento, o reforço é produzido, por exemplo, depois de um atraso de 0.5s. Caso essa alternativa seja escolhida duas vezes consecutivas, há um acréscimo no atraso (*e.g.*, +0.5s), do contrário, se a escolha variar entre as alternativas, há um decréscimo (*e.g.*, -0,5s). Para a alternativa de reforçamento contínuo, que produz menor quantidade de reforço, o atraso é mantido fixo, independente do padrão de resposta (*e.g.*, 2s) (Mazur, 1989, 1991, 2005, 2007). Nos casos em que um reforço de maior proporção é produzido de forma probabilística em uma das alternativas, diz-se que o valor subjetivo desse reforçador não corresponde ao seu valor real, uma vez que o decréscimo na probabilidade de reforçamento resulta em um decréscimo no valor subjetivo da escolha (Marshall & Kirkpatrick, 2013). Isso poderia ser uma explicação para os dados de Foote e Crystal (2007). As durações de som consideradas mais difíceis de serem discriminadas

poderiam ter sido relacionadas à baixa probabilidade de produção de reforço. Dessa forma, seis pelotas produzidas apenas eventualmente tinham seu valor “descontado” em função da sua baixa probabilidade. Ao mesmo tempo, houve um aumento no valor reforçador da alternativa que produzia três pelotas com certeza, uma vez que três pelotas com certeza é mais vantajoso que a probabilidade de 50% de receber seis pelotas. Para as durações que foram considerados mais fáceis de serem discriminados, o valor real e subjetivo de cada alternativa foi, aparentemente, o mesmo.

Aparentemente, quanto mais acurado o desempenho do animal nos testes, maior a probabilidade de reforço e menor o “desconto” do valor subjetivo do reforço produzido nela.

No caso do presente estudo, a diferença entre as alternativas “teste” e “recusa” não estava no esquema de reforçamento em vigor, como nos estudos sobre igualação (Baum, 1974, 1979, 1982; Belke & Belliveau, 2001; Herrnstein, 1961; Herrnstein & Loveland, 1975; Rechlin & Baum, 1972; Vaughn, 1981), e tampouco houve atraso na liberação de reforço nas alternativas. Os animais deveriam escolher entre “apostar” na alternativa de teste, podendo produzir seis ou zero pelotas, ou escolher a alternativa da “certeza”, que produzia reforçamento contínuo de três pelotas. A alternativa de teste pode ser considerada como uma aposta principalmente em função da contingência de apresentação de durações de estímulo não treinadas: a acurácia do responder dos sujeitos na alternativa de teste diminuiu ao longo da Condição 3 – 6, de tal modo que a duração do som não controlava mais a escolha do animal entre a porta da direita ou da esquerda (a introdução das novas durações de som perturbou a linha de base estabelecida). Dessa forma, escolher a alternativa de teste não produzia, em média, maior quantidade de reforço que a alternativa de recusa, uma vez que a escolha

aleatória da porta direita ou esquerda produzia seis pelotas de ração com 50% de probabilidade, ou seja, uma média de três pelotas por tentativa.

De acordo com esse cálculo, se levasse em conta apenas a quantidade média de ração produzida em cada alternativa, na Condição 3 – 6 seria possível esperar que os animais alocassem suas respostas ao acaso em ambas as alternativas, uma vez que, tanto a quantidade real de reforço na alternativa de recusa, quanto a quantidade média produzida na alternativa teste, eram as mesmas. Ou, considerando a hipótese de Marshall e Kirkpatrick (2013), seria de se esperar que o fato da alternativa com maior número de pelotas ser probabilística promovesse um desconto em seu valor real, fazendo com que os animais alocassem com maior frequência as suas escolhas sobre a alternativa de recusa. Isso, porém, não ocorreu.

Todos os animais preferiram apostar no teste na Condição 3 – 6. Ao escolher a alternativa de declinar os animais produziram, no máximo, 72 pelotas por sessão. Ao escolher a alternativa de teste, e escolhendo aleatoriamente a porta da direita ou da esquerda, o animal poderia produzir, em média 72 pelotas, podendo esse valor variar, para mais ou para menos, a depender exclusivamente do desempenho do sujeito. De acordo com os resultados apresentados, ao escolherem a alternativa de teste, os animais se mantiveram produzindo um número maior de pelotas do que seria produzido na alternativa de recusa, otimizando, assim, suas escolhas.

