



Serviço Público Federal
Cidade Universitária Prof. José da Silveira Neto
Núcleo de Teoria e Pesquisa do Comportamento
Programa de Pós-Graduação em Teoria e Pesquisa do Comportamento

PAREAMENTO AO MODELO COM ATRASO EM *Cebus cf. apella*: EFEITOS DA
MANIPULAÇÃO DO ATRASO E DO INTERVALO ENTRE TENTATIVAS

ANA CLÁUDIA DE OLIVEIRA COSTA

Belém-PA
Agosto/2011



Serviço Público Federal
Cidade Universitária Prof. José da Silveira Neto
Núcleo de Teoria e Pesquisa do Comportamento
Programa de Pós-Graduação em Teoria e Pesquisa do Comportamento

PAREAMENTO AO MODELO COM ATRASO EM *Cebus* cf. *apella*: EFEITOS DA
MANIPULAÇÃO DO ATRASO E DO INTERVALO ENTRE TENTATIVAS

ANA CLÁUDIA DE OLIVEIRA COSTA

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Teoria e Pesquisa do Comportamento como requisito para obtenção do título de Mestre, sob orientação do Prof. Dr. Olavo de Faria Galvão e coorientação da Prof^a. Dra. Ana Leda de Faria Brino.

Belém-PA
Agosto/2011

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)
Biblioteca Central da UFPA- Belém- PA

Costa, Ana Cláudia de Oliveira

Pareamento ao modelo com atraso em *Cebus* cf. *apella*: Efeitos da manipulação do atraso e do intervalo entre tentativas / Costa, Ana Cláudia de Oliveira ; orientador, Olavo de Faria Galvão; coorientadora, Ana Leda de Faria Brino – 2011.

60 f.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Pará, Núcleo de Teoria e Pesquisa do Comportamento, Programa de Pós-Graduação em Teoria e Pesquisa do Comportamento, 2011.

1. Escolha (Psicologia). 2. *Cebus apella* – comportamento. I. Galvão, Olavo de Faria, orient. II. Brino, Ana Leda de Faria, coorient. III. Título.

CDD 22. ed.: 153.93



Serviço Público Federal
Universidade Federal do Pará
Núcleo de Teoria e Pesquisa do Comportamento
Programa de Pós-Graduação em Teoria e Pesquisa do Comportamento

PAREAMENTO AO MODELO COM ATRASO EM *Cebus cf. apella*: EFEITOS DA
MANIPULAÇÃO DO ATRASO E DO INTERVALO ENTRE TENTATIVAS

Candidata: Ana Cláudia de Oliveira Costa

Data da defesa: 19/08/2011

Resultado: Aprovada

Banca Examinadora:

Prof. Dr. Olavo De Faria Galvão (UFPA), Orientador

Prof^a. Dr^a. Ana Leda de Faria Brino (UFPA), Co-Orientadora

Prof. Dr^a. José Aparecido da Silva (USP), Membro

Prof. Dr. Paulo Roney Kilpp Goulart (UFPA), Membro

Dedico este trabalho aos meus pais, pelos ensinamentos em minha vida e por todo o investimento realizado para que eu pudesse buscar conhecimentos e me desenvolver pessoal e profissionalmente.

AGRADECIMENTOS

Aos meus amados pais, pelo cuidado e amor a mim dedicados em todos os momentos de minha vida! Agradeço pelos incentivos e constantes direcionamentos para que eu seguisse no caminho dos estudos e por serem exemplo de doação à família. Amo vocês!

Às minhas queridas irmãs, por estarem ao meu lado dia após dia. Especialmente à Carol pelas contribuições na leitura do trabalho, pela escuta e amizade que se fazem presentes a qualquer momento, inclusive nas madrugadas quando eu a perturbo em busca de alguma opinião. Perdão e obrigada!

Ao meu namorado apaixonante, Felipe, pelo companheirismo, carinho, amor e dedicação à nossa relação.

Às minhas amigas lindas, todas aquelas que direta ou indiretamente fizeram parte deste momento, infelizmente não conseguirei citar todos os nomes importantes. Vou destacar Helayne, Mônica e Ilara pelos incentivos no momento de mudança do caminho profissional e retorno ao acadêmico. Às amigas do mestrado Milena, Ingrid, Bruna e Wandria, pelas madrugadas de leitura de textos e por tornarem estes dois anos de estudos mais agradáveis. À Larissa Malaquias, que acompanhou e estimulou o desenvolvimento deste trabalho, associado às minhas demais rotinas; além da escuta prestada quase que diariamente. Muito obrigada! E a todos aqueles que certamente estiveram presentes apoiando e incentivando as melhores escolhas para minha vida!

À Marina, Flávia e Thamyres, minhas assistentes na pesquisa, que muito contribuíram na coleta de dados, na produção dos vídeos e pelo comprometimento e dedicação para a realização de um trabalho de qualidade. Muitíssimo obrigada!

Ao Sr. Didi, por cuidar tão bem de nossos macacos e pelos muitos anos de serviço dedicado a atender as solicitações referentes à coleta de dados na EEP.

Ao meu sábio orientador Prof. Dr. Olavo, por estar presente em minha formação acadêmica desde a iniciação científica e por mais uma vez me aceitar em seu laboratório e repassar conhecimentos, por contribuir com meu desenvolvimento e acrescentar um olhar diferenciado, além da descontração trazida com seus trocadilhos.

À minha co-orientadora, Prof^a. Dr^a. Ana Leda, pelo compromisso com o processo de ensino e aprendizado, pela competência em me orientar academicamente e por todo o suporte prestado. Agradeço pela amizade e pelo profissionalismo em manter duas relações em uma sem comprometer nenhuma delas.

Aos membros da banca examinadora, Prof. Dr. José Aparecido da Silva, Prof. Dr. Paulo Goulart e Prof. Dr. Givago Souza, que se dispuseram a ler e contribuir com o engrandecimento deste estudo.

Agradeço a todos!

Carinhosamente,

Ana Cláudia Costa

SUMÁRIO

1. RESUMO	ii
2. ABSTRACT	iii
3. INTRODUÇÃO	1
4. MÉTODO	13
4.1. Sujeito	13
4.2. Condições de manutenção e manejo dos animais	13
4.3. Equipamento	14
4.4. Estímulos	15
4.5. Procedimento Geral	16
4.6.1. Manipulação do atraso e do IET na tarefa de DMTS	17
4.6.2. Tipos de sessão	20
4.6.3. Especificidades para cada sujeito	21
4.6.4. Modelagem	22
4.6.6. Sessões de teste	23
5. RESULTADOS	24
5.1. Drácula	24
5.2. Raul	33
6. DISCUSSÃO	45
7. REFERÊNCIAS	53

RESUMO

Costa, A. C. O. Pareamento ao modelo com atraso em *Cebus* cf. *apella*: efeitos da manipulação do atraso e do intervalo entre tentativas. Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Teoria e Pesquisa do Comportamento, Universidade Federal do Pará. 2011. 60 páginas.

Com o intuito de desenvolver testes não verbais de funções executivas para exame de deficiências advindas de contaminação por mercúrio em crianças, foi estudada a manutenção do desempenho em pareamento ao modelo com atraso (DMTS) crescente em macacos-prego. Esse procedimento tem sido usado para avaliar processos de memória de trabalho, considerada parte das funções executivas. Estudos com não humanos apontam que o aumento no atraso entre o desaparecimento do modelo e a apresentação das comparações deteriora o controle do modelo sobre a escolha. Contudo, alguns experimentos indicam que a exposição à nova condição de atraso ou o aumento do intervalo entre tentativas (IET) podem produzir recuperação do desempenho. O objetivo deste estudo foi verificar os efeitos da manipulação do atraso e do IET sobre o desempenho de emparelhamento ao modelo em dois machos adultos, Raul e Drácula. Raul realizou a tarefa com 10 relações arbitrárias entre estímulos e Drácula com nove relações de identidade. As tentativas de relações distintas eram intercaladas em uma mesma sessão e compostas por três escolhas. Em uma tentativa, um estímulo modelo era apresentado; cinco toques ao modelo produziam seu desaparecimento, e após atraso programado, eram apresentadas três comparações. Um toque no S+ produzia uma pelota de açúcar e o IET. Respostas ao S- produziam apenas o IET. Partindo-se de desempenho estável em tentativas com atraso 1 s e IET 6 s, foi avaliado o nível de acertos após sucessivos aumentos de 0,5 s no atraso. Quando os índices de acerto diminuía, aumentava-se o IET em 1 s. Foram realizados dois tipos de sessão: 1) Atraso fixo – apenas um atraso era apresentado em todas as tentativas da sessão; 2) Atrasos variáveis – atrasos diferentes eram apresentados em tentativas distintas. Raul realizou 48 sessões de atraso fixo, com 1,0 a 5,5 s, nas quais o desempenho variou de 50 a 100% de acertos. Foram realizadas ainda 27 sessões com atrasos variados, de 1,0 s a 9,5 s, e o desempenho variou de 75 a 95% de acertos. Drácula realizou 59 sessões com atraso fixo, de 1,0 a 13,5 s, apresentando desempenho entre 61 e 100% de acertos. Nas 17 sessões com atrasos variáveis, de 1 s até 15 s, o desempenho total de Drácula variou de 72 a 100% de acertos. Para ambos os sujeitos, nas sessões em que o aumento do atraso produziu queda de desempenho, o treino continuado na mesma condição ou o aumento no IET foi suficiente para produzir recuperação do desempenho. Com as técnicas empregadas, de aumento gradual do atraso e do IET em linha de base de pareamento ao modelo por identidade e arbitrário com 3 escolhas e várias relações, demonstrou-se desempenho com índices de acertos acima de 90% com atrasos de 9,5 s (relações de arbitrárias) e 15,0 s (relações de identidade). Esse estudo servirá de base para medir o desempenho em macacos-prego contaminados por mercúrio. Posteriormente, um padrão de testes equivalentes será usado para verificar a correlação entre as medidas de repertório e o grau de contaminação por mercúrio em crianças.

Palavras-chaves: comportamento complexo, pareamento ao modelo com atraso, *Cebus* cf. *apella*

ABSTRACT

Costa, A. C. O. Delayed matching-to-sample in *Cebus cf. apella*: effects of manipulations of the delayed and the intertrial interval. Master Thesis. Belém: Graduate Program of Theory and Research of Behavior, Federal University of Pará. 2011. 60 pages.

Aiming to develop non-verbal tests of cognitive functions for assessment of deficiencies resulting from mercury contamination in children, the performance in Delayed Matching to Sample (DMTS) was studied in capuchin monkeys, a procedure that has been used to assess short-term memory processes in nonhumans. Studies with nonhumans indicate that choice accuracy deteriorates with delay increase. However, some experiments indicate that the exposure to a new condition of delay or increasing the Intertrial Interval (ITI) can produce recovery of the performance. The objective of this study was a first exploration of the effects of delay and ITI durations on the DMTS performance in two adult male capuchins, Raul and Dracula. Raul performed the arbitrary DMTS task with 10 stimulus relations and Dracula, performed identity DMTS task with 9 stimulus relations. Three-choices trials of all relations were interspersed in the sessions. In a trial, a sample stimulus was presented, five touches on the sample produced its disappearance. After a delay, three comparisons were presented. One touch on the positive comparison produced a banana pellet and the ITI. Responses on the negative stimulus produced only the ITI. After stable performance in 1 s delay and 6 s of ITI sessions, the level of correct answers after successive increases of 0.5 s in the delay was evaluated. When level of correct responses decreased below 80%, the ITI was increased in 1 s. There were two types of session: 1) Fixed Delay - only one delay was programmed for all session trials, and 2) Variable Delay - different delays were programmed in session trials. Raul performed 48 ARBDMTS fixed delay sessions, with delays increasing from 1.0 to 5.5 s, in which the performance varied from 50 to 100% correct, and 27 variable delay sessions, with delays increasing from 1.0 to 9.5 s, and the performance varied from 75 to 95% correct. Dracula performed 59 IDDMTS fixed delay sessions, from 1.0 to 13.5 s, with performance between 61 and 100% correct, and 17 IDDMTS variable delay sessions, with delays varying from 1 s to 15 s. Dracula's overall performance ranged from 72 to 100% correct. For both subjects, performance decreased in sessions with increase of the delay, performance recovery followed continued training in the same condition alone or with ITI increase. Gradual increase of delay and ITI on 3-choice IDDMTS and ARBDMTS, was effective to maintain performance level higher than 90% with delays of 15.0 s for Dracula (identity) and 9.5 s for Raul (arbitrary). This study will serve as basis for measuring DMTS performance of capuchin monkeys contaminated with mercury. Subsequently, an equivalent standard test will be used to verify the correlation between measures of repertoire and the degree of mercury contamination in children.

Key-words: complex behavior, delayed matching-to-sample, *Cebus cf. apella*.

Este estudo surgiu de uma parceria da Escola Experimental de Primatas (EEP) da Universidade Federal do Pará (UFPA) com profissionais de outras universidades, nacionais e estrangeiras, envolvidos em pesquisa básica e clínica, que buscam desenvolver um programa interdisciplinar de pesquisa biocomportamental com foco em modelos animais e humanos dos efeitos neurotóxicos da exposição a metais pesados sobre as funções neurocomportamentais.

Como parte inicial do trabalho, os pesquisadores da EEP devem criar procedimentos para testar o funcionamento cognitivo-comportamental de primatas não humanos em condições normais, não infectados. Posteriormente, o programa de pesquisa visa aplicar esses testes para estudar os efeitos da exposição ao mercúrio sobre o comportamento de outros macacos, desta vez, intoxicados. Por fim, pretende-se estender a testagem para avaliar o funcionamento sensorial e neurocognitivo de crianças que residem próximo a jazidas de mineração de ouro no norte do Brasil, locais em que a contaminação da água que decorre do processo de amalgamação produz acúmulo de metilmercúrio nos peixes e consequente intoxicação da população que se alimenta deste recurso (Pinheiro *et al.*, 2000; Fonseca, Torres, & Malm, 2007; Lacerda & Malm, 2008).

O presente trabalho está circunscrito ao primeiro objetivo da parceria, de avaliar o funcionamento de primatas não humanos não intoxicados, especificamente do *Cebus cf. apella*, expostos ao treino de tarefas relacionais complexas.

Segundo Newland, Warfing e Berlin (1994), a exposição ao mercúrio no útero resulta no acúmulo dessa substância no cerebelo, hipocampo e em outras regiões do sistema nervoso cuja ativação é correlacionada com atividades motoras e de aprendizagem. No entanto, pouco é conhecido sobre as deficiências funcionais que resultam da exposição a longo prazo. Newland, Reile e Langston (2004) apontam que há diversos experimentos que demonstram claramente que a exposição ao mercúrio produz consequências motoras e sensoriais, mas que

os efeitos da exposição crônica a baixas doses de metilmercúrio sobre habilidades cognitivas não são completamente conhecidos.

Em um artigo de revisão, Spurgeon (2006) avaliou a força da evidência de correlação entre exposição pré-natal ao metilmercúrio e déficits de desenvolvimento subsequente em crianças nascidas em áreas de risco nas ilhas Faroe (Steuerward *et al.*, 2000; Budtz-Jorgensen, Grandjean, Keiding, White, & Weihs, 2000) e Seichelles (Steuerwald *et al.* 2000; Stewart *et al.*, 2003). Através da análise de estudos longitudinais e transversais de testagem de crianças de 2 a 12 anos, a autora concluiu que os resultados dos testes foram contraditórios comparando-se as populações das regiões distintas. A autora sugere que estudos futuros devem basear as medidas cognitivo-comportamentais que indicam déficits funcionais do desenvolvimento utilizando aspectos específicos do desenvolvimento cognitivo ao invés das medidas de QI empregadas nos estudos revisados.

Nesse sentido, a parte do programa de pesquisa sucintamente descrito mais acima, sob responsabilidade da Escola de Primatas, busca superar dois problemas que parecem contribuir para os resultados contraditórios até então observados em testes cujos objetivos têm sido avaliar deficiência funcional de habilidades neurocomportamentais em crianças expostas à contaminação por mercúrio em áreas de risco: 1) O uso de testes de QI, e 2) A aplicação de testes que usam instruções verbais complexas para populações que muitas vezes não receberam a educação formal dos grandes centros em que tais testes são desenvolvidos.

Para efetivar tal superação, este estudo se enquadra em um programa que visa o teste de habilidades cognitivas específicas em lugar do uso de testes de QI, bem como o seu desenvolvimento e validação em sujeitos não humanos (macacos-prego), com o objetivo de desenvolver testes para aplicação em populações nativas não escolarizadas nas áreas de mineração de ouro e de diferentes culturas, a partir dos testes adequados para não humanos, que não utilizam de instrução verbal, apenas *feedback* para respostas.

