



Universidade de Brasília

Instituto de Psicologia

Departamento de Processos Psicológicos Básicos

Programa de Pós-Graduação em Ciências do Comportamento

**O efeito das propriedades discriminativas
da passagem do tempo sobre a impulsividade e demanda**

Eduardo Walcacer Viegas

Brasília, fevereiro de 2023



Universidade de Brasília
Instituto de Psicologia
Departamento de Processos Psicológicos Básicos
Programa de Pós-Graduação em Ciências do Comportamento

O efeito das propriedades discriminativas da passagem do tempo sobre a impulsividade e demanda

Eduardo Walcacer Viegas

Orientadora: Prof^ª. Dr^ª Josele Abreu-Rodrigues

Tese de Doutorado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências do Comportamento do Departamento de Processos Psicológicos Básicos, Instituto de Psicologia, Universidade de Brasília, como parte dos requisitos para obtenção do grau de Doutor em Ciências do Comportamento

Brasília, fevereiro de 2023

Esta tese de Doutorado foi desenvolvida no Laboratório de Análise Experimental do Comportamento (Departamento de Processos Psicológicos Básicos, Instituto de Psicologia, Universidade de Brasília) com o auxílio de uma bolsa de doutorado concedida pelo CNPQ.

Comissão Examinadora

Dra. Josele Abreu-Rodrigues (Presidente)
Universidade de Brasília (UnB)

Dra. Renata Penna Borges Nunes Cambraia
Faculdade Anhanguera de Brasília (FAB)

Dr. Cristiano Coelho
Pontifícia Universidade Católica de Goiás (PUC)

Dra. Raquel Moreira Aló (Membro Interno)
Universidade de Brasília (UnB)

Raquel Maria de Melo (Membro Suplente)
Universidade de Brasília (UnB)

Agradecimentos

Ao longo desses desafiadores quatro anos, muitas pessoas me ajudaram a concluir essa grande etapa da minha vida. A primeira pessoa que agradeço é a minha esposa Gabriela. Sei que não é fácil ficar casada com alguém que dedica sua vida à pesquisa. Foram muitos sacrifícios sociais e financeiros ao longo desses anos. Obrigado pela paciência e amor ao longo dessa jornada. Te amo!

Agradeço aos meus pais e minha irmã. São pessoas que tenho certeza que sempre torcem por mim e que posso contar para qualquer coisa na minha vida.

Agradeço à Família Almeida Gomes e cônjuges. Nos piores momentos que passamos durante a pandemia, cuidando do grande Ivanildo, foram vocês que deram força e leveza para passar por aquela situação.

Agradeço aos funcionários do laboratório (Felipe, Suellen e Carina). Tive uma oportunidade de ouro de trabalhar em um laboratório de excelência em Análise Experimental do Comportamento. Boa parte do sucesso decorre do esforço e da boa vontade de vocês. Vocês transformam um trabalho árduo e sacrificante em momentos prazerosos no laboratório.

Aos amigos da pós (atuais e antigos, prefiro não falar nomes para não esquecer alguém). A minha melhor experiência do laboratório foram as pessoas que tive à minha volta. Fazemos muitos sacrifícios desde plantões em finais de semana até mesmo plantões em feriados como os de Natal e Ano Novo. Mas, ao longo de todos esses anos, nunca houve um dia sem o companheirismo de vocês. Graças a vocês, tivemos um ambiente leve que propiciava discussões, aprendizado e bem-estar. Sou eternamente grato a toda ajuda técnica que tive, mas, principalmente, pelo companheirismo que existe no laboratório. Boa parte do profissional que sou devo a vocês.

À minha orientadora Josele que, apesar de ter uma fama de durona, é uma pessoa com um coração gigante. Sem dúvida é uma pessoa que ensina tudo o que sabe a seus alunos e que, com certeza, torce pelo sucesso de todos eles como se fossem seus filhos. Passei por momentos difíceis ao longo desses últimos anos, e ela me apoiou da maneira que podia. Com relação ao aspecto profissional, tive muita sorte de cair como seu orientando, já que não foi algo planejado desde o início. Com você, aprendi mais sobre ética de trabalho e o papel do professor. O sucesso que estou tendo como professor agora em grande parte vem do que aprendi com você.

Ao Carlos, meu ex-orientador de Doutorado. Sem dúvida alguma, você foi a pessoa que mais me ensinou sobre Análise do Comportamento na minha vida. Boa parte das minhas habilidades de realizar pesquisa básica, eu aprendi com você. Além disso, a sua calma, paciência, e empolgação com pesquisa básica é contagiante e inspiradora. É uma pena que você, Raquel e Jô não trabalhem mais juntos. Foi uma grande experiência ter vocês três como meus professores. Tão semelhantes, mas tão diferentes no modo de enxergar a Análise do Comportamento que só fizeram engrandecer as discussões no laboratório.

À Raquel Aló, por todos os seus ensinamentos sobre Análise do Comportamento. A maneira que você pensa sobre Análise do Comportamento e faz relações com diferentes áreas é algo “assustador”. Uma maneira tão diferente do modo como estou acostumado a pensar, que me fez ter uma nova visão sobre ciência e Análise do Comportamento. Além disso, o seu jeito espontâneo e criativo de ser, também ajudou muito a modelar como compreendo hoje em dia o papel de um orientador e um professor. Suas críticas, perguntas e questionamentos engrandecerem muito a minha formação. Obrigado.

Aos membros da banca, podem ter certeza de que prestarei atenção em tudo que falarem para aprender nesse meu último momento como aluno de doutorado.

Ao CNPQ, pelo apoio financeiro.

Índice

| | |
|-----------------------------------------------------------|-----|
| Lista de Figuras | iv |
| Lista de Apêndices | v |
| Resumo | vi |
| Abstract | vii |
| Introdução | 1 |
| Controle Temporal | 3 |
| Impulsividade Comportamental | 9 |
| Intervenções para Redução da Impulsividade | 13 |
| Intervenções com Esquemas de Reforçamento Temporais | 14 |
| Intervenções com o Procedimento de Pico | 17 |
| Intervenções com o Procedimento de Bissecção | 20 |
| Demanda..... | 23 |
| Impulsividade e Demanda | 27 |
| Objetivos e Justificativas | 34 |
| Experimento 1 | 36 |
| Método | 36 |
| Sujeitos..... | 36 |
| Equipamento..... | 37 |
| Procedimento | 37 |
| Resultados | 43 |
| Discussão | 56 |
| Experimento 2 | 59 |
| Método | 59 |
| Sujeitos | 59 |
| Equipamento | 59 |
| Procedimento | 59 |
| Resultados | 61 |
| Discussão | 71 |
| Discussão Geral | 79 |
| Referências | 87 |

Lista de Figuras

| | |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Figura 1. Diagrama das Condições do Experimento 1..... | 43 |
| Figura 2. Porcentagem de Acertos Para os Estímulos Longo e Curto no Treino de Bissecção de Cada Condição..... | 44 |
| Figura 3. Porcentagem de Escolhas do Estímulo Longo (Painéis à Esquerda)) e Ponto de Bissecção (Painéis à Direita) no Teste de Bissecção de Cada Condição | 46 |
| Figura 4. Número Relativo de Escolhas Impulsivas e <i>Breakpoint</i> nos Testes de Impulsividade e de Demanda, Respectivamente, Antes e Após o Procedimento de Bissecção de Cada Condição..... | 48 |
| Figura 5. Escolhas Impulsivas e <i>Breakpoints</i> nos Testes de Impulsividade e de Demanda Pós-Condição Como Uma Proporção das Escolhas Impulsivas e <i>Breakpoints</i> , nos Testes de Impulsividade e de Demanda da Condição Anterior, Respectivamente..... | 50 |
| Figura 6. Correlações de Pearson Entre Porcentagem de Acertos (e Ponto de Bissecção) e Número Relativo de Escolhas Impulsivas (e <i>Breakpoint</i>), e Entre <i>Breakpoint</i> e Número Relativo de Escolhas Impulsivas..... | 51 |
| Figura 7. Diagrama das Condições do Experimento 2 | 61 |
| Figura 8. Taxa de Respostas, Pausa Pós-Reforço e <i>Quarter Life</i> absoluto nas Barras Esquerda e Direita de Cada Condição | 63 |
| Figura 9. Frequência de Respostas em Bins de 1 s em Cada Condição | 64 |
| Figura 10. Tempo de Pico e Respostas no Pico em Cada Condição..... | 65 |