É preciso considerar, também, que a redução da probabilidade de reforçamento em uma alternativa pode ser um fator de desconto no valor subjetivo do reforço produzido por ela. Green, Myerson e Calvert (2010) afirmam que o padrão de respostas encontrado quando a escolha envolve apostas (aversão ou propensão à alternativa que tem probabilidade de produzir a maior quantidade de reforço), pode ser comparada ao desempenho de animais em procedimentos de *delay discounting*.

Ao escolher a alternativa probabilística o animal está produzindo um atraso na produção do reforço, uma vez que a maior quantidade de comida não será produzida em todas as ocasiões em que essa alternativa for escolhida. Em comparação, não ocorre atraso na alternativa que produz reforçamento contínuo. Dessa forma, ainda que a quantidade de comida seja a mesma nas duas alternativas, a probabilidade poderia atuar modificando o valor reforçador de uma alternativa para mais ou para menos.

Cardinal e Howes (2005) demonstraram que animais otimizam suas escolhas diante de alternativas com diferentes proporções de reforçamento (menor/certo e maior/incerto). Na pesquisa dos autores, os animais alocaram suas escolhas preferencialmente na alternativa que produzia a maior proporção de reforçamento quando sua probabilidade foi maior que 25%, e escolheram com maior frequência a alternativa com menor proporção de reforço, porém contínua, quando a probabilidade da outra alternativa foi menor que 25%. Ao alocarem diferencialmente suas respostas, os animais estariam maximizando o total de alimento produzido. Preferência pela alternativa probabilística também foi encontrada no estudo de Stopper e Floresco (2011) com ratos. Quando esses animais escolhiam a alternativa maior/incerto a produção de reforço seria igual ou maior a que eles poderiam produzir caso escolhessem a alternativa menor/certo, ou seja, a alternativa probabilística era, de fato, mais vantajosa que a sua concorrente e, em função disso, a alocação do responder foi preferencialmente nela. Os resultados encontrados na Condição 3 – 6, portanto, sugerem que o responder dos sujeitos pode ser explicada pela diferença na proporção do reforço disponível nas duas alternativas. No caso em análise, aparentemente o desconto promovido pela diminuição da probabilidade de reforço na alternativa de teste não foi suficiente para fazer com que os animais alocassem seu

responder na outra alternativa. A variação da proporção de reforço nas duas alternativas poderia testar a pertinência dessa hipótese.

O padrão encontrado na segunda Condição (6 – 6) fortalece a hipótese de que o controle sobre a escolha dos animais estava na relação entre quantidade e probabilidade de reforço em cada alternativa: quatro dos cinco animais passaram a alocar o seu responder na alternativa de recusa do teste, ou seja, observou-se uma mudança da propensão para a aversão ao risco. Nessa condição, ambas as alternativas produziam a mesma quantidade de reforço, seis pelotas de ração, e foi mantida a mesma probabilidade da condição anterior. Apostar na alternativa de teste seria continuar escolhendo a alternativa que, em média, produziria três pelotas de ração, mas recusar fazer o teste produziria com certeza seis pelotas de ração. Nesse caso, a probabilidade reduzida da alternativa de teste produzia um desconto no valor reforçador dessa alternativa, de tal modo que quase todos os animais passaram a alocar seu responder na alternativa de recusa. Apostar na alternativa de risco na Condição 6 – 6 deixou de ser vantajoso, uma vez que essa alternativa passou a representar 50% de probabilidade de ter reforçador algum e não mais 50% de produzir a maior quantidade dele.