Há cerca de 15 anos a EEP tem desenvolvido tecnologias de ensino de habilidades discriminativas complexas a macacos-prego (*Cebus cf. apella*), alcançando a demonstração de identidade generalizada em membros de espécie (Barros, Galvão & McIlvane, 2002; Galvão *et al.*, 2005), o ensino de categorias, inclusive classificações que envolvem relações arbitrárias entre eventos (Brino *et al.*, 2011), a aprendizagem por exclusão (Brino, Assumpção, Campos, Galvão & McIlvane, 2010), etc. A EEP foi construída como um laboratório-escola que utiliza de um método de ensino personalizado em que repertórios complexos são construídos passo a passo, por meio do planejamento individual de treino de repertórios simples considerados pré-requisitos para a demonstração de habilidades mais complexas (Galvão, Barros, Rocha, Mendonça, & Goulart, 2002; Barros, Galvão, Brino, Goulart, & McIlvane, 2005).

O repertório cognitivo comportamental de diversos animais que aprenderam na EEP encontra-se bastante avançado atualmente, de forma que esse repertório construído pode ser utilizado como modelo de funcionamento cognitivo complexo em animais não intoxicados para avaliar déficits produzidos pela contaminação por metais pesados sobre habilidades complexas correlacionadas com memória e aprendizagem. Por exemplo, atualmente trabalhamos com o pareamento ao modelo com atraso, um procedimento bastante aplicado em pesquisas que buscam avaliar o funcionamento da memória de curto prazo em diversas espécies não humanas. A literatura aponta que a memória de curto prazo é uma função que parece ser prejudicada pela exposição e acúmulo de mercúrio em determinadas regiões cerebrais (Smith, Langolf & Goldberg 1983; Hassan *et al.*, 1981; Soleo, Urbano, Petrera, & Ambrosio, 1990; Elligsen, Bast-Petersen, Efskingd, & Thomassem, 2001; Kishi *et al.*, 1994)

A seguir, dois tópicos serão abordados nesta introdução. Primeiramente, apresentar-se-ão relatos ou indicações de pesquisas que buscaram avaliar déficits cognitivo-comportamentais em não humanos, crianças e adultos expostos ao mercúrio. Posteriormente, buscaremos descrever estudos que investigaram as variáveis que afetam o responder em

tarefas de pareamento ao modelo com atraso que buscam avaliar a memória de curto prazo em não humanos.

Contaminação por mercúrio e alguns impactos neurológicos e comportamentais

Os prejuízos produzidos pela contaminação orgânica por metais pesados em humanos, especificamente o mercúrio, tornaram-se um assunto relevante para a pesquisa em desenvolvimento neurológico e aprendizagem após incidentes ocorridos no Japão e Iraque (Bakir, Damluji, & Amin-Zaki, 1973; Kinjo, Nakano, Sakamoto, Futatsuka, & Kato, 1991). Em ambos os casos, a contaminação de parte das populações locais se deu pela alimentação, sendo que nas duas localidades afetadas foram observadas anormalidades fetais no desenvolvimento neurológico em filhos de mães expostas ao consumo desses alimentos (Spurgeon, 2006).

Como indicado anteriormente, uma atividade antrópica que pode levar a níveis tóxicos de contaminação por mercúrio (Hg) nas pessoas e animais é a mineração do ouro (de Jesus, 2001; Riley, Newby, Leal-Almeraz, & Thomaz, 2001; Counter & Buchanan, 2004; Davidson, Myers & Weiss, 2004; Counter, Buchanan & Ortega, 2005). O mercúrio utilizado no processo de extração do ouro pode contaminar os ambientes terrestres e aquáticos e, através deles, chegar a intoxicar os organismos. Em 1990, o Brasil despontava como o primeiro país sul-americano em produção de ouro e segundo no mundo (Malm, 1998). Dados de pesquisa indicam que mesmo após anos de encerramento de atividades de mineração de ouro em algumas áreas do país, o Hg liberado no ambiente ainda pode constituir-se um problema (Bastos *et al.*, 2006).

Diversos estudos de campo envolvendo crianças expostas a condições propícias à contaminação por mercúrio, na maioria dos casos em função da ingestão de produtos contaminados, têm indicado que a intoxicação pode produzir déficits cognitivos e

comportamentais, principalmente quando a exposição se dá ainda no útero (Grandjean, Weihe, White, & Debes, 1998; Myers, Davidson, Cox, Shamlaye, Tanner, Choisy, Sloane-Reeves, Marsh, Cernichiari, Choi, Berlin, & Clarkson, 1995; Myers, Davidson, Cox, Shamlaye, Palumbo, Cernichiari, Sloane-Reeves, Wilding, Kost, Huang, & Clarkson, 2003; National Research Council, 2000). Fonseca, Torres e Malm (2007) indicam que o acometimento de estruturas cerebrais associadas à capacidade cognitiva e outras pode ocasionar perdas nestas funções. Alguns trabalhos corroboram a idéia de que as lesões neurológicas que comprometem estas funções, se causadas por uma exposição ao metilmercúrio na fase embrionária, são irreversíveis (Debes, Jorgensen, Weihe, White, & Grandjean, 2006; Grandjean, Weihe, White, & Debes, 1998).

No entanto, os danos produzidos são mais facilmente detectados em crianças mais velhas, nas quais o sistema nervoso apresenta-se mais maduro (Dietrich *et al.*, 2005). Dessa forma, avaliar a magnitude dos danos no desenvolvimento neurológico e no repertório comportamental gerados em crianças expostas a essas condições antes e após o nascimento tem sido uma questão difícil.

Alguns pesquisadores realizaram estudos sobre contaminação por mercúrio buscando observar seus efeitos sobre a memória. Smith, Langolf e Goldberg (1983) descreveram déficit de memória de curto prazo associado ao nível de exposição ao vapor de mercúrio em 26 funcionários em duas fábricas de cloro-álcali. Em um estudo de caso referente aos danos ambientais e ocupacionais de uma multinacional de produção de cloro-álcali na Nicarágua, Hassan *et al.* (1981) indicaram a ocorrência de déficit de memória e/ou dificuldade de concentração e/ou tremor em 42 dos 52 funcionários entrevistados.

Em uma indústria de lâmpadas fluorescentes, 28 funcionários demonstraram baixo desempenho em memória verbal de curto prazo, embora os testes de tempo de reação, retenção visual, velocidade psicomotora e personalidade não tenham apresentado alterações

(Soleo, Urbano, Petrera, & Ambrosio, 1990). Elligsen, Bast-Petersen, Efskingd e Thomassen (2001) testaram os efeitos do mercúrio metálico em trabalhadores de uma fábrica de cloro-álcali e encontraram correlação entre maior índice de exposição à substância e desempenho prejudicado nos testes de velocidade viso-motora e psicomotora, atenção e memória visual imediata. Kishi *et al.* (1994) observaram desempenho de ex mineradores prejudicado em testes memória de curto prazo.

Tendo em vista as indicações de que a contaminação por mercúrio parece afetar as funções de memória, discutiremos a seguir os procedimentos empregados e as variáveis investigadas para a compreensão do processo de memória de curto prazo em animais não humanos (ver Abreu & Matos, 2010; Helene & Xavier, 2003; Strauss, Sherman & Spreen, 2006, para uma discussão sobre as definições dos diferentes processos de memória nas Neurociências). Não se pretende aqui explorar diretamente questões relacionadas às neurociências no sentido de medir aspectos neurológicos de regiões cerebrais lesionadas. Nosso foco é correlacionar desempenhos de sujeitos não humanos aos indicadores de contaminação aos quais temos acesso.

Pareamento ao modelo com atraso (Delayed matching-to-sample - DMTS)

O procedimento de pareamento ao modelo com atraso – DMTS – é a tarefa mais utilizada para testar comportamentos nomeados como o recordar, ou como o lembrar-se (Berryman, Cumming, & Nevin, 1963; Blough, 1959; Cumming & Berryman, 1965; Mackay, 1991; Weinstein, 1941; White, 1985). Neste procedimento, uma tentativa é iniciada com a apresentação de um estímulo modelo. Uma resposta de observação ao modelo (cuja topografia e esquema de reforçamento podem variar) produz o desaparecimento do estímulo, um determinado atraso programado (de, no mínimo, 0 s) e a apresentação do *display* com os estímulos de comparação. Uma resposta de toque ao estímulo que corresponde ao modelo

(comparação positivo=S+) produz a liberação de um reforço e um intervalo entre tentativas (IET); uma resposta de toque a um estímulo de comparação negativo (S-) produz apenas o IET. Um DMTS é considerado uma tarefa de identidade (IDDMTS) quando a base condicional de escolha entre os estímulos modelo e comparação é a similaridade física, a igualdade. Quando as relações são arbitrárias, no sentido de não haver base física de similaridade para a escolha condicional, o DMTS é arbitrário (ARBDMTS)

A operação de parear de acordo com o modelo quando há atraso entre a apresentação do modelo e das escolhas, portanto, envolve o controle discriminativo exercido por um estímulo ausente. Dessa forma, teríamos manutenção de controle pelo estímulo modelo sobre a escolha das comparações em tentativas discretas sucessivas, ainda que o modelo tenha desaparecido da vista do sujeito por um período de tempo antes da apresentação das escolhas que permitem a emissão da resposta que produz o reforço. White (1985) e Wixted (1989) usam o termo controle de estímulo atrasado (*delayed stimulus control*) referindo-se ao controle de uma resposta de escolha pelo estímulo modelo em situação de aumento gradual do atraso entre o seu desaparecimento e a apresentação das comparações nas tentativas de pareamento.

Wixted (1989) sugere que um estímulo modelo apresenta maior controle sobre uma resposta de escolha quanto menor o intervalo de tempo entre a ocorrência do modelo e a liberação da consequência reforçadora. O princípio unificado de reforçamento de Donahoe e Palmer (1994) sugere que um estímulo com função discriminativa apresenta também a função de reforçador condicionado. Decorre deste princípio que quanto maior o atraso entre o desaparecimento do modelo e a apresentação das comparações juntamente com a possibilidade de reforçamento, menor o controle exercido pelo modelo durante as escolhas e, conseqüentemente, menor precisão na tarefa de pareamento.

Buscando princípios gerais que pudessem ser extraídos das pesquisas já realizadas sobre memória de curto prazo em não humanos, Wixted (1989) indicou que os estudos com pombos e macacos que aplicam o procedimento de DMTS envolvem o treino de discriminações condicionais por identidade (IDDMTS) em tentativas com duas escolhas como comparações. Para o estabelecimento da linha de base no pareamento com atraso, usualmente os estímulos de comparação são apresentados imediatamente após a retirada do modelo (atraso de 0 s). Nesses estudos, quando é atingida uma elevada precisão na tarefa de pareamento com atraso 0 s, aumenta-se o atraso entre o desaparecimento do estímulo modelo e a apresentação dos estímulos de comparação. À medida que o atraso aumenta, a tendência é que ocorra perda de desempenho (Santi, & Hope, 2001; Santi, Lellwitz, & Gagne, 2006; Singer, Klein, & Zentall, 2006).

O problema com essa metodologia básica é que a própria novidade dos atrasos nos testes pode resultar em uma diminuição de precisão na tarefa que não pode ser atribuída apenas à perda de controle pelo modelo conforme o atraso é aumentado (Zentall, 1997). Corroborando a hipótese anterior, Sargisson e White (2001) demonstraram que quando pombos são treinados com um atraso acima de zero, a precisão na tarefa se reduz não só quando o atraso é aumentado, mas também quando é diminuído. De forma similar, Dorrance, Kaiser e Zentall (2000) demonstraram que, quando pombos estão familiarizados com os atrasos utilizados nos testes, a precisão de desempenhos é melhor do que quando não foram expostos a tarefa com atrasos maiores que 0 s (Sherburne, Zentall, & Kaiser, 1998; Spetch & Rusak, 1989).

Rayburn-Reeves e Zentall (2009) realizaram um estudo com pombos, no qual o grupo controle foi treinado na tarefa de DMTS de identidade com atraso de 0 s e o grupo experimental foi treinado em atrasos de 0, 1, 2 e 4 s. Posteriormente, os dois grupos foram expostos a três condições de atraso com os mesmos estímulos já treinados. A Condição 1

testou os sujeitos nos atrasos 0, 1, 2 e 4 s; a Condição 2 os testou nos atrasos 0, 2, 4 e 8 s; a Condição 3 testou os sujeitos nos atrasos 0, 4, 8 e 16 s. Para os dois grupos, o desempenho foi mais preciso nos primeiros 2 s de atraso, mantendo-se em cerca de 80% de acertos, diminuindo à medida que o atraso era aumentado. E ficou no nível do acaso para ambos os grupos quando o atraso de 16 s foi aplicado. O grupo experimental apresentou melhor desempenho que o grupo controle.

Etkin e D'Amato (1969) conduziram experimento com o objetivo de avaliar o desempenho em IDDMTS em macacos-prego, investigando se, além do aumento no atraso, o aumento no número de discriminações condicionais treinadas na sessão também produziria menor precisão nas escolhas. O procedimento envolveu um pré treino em pareamento ao modelo simultâneo. O critério utilizado para o aumento no atraso foi de 95% de acertos em 40 tentativas diárias e não mais que um erro para cada relação modelo-comparação. Após o pareamento simultâneo, as mesmas relações foram treinadas no pareamento com atraso de 0 s. O mesmo critério foi requerido para a exposição ao aumento seguinte, a qual envolveu quatro dias adicionais de treino, um para cada atraso, de 1, 3, 9 e 18 s. Os blocos experimentais (12 sessões diárias de 40 tentativas) diferiam quanto ao número de relações treinadas, que poderiam ser 2, 3 ou 4 relações. Os resultados indicaram que houve efeitos da variável atraso sobre o desempenho no pareamento, sendo melhor o desempenho apresentado até 3 s de atraso. Porém, não houve efeitos significativos do número de relações treinadas por bloco sobre a precisão do desempenho, embora o desempenho tenha sido melhor em duas delas.

Em outro experimento, White (1985) comparou desempenhos entre atrasos menores e maiores na tarefa de IDDMTS e de DMTS arbitrário (ARBDMTS) em pombos. Em sua manipulação, o atraso utilizado na tarefa poderia ser de 0,5, 2, 4, 8 ou 20 s. Os resultados indicaram que as discriminações tornaram-se mais difíceis com o aumento da duração do intervalo de atraso. O desempenho dos sujeitos foi melhor no pareamento de identidade do

que no arbitrário. Quanto ao atraso, o desempenho manteve-se acima de 80% de acertos até aproximadamente 5 s, declinando com o aumento e se aproximando de 65% de acertos em 20 s de atraso, tanto no pareamento por identidade quanto no arbitrário.

No segundo experimento, White (1985) investigou se o controle discriminativo do estímulo modelo sobre as escolhas poderia ser mantido mesmo após aumentos no atraso. Utilizou os mesmos sujeitos na tarefa de pareamento arbitrário e manipulou variáveis adicionais, sendo relevantes para este estudo especificamente a manipulação adicional do IET e do número de toques requeridos ao modelo como resposta de observação. Atrasos variáveis estavam presentes em todas as condições. Em uma condição, o IET apresentado foi de 5 s e na outra de 20 s. Quanto aos toques requeridos ao modelo, uma das condições exigia apenas uma resposta de toque e a outra condição, cinco respostas de toque para que o modelo desaparecesse e o atraso fosse iniciado. Como resultado, os sujeitos apresentaram mais acertos na condição em que o IET foi de 20 s do que quando o IET foi de 5 s. Quando foi requerida razão fixa de respostas ao modelo, a proporção de escolhas corretas foi maior quando cinco toques ao modelo eram requeridos. A discriminabilidade no atraso 0 s foi maior com 20 s de IET do que com 5 s de IET, ou seja, os sujeitos apresentaram melhor controle discriminativo do modelo sobre as escolhas quando o intervalo entre as tentativas era mais extenso. Resumindo, os resultados do segundo experimento revelaram que a proporção correta de respostas no pareamento foi globalmente menor com um curto IET (Roberts & Kraemer, 1982) e com uma pequena exigência de respostas de toque ao modelo (Cohen, Looney, Brady, & Aucella, 1976; Roberts, 1972).

Nelson e Wasserman (1978) também investigaram os efeitos do IET sobre o desempenho de pareamento ao modelo sucessivo por identidade (go/no-go) em pombos. Dois pombos foram submetidos ao procedimento de pareamento ao modelo sucessivo (Zentall, & Hogan, 1975) com atrasos de 1, 10, 25 e 50 s e IET variando em 5, 25 e 50 s. Uma grande

diferença de desempenho foi observada nas condições 5 e 25 s de intervalo, quando os atrasos eram de 1, 10 e 25 s. O aumento do IET geralmente levou ao aumento das taxas de resposta sobre o estímulo correto e diminuição das taxas de resposta aos estímulos incorretos. O desempenho dos sujeitos foi melhor nos atrasos de 0 e 10 s, apresentando-se no nível do acaso quando o atraso era de 50 s.