Figura 11. Número Relativo de Escolhas Impulsivas e *Breakpoint* nos Testes de Impulsividade e de Demanda, Respectivamente, Antes e Após o Procedimento de Pico de Cada Condição..... 67

Figura 12. Escolhas Impulsivas e *Breakpoints* nos Testes de Impulsividade e de Demanda Pós-Condição Como Uma Proporção das Escolhas Impulsivas e *Breakpoints* nos Testes de Impulsividade e de Demanda da Condição Anterior, Respectivamente 69

Figura 13. Correlações de Pearson Medidas Temporais e Escolhas Impulsivas e *Breakpoint* e Entre Medidas Temporais e Escolhas Impulsivas e *Breakpoint* 70

Resumo

Este estudo investigou o efeito do controle discriminativo temporal sobre a impulsividade e demanda. No Experimento 1, o controle temporal foi estabelecido por meio do procedimento de bissecção (Condição Sem Viés). Manipulações na probabilidade do reforço prejudicaram esse controle, produzindo viés para o modelo longo (Condição Viés Longo) e para o modelo curto (Condição Viés Curto). No Experimento 2, o esquema FI e tentativas de pico foram usados para estabelecer e avaliar o controle temporal (Condição FI). Para alterar esse controle, reforços independentes e irregularmente apresentados foram adicionados de acordo com um esquema misto (Condição FI VT). A impulsividade e a demanda foram avaliadas no início de cada experimento e após cada condição. O controle temporal estabelecido pelos procedimentos de bissecção e de pico não afetou a impulsividade (escolhas impulsivas), mas aumentou a demanda (*breakpoint*). No Experimento 1, o viés para modelos longos diminuiu a impulsividade e a demanda, enquanto o viés para modelos curtos aumentou a impulsividade, mas não afetou a demanda sistematicamente. No Experimento 2, o esquema misto não alterou sistematicamente o controle temporal, e nem a impulsividade, mas houve diminuição na demanda. Não foi observada uma relação sistemática entre impulsividade e demanda. Diferenças procedimentais podem ter contribuído para as falhas de replicação observadas nestas pesquisas. Os resultados também foram analisados com base nas hipóteses da discriminação temporal e da aversão ao atraso.

Palavras-chave: impulsividade, demanda, controle temporal, aversão ao atraso.

Abstract

This study investigated the effect of temporal discriminative control on impulsivity and demand. In Experiment 1, temporal control was established with the bisection procedure (No Bias Condition). Manipulations in the probability of reinforcement impaired this control, producing bias for long (Long Bias Condition) and short (Short Bias Condition) sample stimuli. In Experiment 2, the FI schedule and peak trials were used to establish and evaluate temporal control (FI Condition). To alter temporal control, independent and irregularly presented reinforcers were added according to a mixed schedule (FI VT Condition). Impulsivity and demand were assessed at the beginning of each experiment and after each condition. The temporal control established by the bisection and peak procedures did not affect impulsivity (impulsive choices), but increased demand (breakpoint). In Experiment 1, bias towards long samples decreased impulsivity and demand, while bias towards short samples increased impulsivity and did not affect demand. In Experiment 2, the mixed schedule altered temporal control and impulsivity unsystematically, but decreased demand. A systematic relation between impulsivity and demand was not observed. Procedural differences may have contributed to the replication failures observed in this research. The results were also analyzed based on the temporal discrimination and delay aversion hypotheses.

Keywords: impulsivity, demand; temporal control, delay aversion.

Diversas pesquisas mostram que o uso abusivo de substâncias, tais como o álcool, ocorre em pessoas para as quais essas substâncias apresentam um alto valor reforçador. Na Análise do Comportamento, o valor de uma droga, e de outros reforços em geral, tem sido investigado por meio de testes de impulsividade (e.g., Marshall et al., 2014; Snyderman, 1983) e de demanda (e.g., Hursh, 2014; Madden & Bickel, 1999; Stancato et al., 2020), dentre outros procedimentos. Para avaliar a impulsividade, organismos são expostos a escolhas entre reforços imediatos e de menor magnitude (alternativa de impulsividade), e reforços atrasados, mas de maior magnitude (alternativa de autocontrole). Quanto maior o atraso da alternativa de autocontrole, maior a frequência de escolhas impulsivas, o que indica uma maior desvalorização do reforço na alternativa de autocontrole (Rachlin, 1974; Snyderman, 1983). Nos estudos de demanda, o valor do reforço é avaliado por meio de alterações no custo (preço) desse reforço. Ou seja, manipula-se o número de respostas ou o tempo necessário para produzir o reforço e verifica-se, para cada preço, quantos reforços são consumidos. Quanto menor a redução no consumo em função dos aumentos no preço, maior o valor do reforço (Hursh, 2014). A literatura mostra que o uso abusivo de substâncias é mais comum em indivíduos com níveis altos de impulsividade (Bickel et al., 1999; Madden et al., 1997; Petry, 2001) e demanda (MacKillop & Murphy, 2007).

Diante da maior vulnerabilidade de indivíduos impulsivos ao uso abusivo de substâncias, diversas pesquisas têm sido realizadas com o objetivo de desenvolver intervenções que reduzam a impulsividade (Fox et al., 2019; Smith et al., 2015; Snider et al., 2016; Stein et al., 2013). Dentre essas pesquisas, algumas indicam que a história de reforçamento com contingências temporais tende a reduzir a impulsividade (Fox et al., 2019; Peterson & Kirkpatrick, 2016; Smith et al., 2015), o que tem originado interesse no mecanismo responsável por essa redução. Alguns autores propõem que intervenções temporais são bem-sucedidas porque promovem a discriminação temporal (Baumann & Odum, 2012; Fox et al., 2019; Peterson & Kirkpatrick, 2016). Esses

achados, no entanto, devem ser vistos com cautela, uma vez que há estudos com resultados inconsistentes e/ou com procedimentos que permitem apenas a identificação de relações correlacionais entre controle temporal e impulsividade.

A literatura também apresenta estudos voltados para a caracterização da relação entre impulsividade e demanda. Mais especificamente, os pesquisadores têm investigado se intervenções que reduzem a impulsividade também reduzem a demanda. Até o momento, os resultados são inconclusivos: alguns estudos mostram uma relação direta entre esses processos comportamentais (Diergaarde et al., 2012; Poulos et al., 1995), enquanto outros indicam que impulsividade e demanda são processos funcionalmente independentes (Anker et al., 2009; Stein et al., 2013, 2015).

Isso posto, o presente trabalho dará continuidade às investigações dos efeitos de intervenções temporais sobre a impulsividade e demanda em animais não humanos (ratos), com foco na identificação dos mecanismos responsáveis pela eficácia dessas intervenções. Para tanto, inicialmente será apresentada uma revisão da literatura relevante, organizada em quatro tópicos: controle temporal, impulsividade, demanda e relação entre impulsividade e demanda. No tópico de controle temporal, serão apresentados os procedimentos mais utilizados para investigar a discriminação temporal. No tópico de impulsividade, serão apresentados os principais procedimentos, medidas e resultados da área, e serão discutidas algumas intervenções temporais, com ênfase no papel do controle temporal para a eficácia dessas intervenções. No tópico de demanda, os principais procedimentos, medidas e resultados da área serão apontados. Finalmente, no último tópico, serão discutidos os estudos que buscam a identificação de relações entre impulsividade e demanda.