Quando foi estabelecido o retorno à Condição 3 – 6, novamente observou-se a tendência da maioria dos animais demonstrarem preferência pela alternativa de teste. No entanto, pode-se verificar que a porcentagem de escolhas pela alternativa de recusar o teste foi maior, em comparação com a primeira Condição 3 – 6. Aparentemente, a exposição à Condição 6 – 6 pode ter gerado um efeito sobre o padrão de responder na condição posterior. Porém, a curva acumulada das últimas cinco sessões mostra que o comportamento dos animais não havia atingido, ainda, o seu estado estável, uma vez que é possível observar uma tendência da curva de dois

animais (R1 e R2) à mudança, com diminuição de escolhas pela alternativa de declinar e aumento na escolha pela alternativa de teste. O número de sessões proposto por esse estudo para cada condição (dez), porém, não permitiu determinar se o responder dos sujeitos atingiria padrão semelhante ao obtido na primeira Condição 3 – 6, mas os dados da Figura 6 indicam uma tendência para tal.

Quando os sujeitos foram submetidos à Condição 4 – 6, o padrão de escolha se manteve, ou seja, eles preferiam a alternativa de teste. Três dos cinco ratos apresentaram um padrão claro que propensão ao risco, no entanto, os outros dois apresentaram tendência a escolherem essa alternativa. A produção de seis pelotas de ração, com uma probabilidade de 50%, se mostrou mais vantajosa do que a produção de quatro de forma contínua. Uma pelota a mais na alternativa de recusa do teste, em relação à Condição 3 – 6, não foi suficiente para que a alternativa probabilística perdesse o seu valor reforçador, isto é, deixasse de ser a escolha mais vantajosa, uma vez que todos os animais demonstraram preferência por alocarem suas respostas na alternativa de teste.

No entanto, para um dos sujeitos (R3) não foi observada uma mudança notável no padrão de escolhas em função da variação da proporção de reforço na alternativa de recusa. A alocação das escolhas para este sujeito foi preferencialmente na alternativa de teste, independente da condição em vigor. Nesse caso, uma possível explicação para o padrão de comportamento encontrado seria o *overtraining* ao qual esse sujeito foi exposto na Fase de TDES. Esse *overtraining* pode ter ocasionado uma persistência na escolha da alternativa de teste, que foi relacionada por um número maior de sessões à produção de uma maior quantidade de reforço. Experimentos com discriminação de estímulos (Nakagawa, 1986, 1992, 1998, 1999, 2000, 2001, 2002) demonstraram que o *overtraining* atua como um facilitador para a discriminação,

tanto de estímulos relacionados com a produção do reforço positivo quanto para estímulos relacionados à ausência dele, e para reversão de uma discriminação. Esse animal, após atingir o critério de aprendizagem estabelecido após sete sessões, mostrou controle por posição na Fase de Testes, sendo recolocado no TDES até atingir novamente o critério de discriminação. A reexposição do animal à contingência de discriminação pode ter fortalecido sua escolha pela alternativa de teste, mesmo quando a alternativa de declinar era a mais vantajosa (Condição 6 – 6). Essa suposição, porém, apresenta problemas, porque o desempenho desse sujeito nas durações de estímulo treinadas, ao longo do procedimento, não foi melhor que a dos demais sujeitos. Os estudos de Nakagawa, sugerem que o *overtraining* é capaz de melhorar a discriminação de ratos, o que poderia aumentar ter aumentado as chances de R3 obter maior quantidade de reforço na alternativa probabilística, especialmente diante das duas durações treinadas, mas isso não ocorreu. Os resultados desse animal sugerem a necessidade de investigar se, de fato, o *overtraining* em uma tarefa de discriminação pode interferir no valor reforçador de uma alternativa probabilística, em comparação com outra que oferece reforçamento certo, mas em menor quantidade. Futuras pesquisas devem focalizar essa questão.

Os resultados aqui discutidos devem ser ponderados em função de algumas limitações. O número de sessões em cada condição na Fase de Teste foi pré-estabelecido em dez, o que se mostrou insuficiente para obtenção de um padrão estável de comportamento para todos os animais, apesar de se observar tendências de escolha para uma ou outra alternativa a depender da condição proposta. Em função disso, os dados de porcentagem de escolha de alguns sujeitos, discutidos ao longo desta seção, podem não ter refletido o que seria o padrão do comportamento deles. O

estado estável do comportamento dos sujeitos fortaleceria a discussão feita aqui e deve ser buscado em estudos futuros.