Apesar de seu uso frequente para avaliar os efeitos das variáveis ambientais e farmacológicas sobre a memória de curto prazo, pouco se sabe sobre o desenvolvimento do desempenho em tarefas de pareamento ao modelo com atraso nos animais (Kangas, Berry, & Branch, 2011).

Mais recentemente, Kangas, Berry e Branch (2011) investigaram o desenvolvimento e os mecanismos de aprendizagem na tarefa pareamento ao modelo com atraso, expondo os sujeitos a um longo período de treino. Seis pombos foram expostos à tarefa que envolvia tentativas com atrasos variáveis de 0, 2, 4, 8 e 16 s. Trezentas sessões foram realizadas somando 18.000 tentativas, sendo 3.600 para cada um dos cinco atrasos usados. Os dados indicaram altos níveis de precisão desenvolvidos de forma relativamente rápida sob os atrasos mais curtos, sendo o aumento na precisão sob atrasos mais longos observados por volta das sessões 100-150.

Os dados obtidos nos estudos acima descritos indicam que: 1) O aumento no atraso entre o desaparecimento do modelo e a apresentação das comparações produz queda de desempenho, especialmente com atrasos a partir de 5 s; 2) O treino continuado em condições com atrasos acima de 0 s pode gerar melhora de desempenho; 3) O aumento no IET em condições em que o aumento no atraso produz queda de desempenho pode melhorar o desempenho; e 4) Um número maior de respostas de toque exigidas ao modelo parece produzir maior controle do modelo sobre a escolha das comparações.

Tendo em vista as indicações de que a contaminação por mercúrio afeta as funções de memória e considerando-se que as pesquisas de campo enfrentam dificuldades com instrumentos cuja adaptação para a cultura da população estudada é difícil, optou-se por desenvolver uma bateria de testes não verbais, da qual este estudo é o primeiro passo.

Buscou-se aqui investigar o desenvolvimento do desempenho de pareamento ao modelo com atraso, com dois macacos-prego saudáveis e experientes em tarefas de discriminações simples e condicionais. O presente trabalho visa estabelecer os parâmetros de desempenho em tarefas de pareamento ao modelo com atraso nessa espécie, que permitam caracterizar o desempenho de sujeitos normais, para posteriormente comparar com o desempenho de sujeitos expostos à intoxicação por mercúrio.

O objetivo do estudo é determinar os parâmetros para aquisição e manutenção de controle de estímulos em IDDMTS e ARBDMTS em macacos-prego saudáveis, com história prévia de IDDMTS e ARBDMTS com atraso zero. Partindo-se de desempenhos quase perfeitos (entre 90 e 100% de acertos) em uma linha de base treinada com atraso de 1 s e IET de 6 s, e requerimento de cinco toques ao modelo como resposta de observação, a manutenção do responder sob controle do estímulo modelo foi avaliada em passos sucessivos de aumento no atraso (de 0,5 em 0,5 s) em duas condições: atraso fixo e atraso variável. Manipulou-se, adicionalmente, a duração do IET quando os índices de acerto na tarefa eram menores que 80% após o aumento no atraso.

MÉTODO

Sujeito

Participaram do experimento dois macacos-prego (*Cebus cf. apella*) machos, adultos: Drácula e Raul.

Drácula apresentava história experimental de treino em pareamento ao modelo por identidade com estímulos bidimensionais e tridimensionais (Lima, Barros, Souza, Cruz, Bezerra, & Galvão, 2007).

Raul apresentava exposição prévia a diversas condições de treino discriminativo: 1) Pareamento ao modelo por identidade e testes positivos de identidade generalizada (Brino, Galvão, & Barros, 2009; Galvão *et al.*, 2005); 2) Relações arbitrárias por meio de procedimento de modelagem de controle de estímulos, e testes de simetria com resultados negativos (Brino *et al.*, 2011); 3) Relações arbitrárias por exclusão com verificação de controle por rejeição em desempenho em testes de simetria (Brino, Assumpção, Campos, Galvão, & McIlvane, 2010).

Condições de Manutenção e Manejo dos Animais

Os sujeitos ficavam alojados em um biotério composto de quatro gaiolas-viveiro, localizadas na parte externa à sala de coleta de dados. As gaiolas-viveiro mediam 2,50 x 2,50 x 2,50 m, sendo constituídas de tubos e tela de ferro galvanizado sobre uma base de alvenaria, com metade de suas áreas cobertas por um telhado para proteção de sol e chuva. Dentro da gaiola existiam ripas de madeira para passagem dos animais e duas caixas-abrigo também de madeira. Anexas a uma das laterais de cada gaiola, encontravam-se quatro gaiolas de contenção (0,60 x 0,50 x 0,50 m), com a finalidade de isolar os sujeitos para receber comida, contê-los durante a limpeza das gaiolas ou para manejo experimental e veterinário. Uma dessas gaiolas servia de cambiamento, com porta para o exterior e para o interior da gaiola-

viveiro, que media 0,40 x 0,40 x 0,40 m, para retirar o sujeito da gaiola e transportá-lo para a sala experimental.

O biotério continha ainda um gaiola menor de quarentena, com medida de 2 x 2 x 2 m, utilizada em situações em que havia necessidade de isolamento de um animal.

A composição do grupo nas gaiolas variou eventualmente dependendo do nível de agressividade e interação entre os membros do grupo.

As refeições eram compostas por frutas e legumes fornecidas uma vez ao dia, no período da tarde. Para permitir acesso livre à água, havia bebedouros com bicos de aço acoplados às gaiolas. Uma vez por semana os animais recebiam dose de complexo vitamínico.

O biotério era um criadouro de animais silvestres para fins científicos, registrado junto ao IBAMA (número 207419, código da unidade 381202-4), sendo os animais mantidos sob supervisão veterinária constante.

Equipamento

Foi utilizada uma câmara experimental medindo 0,60 x 0,60 x 0,70 m, com paredes de acrílico e alumínio. Na parede frontal da câmara havia uma janela de 0,26 x 0,26 m, na qual estava acoplado um monitor de tela sensível ao toque Elo, por meio do qual os estímulos foram apresentados ao sujeito. Acoplado à câmara experimental havia um micro computador Intel Pentium III, no qual as respostas do sujeito foram registradas. As sessões foram programadas em um software intitulado PCR versão 1.0, desenvolvido por Márcio Leitão Bandeira, Paulo Roney Kilpp Goulart, Carlos Barbosa e Romariz Barros para experimentos envolvendo treino de discriminações simples e condicionais. O software foi responsável pela apresentação da tarefa e registro das respostas do sujeito. Um dispensador automático de pelotas de 190 mg, localizado acima da câmara, foi utilizado para consequenciar escolhas

corretas. As pelotas foram liberadas em uma bandeja localizada acima do monitor, dentro da câmara experimental.

Em uma parede lateral ao monitor se encontrava uma janela de correr de 0,35 x 0,20 m, usada para entrada e saída do animal da câmara. Na parede de acrílico oposta encontrava-se uma janela utilizada para manipulações do experimentador da câmara experimental. Na parede oposta ao monitor encontrava-se um suporte para câmara de vídeo, que gravava todas as sessões (ver Figura 1).

Na mesma sala de coleta encontrava-se outra câmara experimental semelhante à descrita, com a especificidade de ter ao seu redor isolamento de madeira compensada.



Figura 1. Equipamento utilizado para a coleta de dados.

Estímulos

Os estímulos foram figuras bidimensionais de tamanho 5,5 x 5,2 cm, apresentados na tela do computador em fundo preto.

Os estímulos no treino de identidade de Drácula (Conjuntos A, B e C) são apresentados na Figura 2.

Conjunto	1	2	3
A			
B			
C			

Figura 2. Estímulos utilizados no pareamento ao modelo por identidade com o sujeito Drácula.

Os estímulos utilizados com Raul no treino arbitrário pertenciam aos Conjuntos F e G, conforme indicado na Figura 3.

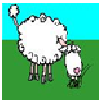
Conjuntos / Relações	F1-G1	F2-G2	F3-G3	F4-G4	F5-G5
F					
G					

Figura 3. Estímulos utilizados no pareamento ao modelo arbitrário, com o sujeito Raul.

Procedimento Geral

Cerca de cinco sessões semanais foram conduzidas ao fim da manhã ou no início da tarde. A alimentação foi servida no biotério no dia anterior à sessão por volta das 15 h, de

forma que no momento da sessão a última refeição do sujeito tivesse ocorrido cerca de 20 h antes da coleta, tendo os sujeitos, neste intervalo, consumido apenas pelotas de açúcar liberadas em experimentos paralelos conduzidos, no mínimo, uma hora antes das sessões deste estudo.

Foi aplicado o procedimento de pareamento ao modelo com atraso (*Delayed Matching-to-Sample*: DMTS). Uma tentativa do procedimento de DMTS neste estudo foi iniciada com a apresentação do estímulo modelo. Cinco toques no modelo eram requeridos como resposta de observação, que produziu o desaparecimento do estímulo, um atraso programado, que variou entre sessões, e a apresentação do display de comparações, composto por três escolhas. Um toque no estímulo de comparação positivo (S+) produziu uma pelota de açúcar de 190 mg e um intervalo entre tentativas (IET) durante o qual a tela do computador permaneceu preta; o IET também variou entre sessões. Uma resposta a um estímulo de comparação negativo (S-) produziu apenas o IET. A posição dos estímulos modelo e dos estímulos de comparação variou no decorrer das tentativas de cada sessão em 16 janelas de uma matriz 4 x 4 na tela do computador, com a finalidade de impedir estabelecimento de controle pela posição dos estímulos ou configuração de tentativa (Cumming & Berryman, 1961; Iversen, Sidman, & Carrigan, 1986; Lionello & Urcuioli, 1998). Logo no início da coleta, usou-se matriz 3 x 3 para a distribuição de estímulos apenas com Raul; essa opção será explicada a seguir.

Manipulação do atraso e do IET na tarefa de DMTS

Partiu-se de uma linha de base de 90% ou mais de acertos em tarefas de DMTS com 1 s de atraso e 6 s de IET. Os detalhes para cada sujeito serão descritos a seguir. No geral, foram realizados dois tipos de manipulação: 1) O aumento do atraso entre desaparecimento do modelo e a apresentação das comparações (tempo de retenção) e 2) O aumento do IET.

Denominou-se Manipulação A, aquela em que o aumento do atraso ocorreu em acréscimos de 0,5 s, mantendo-se o IET apresentado na sessão anterior. O critério para essa manipulação foi desempenho igual ou superior a 90% de acertos em uma sessão.

A Manipulação B consistiu no aumento do IET em 1 s, mantendo-se o atraso da sessão anterior. Ocorreu quando houve queda no desempenho do sujeito em função do aumento no atraso, ou seja, quando o aumento no atraso produziu desempenho inferior a 79% de acertos em uma sessão, ou desempenho que variasse entre 80 e 89% de acertos em três sessões consecutivas. Essa manipulação visou produzir recuperação de desempenho (o critério mínimo de 90% de acertos). A Figura 4 apresenta um diagrama nas manipulações efetuadas.

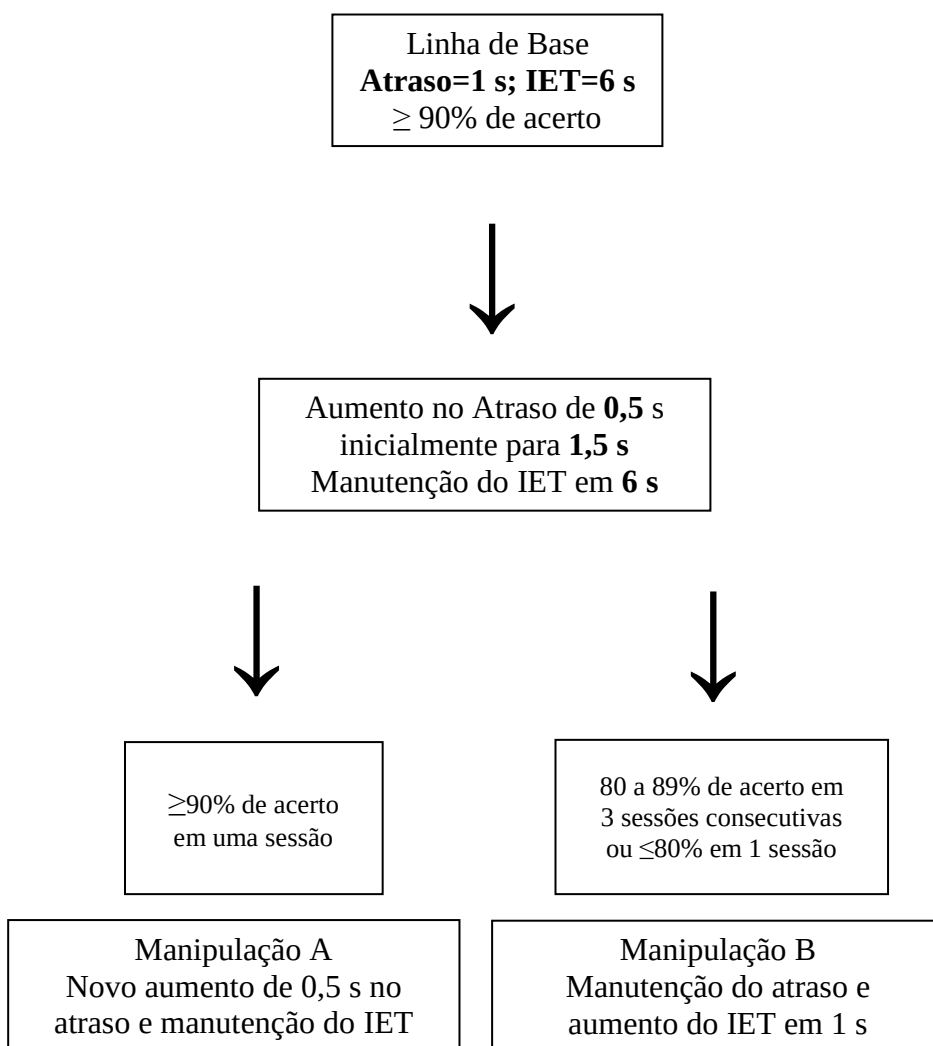


Figura 4. Diagrama envolvendo os critérios para aplicação das manipulações de atraso entre desaparecimento do modelo e apresentação das comparações e do IET da tarefa de DMTS.

A manipulação gradual tanto com relação ao aumento do atraso em incrementos de 0,5 s e do IET em incrementos de 1 s visou não expor o sujeito a variações bruscas e produzir altos níveis de acerto com atrasos maiores e pouca exposição ao erro. Além disso, a própria variação, por menor que fosse, já era suficiente para produzir queda no desempenho, desta forma optou-se por estabelecer como critério três sessões com desempenhos que variassem de 80 a 89% de acertos, como forma de treinar o sujeito e possibilitar a recuperação do desempenho em determinado atraso.

Exemplificando uma sessão teríamos atraso de 1,5 s e IET de 6 s. Caso o sujeito apresentasse desempenho superior a 90% seria submetido à Manipulação A, de aumento do atraso em 0,5 s, aumentando o atraso para 2 s e mantendo o IET em 6 s. Caso o desempenho apresentado pelo sujeito fosse inferior a 80% em uma sessão ou variasse de 80 a 89% de acertos em três sessões consecutivas o sujeito seria submetido à Manipulação B, ou seja, manutenção do atraso em 1,5 s e aumento do IET em 1 s, passando para 7 s de IET.

Tipos de Sessão. Durante o experimento foram utilizados dois tipos de sessão: sessões com atraso fixo e sessões com atraso variável. As sessões com atraso fixo eram aquelas que continham apenas um valor de atraso em todas as tentativas da sessão; e as sessões com atraso variável eram as sessões que apresentavam diversos valores de atrasos nas tentativas de uma mesma sessão. O IET foi sempre o mesmo em todas as tentativas de qualquer tipo de sessão. Apesar da hipótese de que uma maior razão entre atraso e IET produz melhor desempenho, ou seja, à medida que o atraso é aumentado no decorrer do experimento é necessário que o IET seja aumentado para que o desempenho dos sujeitos se mantenha (Wixted, 1989), essa proporção exata ainda é desconhecida.