CONTROLE TEMPORAL

Catania (1991) ressalta que respostas e estímulos têm propriedades temporais. Ambos ocorrem no tempo e, assim, apresentam uma certa duração, e ambos ocorrem após um determinado período desde um evento de interesse. O tempo, na perspectiva da Análise do Comportamento, pode ser avaliado como uma variável dependente ou uma variável independente. Quando o tempo é considerado uma variável dependente, o foco da análise é a latência, duração, taxa e/ou padrão de respostas. Mas quando o tempo é visto como uma variável independente, o interesse se concentra no controle temporal, isto é, nos efeitos da passagem do tempo sobre o comportamento. Investigações sobre controle temporal têm utilizado diversas alternativas metodológicas, dentre elas, esquemas temporais com apresentação regular do reforço (e.g., esquemas de intervalo fixo – FI; Kuroda et al., 2013; Lattal & Bryan, 1976), o procedimento de pico (e.g., Aum et al., 2007; Zeiler & Powel, 1994) e a tarefa de bissecção (e.g., Church & Deluty, 1977; Kopec & Brody, 2010).

A programação de um *esquema FI* estabelece que a primeira resposta emitida após um período fixo de tempo produz o reforço (Ferster & Skinner, 1957). Devido à regularidade no tempo entre reforços, o controle pela passagem do tempo tende a se desenvolver, o que é evidenciado pela distribuição de respostas no decorrer do intervalo (i.e., padrão de respostas). Esquemas FI tendem a selecionar dois padrões distintos, ambos caracterizados por um período inicial sem respostas (pausa pós-reforço) e, posteriormente, por um período com respostas. No padrão *scallop*, a pausa pós-reforço é seguida por uma taxa de respostas positivamente acelerada, e no padrão *break-and-run*, a pausa pós-reforço é seguida por uma taxa de respostas alta e constante. Além do padrão de respostas, outras medidas são utilizadas para avaliar o controle temporal em esquemas FI: a duração da pausa pós-reforço, o *quarter life*, que indica o tempo necessário para o organismo emitir 25% das respostas em um determinado intervalo, e o

breakpoint, que corresponde ao ponto de transição de uma taxa baixa para uma taxa alta de respostas (Guilhardi & Church, 2004). Quanto maior a duração da pausa, o *quarter life* e o *breakpoint* em esquemas FI, maior o controle temporal.

Kuroda et al. (2013) forneceram um exemplo do controle temporal em esquema FI. Pombos foram expostos a um esquema múltiplo intervalo variável (VI) 30 s FI 30 s. Enquanto em um esquema FI 30 s o reforço é contingente à primeira resposta emitida após 30 s, em um esquema VI 30 s, os reforços são contingentes à primeira resposta emitida após, em média, 30 s. Havia cinco condições experimentais que diferiram em termos da porcentagem (0, 10, 30, 70 e 100%) de reforços independentes sobrepostos aos esquemas VI e FI. No componente VI, os reforços independentes foram programados de acordo com um esquema de tempo variável (VT), e no componente FI, de acordo com um esquema de tempo fixo (FT). Esquemas VT e FT liberam reforços em tempos variáveis ou fixos, respectivamente, independentemente do comportamento. Evidências de controle temporal foram observadas no componente com os esquemas FI e FT: ou seja, a periodicidade na liberação dos reforços gerou o padrão *scallop*, a despeito de o reforço ser dependente ou independente do responder, embora a adição de reforços independentes tenha reduzido a taxa de respostas (ver também Lattal & Bryan, 1976), principalmente, quando havia maior porcentagem de reforços independentes.

No *procedimento de pico*, tentativas FI são intercaladas com tentativas de pico, e ambas são seguidas por um intervalo entre tentativas (ITI, do inglês *intertrial interval*). Essas tentativas de pico são, no mínimo, duas vezes mais longas que as tentativas FI, e ocorrem em extinção. Com esse procedimento, o foco da análise recai sobre o responder nas tentativas de pico, o qual é prioritariamente avaliado por meio de duas medidas principais: o tempo do pico, ou seja, o momento em que a taxa de respostas atinge seu valor mais alto, e a própria taxa de respostas no pico. Quanto maior a proximidade entre o tempo de pico e o valor do esquema FI, e quanto maior

a taxa de resposta no tempo do pico, maior o controle temporal. Outros autores (e.g., Smith et al., 2015; Stuebing et al., 2018) também avaliam o desvio padrão do tempo do pico, o coeficiente de variação (i.e., desvio padrão do tempo de pico dividido pelo tempo de pico médio) e a dispersão de respostas (i.e., tempo médio entre o início e o fim do responder no intervalo). Quanto menor o desvio padrão, o coeficiente de variação e a dispersão de respostas, maior o controle temporal.

Um exemplo do procedimento de pico foi fornecido por Aum et al. (2007). Nessa pesquisa, pombos foram inicialmente expostos ao esquema FI 30 s, com um ITI médio de 40 s. Após esse treino inicial, foi realizado o procedimento de pico em que tentativas com o esquema FI 30 s foram randomicamente intercaladas com tentativas em extinção com 120 s de duração. Do total de tentativas durante o procedimento de pico, 30% foram tentativas de pico. O tempo do pico, em média, se situou em torno de 28 s, ou seja, bem próximo ao valor do esquema FI, o que indica um controle temporal acurado (ver também Zeiler & Powel, 1994).

O controle temporal também é analisado por meio do *procedimento de bissecção temporal* (Castro et al., 2013). Esse procedimento consiste em uma tarefa de pareamento de acordo com o modelo. O modelo corresponde à apresentação de estímulos sonoros ou visuais com duas durações distintas: curta e longa. Ao término do estímulo modelo, duas alternativas (i.e., dois estímulos de comparação) são apresentadas: quando o estímulo modelo é longo, a escolha de uma das alternativas é reforçada, e quando o estímulo modelo é curto, a escolha da outra alternativa é reforçada. Após a resposta de escolha, inicia-se um ITI. Quando o critério de aprendizagem é atendido (e.g., 80% de escolhas corretas), um teste de generalização temporal é realizado, durante o qual são apresentadas tentativas de treino intercaladas com tentativas de teste. Nas tentativas de teste, as durações do estímulo modelo se situam entre as durações longa e curta usadas no treino, e não há consequências programadas para as escolhas entre os estímulos de comparação.

No treino, o controle temporal é avaliado pela porcentagem de escolhas corretas, de modo que quanto maior o grau de acurácia nas escolhas, maior o controle temporal. No teste, adicionalmente, avalia-se a proporção de escolhas da alternativa previamente correlacionada com o modelo longo em função da duração do estímulo modelo. A relação entre as escolhas no teste e a duração do modelo é monotônica, mas não linear. Ou seja, para modelos com duração curta, há poucas escolhas da alternativa correlacionada com o modelo longo e, à medida que a duração do modelo aumenta, essas escolhas também aumentam, mas esse aumento não é constante. A função psicométrica que melhor representa a relação entre escolhas e duração do modelo apresenta um formato sigmóide (Castro et al., 2013). A sensibilidade das escolhas a manipulações na duração do modelo, por sua vez, é avaliada pela inclinação da função: funções horizontais representam ausência de sensibilidade, e funções em forma de escada, sensibilidade máxima. O viés é uma medida que mostra preferência, não explicada pelas manipulações experimentais, por uma das alternativas. Deslocamentos da função para direita ou esquerda indicam viés para o modelo curto e longo, respectivamente. Outra medida comumente utilizada é o ponto de igualdade subjetiva (PIS), ou ponto de bissecção, o qual corresponde à duração do estímulo modelo que gera indiferença entre alternativas. Em geral, pontos de bissecção menores indicam que as escolhas do estímulo longo (ou curto) foram mais frequentes, ocorrendo mesmo quando o estímulo modelo era curto (ou longo).