Dada a discussão feita até aqui, parece que a hipótese de Foote e Cristal (2007) sobre a ocorrência de metacognição em ratos se enfraquece. O procedimento proposto pelos autores propiciou o estabelecimento de um padrão de escolhas em que, ao que parece, os animais realizaram duas discriminações condicionais: realizar a escolha entre as duas barras diante de um conjunto de sons mais correlacionados com o reforço na fase anterior aos testes, e escolher focinhar em um túnel diante de um conjunto de sons pouco correlacionados ao reforço na fase precedente. Em uma contingência de aposta, na qual em uma das alternativas há uma probabilidade de ganho vs. não ganho, como era o caso da alternativa de teste, se houver um ganho (a produção do reforçador), a probabilidade do sujeito apostar novamente é maior. No entanto, se não houver a produção do reforçador, haverá uma maior probabilidade do sujeito escolher a alternativa na qual o reforçador seja produzido com certeza, mesmo que em menor proporção. Esse mesmo padrão de escolha foi encontrado no estudo de Marshall e Kirkpatrick (2013) com ratos, e parece ser o que ocorreu com os sujeitos do estudo de Foote e Crystal. Escolher uma alternativa que produz maior proporção de reforço, ainda que probabilística, só é vantajoso se as chances de ganho são frequentes, do contrário, a escolha mais vantajosa é a alternativa que produz menor quantidade de reforço mas de forma contínua.

Se os animais apresentam ou não metacognição não é um problema empírico, mas sim teórico (Jozefowicz, Staddon, & Cerutti, 2009). Os dados de Foote e Crystal (2007) podem ser interpretados com base na hipótese de que os animais demonstraram metacognição, como os autores o fazem, no entanto, os achados do presente estudo fortalecem a hipótese de que o comportamento de escolha está

fortemente correlacionado à proporção e probabilidade de reforçamento disponíveis nas alternativas disponíveis. A questão que se coloca não se relaciona à presença ou ausência de metacognição no repertório dos ratos, como já apontado por Jozefowicz et al., mas à necessidade de se recorrer a esse pressuposto para explicar o desempenho desses animais quando submetidos a uma tarefa de escolha envolvendo essas variáveis.

Referências

- Basile, B. M., Hampton, R. P., Suomi, S. J., & Murray, E. A. (2009). An assessment of memory awareness in tufted capuchin monkey (*Cebus apella*). *Animal Cognition*, 12(1), 1169-1180. doi: 10.1007/s10071-008-0180-1
- Baum, W. M. (1974). Matching, undermatching, and overmatching in studies of choice. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 32(2), 269-281.
- Baum, W. M. (1974). On two types of deviation from the matching law: bias and undermatching. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 22(1), 231-242.
- Baum, W. M. (1982). Choice, changeover, and travel. *Journal of Experimental Analysis of Behavior*, 38(1), 35-49.
- Baum, W., & Rachlin, H. (1969). Choice as a time allocation. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 12(6), 861-874.
- Belke, T., & Belliveau, J. (2001). The generalized matching law describes choice on concurrent variable-interval schedules of wheel-running reinforcement. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 74(3), 299-310.
- Beran, M. J., Washburn, D. A., Smith, J. D., & Redford, J. S. (2006). Rhesus macaques (*Macaca mulatta*) monitor uncertainty during numerosity judgments. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, 32(2), 111-119. doi: 10.1037/0097-7403.32.2.111
- Bueno, J. L. O., Wagatsuma, A., & Matins, M. R. (2007). Estimação de tempo em ratos submetidos a um procedimento de discriminação condicional. *Psicologia: Reflexão e Crítica*, 20(2), 238-245.
- Call, J. (2010). Do apes know that they could be wrong? *Animal Cognition*, 13(5), 689-700. doi: 10.1007/s10071-010-0317-x
- Call, J., & Carpenter, M. (2001). Do apes and children know what they have seen? *Animal Cognition*, 4, 207-220. doi: 10.1007/s100710100078
- Caraco, T., Martindale, S., & Whittan, T. S. (1980). An empirical demonstration of risk-sensitive foraging preferences. *Animal Behavior*, 28, 820-830.
- Cardinal, R. N., & Howes, N. J. (2005). Effects of lesion of the nucleus accumbens core on choice between small certain reward and large uncertain rewards in rats. *BMC Neuroscience*, 6(37), 1-19. doi:10.1186/1471-2202-6-37
- Catania, A. C. (1963a). Concurrent performances: Reinforcement interaction and response independence. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 6(2), 253-263.