Com ambos os macacos, o procedimento foi realizado inicialmente com sessões com atraso fixo, contendo apenas tentativas com o mesmo atraso. Contudo, com o andamento das sessões e com o aumento do atraso, os sujeitos começaram a apresentar respostas emocionais e tocar a tela preta excessivamente, independente da presença do estímulo na tela. Tal comportamento conduzia a erros acidentais, pois se o sujeito estivesse tocando a tela quando as escolhas eram apresentadas ele poderia errar não pelo fato de não conhecer a relação com o modelo, mas pelos toques excessivos a tela. Por esse motivo, foi aplicado um procedimento de modelagem, que será descrito a seguir, e adicionalmente foram programadas sessões variáveis, envolvendo atrasos com diversas durações.

As sessões com atraso variável foram criadas, pois à medida que os intervalos de atrasos e IET foram aumentados ao longo do experimento, tornaram as sessões extensas e aumentaram o responder emocional dos sujeitos de toques excessivos à tela.

Nestas sessões o critério utilizado permaneceu igual ou superior a 90% de acertos, contudo os erros apresentados não poderiam ser no maior atraso da sessão. Por exemplo, se o maior atraso da sessão fosse 9 s, o sujeito deveria apresentar desempenho igual ou superior a 90% no geral da sessão e ainda ter acertado as duas tentativas referentes ao atraso de 9 s. Caso o sujeito apresentasse os 90% de acertos e errasse uma das tentativas de maior atraso ele não teria alcançado o critério, ou se acertasse as duas tentativas, porém não alcançasse os 90% de acertos também não teria alcançado o critério. Esta especificidade de critério para as sessões de atraso variável foi necessária porque a avaliação sobre o desempenho do sujeito era mais importante nas sessões de maior atraso na sessão, entretanto o desempenho total não poderia se perder e devia manter o critério geral de 90% de acertos.

Especificidades para cada sujeito

Drácula

Drácula realizou DMTS de identidade, partindo de uma linha de base de nove relações (A1A1, A2A2, A3A3, B1B1, B2B2, B3B3, C1C1, C2C2 e C3C3; ver Figura 1) treinadas na mesma sessão, sendo três comparações por tentativa.

As sessões foram compostas por 18 tentativas. O uso de sessões curtas visou a não exposição do sujeito a sessões posteriores muito demoradas em função do aumento do atraso e do IET no decorrer do experimento. A escolha por 18 tentativas se deu pelo fato do repertório de linha de base do sujeito ser composta por três conjuntos com três estímulos e desta forma a sessão ficaria balanceada englobando duas tentativas de cada relação de identidade.

Para as sessões com atraso variável, das 18 tentativas, duas apresentariam o mesmo atraso, ou seja, para cada sessão pelo menos 10 atrasos seriam apresentados.

Raul

Paralelamente a este experimento, Raul participava de um estudo cujo objetivo era estabelecer repertório relativamente amplo de relações condicionais arbitrárias, via procedimento de exclusão. A manipulação apresentada neste estudo parte da linha de base de relações arbitrárias construídas nesse estudo paralelo (Brino *et al.*, 2010). Assim, para Raul, a tarefa de DMTS envolveu tentativas de treino de 10 relações arbitrárias (F1-G1, F2-G2, F3-G3, F4-G4, F5-G5, G1-F1, G2-F2, G3-F3, G4-F4, G5-F5).

Como já dito, a linha de base arbitrária de Raul foi formada de cinco relações (A-B) e suas reversões (B-A). Havia seis tipos de tentativas de treino de cada relação sendo cada uma composta por combinações distintas de pares de S- possíveis. Com seis combinações para cada uma de 10 relações, os 60 tipos diferentes de tentativas foram divididos em três sessões distintas contendo 20 tentativas cada, que foram intercaladas durante as manipulações programadas, de forma que em três sessões sucessivas o sujeito era exposto aos 60 tipos de tentativas e o treino para as 10 relações, balanceado.

Sessões curtas foram escolhidas devido à necessidade de aumentar o tempo da sessão em função da ampliação gradual do tempo de atraso e do IET.

Para as sessões mistas, dentre as 20 tentativas, 10 atrasos diferentes eram apresentados.

Modelagem

A modelagem foi aplicada quando houve aumento do número de respostas incorretas produzidos por responder emocional (toques repetitivos na tela durante o atraso ou durante o

IET como bater na tela, ficar agitado, etc). Visou-se reduzir a frequência de toques do sujeito à tela preta, ou seja, na ausência de quaisquer dos estímulos do treino.

Nesta condição, sessões com 40 tentativas de apresentação de um estímulo foram programadas. O estímulo consistia em um quadrado branco de mesma medida dos estímulos usados na tarefa de pareamento. Três toques ao estímulo foram seguidos pelo seu desaparecimento, a liberação de uma pelota e um IET no qual a tela permaneceu preta por um período de 6 s inicialmente programados. Durante a apresentação da tela preta, o sujeito deveria ficar 6 s sem tocá-la para que um novo estímulo S+ fosse apresentado, ou seja, para que a tentativa seguinte fosse iniciada. Caso o sujeito tocasse a tela preta a apresentação da tentativa seguinte seria adiada, zerando-se o IET de modo que o sujeito deveria permanecer mais 6s sem emitir toques à tela. O critério utilizado para o aumento do IET foi que o sujeito reduzisse os toques a tela preta (cerca de quatro toques por sessão eram permitidos), então o IET foi aumentado de um em um segundo até que o sujeito conseguisse ficar 10 s sem tocar a tela na ausência do estímulo até que o S+ fosse novamente disponibilizado.

Sessões de teste

Durante o treino de DMTS foram realizadas algumas sessões de teste com a função de verificar a manutenção do desempenho do sujeito em passos anteriores do procedimento. Por exemplo, em uma condição de aumento no atraso que produzisse recuperação de desempenho, o passo seguinte da manipulação experimental envolvia o retorno à condição prévia de IET como forma de verificar se o alcance do critério se deu em função da manipulação do IET.

As sessões de teste foram uma forma de confirmar se o sujeito estava apresentando melhoras devido à manipulação das variáveis manejadas no experimento ou simplesmente devido à exposição continuada ao treino.

RESULTADOS

Os dados serão descrito primeiramente para o sujeito Drácula, que realizou DMTS de identidade, e posteriormente para Raul, que realizou DMTS arbitrário.

Alguns critérios apresentados no procedimento geral precisaram ser ajustados em função da adaptação ao desempenho do sujeito. Neste estudo, trabalhou-se com a abordagem de instrução programada, que prevê reformulações no procedimento com base nos resultados obtidos de cada sujeito. O objetivo é propiciar condições de ensino com alta densidade de reforçamento. Por este motivo, algumas alterações foram realizadas e serão descritas no decorrer da apresentação dos resultados.

Inicialmente serão apresentados os desempenhos totais em cada sessão, para cada sujeito. Em seguida, a análise dos dados envolverá o percentual de acertos para cada um dos atrasos e das relações aplicadas. Por fim, serão apresentados os efeitos das manipulações de IET nas condições de atraso que provocaram queda de desempenho.

Drácula

Drácula apresentava repertório de pareamento ao modelo por identidade com atraso de 1 s e IET de 6 s, com desempenho acima de 90% de acertos para nove relações treinadas em uma mesma sessão, alternando-se tentativas de identidade com os estímulos dos Conjuntos A, B e C.

Durante as manipulações experimentais, Drácula realizou 59 sessões com atraso fixo, que variou de 1,5 a 13,5 s, e o IET de 6 a 18s. Conforme apresentado na Figura 5, que mostra o desempenho médio nas diversas condições de combinação atraso/IET, o desempenho do sujeito variou de 72,22 a 100% de acertos. Os menores índices de acerto ocorreram nas sessões com atraso de 8 s e IET 6 s, e posteriormente, atraso de 9,5 s e IET 11 s. Em todas as sessões, a porcentagem de acerto manteve-se sempre acima do nível do acaso, representado

pela linha horizontal tracejada na figura 5, demonstrando que as condições de treino foram suficientes para manutenção de alta densidade de reforçamento na tarefa.

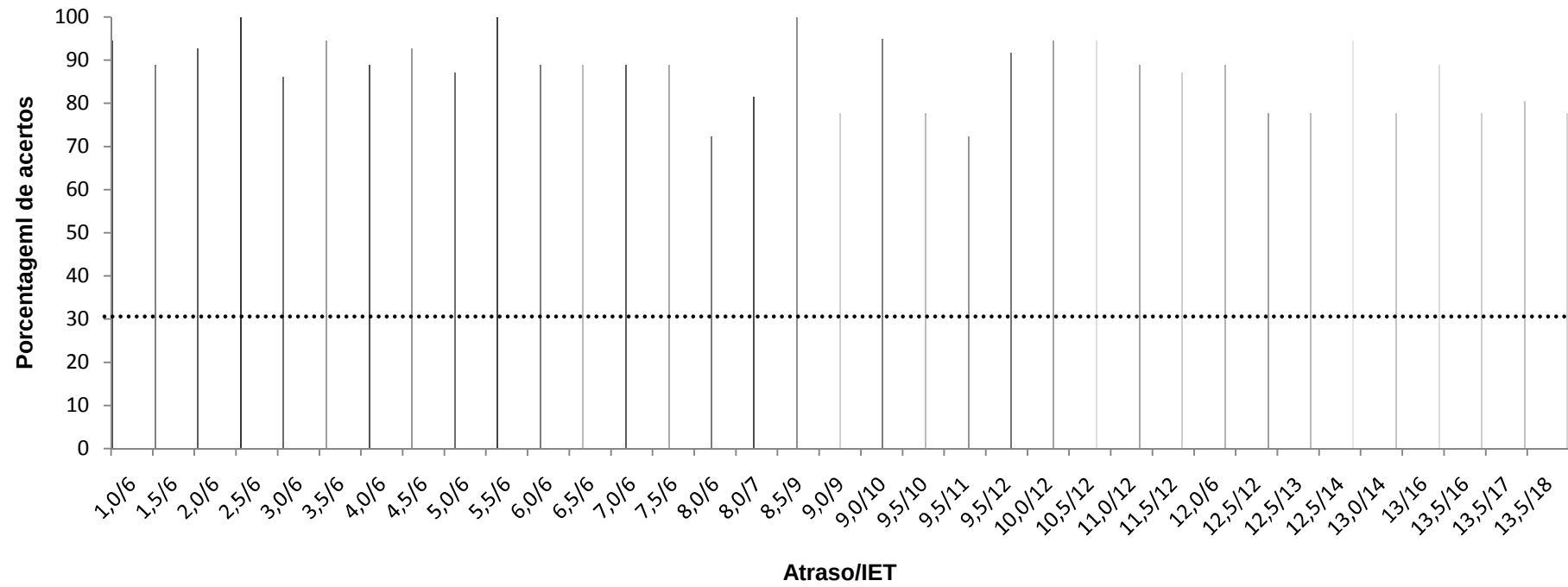


Figura 5. Média de acertos nas sessões de atraso fixo. Cada barra apresenta o desempenho para uma condição distinta, definida pelo atraso e o respectivo IET na sessão. A linha tracejada indica o nível do acaso. Sujeito: Drácula.

Nas sessões de atraso variável entre as tentativas, os critérios de aumento no atraso em sessões sucessivas precisaram ser ajustados porque apenas duas ou três tentativas, dentre as 18 de cada sessão, apresentavam atrasos máximos. Assim, o sujeito poderia apresentar 90% de acertos no total da sessão, errando todas ou algumas das tentativas de atrasos máximos, cujo desempenho perfeito era necessário para uma nova manipulação de aumento no atraso. Desta forma, nestas sessões o critério para novo aumento no atraso passou a ser de 90% de acertos no total da sessão e 100% nas tentativas com maior atraso.

A Figura 6 apresenta a porcentagem de acertos nas sessões com atraso variável. Drácula realizou 17 sessões neste formato e o atraso máximo variou de 13,5 a 15 s, sendo o IET 18 s em todas as sessões. A porcentagem de acertos variou de 72,22 a 100% de acertos. Um número maior de sessões (total de seis) foi aplicado para as sessões cujo atraso máximo era de 13,5 s. Além disso, o menor desempenho (72,22% de acertos) foi observado em uma das sessões desta condição. Embora seja o menor dentre os atrasos máximos, talvez esse número maior de sessões para critério tenha decorrido da introdução da novidade da tarefa, passando-se de sessões em que o mesmo atraso era apresentado em todas as tentativas, para sessões com atrasos que variavam nas diferentes tentativas.

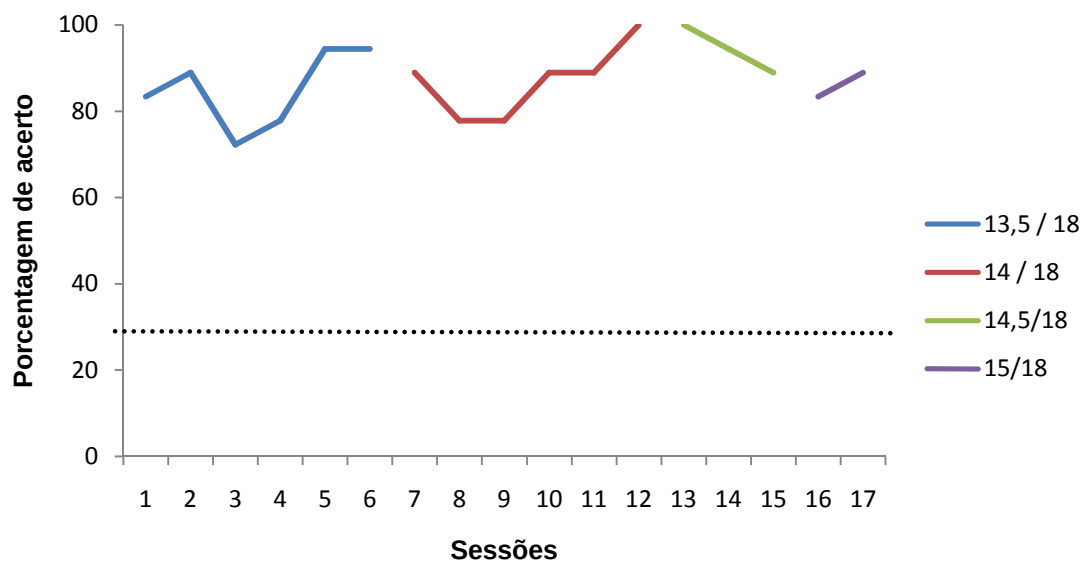


Figura 6. Porcentagem de acertos nas sessões com atrasos variáveis. As sessões com tentativas com os atrasos máximos de 13,5, 14, 14,5 e 15 s estão indicadas pela cor da linha. O IET era de 18 s em todas as sessões. A linha tracejada indica o nível do acaso. Sujeito: Drácula.

A Figura 7 apresenta o desempenho de Drácula, em termos do percentual de acertos no total de tentativas para cada um dos diferentes atrasos a que foi exposto no experimento. Os menores percentuais foram observados nos atrasos de 11, 13,5 e 14 s.

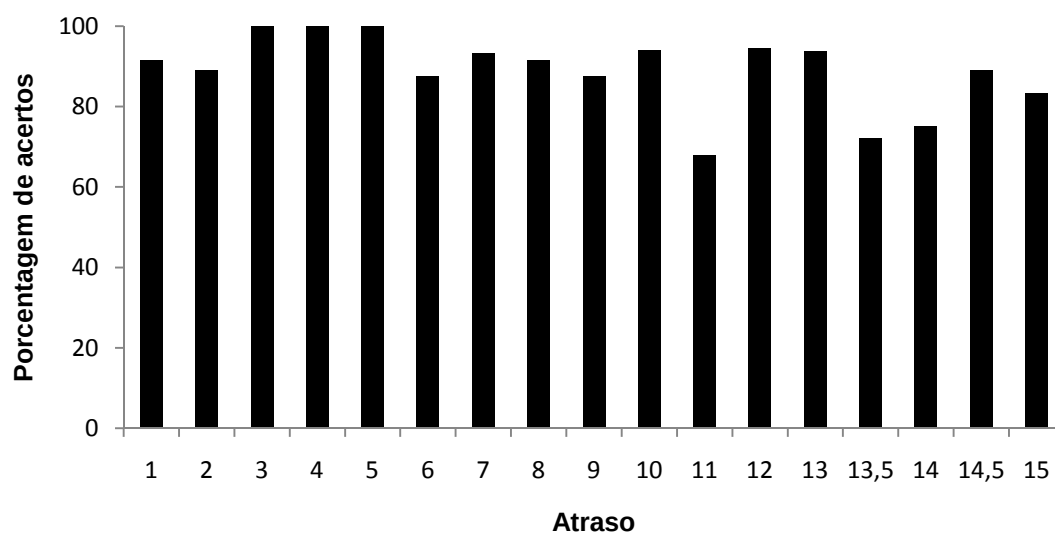


Figura 7. Porcentagem média de acertos por atraso nas sessões de atraso variável. Sujeito: Drácula.