No estudo pioneiro de Church e Deluty (1977), ratos foram expostos ao procedimento de bissecção temporal em que a duração do modelo longo era quatro vezes maior que a do modelo curto. Durante o treino, as durações curta e longa foram manipuladas ao longo das condições: 1 e 4 s, 2 e 8 s, 3 e 12 s, e 4 e 16 s. No teste, 25% das tentativas apresentaram durações do modelo idênticas às do treino, enquanto as demais tinham durações intermediárias. Independentemente da duração dos modelos, a análise da proporção de escolhas da alternativa longa em função de sua

duração relativa revelou quatro curvas monotônicas sobrepostas e com formato sigmoide. O ponto de bissecção, por sua vez, foi próximo à média geométrica de todos os pares de durações. A sobreposição das funções é um dado robusto na literatura e mostra uma das principais propriedades da discriminação temporal no procedimento de bissecção: a propriedade escalar. Ou seja, a proporção de respostas para o estímulo longo é fruto das durações relativas dos modelos, e não de suas durações absolutas. Wearden (1991) também observou, com humanos, funções monotônicas com formato sigmoide, assim como a propriedade escalar, mas o ponto de bissecção foi mais próximo da média aritmética do que da média geométrica. Em geral, com animais não humanos, o ponto de bissecção é próximo à média geométrica, mas com humanos, essa medida é alterada por manipulações da razão entre as durações dos modelos curto e longo: quando essa razão é superior a 4, o ponto de bissecção é próximo à média aritmética, mas quando é menor que 2, é próximo à média geométrica (Kopec & Brody, 2010).

Alguns estudos de bissecção temporal (Akgodan & Balci, 2016; Cambraia et al., 2019; 2020; 2021; Galtress & KirkPatrick, 2010) alteraram o controle temporal por meio de manipulações na probabilidade do reforço. Em Cambraia et al. (2021), pombos foram expostos ao procedimento de bissecção em que os modelos curto e longo tinham 3 e 9 s de duração, respectivamente. Na condição sem viés, havia igual probabilidade de reforço para as escolhas corretas, a despeito do modelo ser longo ou curto, enquanto que nas condições viés longo e viés curto, havia maior probabilidade de reforço quando o modelo era longo e curto, respectivamente. Após a exposição à condição viés longo, houve uma redução no ponto de bissecção e a função foi deslocada para a esquerda, enquanto o inverso ocorreu após a exposição à condição viés curto.

Em estudos de controle temporal, diferentes expressões são utilizadas para caracterizar o controle exercido pela passagem do tempo entre eventos, tais como regulação temporal e discriminação temporal. O termo ‘regulação’ indica, comumente, a organização do responder ao

longo do tempo (e.g., Lejeune & Wearden, 1991; Machado, 1997), enquanto o termo ‘discriminação’ refere-se ao responder diferencial diante de estímulos temporalmente distintos (e.g., Marshall et al., 2014; Peterson & Kirkpatrick, 2016; Rung et al., 2018; Stuebing et al., 2018). Uma vez que o uso do termo regulação não é unanimidade na literatura (e.g., Schneider, 1969) e já que padrões de respostas, tais como o padrão *scallop* e, até mesmo, o padrão *break-and run* podem ser conceitualizados como gradientes de generalização (e.g., Fox & Kyonka, 2013; Guilhardi & Church, 2005), no presente trabalho será utilizada a expressão discriminação temporal, de forma intercambiável com as expressões ‘controle discriminativo temporal’ e ‘controle temporal’, para indicar o controle pela passagem do tempo entre eventos, quer a análise enfatize o padrão de respostas, quer a análise recaia sobre medidas de precisão e/ou acurácia do controle temporal.

Também é importante ressaltar que o termo ‘precisão’ é comumente utilizado para indicar a magnitude da dispersão/variabilidade dos valores de uma variável em torno de um valor central (Cumming & Calin-Jageman, 2016). Quanto menor a dispersão, maior a precisão. No procedimento de pico, a precisão é avaliada por meio do desvio padrão do tempo do pico, do coeficiente de variação e da dispersão de respostas (e.g., Smith et al., 2015), e no estudo de bissecção, por meio do desvio padrão do ponto de bissecção (e.g., Stuebing et al., 2018). O termo ‘acurácia’, por outro lado, refere-se à proximidade entre o valor obtido de uma variável e seu valor real usado como referência (Cumming & Calin-Jageman, 2016). Quanto maior a proximidade, maior a acurácia. No procedimento de pico, avalia-se a acurácia por meio do tempo do pico (e.g., Stuebing et al., 2018), e no procedimento de bissecção, por meio do ponto de bissecção (e.g., Rung et al., 2018).

A literatura aponta que o controle temporal é uma variável central em diversos processos comportamentais tais como aqueles que envolvem escolhas intertemporais (e.g., Fox et al., 2019;

Smith et al., 2015;2022). Dentre as escolhas intertemporais encontram-se aquelas denominadas de escolhas impulsivas, as quais serão o foco do presente trabalho. Dessa forma, no item a seguir serão discutidas investigações sobre a contribuição do controle temporal para a realização de escolhas impulsivas.

IMPULSIVIDADE COMPORTAMENTAL

De acordo com o senso comum, impulsividade corresponde a um traço de personalidade ou a uma força interna que teria *status* causal na explicação do comportamento. Na perspectiva analítico-comportamental, no entanto, o conceito de impulsividade refere-se a um comportamento de escolha sob controle de contingências de reforçamento e/ou punição ambientais. Para Skinner (1953), em situações de impulsividade e autocontrole, o organismo escolhe entre emitir uma resposta que produzirá estímulos reforçadores imediatos e, no longo prazo, estímulos punitivos (alternativa de impulsividade), e emitir uma resposta alternativa que diminuirá a probabilidade dessa primeira resposta (alternativa de autocontrole). A resposta alternativa é chamada de resposta controladora e a primeira resposta é chamada de resposta controlada. Por exemplo, ao escolher comprar apenas comidas saudáveis e de baixa caloria, a pessoa diminui a probabilidade de comer alimentos prejudiciais à saúde. Logo, essa pessoa não entraria em contato com as consequências prazerosas imediatas de comer guloseimas, mas também não entraria em contato com suas consequências punitivas atrasadas (aumento de peso, perda da saúde).

Rachlin (1974), por sua vez, propôs um modelo experimental para o estudo da impulsividade. Nesse modelo, o organismo escolhe entre duas alternativas que diferem em termos da magnitude e do atraso do reforço: uma alternativa produz um reforço imediato, embora de menor magnitude, enquanto a outra alternativa produz reforços atrasados, mas de maior

magnitude. Escolhas da primeira alternativa (IP) são consideradas impulsivas, e escolhas da segunda alternativa (AC), autocontroladas. Por exemplo, uma pessoa que escolhe beber, de modo a obter prazeres imediatos, ao invés de evitar o consumo do álcool e, assim, manter a saúde no longo prazo, estaria fazendo uma escolha impulsiva. No modelo de impulsividade de Rachlin, uma variável de controle se destaca: o tempo até a obtenção do reforço. Mais precisamente, o modelo indica que, em decorrência do atraso, reforços de maior magnitude podem ser preteridos em prol de reforços de menor magnitude, mas imediatos, o que sugere que o atraso desvaloriza o reforço. O processo comportamental de desvalorização do reforço decorrente do atraso na obtenção desse reforço é chamado de desconto do atraso do reforço.