- Catania, A. C. (1963b). Concurrent performances: A base line for the study of reinforcement magnitude. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 6(2), 299-300.
- Church, R. M., & Deluty, M. Z. (1977). Bisection of temporal intervals. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, 3(3), 216-228.
- Crystal, J. D., & Foote, A. L. (2009). Metacognition in animals. *Comparative Cognition & Behavior Reviews*, 4, 1-16.
- Cunha, R. N., & Isidro-Marinho, G. (2005). Operações estabelecedoras: Um conceito de motivação. In J. Abreu-Rodrigues & M. R. Ribeiro (Eds.) *Análise do comportamento: pesquisa, teoria e aplicação*. Porto Alegre: Artmed.
- Flavell, J. H. (1979). Metacognition and cognitive monitoring: A new area of cognitive-developmental inquiry. *American Psychological Association*, 34(10), 906-911.
- Flavell, J. H., Friedrichs, A. G., & Hoyt, J. D. (1970). Developmental changes in memorization processes. *Cognitive Psychology* 1, 324-340.
- Foote, A. L., & Crystal, J. D. (2007) Metacognition in the rat. *Current Biology*, 17, 551-555. doi: 10.1016/j.cub.2007.01.061
- Foote, A. L., & Crystal, J. D. (2012). "Play it again": A new method for testing metacognition in animals. *Animal Cognition*, 15, 187-199. doi: 10.1007/s10071-011-0445-y
- Green, L., Myerson, J., & Calvert, A. L. (2010). Pigeons' discounting of probabilistic and delayed reinforcers. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 94(2), 113-123. doi: 10.1901/jeab.2010.94-113
- Hampton, R. P. (2001) Rhesus monkeys know when they remember. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the USA*, 98(9), 5359-5362. doi: 10.1073/pnas.071600998
- Hampton, R. P., Zivin, A., & Murray, E. A. (2004). Rhesus monkeys (*Macaca mulatta*) discriminate between knowing and not knowing and collect information as needed before acting. *Animal Cognition*, 7(4), 239-246. doi: 10.1007/s10071-004-0215-1
- Hampton, R. R. (2009). Multiple demonstration of metacognition in nonhumans: Converging evidence or multiple mechanisms? *Comparative Cognition & Behavior Reviews*, 4, 17-28.
- Hanna, E. S. (1991). *Behavior analysis of complex learning: some determinants of choice*. Tese de Doutorado, Universidade de Wales, College of Cerdiff, Cardiff, UK.

- Herrnstein, R. J., & Loveland, D. H. (1975). Maximizing and matching on concurrent ratio schedules. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 24(1), 107-116.
- Herrstein, R. J. (1958). Some factors influencing behavior in a two-response situation. *Transaction of the New York Academy of Sciences* 21(1), 35-45.
- Herrstein, R. J. (1961). Relative and absolute strength of response as a function of frequency of reinforcement. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 4(3), 267-272.
- Herrstein, R. J. (1970). One the law of effect. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 13(2), 243-266.
- Holz, W. C. (1968). Punishment and rate of positive reinforcement. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 11 , 285-292.
- Inman, A., & Shettleworth, S. J. (1999). Detecting metamemory in nonverbal subjects: A test with pigeons. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, 25, 389-395.
- Jozefowicz, J., Staddon, J. E. R., & Cerutti, D. T. (2009). Metacognition in animals: How do we know that they know? *Comparative Cognition & Behavior Reviews*, 4, 19-29.
- Keller, F. S., & Schoenfeld, W. N. (1968). *Princípios de psicologia: Um texto sistemático na ciência do comportamento* (C. M. Bori & R. Azzi, Trans). São Paulo: Herder.
- Kornell, N. (2009). Metacognition in humans and animals. *Current Directions in Psychological Science*, 18(1), 11-15.
- Kornell, N., Son, L., & Terrace, H. (2007). Transfer of metacognitive skills and hint seeking in monkeys. *Psychological Science*, 18(1), 199-205. doi: 10.1111/j.1467-9280.2007.01850.x
- Kuhn, D., & Dean, D. (2004). A bridge between cognitive psychology and educational practice. *Theory into Practice*, 43(4), 268-273.
- Logan, F. A. (1965). Decision making by rats: Uncertain outcome choices. *Journal of Comparative and Physiological Psychology*, 59(2), 246-251.
- Machado, A. (1997). Learning the temporal dynamics of behavior. *Psychological Review*, 104(2), 241-265.
- Machado, A., & Arantes, J. (2006). Further tests of the scalar expectancy theory (SET) and the learning-to-time (LeT) model in a temporal bisection task. *Behavioural Processes*, 72, 195-206. doi:10.1016/j.beproc.2006.03.001