Novamente, da perspectiva do valor do atraso, os desempenhos apresentaram-se sempre acima do nível do acaso.

As manipulações de atraso ocorreram para nove relações de identidade A-A, B-B e C-C, intercaladas nas sessões. A combinação relação e atraso em tentativas de diferentes sessões variou nas sessões cujos atrasos diferiam de tentativa a tentativa. Na Figura 8, apresentam-se as porcentagens de acerto para cada uma das nove diferentes relações. Considerando-se o tipo de relação de identidade como variável independente, Drácula apresentou desempenho acima do acaso nos nove tipos, com maior número de erros nas relações A1A1 e C2C2. No total de tentativas desta fase do estudo, o número de apresentação de cada uma das relações foi virtualmente o mesmo.

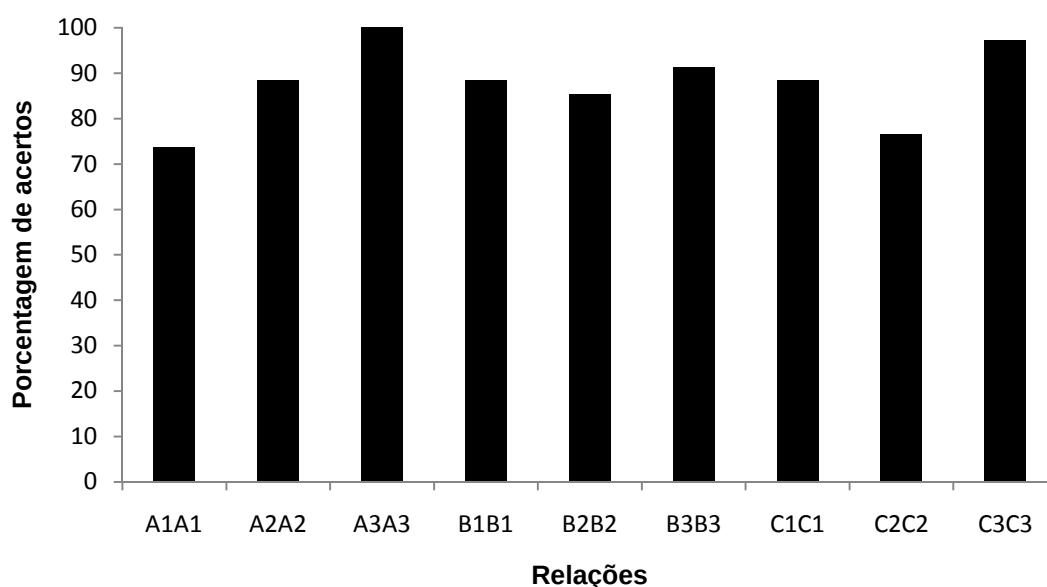


Figura 8. Porcentagem média de acertos por relação nas sessões de atraso variável. Sujeito: Drácula.

A Figura 9 apresenta os dados das sessões que envolveram a manipulação B, que consistiu no aumento do IET, realizada nas sessões com atraso fixo. O gráfico apresenta apenas as sessões em que, diante da queda de desempenho em função de aumento no

atraso, o IET foi aumentado em 1 s, a cada manipulação, com o objetivo de produzir recuperação do desempenho do sujeito. Apresenta-se a porcentagem de acertos por sessão, em cada condição de atraso. Acima das colunas são apresentados os atrasos das sessões, isoladas pelas linhas tracejadas em cada condição de atraso. No eixo x, apresenta-se a ordem cronológica de cada sessão no estudo e seu IET. Por exemplo, a primeira barra indica a porcentagem de acertos (72,22%) para a sessão 27, cujo atraso foi de 8 s e o IET de 6 s. Neste tipo de sessão, os aumentos graduais no IET para 7, 8 e 9 s, produziram aumento do desempenho para 88,89% de acertos.

Na condição de atraso de 9 s, quando o IET era também de 9 s, o desempenho inicial foi de 83,33%, caindo para 72,22% na sessão seguinte. O aumento do IET para 10 s recuperou o desempenho de Drácula para 100% de acertos nas tentativas da sessão.

Com 9,5 s de atraso, foram realizadas três sessões com IET de 10, 11 e 12 s, tendo o sujeito apresentado os desempenhos de 77,78, 72,22, 83,33 e 100% de acertos.

Quando o atraso aumentou para 12,5 s, o IET foi de 12, 13 e 14 s e o desempenho foi de 77,78, 77,78 e 94,44% de acertos.

O mesmo desempenho ocorreu com atraso de 13 s e os IET's de 14, 15 e 16 s.

No geral, a figura indica que a queda de desempenho produzida pelo aumento do atraso pode ser recuperada aumentando-se o intervalo entre as tentativas, sendo esta relação até o presente momento deste estudo, independente da duração do atraso.

Na última condição, em que as sessões tinham atrasos fixos de 13,5 s, as manipulações de IET's (16, 17 e 18 s) não produziram aumento de desempenho até critério de 90% de acertos, mesmo após a aplicação de cinco sessões. Nesta condição, observou-se um aumento no responder emocional, caracterizado como tocar frequentemente à tela do computador durante os atrasos e o IET, quando a tela permanecia preta. A tela preta sinalizava uma condição de não reforçamento. Os

aumentos sucessivos nos atrasos e no IET durante o experimento produziram a exposição do sujeito a longos períodos sem disponibilidade de reforçamento, o que talvez possa ter resultado no responder emocional. Assim, a manipulação dos atrasos a seguir ocorreu em sessões com atrasos variáveis entre as tentativas, desde atrasos curtos (1 s) até os mais duradouros, com o objetivo de reduzir o tempo total de exposição às condições correlacionadas com extinção.

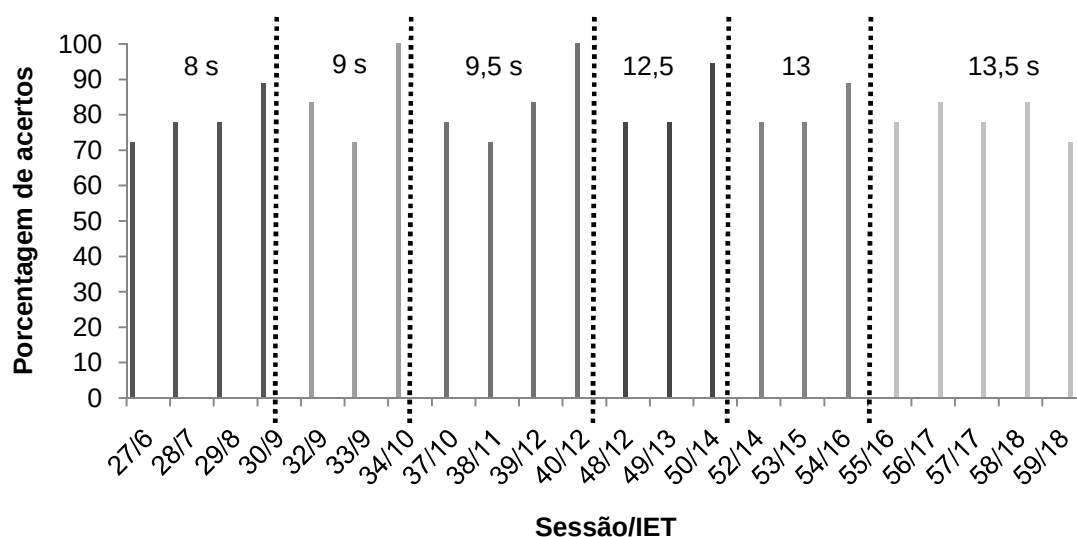


Figura 9. Porcentagem de respostas corretas nas sessões de atraso fixo ao longo da manipulação do atraso e do IET. Para cada atraso, indicado acima das colunas, mostra-se os desempenhos nas sessões com cada IET em ordem cronológica. As linhas tracejadas separam as condições de atrasos distintos. Sujeito: Drácula.

Ao detalhar os dados das sessões de atraso variável, é importante destacar que, especificamente com Drácula, eram intercaladas apresentações de atrasos pares e atrasos ímpares como forma de balancear a quantidade de apresentação dos mesmos.

Foram realizadas 17 sessões de atraso variável, com IET de 18 s, nas quais o atraso variou de 13,5 a 15 s. Pode ser verificado que foi necessário um maior número de sessões quando se alterou o tipo de sessão de atraso fixo para variável.

Quando o atraso foi aumentado para 13,5 s, foram realizadas seis sessões. Na primeira o desempenho no total da sessão foi de 83,33%, porém nas três tentativas

apresentadas com o atraso máximo o sujeito acertou apenas uma delas, ou seja, 33,33% de acertos. Na segunda, o desempenho no total foi de 88,89% de acertos e 100% das tentativas de atraso máximo. Na terceira sessão, houve queda no desempenho total para 72,22% de acertos, porém Drácula acertou as três tentativas de atraso máximo (100% de acertos). Em seguida apresentou desempenho total de 77,78% de acertos e 33,33% das tentativas de atraso máximo. Melhorando o desempenho na quinta sessão para 94,44% de acertos no total da sessão e 100% de acertos nas tentativas de atraso máximo.

Mesmo com o critério atingido, em função do balanceamento da sessão que considerou ora atrasos pares e ora atrasos ímpares, mais uma sessão foi realizada, na qual Drácula apresentou 94,44% de acertos no total da sessão e acertou duas das três tentativas de atraso máximo (66,66% de acertos).

Com atraso de 14s foram realizadas mais seis sessões, nas quais os desempenhos totais foram 88,89%; 77,78%; 77,78%; 88,89%; 88,89%; e 100% de acertos. Os desempenhos apresentados nas sessões para as três tentativas de atraso máximo foram, respectivamente: 66,66%; 66,66%; 33,33%; 66,66%; 100% e 100% de acertos.

Já com atraso de 14,5 s, foram realizadas três sessões para que Drácula alcançasse o critério, apresentando desempenho final de 88,89% no total da sessão e 100% de acertos nas tentativas com atraso máximo. Com Drácula o critério foi flexibilizado para desempenho de 88, 89% de acertos, pois como o número de tentativas total da sessão era de 18, o sujeito podia errar até duas tentativas.

A coleta de dados encerrou quando o sujeito estava realizando atraso de 15 s e IET de 18 s, onde foram necessárias duas sessões para que o sujeito atingisse o critério apresentando 88,89% de acertos no total da sessão e acertando as três tentativas de atraso máximo (100% de acertos).

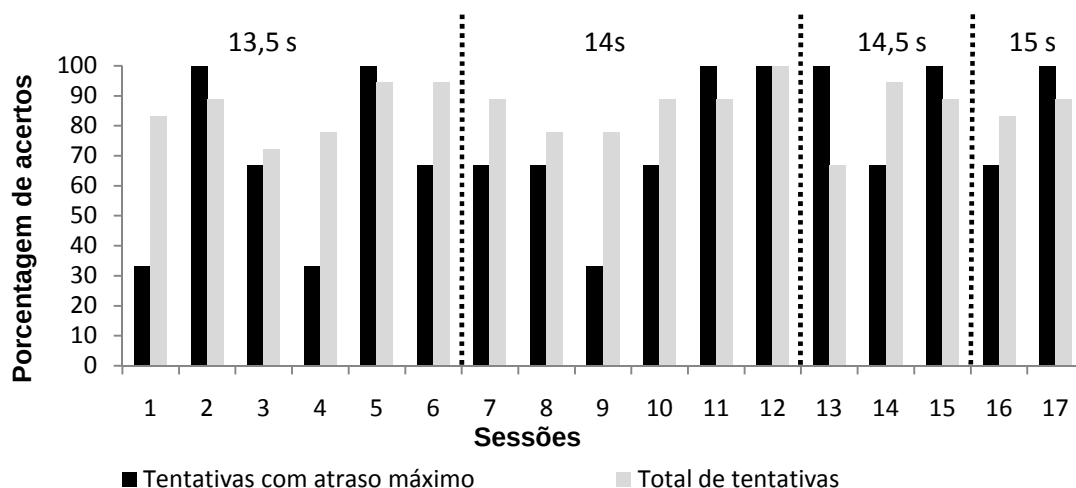


Figura 10. Porcentagem de respostas corretas nas sessões de atraso variável, com IET 18 s. Os diferentes atrasos são indicados acima das colunas. As linhas tracejadas separam as condições de atrasos distintos. As colunas pretas indicam desempenho nas tentativas com atraso máximo e as colunas cinzas indicam o desempenho no total de tentativas na sessão. Sujeito: Dracula.

Raul

Raul apresentava estabilidade de desempenho em altos índices de acertos (acima de 90%) no pareamento ao modelo arbitrário com cinco escolhas, atraso de 1 s e IET de 6 s. A estabilidade foi considerada a manutenção da performance em três sessões consecutivas compostas pelas cinco relações F-G e as reversas G-F. Como essas sessões haviam sido realizadas em um software diferente do utilizado no presente estudo, duas sessões de adaptação no novo software com as mesmas características foram aplicadas, em que a média de desempenho foi de 95% de acertos, critério estabelecido para o início da manipulação do atraso e do IET.

Raul realizou 55 sessões com atraso fixo nas quais o atraso variou de 1,5 a 5,5 s e o IET foi de 6 a 13 s. Nestas sessões o desempenho do sujeito variou de 50 a 100% de acertos, embora o sujeito tenha apresentado 50% de acertos em apenas uma sessão, com atraso de 5,5 s e IET de 12 s; particularmente nesta sessão, o equipamento de liberação de pelotas para os acertos em cada tentativa não funcionou, de forma que a redução do

desempenho pode ser atribuída à condição de extinção das respostas de escolha. A Figura 11 apresenta a porcentagem de acertos para cada uma das sessões; no eixo x, são indicados, para cada sessão, o atraso fixo e o respectivo IET. A linha tracejada indica o nível do acaso que é de 33% em tarefas com três escolhas.

Com base nos dados, pode-se perceber que o sujeito manteve desempenho elevado, em geral acima de 70% de acertos.

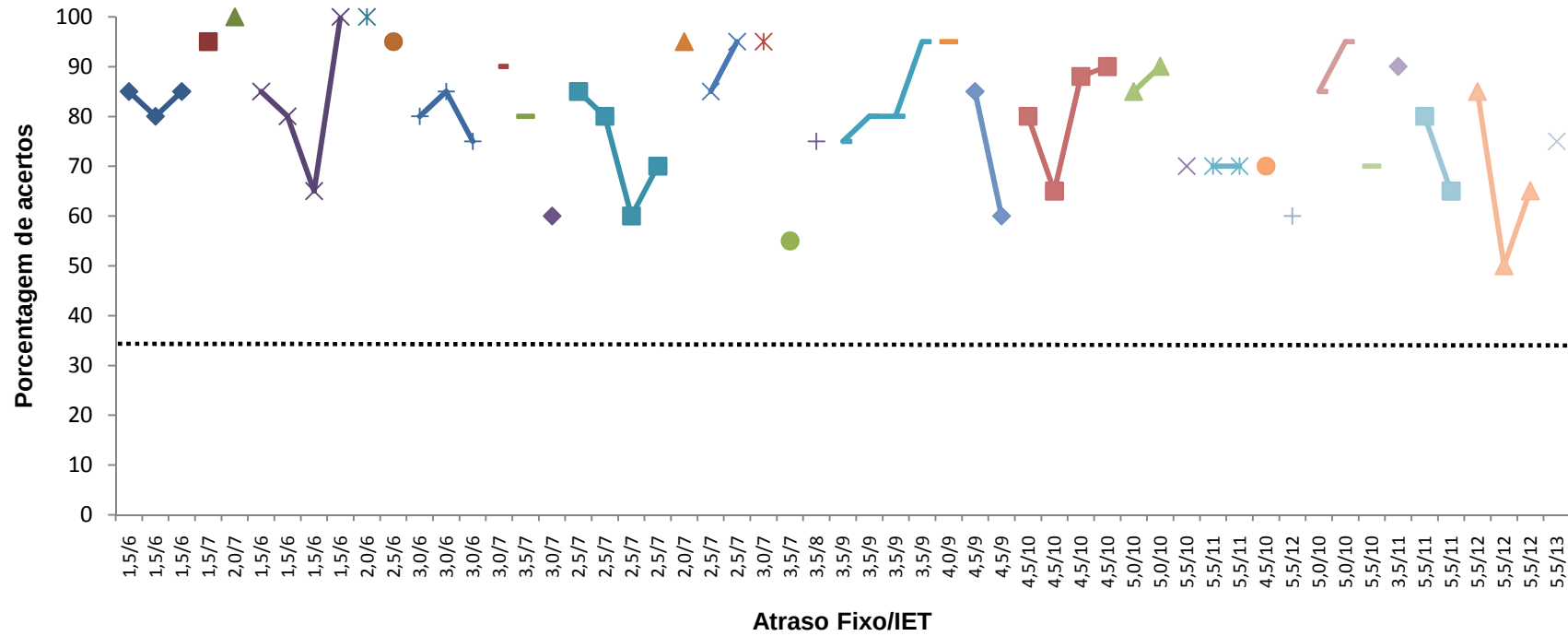


Figura 11. Porcentagem de acertos nas sessões de atraso fixo. Cada série representa uma condição de treino, definida pela combinação de atraso e IET na sessão. A linha tracejada indica o nível do acaso. Sujeito: Raul.