O modelo de Rachlin para o estudo da impulsividade tem sido amplamente adotado entre os analistas do comportamento, principalmente, em pesquisas com animais não humanos. Nesses estudos, os organismos são expostos a esquemas concorrentes encadeados. Nos elos iniciais, dois esquemas de reforçamento iguais e com os mesmos valores são programados concorrentemente, cada um deles correlacionado com um elo terminal específico. Nesse procedimento, daqui em diante denominado de *procedimento de Rachlin*, o tempo é manipulado, comumente, por meio da inserção de um atraso do reforço na alternativa AC. Dessa forma, no elo terminal IP, os reforços são imediatos e de menor magnitude, e no elo terminal AC, os reforços são de maior magnitude, embora atrasados. A manipulação do atraso é comumente feita de acordo com esquemas FT, e assim, o reforço é liberado independentemente do responder no elo terminal (e.g., Marshall et al., 2014; Snyderman, 1983). Outros estudos, no entanto, manipulam o atraso por meio de esquemas FI, de modo que uma resposta é exigida para a liberação do reforço (e.g. Fox et al., 2019; Smith et al., 2015). Apesar do tipo de manipulação, há um período de atraso entre a resposta de escolha e a liberação do reforço. Em geral, manipula-se o valor do esquema em blocos de tentativas, sessões ou condições, enquanto mantém-se constante a magnitude do reforço de ambas

as alternativas. O procedimento de Rachlin tem sido utilizado com animais não humanos (e.g. Marshall et al; 2014; Rachlin, 1974; Snyderman, 1983; Stein et al., 2013, 2015) e humanos (e.g., Forzano & Logue, 1992; Hackenberg & Pietras, 2000; Logue et al., 1986).

Snyderman (1983), por exemplo, expôs pombos a um esquema concorrente encadeado. Nos elos iniciais vigorava um esquema concorrente VI 60 s VI 60 s. No elo terminal IP, a duração do reforço era 2 s, e no elo terminal AC, 6 s. Havia três condições, durante as quais os valores absolutos dos atrasos foram manipulados intracondição, e os valores relativos, entre condições. Na condição 1:6, os atrasos nos elos AC e IP foram, respectivamente, 2 e 12 s, 10 e 60s ou 20 e 120 s; na condição 1:3, os atrasos foram 2 e 6 s, 10 e 30 s ou 20 e 60 s; e na condição 2:3, os atrasos corresponderam a 4 e 6 s, 40 e 60 s ou 80 e 120 s. As escolhas do elo IP, avaliadas por meio da taxa relativa de respostas nos elos iniciais, aumentaram em função dos aumentos nos atrasos absolutos, sendo esses aumentos mais acentuados com os atrasos relativos maiores. Ou seja, quanto maior o atraso no elo AC, mais frequentes foram as escolhas do elo IP, o que indica maior desvalorização do reforço neste elo.

Uma alternativa metodológica para investigar escolhas impulsivas consiste no *procedimento do desconto do atraso*. Esse procedimento, assim como o de Rachlin, focaliza a desvalorização do reforço em funções de manipulações no atraso. No entanto, o procedimento do desconto difere do procedimento de Rachlin em dois aspectos centrais. Primeiro, não são utilizados esquemas concorrentes encadeados, de modo que o organismo é diretamente exposto às alternativas IP e AC, concorrentemente disponíveis. Segundo, para cada atraso investigado, o valor da magnitude do reforço em uma das alternativas é alterado após cada tentativa de escolha, enquanto a magnitude da outra alternativa permanece constante. O procedimento de desconto tem sido utilizado com animais não humanos (e.g., Green et al., 2004; Haynes et al., 2021; Holt & Wolf, 2019) e, mais frequentemente, com animais humanos (e.g., Bickel et al., 1999; Greenhow

et al., 2015; Odum & Rainaud, 2003). Nos estudos com humanos, dois tipos de tarefas são utilizados: tarefa operante e tarefa do questionário de desconto. Na tarefa operante do desconto, o indivíduo é exposto diretamente aos atrasos e magnitudes do reforço programados nas alternativas IP e AC, assim como ocorre nos estudos com animais não humanos, havendo ganhos reais de reforços (e.g., Greenhow et al., 2015; Reynolds & Shiffbauer, 2004). Na tarefa do questionário do desconto, as alternativas IP e AC são hipotéticas, de modo que a escolha consiste em um relato da alternativa que seria escolhida caso as alternativas IP e AC fossem reais. É importante ressaltar que o desconto de reforços reais e de reforços hipotéticos tendem a ser similares (e.g., Jonhson & Bickel, 2002; Lagorio & Madden, 2005; Madden et al., 2003).

O desconto do atraso tem sido matematicamente descrito por meio da equação hiperbólica proposta por Mazur (1987). Nessa equação [$V=A/(1+kd)$], “V” corresponde ao valor subjetivo do reforço, “A” é a magnitude do reforço na alternativa AC, “d” é o atraso na alternativa AC e “k” é um parâmetro livre que indica a taxa de desconto da magnitude do reforço atrasado. O valor de “k” pode variar entre 0 e 1: quanto mais próximo de 1, mais rápida a desvalorização do reforço atrasado (maior o controle pelos reforços imediatos) e, conseqüentemente, maior a impulsividade. De acordo com a função hiperbólica, a desvalorização relativa do reforço é mais acentuada com os atrasos do reforço mais curtos e menos acentuada com os atrasos mais longos. Uma medida alternativa da desvalorização do reforço foi proposta por Myerson et al. (2001), a saber, a área abaixo da curva (AUC). Para esses autores, essa medida apresenta uma vantagem em relação à taxa de desconto: é uma medida descritiva, atórica e, portanto, independente de modelos matemáticos. Quanto menor a AUC, maior o desconto, ou seja, maior a impulsividade.

O procedimento de desconto é comumente programado mantendo-se constante o atraso e a magnitude do reforço na alternativa AC, enquanto a magnitude do reforço na alternativa IP é manipulada, em ordem crescente e decrescente, mas o atraso permanece imutável, no decorrer

das tentativas. No estudo de Bickel et al. (1999), por exemplo, fumantes, ex-fumantes e não fumantes tinham que fazer escolhas hipotéticas entre ganhar US\$1000 com um certo atraso (AC) ou ganhar uma certa quantia imediatamente (IP). Foram utilizados 27 valores de magnitude do reforço (entre US\$1 e US\$1000) na alternativa IP, apresentados na ordem decrescente e, em seguida, na ordem crescente, ao longo das tentativas, com o objetivo de identificar o ponto de indiferença (PI) entre alternativas. O PI pode ser determinado, dentre outras formas, calculando-se a média dos valores adjacentes da magnitude do reforço na alternativa IP quando o indivíduo deixa de escolher sistematicamente uma alternativa e passa a escolher a outra, i.e., passa a escolher AC, na ordem decrescente, ou passa a escolher IP, na ordem crescente. Portanto, o PI indica o quanto o participante descontou a magnitude do reforço na alternativa AC em função de seu atraso. Por exemplo, na escolha entre ganhar US\$1 agora (IP) e US\$1000 daqui a 1 semana (AC), um PI igual a US\$900 indicaria que o atraso de 1 semana gerou um desconto de 10% no valor da quantia atrasada. No estudo de Bickel et al., o PI foi determinado para diferentes atrasos do reforço na alternativa AC: 1 semana, 2 semanas, 1 mês, 6 meses, 1 ano, 5 anos e 25 anos. Foi observado que os fumantes mostraram taxas de desconto maiores (i.e., foram mais impulsivos) do que os ex-fumantes e não fumantes, os quais apresentaram taxas de desconto similares. Resultados consistentes foram obtidos com outras drogas, tais como álcool (e.g., Petry, 2001), cocaína (e.g., Heil et al., 2006) e heroína (e.g., Kirby et al., 1999).

Intervenções para Redução da Impulsividade

Uma vez que indivíduos com história de abuso de drogas tendem a fazer escolhas impulsivas mais frequentemente que indivíduos que não usam drogas, pesquisadores da área têm investigado formas de reduzir a impulsividade (ver Rung & Madden, 2018, para uma metanálise). Dentre as intervenções testadas, destacam-se aquelas que envolvem esquemas temporais (e.g., Fox et al., 2019), como o procedimento de pico (e.g., Smith et al., 2015) e o procedimento de

bisseccção (e.g., Souza, 2016). Nesses estudos, o foco é identificar se a discriminação da passagem do tempo contribui para a redução de escolhas impulsivas.