- Machado, A., & Keen, R. (1999). Learning to time (LET) or scalar expectancy theory (SET)? A critical test of two models of timing. *Psychological Science*, 10(3), 285-290.
- Machado, A., & Keen, R. (2003). Temporal discrimination in a long operant chamber. *Behavioural Processes*, 62, 157-182. doi:10.1016/S0376-6357(03)00023-8
- Marshall, A. T., & Kirkpatrick, K. (2013). The effects of the previous outcome on probabilistic choice in rats. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, 39(1), 24-38. doi: 10.1037/a0030765
- Mazur, J. E. (1988). Choice between small certain and large uncertain reinforcers. *Animal Learning & Behavior*, 16(2), 199-205.
- Mazur, J. E. (1990). *Learning and Behavior* (2nd ed.), (pp. 314-344). Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall.
- Mazur, J. E. (1991). Choice with probabilistic reinforcement: Effects of delay and conditioned reinforcers. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 55(1), 63-77.
- Mazur, J. E. (2005). Effects of reinforcer probability, delay, and response requirements on the choices of rats and pigeons: Possible species differences. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 83(3), 263-279. doi: 10.1901/jeab.2005.69-04
- Mazur, J. E. (2007). Species differences between rats and pigeons in choice with probabilistic and delayed reinforcers. *Behavioural Processes*, 75, 220-224. doi:10.1016/j.beproc.2007.02.004
- McMaho, S., Macpherson, K., & Roberts, W. A. (2010). Dogs choose a human informant: Metacognition in canines. *Behavioural Processes*, 85(3), 293-298. doi: 10.1016/j.beproc.2010.07.014
- Michael, J. (1993). Establishing operations. *The Behavior Analyst*, 16(2), 191-206.
- Nakagawa, E. (1986). Overtraining, extinction and shift learning in a concurrent discrimination in rats. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 38(B), 213-226.
- Nakagawa, E. (1992). Effects of overtraining on reversal learning by rats in concurrent and single discriminations. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 44(B), 37-56.
- Nakagawa, E. (1998). Stimulus classes formation in concurrent discriminations in rats as a function of overtraining. *The Psychological Record*, 48, 537-560.
- Nakagawa, E. (1999). Acquired equivalence of discriminative stimuli following two concurrent discrimination learning tasks as a function of overtraining in rats. *The Psychological Record*, 49, 327-348.