A Figura 12 apresenta a porcentagem de acertos nas sessões de atraso variável. Foram realizadas 27 sessões e o atraso máximo inicial foi de 5,5 s, sendo gradativamente aumentado até 9,0 s, conforme a manipulação A, de aumento do atraso de 0,5 em 0,5 s. O IET foi de 12 ou 13 s. Nestas sessões, o desempenho de Raul variou de 75 a 95% de acertos.

Da mesma forma que ocorreu com o Drácula, o critério para aumento dos atrasos ou IET foi modificado nas sessões com atraso variável. Para que a manipulação de aumento no atraso fosse realizada, dois critérios deveriam ser atingidos: 1) 90% de acertos no total da sessão e 2) escolha correta em todas as tentativas com o maior atraso.

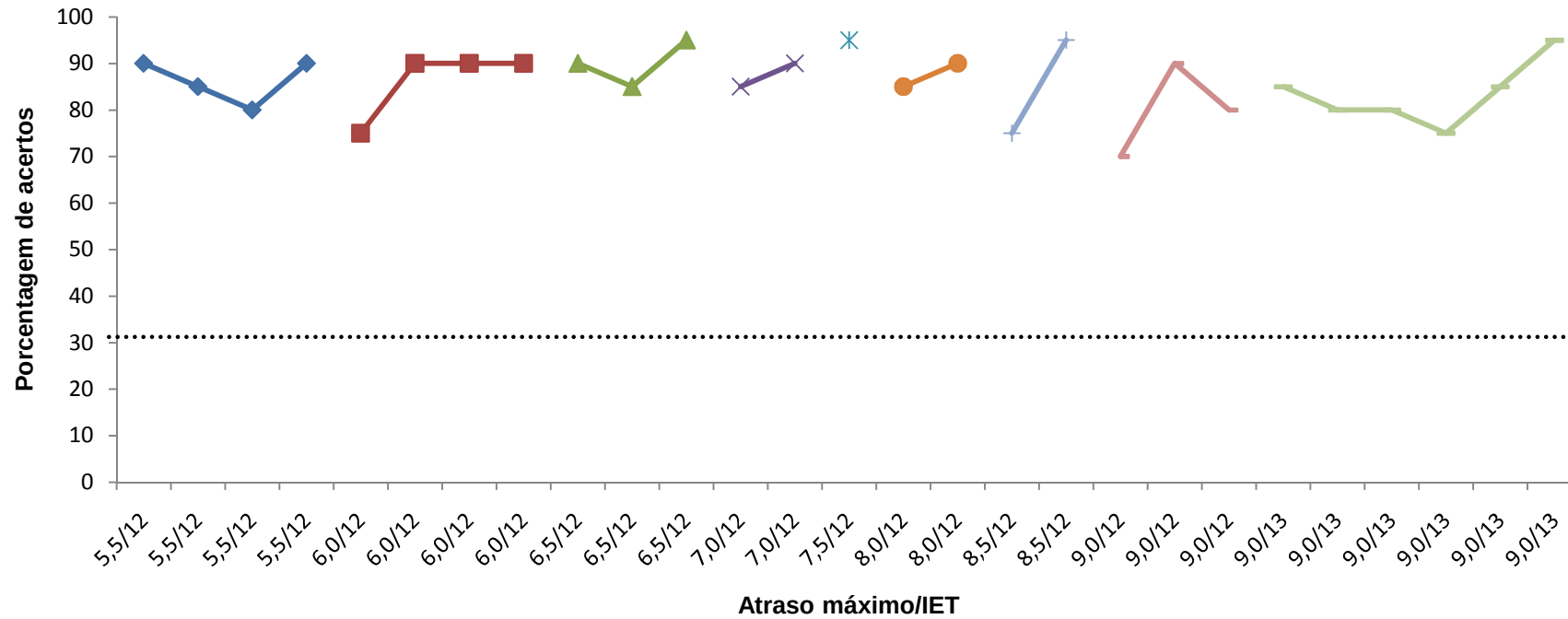


Figura 12. Porcentagem de acertos nas sessões de atraso variável. Cada série representa uma condição de treino, definida pela combinação de atraso máximo e IET na sessão. A linha tracejada indica o nível do acaso. Sujeito: Raul.

A seguir será descrito o desempenho de Raul para cada um dos atrasos aos quais foi exposto, em termos da porcentagem de acertos no total de tentativas apresentadas de cada atraso nas sessões com atrasos variáveis, nos diferentes atrasos (ver Figura 13). A Figura 14 apresenta a porcentagem de acerto no total de tentativas para cada uma das 10 relações, também para as sessões de atraso variável.

Quanto ao desempenho apresentado nos diferentes atrasos, Raul errou mais nos atrasos de 3,5, 6, e 7 s. O desempenho é apresentado em percentual, contudo existiram atrasos com maior número de tentativas que outros. Um número menor de tentativas com os atrasos de 3,5, 4,5, 5,5, e 6,5 s foi apresentado porque se optou em priorizar na composição da sessão a utilização de números inteiros (por exemplo, 1, 2, 3...), em detrimento de números decimais (por exemplo, 3,5, 4,5, 5,5...), que somente foram utilizadas como o atraso máximo da sessão. Na Figura 13, verifica-se que em geral o sujeito apresentou desempenho elevado na maioria dos atrasos.

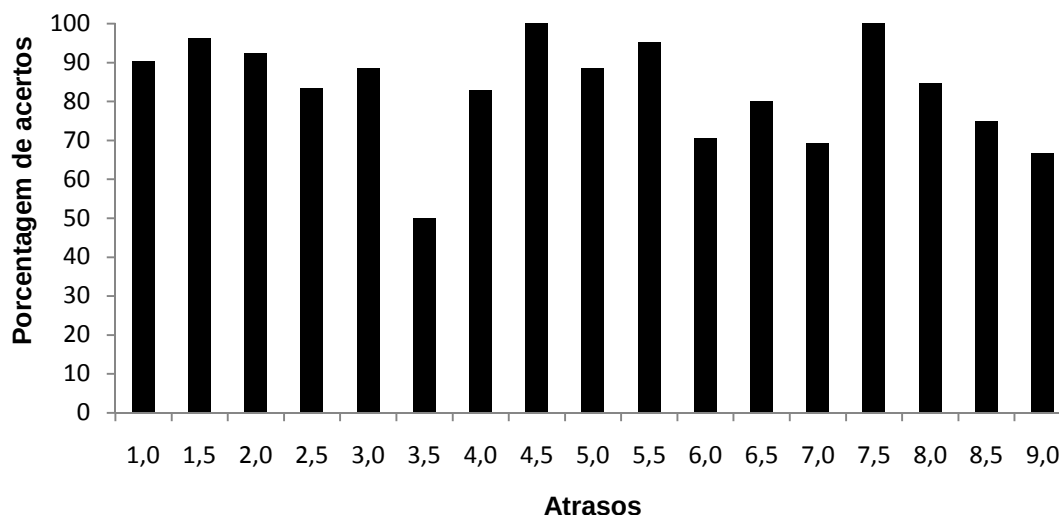


Figura 13. Porcentagem de acertos por atraso no total de tentativas apresentadas nas sessões de atraso variável. Sujeito: Raul.

No que se refere ao desempenho apresentado para cada relação, Raul apresentou mais erros nas relações F5G5, F6G6 e G7F7(ver Figura 14), embora o desempenho mínimo nessas relações tenha sido de cerca de 70% de acertos, bastante elevado em relação ao acaso.

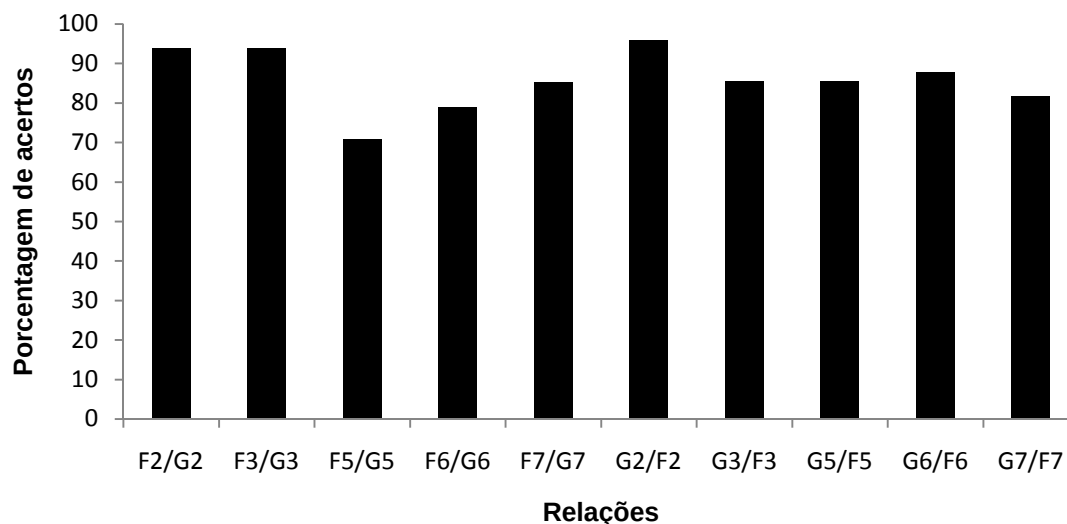


Figura 14. Porcentagem de acertos no total de tentativas apresentadas para cada relação apresentada nas sessões de atraso variável. Sujeito: Raul.

Para finalizar, os dados de Raul serão descritos enfatizando a melhora de desempenho produzida pela manipulação B, o aumento do IET, realizado quando o aumento de determinado atraso gerou queda de desempenho para níveis inferiores a 80% de acertos.

A Figura 15 apresenta a porcentagem de acertos nas sessões em que o aumento do atraso provocou queda de desempenho e nas sessões sucessivas em que a manipulação B, aumento do IET, possibilitou a recuperação dos níveis de acerto para acima de 90% de escolhas corretas. A figura apresenta a porcentagem de acertos executada pelo sujeito nas sessões e seus respectivos IET's; acima das barras são apresentados os atrasos para as sessões sucessivas. A figura apresenta apenas os dados

das sessões em que houve queda de desempenho com o aumento do atraso e, portanto, a manipulação do IET.

No atraso de 3 s, o desempenho foi de 75% de acertos. O aumento do IET de 6 s para 7 s produziu, em apenas uma sessão, o aumento da porcentagem para 90% de acertos.

Quando o atraso foi de 3,5 s e o IET de 7 s, Raul acertou apenas 55% das tentativas da sessão. O IET foi manipulado para 8 s, produzindo 75% de acertos, que exigiu nova manipulação de IET para 9 s, condição em que foram realizadas quatro sessões, nas quais os desempenhos apresentados foram os seguintes: 75, 80, 80 e 95% de acertos. Não houve nova manipulação do IET para 10 s após o desempenho de 75% de acertos na primeira sessão com IET 9 s, em função de problemas de equipamento que podem ter gerado esse baixo desempenho.

Ao passar para o atraso de 4,5 s, o sujeito desempenhou 60% de acertos, de forma que o IET subiu de 9 s para 10 s; nas quatro sessões desta condição, Raul apresentou 80, 65, 88 e 99%. A segunda sessão, em que o sujeito apresentou 65% de acertos, foi conduzida apenas 40 minutos após uma sessão de um experimento paralelo que o sujeito participava. A motivação provavelmente estava reduzida em função do consumo recente de pelotas na sessão anterior.

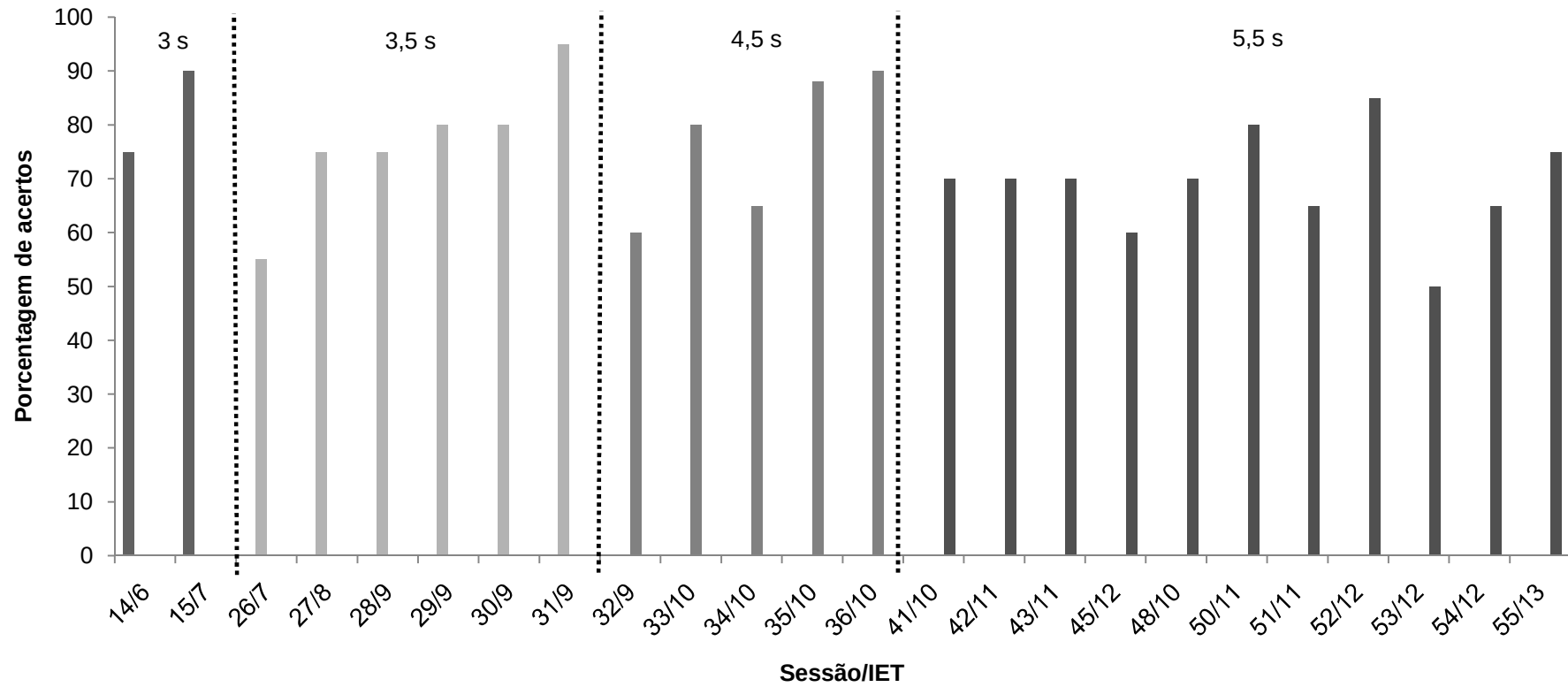


Figura 15. Porcentagem de acertos em seqüências de sessões com mesmo atraso e manipulação do IET. São apresentados os dados para as sessões de atraso fixo. As linhas tracejadas separam as condições de atrasos distintos. Sujeito: Raul.

Nos atrasos de 3 s, 3,5 s e 4,5 s, acima descritos, o aumento do IET foi efetivo para a recuperação do desempenho do sujeito. Já para as sessões com atraso de 5,5 s, o aumento do IET não produziu o mesmo efeito, de modo que o sujeito não alcançou o critério de 90% de acertos para que um novo aumento de atraso fosse aplicado, mesmo após a sua exposição a 11 sessões. Observações não sistemáticas das filmagens dessas sessões conduziram à consideração de que as falhas do sujeito estavam ocorrendo não somente em função do aumento no atraso, mas também por um tipo de responder emocional apresentado. Como já discutido, os aumentos sucessivos de atraso e de IET estavam tornando as sessões longas, com grande exposição do sujeito a condições de extinção, o que produzia responder emocional caracterizado pelo aumento da frequência de toques na tela preta. Esses toques produziam erros ocasionais quando aconteciam durante os atrasos. Os erros ocasionais eram aqueles em que o sujeito tocava a tela durante o final do atraso e o início da apresentação das comparações escolhendo ao acaso um S-, quando este era apresentado no local do toque repetitivo.