Intervenções com Esquemas de Reforçamento Temporais. Nesses estudos, os organismos são expostos a esquemas temporais de reforçamento, como os esquemas FI e VI¹ (Bailey et al., 2018; Panfil et al., 2020; Souza, 2016, Experimento 1) ou o esquema de reforçamento diferencial de taxas baixas de respostas (DRL) (Fox et al., 2019, Experimento 1; Souza, 2016, Experimento 1), sendo esses esquemas precedidos (ou não) por um teste de impulsividade (predominantemente com o procedimento de Rachlin). Após a intervenção, ocorre o reteste (ou teste) de impulsividade.

Em Panfil et al. (2020), ratos foram distribuídos em quatro grupos diferentes: (1) FI-Machos, (2) FI-Fêmeas, (3) Sem Atraso-Machos, e (4) Sem Atraso-Fêmeas. Na intervenção, os grupos FI foram expostos ao esquema FI 10 s na barra que posteriormente seria correlacionada com a alternativa IP e ao esquema FI 30 s na barra que posteriormente seria correlacionada com a alternativa AC; além disso, uma e duas pelotas eram liberadas quando o FI era programado nas barras IP e AC, respectivamente. Essa forma de programar o esquema FI e a magnitude do reforço é padrão na literatura e, portanto, não será descrita nos estudos a seguir. Se o FI for programado de forma distinta, isso será apontado. Os grupos sem atraso foram expostos ao esquema FR 2. Após a intervenção, os animais foram expostos a um esquema concorrente encadeado para avaliação da impulsividade. Nos elos iniciais estava em vigor o esquema

¹ Catania e Reynolds (1968) mostraram que apesar da irregularidade dos reforços, esquemas VI podem gerar controle temporal, dependendo da programação da probabilidade do reforço. No Experimento 3, os esquemas VI eram compostos por intervalos entre reforços (IRIs) diferentes, mas geravam taxa de reforços similares. Na programação linear, a probabilidade do reforço aumentava, enquanto na programação constante, mantinha-se a mesma ao longo do IRI. Com a programação linear, as taxas de respostas aumentaram com a passagem do tempo desde o último reforço, o que sugere controle temporal, e com a programação constante, as taxas de respostas não se alteraram durante o IRI. Os estudos de impulsividades com esquemas VI aqui relatados (e.g., Bailey et al., 2018; Peterson & Kirkpatrick, 2016; Smith et al., 2015) utilizaram a programação linear.

concorrente FR 1 FR 1. No elo terminal IP havia o esquema FI 5, 10 ou 20 s (o atraso variava em blocos de 10 sessões), e no elo terminal AC, o esquema FI 30 s. A exposição ao esquema temporal (FI) produziu uma redução nas escolhas impulsivas em comparação à exposição ao esquema FR, independentemente do sexo do sujeito. Esse estudo, no entanto, tem uma limitação metodológica: uma vez que a impulsividade não foi avaliada antes da intervenção, não é possível descartar a possibilidade de que a diferença na frequência de escolhas impulsivas diferia entre os grupos antes mesmo da intervenção.

Bailey et al. (2018) avaliaram a manutenção dos efeitos de esquemas temporais sobre a impulsividade. No Experimento 1, ratos foram distribuídos em três grupos. Cada grupo foi exposto a uma intervenção específica e, em seguida, os três grupos realizaram o teste e o reteste de impulsividade separados por nove meses. Durante a intervenção, um grupo foi exposto aos esquemas FI 10 s e FI 30 s, outro grupo foi exposto aos esquemas VI 10 s e VI 30 s, e o grupo controle foi treinado com o esquema FR 2. No teste de impulsividade, o atraso do reforço foi manipulado no elo terminal IP (5, 10 e 15 s), mas foi mantido constante no elo terminal AC (30 s). Respostas nos elos IP e AC produziam uma ou duas pelotas de comida, respectivamente. No teste de impulsividade, os grupos FI e VI apresentaram uma menor frequência de escolhas impulsivas do que o grupo controle. No reteste, as escolhas impulsivas foram menos frequentes para o grupo FI do que para os grupos VI e Controle, os quais não diferiram entre si. Esses resultados indicam que os treinos FI e VI reduziram a impulsividade, mas apenas o treino com o esquema FI foi eficaz em manter esses efeitos ao longo do tempo.

Fox et al. (2019, Experimento 1) expuseram ratos a três fases experimentais: teste de impulsividade, intervenção e reteste de impulsividade. No teste de impulsividade, foi programado o esquema concorrente FR 1 FR 1 nos elos iniciais, o esquema FI 5 s no elo terminal IP e os esquemas FI 10, 25 ou 40 s no elo terminal AC. Os valores do FI no elo AC foram manipulados

em condições distintas. Respostas nos elos IP e AC produziam uma ou duas pelotas de comida, respectivamente. Na fase de intervenção, os ratos foram distribuídos em dois grupos: para o grupo DRL 30 s, a resposta produzia o reforço se ocorresse após 30 s, no mínimo, desde a última resposta; para o grupo exposto ao reforçamento diferencial de taxas altas de respostas (DRH), a resposta gerava o reforço apenas se fosse emitida antes da passagem de 5 s desde a última resposta. O reteste de impulsividade mostrou que as escolhas do elo IP diminuíram após a intervenção DRL e aumentaram após a intervenção DRH quando comparado ao primeiro teste de impulsividade. No entanto, as diferenças entre as escolhas impulsivas não foram estatisticamente significativas entre grupos.

Souza (2016, Experimento 1), no entanto, não replicou os efeitos do treino com esquemas DRL e FI relatados por Fox et al. (2019, Experimento 1) e Bailey et al. (2018), respectivamente. O estudo utilizou um delineamento intrassujeito com três fases experimentais. Cada fase compreendia o teste de impulsividade, a intervenção e o reteste de impulsividade. O teste e o reteste de impulsividade foram realizados com o procedimento de Rachlin. Ou seja, foi programado um esquema concorrente encadeado. Nos elos iniciais vigorava o esquema concorrente VI 30 s VI 30 s. No elo terminal IP havia o esquema FT 2 s, e no elo terminal AC, o esquema FT 18 s. Ao final do esquema FT havia a liberação de um ou três reforços nos elos IP e AC, respectivamente. Na intervenção, os ratos foram expostos a três condições que se diferenciavam em termos do esquema de reforçamento em vigor durante a intervenção – DRL, FI e FR. Esses esquemas tinham IRIs similares e próximos à duração do atraso do reforço no elo AC do teste e reteste de impulsividade (i.e., 18 s). A intervenção FR diminuiu as escolhas do elo IP, mas um resultado similar não foi sistematicamente observado após as intervenções DRL e FI, a despeito das evidências de controle temporal nos esquemas temporais.

Smith et al. (2022) também não encontraram relação inversa entre controle temporal e impulsividade. Ratos foram distribuídos em dois grupos, FI 30 s e FR 2, durante a intervenção. Em seguida, ambos os grupos realizaram um teste de impulsividade, o qual envolveu um esquema concorrente encadeado: nos elos iniciais foi programado o esquema concorrente FR 1 FR 1, no elo terminal IP foi programando o esquema FI 5 s e no elo terminal AC, os esquemas FI 15, 30 ou 60 s. As escolhas impulsivas foram maiores para o grupo exposto ao esquema FI se comparado ao grupo exposto ao esquema FR. Tais dados sugerem que promover controle temporal aumentou a impulsividade. Esse resultado é questionável, entretanto, uma vez que não incluiu um teste de impulsividade antes da intervenção, assim como ocorreu no estudo de Panfil et al. (2020).