- Nakagawa, E. (2000). Effects of overtraining on reversal and non reversal learning on concurrent discriminations in rats. *The Psychological Record*, 50, 557-576.
- Nakagawa, E. (2001). Effects of overtraining on shift learning in matching (or nonmatching)-to-sample discrimination in rats. *The Psychological Record*, 51, 473-493.
- Nakagawa, E. (2002). Overtraining, extinction, and shift learning in matching-to-sample discriminations in rats. *The Psychological Record*, 52, 241-253.
- Neuringer, A. J. (1967). Effects of reinforcement magnitude on choice and rate of responding. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 10(5), 417-424.
- Pyke, G. H., Pulliam, H. R., & Charnov, E. L. (1977). Optimal foraging: A selective review of theory and tests. *The Quarterly Review of Biology*, 16(2), 137-154.
- Rachlin, H., Baum, W. E. (1972). Effects of alternative reinforcement: Does the source matter? *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 18(2), 231-241.
- Reynolds, G. S. (1963). On some determinants of choice in pigeons. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 6, 53-59.
- Roberts, W. A., Feeney, M. C., McMillan, N., MacPherson, K., Musolino, E., & Petter, M. (2009). Do pigeons (*Columba livia*) study for a test? *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, 35(2), 129-142. doi: 10.1037/a0013722
- Shields, W. E., Smith, J. D., & Washburn, D. A. (1997). Uncertain responses by human and rhesus monkeys (*Macaca mulatta*) in a psychological same-different task. *Journal of Experimental Psychology: General*, 126(2), 147-164.
- Shull, R. L., & Pliskoff, S. S. (1967). Changeover delay and concurrent performances: Some effects on relative performance measures. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 10, 517-527.
- Skinner, B. F. (1950). Are theories of learning necessary? *Psychological Review*, 57, 193-216.
- Smith, J. D., Beran, M. J., Redford, J. S., & Washburn, D. A. (2006). Dissociating uncertainty responses and reinforcement signals in the comparative study of uncertainty monitoring. *Journal of Experimental Psychology: General*, 135(2), 282-297. doi: 10.1037/0096-3445.135.2.282
- Smith, J. D., Redford, J. S., Beran, M. J., & Washburn, D. A. (2010). Rhesus monkeys (*Macaca mulatta*) adaptively monitor uncertainty while multi-tasking. *Animal Cognition*, 13(1), 93-101. doi: 10.1007/s10071-009-0249-5

- Smith, J. D., Shields, W. E., & Washburn, D. A. (2003). The comparative psychology of uncertainty monitoring and metacognition. *Behavioral and Brain Sciences*, 26, 317-373.
- Smith, J. D., Strote, J., Egnor, R., Schull, J., McGee, K., & Erb, L. (1995). The uncertain response in the bottlenosed dolphin (*Tursiops truncatus*). *Journal of Experimental Psychology: General*, 124(4), 391-408.
- Sole, L. M., Shettleworth, S. J., & Bennett, P. J. (2003). Uncertainty in pigeons. *Psychonomic Bulletin & Review*, 10, 738-745.
- Stopper, C. M., & Floresco, S. T. (2011). Contributions of the nucleus accumbens and its subregions to different aspects of risk-based decision making. *Cognitive, Affective, & Behavioral Neuroscience*, 11, 97-112.
- Tremblay, J., Cohen, J., & Weisman, R. G. (2007). Rats' (*Rattus norvegicus*) temporal discrimination of brief auditory stimuli: how does it compare with that of humans (*Homo sapiens*) and zebra finches (*Taeniopygia guttata*)? *Behavioural Processes*, 77, 269-277.
- Vaughan, W. (1981). Melioration, matching, and maximization. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 36(2), 141-149.
- Voughan, W. Jr. (1985). Choice: A local analysis. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 43(3), 383-402.
- Washburn, D. A., Gullledge, J. P., Beran, M. J., & Smith, J. D. (2010). With his memory magnetically erased, a monkey knows he is uncertain. *Biology Letters*, 6(2), 163-166. doi: 10.1098/rsbl.2009.0737

Anexo

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
Campus de Ribeirão Preto
Comissão de Ética no Uso de Animais

CERTIFICADO

Certificamos que o trabalho (Protocolo 14.1.15.53.4), intitulado “Metacognição em ratos: um caso de comportamento de escolha?”, de autoria de **Vinícius Warisaia Nery e Andréia Schmidt**, por estar de acordo com os **Princípios Éticos na Experimentação Animal** adotado pela **Comissão de Ética no Uso de Animais (CEUA)** do **Campus de Ribeirão Preto – USP**, foi aprovado em reunião da CEUA de 28/04/2014.

This is to certify that the work (Protocol number 14.1.15.53.4), entitled: “Metacognição em ratos: um caso de comportamento de escolha?”, by **Vinícius Warisaia Nery and Andréia Schmidt** is in accordance with the Ethic Principles in Animal Experimentation adopted by Ethic Commission for the Use of Animals (CEUA) of the Campus of Ribeirão Preto – USP, and was approved in an ordinary meeting of CEUA, April, 28 2014.

Duração prevista do projeto: 28/04/2014 a 28/06/2015

Ribeirão Preto, 06 de Maio de 2014.

Profa. Dra. Cláudia Maria Padovan
Presidente da CEUA

João Fernando Velho de Andrade Diniz
Secretário da CEUA