Visando a redução dos toques à tela preta, foram realizadas 11 sessões de reforçamento diferencial com o Raul, nas quais as respostas de toque à tela preta pospunham a apresentação de uma nova tentativa e as respostas de toque ao estímulo presente na tela produziam reforço. Nas primeiras sete sessões, o critério estabelecido para a passagem para a tentativa seguinte era a ausência de toques por, no mínimo, 6 s na presença da tela preta. Nas quatro sessões seguintes, o tempo requerido sem toques aumentou gradualmente para 7, 8, 9 e 10 s. Quando o sujeito apresentou redução de respostas de tocar a tela preta (tocou apenas duas vezes na tela preta na última sessão de modelagem) o procedimento de DMTS foi retomado.

Neste momento, foram criadas as sessões com atraso variável para que as sessões não se tornassem muito extensas, já que seriam compostas também por tentativas com atrasos curtos.

Nas sessões de atraso variável, o aumento de IET foi aplicado apenas quando o atraso máximo chegou a 9 s. A Figura 16 apresenta os resultados do aumento do atraso para 9 s e os resultados obtidos neste mesmo atraso quando foi aplicado o aumento do IET. Conforme demonstra a Figura 16, na Sessão 21, com IET de 12 s, desempenho total foi de 80% de acertos, porém o sujeito escolheu incorretamente nas duas tentativas de atraso máximo. O IET foi aumentado para 13 s e foram realizadas seis sessões; em cinco delas o desempenho foi de 100% de acertos nas tentativas com atraso máximo. O treino nesta condição era mantido quando o sujeito apresentava desempenho no total da sessão de até 70% de acertos, desde que acertasse as duas tentativas de atraso máximo da mesma sessão. Na quinta sessão realizada, o sujeito atingiu ambos os critérios para aumento de atraso, tendo desempenho total de 95% de acertos e escolhas corretas em ambas as tentativas de atraso máximo.

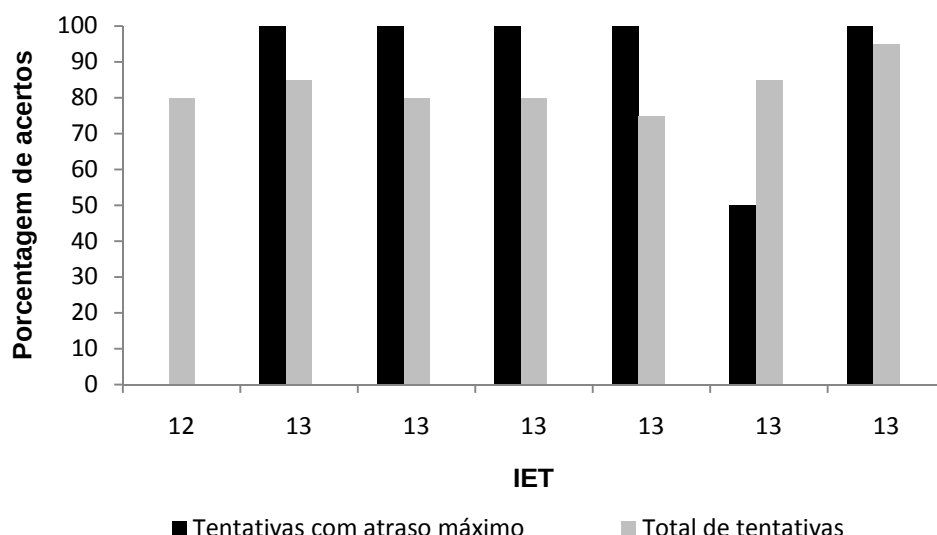


Figura 16. Porcentagem de acertos nas sessões de atraso variável, com atraso máximo de 9 s, em que o aumento do atraso gerou queda de desempenho e o aumento do IET, sua

recuperação. As colunas pretas descrevem a porcentagem de acertos nas tentativas de atraso máximo (9 s) na sessão e as colunas cinzas descrevem a porcentagem de acertos no total da sessão. Sujeito: Raul.

Na sequência da coleta de dados o sujeito não alcançou mais os critérios estabelecidos no procedimento e considerou-se que o sujeito não conseguiu fazer relação entre o modelo e as comparações e atingir critério pré-estabelecido. Todavia, nosso objetivo de verificar até que ponto o sujeito conseguia ficar sob controle do estímulo modelo ao acessar as comparações foi alcançado. O sujeito conseguiu realizar o DMTS arbitrário até o atraso 9 s e IET de 13 s. A coleta continua a ser realizada no sentido de resgatar o desempenho do sujeito. Outra alternativa será resgatar a linha de base de identidade de Raul e replicar o procedimento nessa nova tarefa.

DISCUSSÃO

O paradigma do pareamento ao modelo com atraso, ou DMTS, possibilitou verificar a manutenção de controle exercido pelo estímulo modelo sobre a escolha das comparações corretas, ainda que o modelo tivesse desaparecido da vista do sujeito por um determinado período de tempo antes da apresentação das escolhas que permitem a emissão da resposta que produz o reforço (White, 1985; Wixted, 1989).

A literatura relata a tendência de perda de desempenho com o aumento do atraso (Santi & Hope, 2001; Santi, Lellwitz, & Gagne, 2006; Singer, Klein, & Zentall, 2006), mas observou-se no presente estudo a possibilidade de manter desempenhos em altos níveis em macacos-prego quando as condições experimentais envolveram aumentos sutis do atraso, de 0,5 em 0,5s e aumentos no intervalo entre tentativas (IET), juntamente com o ajuste dos parâmetros do procedimento às variações no desempenho de cada sujeito. Este dado ganha destaque na pesquisa já que os trabalhos realizados realizam um aumento mais brusco, menos sutil o que pode estar interferindo negativamente no desempenho apresentado pelos sujeitos.

Os ajustes no procedimento foram realizados de forma adaptada ao desempenho apresentado por cada sujeito, introduzindo-se mudanças nos critérios em função do desempenho de cada sujeito, de forma consistente com os princípios de instrução programada da Escola Experimental de Primatas que visa primordialmente condições de ensino com alta densidade de reforçamento e pouca exposição ao erro (Galvão *et al.*, 2002; Barros *et al.*, 2005).

Na literatura de DMTS, em geral, os estudos envolvem a apresentação de apenas duas comparações como escolhas e o treino de apenas duas relações, usualmente de pareamento ao modelo por identidade. Neste estudo, optou-se por uma tarefa mais complexa com maior número de comparações apresentadas (três a cada tentativa) e treino de maior número de relações entre estímulos, conforme apresentado nas Figuras 2 e 3.

Drácula foi exposto a um procedimento de DMTS de identidade com nove relações treinadas em uma mesma sessão e Raul foi exposto a um procedimento de DMTS arbitrário com dez relações entre estímulos, sendo 5 A-B e suas simétricas B-A. A questão de se a diferença nas tarefas (identidade x arbitrário) é uma variável que afeta o desempenho no pareamento com atraso deve ainda ser respondida por pesquisa adicional, na medida em que o pareamento arbitrário restrito a um conjunto de relações diretamente treinadas não reflete um repertório emergente de formação de classes. Tal repertório pode ocorrer no pareamento por identidade, como no caso de Drácula, que atingiu rapidamente um excelente desempenho com conjuntos novos de estímulos no pareamento por identidade, enquanto com Raul, após vários pares arbitrários e seus reversos aprendidos, ainda não mostrou, para uma nova relação arbitrária aprendida, maior facilidade no desempenho com o par reverso.

A abordagem ao ensino de DMTS utilizada envolveu sessões com atraso fixo e sessões com atraso variável entre o desaparecimento do modelo e a apresentação das comparações. Nas sessões que envolviam tentativas com atrasos variáveis, o desempenho com atrasos menores, aprendido previamente, parece ter possibilitado a manutenção de altos índices de acertos à medida que valores maiores de atraso eram introduzidos. Além disso, as tentativas com atraso maior que poderiam diminuir a densidade de reforçamento na sessão foram contrabalanceadas com uma proporção de tentativas com menor atraso.

Com relação aos desempenhos totais apresentados nas sessões de atraso fixo, em termos do número de sessões necessárias para o avanço nos atrasos, Drácula apresentou melhor desempenho no DMTS de identidade do que Raul no DMTS arbitrário (ver Figuras 5 e 11). Drácula evoluiu, em 59 sessões, de um atraso fixo de 1,5 s e IET de 6 s, para um atraso fixo de 13,5 s e IET de 18 s, enquanto Raul evoluiu em 55 sessões de um atraso fixo de 1,5 s e IET de 6 s, para um atraso fixo de 5,5 s e IET de 13 s. O atraso de 13,5 s de Drácula foi maior que o de 5,5 s de Raul indicando que a manutenção do controle pelo modelo com o aumento

do atraso é mais fácil na tarefa de DMTS de identidade do que do DMTS arbitrário. Raul deverá ser submetido ao DMTS de identidade para podermos ter uma comparação mais apropriada, considerando as idiossincrasias de cada sujeito.

Ainda no procedimento de atraso fixo, com a manipulação gradual do aumento no atraso e duração do IET o desempenho foi mantido acima de 80% de acertos mesmo com o aumento no atraso, embora para ambos os sujeitos e tarefas, a precisão do desempenho tenha decrescido a partir de determinado valor do atraso. Para Drácula, esse decréscimo ocorreu aos 13,5 s e para Raul, aos 5,5 s. A manutenção do desempenho com atraso maior na tarefa de identidade do que na tarefa arbitrária confirma os dados de White (1985). Por esse dado, poder-se-ia inferir novamente que a tarefa de identidade seja mais simples de ser executada em DMTS.

É importante destacar que nas sessões de maior atraso fixo, para Drácula 13,5 s e para Raul, 5,5 s, os sujeitos apresentaram alta frequência de tocar a tela do computador durante os períodos de atraso e de IET, que supostamente estão correlacionados com ausência de reforçamento. Tal comportamento foi identificado como responder emocional, característico do processo de extinção de respostas.

Nesse momento, a programação de sessões com atrasos variáveis em lugar de sessões com atraso fixo possibilitou medir o controle pelo estímulo modelo em atrasos cada vez maiores reduzindo-se a interferência do responder emocional sobre as escolhas, sem que necessariamente a sessão ficasse muito extensa, já que a sessão era composta por tentativas de atrasos variáveis, incluindo-se desde atrasos curtos (1 s) até os mais duradouros, técnica que reduziu o tempo total de exposição às condições correlacionadas com extinção.

No que se refere às sessões com atraso variável, Raul apresentou no ARBDMTS maior avanço de atraso nas sessões do que Drácula no DMTS de identidade (ver Figuras 7 e 12). Drácula realizou 17 sessões, para avançar apenas três atrasos, de 13,5 a 15 s, com 18 s de IET;

enquanto Raul realizou 27 sessões e avançou sete atrasos, de 5,5 a 9,0 s, com IET de 12 ou 13 s. Neste caso, pode parecer que o aprendizado foi mais fácil para o ARBDMTS do que para o IDDMTS. Contudo, este dado pode ser explicado pela extensão do treino na tarefa de parear ao modelo, o que provavelmente facilitou o melhor desempenho para Raul que executou um maior número de sessões com atraso variável do que Drácula. Com o decorrer da exposição, Drácula possivelmente poderia apresentar progressos no desempenho precisando de menor número de sessões para atingir o critério estabelecido.

Tais resultados corroboram as descobertas de estudos anteriores que indicam que o treino prolongado à tarefa de DMTS com diversos atrasos produz melhores índices de acerto, inclusive nos atrasos maiores (Dorrance, Kaiser & Zentall, 2000; Kangas, Berry, & Branch, 2011; Nelson & Wasserman, 1978; Rayburn-Reeves & Zental, 2009; Sargisson & White, 2001; Sherburne, Zentall, & Kaiser, 1998; Spetch & Rusak, 1989). Como dito anteriormente, em relação à manipulação do IET, Nelson e Wasserman (1978) estudaram os efeitos da variação do IET no desempenho de DMTS e identificaram que o aumento do IET geralmente leva ao aumento das taxas de resposta sobre o S+ e diminuição das taxas de resposta ao S- em tarefas de pareamento ao modelo sucessivo, go/no-go (Zentall, & Hogan, 1975).

Para ambos os sujeitos, ocorreram quedas de desempenho imediatamente após os aumentos do atraso, que puderam ser recuperadas com a manipulação de aumento do IET (ver Figuras 9 e 15) tanto nas sessões de atraso fixo quanto nas sessões de atraso variável; assim, aumentos de IET também produzem precisão de desempenho em tarefas de pareamento com atraso. A análise detalhada dos dados, que será possível de ser feita quando for concluída a coleta, poderá evidenciar correlações e tendências ainda não evidentes pelo simples exame dos dados já disponíveis.

Outro aspecto a ser discutido é que houve diferença quanto à perda de desempenho entre os sujeitos. Com Drácula, não foi possível identificar onde houve a queda de

desempenho, pois a coleta de dados finalizou para este sujeito quando realizava sessões de atraso variável com atraso máximo de 15 s e IET de 18 s, sendo que em apenas duas sessões o sujeito revelou precisão no desempenho, atingiu o critério com 88,89% de acertos no total da sessão e acertou as três tentativas de atraso máximo (100% de acertos). A coleta de dados continua a ser realizada para que seja verificada a queda na precisão de desempenho a níveis inferiores a 70% de acertos. Posteriormente, será iniciado o treino de relações arbitrárias para que o experimento possa ser reproduzido com Drácula em DMTS arbitrário.

Já Raul conseguiu realizar o ARBDMTS preciso até o atraso 9 s, com IET de 13 s. A partir destes números, Raul não alcançou mais os critérios estabelecidos no procedimento e considerou-se que o sujeito não conseguiu fazer relação entre o modelo e as comparações e atingir critério pré-estabelecido. A coleta continua a ser realizada, com a diminuição gradual do valor do atraso máximo, no sentido de resgatar o desempenho do sujeito. Outro passo será retomar a linha de base de identidade de Raul e replicar o procedimento nesta tarefa.

Como este estudo possui caráter exploratório e ainda não houve uma queda ao nível do acaso no desempenho do sujeito devido as constantes análises e ajustes no procedimento, ainda não se pode afirmar até que atraso e IET os sujeitos podem apresentar desempenho acima de 90%. Todavia, a coleta de dados continua para que seja avaliado até que ponto os sujeitos podem apresentar o desempenho estipulado. Além disso, outros sujeitos estão sendo submetidos ao procedimento para ampliar a possibilidade de comparativo e confirmar os dados já levantados.

Com os experimentos realizados e os dados levantados confirma-se que: 1) O aumento no atraso entre o desaparecimento do modelo e a apresentação das comparações produz queda de desempenho e 2) O aumento no IET em condições em que o aumento no atraso produz queda de desempenho pode melhorar o desempenho do sujeito.

Identifica-se ainda que o aumento no intervalo de atraso, realizado de forma gradual, neste caso, de 0,5 em 0,5 s favorece o desempenho do sujeito. Em geral a literatura desenvolve trabalhos que utilizam aumentos maiores o que pode dificultar a manutenção de um bom desempenho na realização da tarefa.

Futuramente podem ser realizados estudos para averiguar se o treino em condições com atrasos acima de 0 s pode gerar uma linha de base tão precisa quanto a observada para Raul e Drácula, cuja estabilidade em sessões sucessivas mantinha-se sempre acima de 90% de acertos (Nelson & Wasserman, 1978; Kangas, Berry, & Branch, 2011). Além disso, outros estudos podem investigar se um número maior de respostas de toque exigidas ao modelo produz maior controle do modelo sobre a escolha das comparações (White, 1985; Cohen, Looney, Brady, & Aucella, 1976; Roberts, 1972). A quantidade de números de toques ao modelo parece interferir no aprendizado da tarefa de DMTS. Neste estudo não foi possível testada esta hipótese, pois em todo o estudo foram requeridos cinco toques ao modelo como resposta de observação. Porém, estudos que testem esta variável podem ampliar a visão sobre questionamentos referentes ao procedimento de DMTS já utilizados.

Outra possibilidade é testar a experiência com determinados estímulos. Etkin e D'Amato (1969) defendem que o desempenho de pareamento pode ser influenciado pela experiência com os estímulos usados. Porém, este dado não foi mensurado, mas pesquisas futuras podem manipular essa variável de forma a verificar se a experiência com determinada relação favorece o desempenho do sujeito.