Em suma, os estudos com esquemas temporais apresentam evidências de relações inversas (e.g. Bailey et al., 2018; Fox et al., 2019, Experimento 1; Panfil et al., 2020), diretas (e.g., Smith et al., 2015) ou ausência de relação (e.g., Souza, 2016) entre controle temporal e impulsividade. Além de apresentarem falhas de replicação, esses estudos não apresentaram medidas de controle temporal, com exceção daquele de Souza, o qual apontou os valores da pausa pós-reforço. No entanto, essa autora não avaliou a relação entre pausa e impulsividade. Essa limitação foi corrigida nos estudos descritos a seguir, com os procedimentos de pico e de bissecção temporal, nos quais foram mostradas medidas de controle temporal.

Intervenções com o Procedimento de Pico. As pesquisas a serem descritas neste item compreenderam, além da avaliação de impulsividade (procedimento de Rachlin) antes e após a intervenção (esquemas temporais), a avaliação do controle temporal por meio do procedimento de pico. No estudo de Smith et al. (2015), por exemplo, ratos foram expostos a um esquema concorrente encadeado para avaliação da impulsividade. Nos elos iniciais vigorava o esquema

concorrente FR 1 FR 1, e nos elos terminais, o esquema FI 10 s (IP) e FI 30 s (AC)², com magnitudes do reforço iguais a uma e duas pelotas de comida, respectivamente. A sessão compreendia tentativas livres, forçadas e de pico. Nas tentativas livres, vigoravam as contingências acima descritas. Nas tentativas forçadas, apenas uma das barras, aquela correlacionada com IP ou aquela correlacionada com AC, estava disponível nos elos iniciais e terminais. As tentativas de pico, por sua vez, eram similares às tentativas forçadas, mas não havia liberação de reforços e os elos terminais tinham a duração de 90 s. No Experimento 1, durante a intervenção, os ratos foram distribuídos em três grupos: o primeiro foi exposto ao esquema DRL 10 s, o segundo, ao esquema DRL 30 s, e o terceiro, aos esquemas DRL 10 s e DRL 30 s em dias alternados. No Experimento 2, havia dois grupos de ratos: um foi exposto aos esquemas FI 10 s e FI 30 s, e o outro, aos esquemas VI 10 s e VI 30 s. Em ambos os experimentos, os animais que apresentaram maior precisão temporal durante as tentativas de pico também apresentaram frequências mais baixas de escolhas impulsivas, independentemente do esquema.

Em Stuebing et al. (2018), a impulsividade foi avaliada por meio de um esquema concorrente encadeado. Nos elos iniciais foi programado um esquema concorrente FR 1 FR 1, enquanto no elo terminal IP foi programado o esquema FI 5, 10 ou 20 s, e no elo terminal AC, o esquema FI 30 s. Nos elos IP e AC, o reforço consistia em uma e duas pelotas de alimento, respectivamente. O atraso no elo IP foi manipulado em condições diferentes. No pré-teste e pós-teste de impulsividade, havia tentativas forçadas, livres e de pico, similares às de Smith et al. (2015). Durante a intervenção, os ratos foram distribuídos em dois grupos. Um grupo foi exposto ao esquema FR 2, e o outro grupo foi exposto ao esquema FI. O grupo FI mostrou maior precisão

² Alguns autores (e.g., Fox et al. (2019) denominam esse arranjo de contingências encadeadas (FR1 no elo inicial e FI no elo terminal) de esquema RI FI (intervalo fixo iniciado por uma resposta; do inglês *Response Initiated Interval Schedule*).

temporal (i.e., maiores taxas de respostas no pico) e escolhas impulsivas menos frequentes do que o grupo FR 2 quando o atraso do elo IP foi de 5 e 10 s; com atrasos de 20 s, a intervenção não produziu efeito.

Fox et al. (2019, Experimento 2), assim como Smith et al. (2015) e Stuebing et al. (2018), também avaliaram a relação entre controle temporal e impulsividade com o procedimento de pico. No entanto, enquanto Smith et al. e Stuebing et al. incluíram tentativas de pico no esquema concorrente encadeado utilizado no teste de impulsividade, Fox et al. implementaram um procedimento de mudança de pico padrão ao final do experimento. Para avaliar a impulsividade, foi programado um esquema concorrente encadeado idêntico àquele do Experimento 1, descrito previamente, com a seguinte exceção: no elo terminal IP vigorava o esquema FI 5 s, e no elo terminal AC vigoravam os esquemas FI 10, 20 e 30 s. Durante a intervenção, um grupo de ratos foi exposto ao esquema FI 30 s, outro grupo foi exposto ao esquema FI 60 s, e o grupo Controle, ao esquema FR 2. Diferentemente dos estudos aqui descritos, a cada tentativa era sorteada a barra que estaria correlacionada com reforço, o qual poderia ser uma ou duas pelotas.

Após a intervenção foi feito o reteste de impulsividade e, em seguida, o procedimento de pico. Esse procedimento compreendeu tentativas com o esquema FI 30 s e tentativas em extinção com 90 s de duração. A frequência de escolhas impulsivas diminuiu após a intervenção com os esquemas temporais, mas aumentou após a intervenção com o esquema FR 2. No entanto, esse efeito foi observado apenas quando havia uma razão de 1:6 na duração dos elos IP (FI 5 s) e AC (FI 30 s). Além disso, os ratos expostos aos esquemas temporais apresentaram um tempo de pico mais próximo ao valor do FI programado (30 s) e maior taxa de respostas no pico, principalmente o grupo exposto à intervenção com o esquema FI 30 s, do que os ratos do grupo Controle.

Assim como foi observado nos estudos sem avaliação direta do controle temporal, as investigações que envolvem o *procedimento de pico* fornecem tanto evidências de relação inversa

(e.g., Fox et al., 2019; Smith et al., 2015, Stuebing et al., 2018) quanto de independência funcional (e.g., Fox et al., 2019) entre impulsividade e controle temporal. Dentre esses autores, Fox et al. foram os únicos que calcularam a correlação de Pearson entre a medida de impulsividade (i.e., AUC) e o nível de precisão temporal (desvio padrão do pico), mas a correlação encontrada, além de baixa ($r = 0,32$; $p > 0,05$), não foi estatisticamente significativa.

Intervenções com o Procedimento de Bissecção. Nos estudos descritos neste item, o procedimento de bissecção substituiu ou foi adicionado ao procedimento de pico. Peterson e KirkPatrick (2016) avaliaram a impulsividade por meio de um esquema concorrente encadeado. Nos elos iniciais, foi programado o esquema concorrente FR 1 FR 1. Nos elos terminais, estavam em vigor o esquema FI 5 s (IP) e os esquemas FI 5, 15, 30 e 60 s (AC). Respostas nos elos IP e AC produziam uma ou duas pelotas de comida, respectivamente. Os valores dos atrasos no elo AC foram apresentados em blocos de quatro tentativas ao longo de cada sessão. Durante a intervenção, um grupo de ratos foi exposto aos esquemas VI 10 s e VI 30 s, em condições diferentes, enquanto o grupo Controle foi colocado na caixa experimental pelo mesmo período, mas não havia contingência de reforço programada. Após a intervenção, foi realizado o reteste de impulsividade e, em seguida, o procedimento de bissecção temporal, no qual os estímulos modelos curto e longo tinham a duração de 4 e 12 s, respectivamente. A análise visual indica que as escolhas do elo IP foram menos frequentes para ambos os grupos VI do que para o grupo Controle no reteste, mas este efeito foi consistentemente observado apenas quando a razão entre os atrasos dos elos IP e AC era 1:3. No entanto, não houve correlação estatisticamente significativa entre controle temporal, avaliado por meio do ponto de bissecção, e escolhas impulsivas ($r = 0,41$; $p = 0,18$).