Por fim, pode ser medido o efeito da iluminação da câmara experimental durante os atrasos sobre o desempenho de escolha, dado que existem estudos que indicam aumento de precisão em macacos-prego quando a luz da câmara experimental permanece apagada (Salmon & D'Amato, 1981; D'Amato & O'Neil, 1971).

Este estudo foi pensado com o objetivo de desenvolver testes não verbais para avaliação de crianças com déficit provenientes da contaminação por mercúrio nas regiões de garimpo na Amazônia. O objetivo é estabelecer inicialmente os parâmetros de treino e teste em tarefas de pareamento ao modelo com atraso em macacos-prego, para posteriormente desenvolver procedimentos similares que permitam caracterizar o desempenho de crianças normais e com evidência de contaminação por mercúrio.

A longo prazo, a continuidade e aprofundamento deste estudo, ampliando os parâmetros aqui estudados, poderá respaldar a atuação com sujeitos não humanos com depósito de mercúrio. O objetivo final é de se estruturar testes comportamentais capazes de medir repertórios relacionados a funções de memória e aprendizagem na população humana afetada com a contaminação por mercúrio na região amazônica.

Alguns estudos ainda precisam ser conduzidos para que sejam definidos os parâmetros de testes a serem realizados com a população humana. É importante que sejam identificados o padrão ideal de aumento do atraso, se um aumento mais sutil facilita o aprendizado se comparado a um aumento maior. Examinar o IET ideal para cada aumento de atraso quando há queda de desempenho, se há uma razão entre o tamanho do atraso e o tamanho do IET adequada ao melhor desempenho de todos os sujeitos ou específica para cada sujeito. Um passo adicional seria identificar padrões de erros por atraso aplicado, tanto nas tarefas de DMTS de identidade quanto de arbitrário e outras variáveis intervenientes que podem afetar a resolução da tarefa.

Vale ressaltar que nossa abordagem dos processos de memória e de aprendizagem tem como base a teoria biocomportamental de Donahoe & Palmer (1994) segundo a qual o comportamento complexo que envolve constructos teóricos como a memória é descrito como um produto emergente de seleções de relações estímulo-resposta cada vez mais complexas,

uma singular combinação de processos comportamentais e biológicos básicos agindo de uma forma específica para gerar relações cada vez mais complexas.

REFERÊNCIAS

- Abreu, N., & Mattos, P. (2010). Memória. Em Malloy-Diniz, L. F. *Avaliação Neuropsicológica*. Porto Alegre: Artmed.
- Barros, R. S., Galvão, O. F., & McIlvane, W. J. (2002). Generalized identity matching-to-sample in *Cebus apella*. *The Psychological Record*, 52, 441-460.
- Barros, R. S., Galvão, O. F., Brino, A. L. F., Goulart, P. R. K., & McIlvane, W. J. (2005). Variáveis de procedimento na pesquisa sobre classes de equivalência: contribuições para o estudo do comportamento simbólico. *Revista Brasileira de Análise do Comportamento*, 1, 15-27.
- Bakir, F., Damluji, S. F., & Amin-Zaki, L. (1973). Methylmercury poisoning in Iraq. *Science*, 181, 230-241.
- Bastos, W. R., Gomes, J. P., Oliveira, R. C., Almeida, R., Nascimento, E. L., Bernardi, J. V., de Lacerda, L. D., da Silveira, E. G., & Pfeiffer, W. C. (2006). Mercury in the environment and riverside population in the Madeira River Basin, Amazon, Brazil. *Science Total Environment*, 368, 344-51.
- Berryman, R., Cumming, W. W., & Nevin, J. A. (1963). Acquisition of delayed matching in the pigeon. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 6, 101-107.
- Blough, D. S. (1959). Delayed matching in the pigeon. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 2, 151-160.
- Brino, A. L. F., Barros, R. S., Galvão, O. F., Garotti, M., Cruz, I. R. N., Santos, J. R., Dube, W. V., & McIlvane, W. J. (2011). Sample stimulus control shaping and restricted stimulus control in capuchin monkeys: A methodological note. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 95, 387-398.

- Brino, A. L. F., Assumpção, A. P., Campos, R. S., Galvão, O. F., & McIlvane, W. J. (2010). *Cebus cf. apella* exhibits rapid acquisition of complex stimulus relations and emergent performance by exclusion. *Psychology & Neuroscience*, 3, 209- 215.
- Brino, A. L. F., Galvão, O. F., & Barros, R. S. (2009). Successive identity matching to sample tests without reinforcement in *Cebus apella*. *Ciências & Cognição*, 14, 02-11.
- Budtz-Jorgensen, E., Grandjean, P., Keiding, N., White, R. F., & Weihe, P. (2000). Benchmark dose calculations of methylmercury-associated neurobehavioral deficits. *Toxicology Letters*, 112-113, 193-199.
- Cohen, L. R., Looney, T. A., Brady, J. H., & Auceella, A. F. (1976). Differential sample response schedules in the acquisition of conditional discriminations by pigeons. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 26, 301-314.
- Counter, S. A., Buchanan, L. H., & Ortega, F. (2005). Neurocognitive impairment in lead-exposed children of Andean lead-glazing workers. *Journal of Occupational and Environmental Medicine*, 47, 1-7.
- Counter, S. A., & Buchanan, L. H. (2004). Mercury exposure in children: A review. *Toxicology & Applied Pharmacology*, 198, 209-230.
- Cumming W. W., & Berryman R. (1961). Some data on matching behavior in the pigeon. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 4, 281-284.
- Cumming W. W., & Berryman R. (1965). The Complex Discriminate Operant: studies of matching to sample e related problems. Em D. I. Mostofski (Ed.) *Stimulus Generalization*, pp. 284-330. Stanford: Stanfor University Press.
- Davidson, P. W., Myers, G. J., & Weiss, B. (2004). Mercury exposure and child development outcomes. *Pediatrics*, 113, 1023-1029.
- de Jesus, I. M., de Oliveira Santos, E. C., da Silva Brabo, E., Loureiro, E. C., de Magalhaes Camara, V., Mascarenhas, A. F., da Silva, D. F., & Cleary, D. (2001). Exposure to

- elemental mercury in urban workers and gold miners from the Tapajós Region, Para, Brazil. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology*, 67, 317-323.
- Debes, F., Jorgensen, E. B., Weihe, P., White, R., & Grandjean, P. (2006). Impact of prenatal methylmercury exposure on neurobehavioral function at age 14 years. *Neurotoxicology and Teratology*, 28, 363-375.
- Dietrich, K. N., Eskenazi, B., Schantz, S., Youlton, K., Rauh, V. A., Johnson, C. B., Alkon, A., Canfield, R. L., Pessah, I. N., & Berman, R. F. (2005). Principles and Practices of Neurodevelopmental Assessment in Children: Lessons Learned from the Centers for Children's Environmental Health and Disease Prevention Research. *Environmental Health Perspectives*, 113, 1437-1446
- Donahoe, J. W., & Palmer, D. C. (1994). *Learning and complex behavior*. Boston: Allyn & Bacon.
- Dorrance, B. R., Kaiser, D. H., & Zentall, T. R. (2000). Event duration discrimination by pigeons: The choose-short effect may result from retention-test novelty. *Animal Learning & Behavior*, 28, 344-353.
- Ellingsen, D. G., Bast-Petesen, R., Efskind, J., & Thomassen, Y. (1990) Neuropsychological effects of low mercury vapor exposure in choralcali workers. *Neurotoxicology*, 22, 249-258.
- Etkin, M., & D'Amato, M. R. (1969). Delayed matching-to-sample and short-term memory in capuchin monkey. *Journal of Comparative and Physiological Psychology*, 69, 544-549.
- Fantino, E., & Logan, C. A. (1979). *The experimental analysis of behavior: A biological perspective*. San Francisco, CA: Freeman.
- Fonseca, M. F., Torres, J. P. M., & Malm, O. (2007). Interferentes ecológicos na avaliação cognitiva de crianças ribeirinhas expostas a metilmercúrio: o peso do subdesenvolvimento. *O ecologia Brasiliensis*, 11, 277-296.

- Galvão, O. F., Barros, R. S., Rocha, A. C., Mendonça, M., & Goulart, P. R. K. (2002). Escola experimental de primatas. *Estudos de Psicologia*, 7, 361-370.
- Galvão, O. F., Barros, R. S., Santos, J. R., Brino, A. L. F., Brandão, S., Lavratti, C. M., Dube, W. V., & McIlvane, W. J. (2005). Extent and limits of the matching concept in *Cebus apella*: A matter of experimental control? *The Psychological Record*, 55, 219-232.
- Grandjean, P., Weihe, P., White, R. F., & Debes, F. (1998). Cognitive performance of children prenatally exposed to "safe" levels of methylmercury. *Environmental Research*, 77, 165-172.
- Hassan, A., Velazquez, E., Belmar, R., Coye, M., Drucker, E., Landrigan, P. J., et al (1981). Mercury poisoning in Nicaragua: a case study of the export of environmental and occupational health hazards by a multinational corporation. *International Journal of Health Services*, 11, 221-227.
- Helene, A. F., & Xavier, G. F. (2000). Acquisition of implicit Knowledge by imagery and actual training: is there functional equivalence? *European Journal of Neuroscience*, 12, 436. (suppl.11).
- Iversen, I. H.; Sidman, M., & Carrigan, P. (1986). Stimulus definition in conditional discrimination. *Journal of Experimental Analysis of Behavior*, 45, 297-304.
- Kangas, B. D., Berry, M. S., & Branch, M. N. (2011). On the development and mechanics of delayed matching-to-sample performance. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 95, 221-236.
- Kinjo, Y., Nakano, A., Sakamoto, M., Futatsuka, M., & Kato, H. (1991). Clarification of mortality patterns among Minamata disease patients. *Environmental Sciences*, 1, 73-88.
- Kishi, R., Doi, R., Fukuchi, Y., Satoh, H., Satoh, T., Ono, A., Moriwaka, F., Tashiro, K., Nakahata, & N.Sasatani, H. (1994). Residual neurobehavioral effects associated with

- chronic exposure to mercury vapor. *Occupational and Environmental Medicine*, 51, 35-41.
- Lacerda, L. D., & Malm, O. (2008). Contaminação por mercúrio em ecossistemas aquáticos: uma análise das áreas críticas. *Estudos Avançados*, 22, 173-190.
- Lima, M. E. A. C., Barros, R. S., Souza, L. D. J., Cruz, A. P. C., Bezerra, D. S., & Galvão, O. F. (2007). Discriminação simples e pareamento ao modelo por identidade usando estímulos tridimensionais em macacos-prego (*Cebus apella*). *Acta Comportamentalia*, 15, 5-20.
- Lionello, K. M., & Urcuioli, P. J. (1998). Control by location in pigeons matching to sample. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 70, 235-251.
- Mackay, H. A. (1991). Conditional stimulus control. In I. H. Iversen & K. A. Lattal (Eds.), *Techniques in the behavioral and neural sciences: Vol. 6. Experimental analysis of behavior* (Part 1, pp. 301–350). Amsterdam: Elsevier.
- Malm, O. (1998). Gold mining as a source of mercury exposure in the Brazilian Amazon. *Environmental Research A*, 77, 73-78.
- Myers, G. J., Davidson, P. W., Cox, C., Shamlaye, C. F., Palumbo, D., Cernichiari, E., Sloane-Reeves, J., Wilding, G. E., Kost, J., Huang, L., & Clarkson, T. W. (2003). Prenatal methylmercury exposure from ocean fish consumption in the Seichelles child development study. *The Lancet*, 361, 1686-1692.
- Myers, G. J., Davidson, P. W., Cox, C., Shamlaye, C. F., Tanner, M. A., & Choisy, O., (1995). Pilot neurodevelopment study of Seychellois children following in utero exposure to methylmercury from a maternal fish diet. *Neurotoxicology*, 16, 629-638.
- National Research Council, Committee on the Toxicological Effects of Methylmercury (2000). *Toxicological Effects of Methylmercury*, National Academy Press, Washington, D.C.

- Nelson, K. R., & Wasserman, E. A. (1978). Temporal factors influencing the pigeon's successive matching-to-sample performance: sample duration, intertrial interval, and retention interval. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 30, 153-162.
- Newland, M. C., Warfvinge, K., & Berlin, M. (1996). Behavioral Consequences of *in Utero* Exposure to Mercury Vapor: Alterations in Lever-Press Durations and Learning in Squirrel Monkeys. *Toxicology Application Pharmacology*, 139, 374-386.
- Newland, M. C., Reile, P. A., & Langston, J. L. (2004). Gestational exposure to methylmercury retards choice in transition in aging rats. *Neurotoxicology and Teratology*, 26, 179-194.
- Pinheiro, M. C. N., Guimarães, G. A., Nakanishi, J., Oikawa, T., Vieira, J. L., Quaresma, M., Cardoso, B., & Amoras, W. (2000). Avaliação da contaminação mercurial mediante análise do teor de Hg total em amostras de cabelo em comunidades ribeirinhas do Tapajós, Pará, Brasil. *Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical*, 33, 181-184.
- Rayburn-Reeves, R., & Zentall, T. R. (2009) Animal memory: The contribution of generalization decrement to delayed conditional discrimination retention functions. *Learning & Behavior*, 37, 299-304.
- Riley, D. M., Newby, C. A., Leal-Almeraz, T. O., & Thomas, V. M. (2001). Assessing elemental mercury vapor exposure from cultural and religious practices. *Environmental Health Perspectives*, 109, 779-784.
- Roberts, W. A. (1972). Short-term memory in the pigeon: Effects of repetition and spacing. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, 6, 217-237.
- Roberts, W. A., & Kraemer, P. J. (1982). Some observations of the effects of intertribal interval and delay on delayed matching to sample in pigeons. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, 8, 342-353.

- Santi, A., & Hope, C. (2001). Errors in pigeons' memory for number of events. *Animal Learning & Behavior*, 29, 208-220.
- Santi, A., Lellwitz, J., & Gagne, S. (2006). Pigeons' memory for sequences of light flashes: Reliance on temporal properties and evidence for delay interval/gap confusion. *Behavioral Processes*, 72, 128-138.
- Sargisson, R. J., & White, R. K. (2001). Generalization of delayed matching-to-sample performance following training at different delays. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 75, 1-14.
- Sherburne, L. M., Zentall, T. R., & Kaiser, D. H. (1998). Timing in pigeons: The choose-short effect may result from "confusion" between delay and intertrial intervals. *Psychonomic Bulletin & Review*, 5, 516-522.
- Singer, R. A., Klein, E. D., & Zentall, T. R. (2006). The use of a single-code/default strategy by pigeons to acquire duration sample discriminations. *Learning & Behavior*, 34, 340-347.
- Smith, P. J., Langolf, G. D., & Goldberg, J. (1983). Effects of occupational exposure to elemental mercury on short-term memory. *British Journal of Industrial Medicine*, 40, 413-419.
- Soleo, L., Urbano, M. L., Petrera, V., & Ambrosi, L. (1990). Effects of low mercury on psychological performance. *British Journal of Industrial Medicine*, 47, 105-109.
- Spetch, M. L., & Rusak, B. (1989). Pigeons' memory for event duration: Intertrial interval and delay effects. *Animal Learning & Behavior*, 17, 147-156.
- Spurgeon, A. (2006). Prenatal methylmercury exposure and developmental outcomes: review of the evidence and discussion of future directions. *Environmental Health Perspectives*, 114, 307-312.

- Steuerwald, U., Weihe, P., Jorgensen, P. J., Bjerve, K., Brock, J., Heinzow, B., Budtz-Jorgensen, E., & Grandjean, P. (2000). Maternal seafood diet, methylmercury exposure and neonatal neurologic function. *Journal of Pediatrics*, 136, 599-605.
- Strauss, E., Sherman, E. M. S., & Spreen, O. (2006) *A compendium of neuropsychological tests: Administrations, norms e commentary*. New York: Oxford University.
- Stewart, P.W., Reihman, J., Lonky, E. L., Darvill, T. J., Pagano, J. (2003). Cognitive development in preschool children prenatally exposed to PCBs and MeHg. *Neurotoxicology and Teratology*, 25, 11-22.
- Weinstein, B. (1941). Matching-from-sample by rhesus monkeys and children. *Journal of Experimental Psychology*, 31, 195–213.
- White, K. G. (1985) Characteristics of forgetting functions in delayed matching to sample. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 44, 15-34.
- Wixted, J. D. (1989). Nonhuman short-term memory: A quantitative analysis of selected findings. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 52, 409-426.
- Zentall, T. R. (1997). Animal memory: The role of instructions. *Learning & Motivation*, 28, 280-308.
- Zentall T. R., & Hogan D. E. (1975). Concept learning in the pigeon: Transfer to new matching and nonmatching stimuli. *American Journal of Psychology*, 88, 233-244.