No estudo de Baumann e Odum (2012), estudantes universitários responderam um questionário de desconto hipotético de dinheiro para avaliação da impulsividade. No questionário

de magnitude alta, os participantes escolhiam, inicialmente, entre US\$50 e US\$100, e no questionário de magnitude baixa, entre US\$5 e US\$10. Em ambos os questionários, foi feito um ajuste variável da magnitude do reforço na alternativa IP ao longo de 10 tentativas de escolha para cada atraso. Os valores do atraso da alternativa AC foram 1 dia, 2 dias, 1 semana, 2 semanas, 1 mês, 2 meses e 6 anos. Na tarefa de bissecção temporal, as durações dos modelos curto e longo eram 2 e 4 s. Foi encontrado o efeito da magnitude, ou seja, as escolhas impulsivas foram mais frequentes com a magnitude US\$10 do que com a magnitude US\$100. Quando as medidas de impulsividade e de bissecção foram comparadas, foi encontrada uma correlação positiva, embora fraca ($r = 0,24$; $p < 0,001$), entre o ponto de bissecção e a AUC, o que sugere que quanto maior a tendência a superestimar a passagem do tempo (i.e., menor a discriminação temporal), maior a frequência de escolhas impulsivas. As autoras propuseram, então, que a desvalorização do reforço atrasado ocorre porque os atrasos são percebidos como mais longos do que realmente são (ver também Reynolds & Shiffbauer, 2004).

Há evidências, entretanto, de independência funcional entre controle temporal e impulsividade quando a tarefa de bissecção é utilizada. Em Stuebing et al. (2018), o teste e o reteste de impulsividade consistiram em um esquema concorrente encadeado, a intervenção correspondeu à exposição ao esquema FI ou ao esquema FR (grupo Controle) e a avaliação do controle temporal foi feita por meio de tentativas de pico, incluídas no esquema concorrente encadeado, e do procedimento de bissecção ao final do experimento. Embora os ratos do grupo FI tenham apresentado escolhas impulsivas menos frequentes e taxas de respostas de pico mais altas que o grupo Controle, não foram observadas diferenças entre os grupos nas medidas de bissecção (ponto de bissecção e sensibilidade) utilizadas. Esse resultado foi atribuído pelos autores à uma possível dissipação dos efeitos da intervenção durante o período de 1 mês entre o final da intervenção e a tarefa de bissecção.

Em Souza (2016), ratos foram expostos ao procedimento de bissecção e aos testes de impulsividade em condições diferentes (Experimento 2) ou intrassessão (Experimento 3). Ratos foram inicialmente expostos a um esquema concorrente encadeado. Nos elos iniciais vigorava o esquema concorrente VI 30 s VI 30 s, no elo terminal IP havia o esquema FT 2 s, e no elo terminal AC, um esquema FT 18 s. Respostas nos elos IP e AC produziam um ou três reforços, respectivamente. Na intervenção, os animais foram expostos ao procedimento de bissecção temporal em que os estímulos curto e longo tinham duração de 2 e 18 s, respectivamente. Por fim, foi realizado o teste de impulsividade novamente. Em ambos os experimentos, os resultados foram inconsistentes: metade dos animais apresentou uma maior frequência de escolhas impulsivas no reteste de impulsividade enquanto os demais mostraram um resultado oposto.

Investigações com humanos também sugerem que impulsividade e controle temporal são funcionalmente independentes. Por exemplo, Witt e MacaSkill (2022) avaliaram a impulsividade em estudantes universitários por meio de uma tarefa de desconto do atraso experiencial. Nessa tarefa, os participantes tinham que escolher entre assistir um vídeo de 10 s de duração imediatamente ou esperar para assistir um vídeo com duração de 20 s. A depender da escolha, a duração do vídeo curto diminuía ou aumentava na próxima tentativa. Os valores do atraso para o vídeo longo foram de 1, 3, 6, 12, 18 ou 24 s. A tarefa de bissecção nessa pesquisa foi igual à do estudo de Baumann e Odum (2012). As condições experimentais foram programadas de acordo com um delineamento ABABA em que A correspondia ao procedimento de bissecção, e B, à tarefa de desconto. Embora o controle temporal, avaliado pelo ponto de bissecção, tenha se mantido constante ao longo das condições, houve maior impulsividade no segundo do que no primeiro teste de impulsividade, um resultado inconsistente com aquele relatado por Baumann e Odum (2012). Em ambos os testes, a correlação entre ponto de bissecção e taxa de desconto ou AUC não foi estatisticamente significativa.

Em resumo, os estudos com o procedimento de bissecção, assim como aqueles com o procedimento de pico, apresentam evidências conflitantes. Ainda, a despeito do procedimento utilizado para avaliar o controle temporal, alguns estudos apresentam uma limitação metodológica. Ou seja, o arranjo experimental permite apenas análises correlacionais (Baumann & Odum, 2012; Fox et al., 2019; Panfil et al.; 2020; Smith et al., 2022; Stuebing et al., 2018; Witt & MacaSkill, 2022), de modo que não é possível identificar se a impulsividade é determinada por processos temporais, se a impulsividade determina esses processos ou se impulsividade e processos temporais são determinados por uma terceira variável.

DEMANDA OPERANTE

O uso abusivo de substâncias tem sido investigado por pesquisadores do desconto do atraso, mas também por pesquisadores de outras áreas, tais como aqueles que investigam a demanda operante. Nesses estudos, o valor do reforço é avaliado a partir da elasticidade da sua demanda. Mais especificamente, para avaliar o valor do reforço, manipula-se o preço (ou custo) do reforço por meio de alterações no número de respostas por reforço (e.g., esquemas FR) ou no tempo necessário para a produção do reforço (e.g., esquemas FI), e verifica-se a quantidade de reforços consumidos dado um certo preço (demanda). Quanto menor a redução no consumo em função dos aumentos no preço, maior o valor do reforço. A relação entre variações no consumo (i.e., número de reforços obtidos) em função de variações no preço (i.e., valor do FR, duração do FI) é denominada de curva da demanda: quando a redução de consumo é proporcionalmente menor que o aumento no preço, a demanda é caracterizada como inelástica, e quando a redução no consumo é proporcionalmente maior do que o aumento no preço, a demanda é considerada elástica. Inicialmente, as curvas para todos os reforços tendem a ser inelásticas, mas à medida que o preço do reforço aumenta, a curva se torna elástica (Hursh, 1980, 1984, 2014).

O procedimento utilizado para avaliar a curva de demanda de um reforço, acima descrito, é denominado de ‘elasticidade do preço própria’. Esse procedimento foi utilizado por Chellian et al. (2019, Experimento 1) em uma investigação sobre o valor da nicotina para ratos machos e fêmeas. Inicialmente, foi avaliado o consumo de nicotina em um esquema FR 1 por nove dias. Após esse período, para avaliar a elasticidade da demanda, o valor do FR foi alterado ao longo das sessões, sendo utilizados os seguintes valores de razão: 2, 3, 6, 9, 15, 30, 60, 120, 240, 480 e 960. A sensibilidade do consumo de nicotina à manipulação no preço foi menor entre os ratos machos do que entre as fêmeas, o que indica que os ratos machos apresentaram uma demanda mais inelástica.

Algumas medidas são utilizadas para avaliar o valor do reforço em estudos de demanda. Uma primeira medida é o Q_0 , ou seja, a intensidade ou quantidade de consumo quando o preço é zero. Teoricamente, esse seria o preço que produziria o consumo máximo. Uma segunda medida é o *breakpoint* que corresponde ao preço em que o consumo cai para zero. Uma terceira medida, o P_{max} , indica o preço em que a curva de demanda muda de inelástica para elástica. Uma quarta medida, o O_{max} , indica o máximo de recursos gastos (i.e., número máximo de respostas emitidas) para o consumo de um reforço. O O_{max} ocorre quando o P_{max} é atingido. Por fim, a sensibilidade aos aumentos do preço é avaliada pela inclinação da curva de demanda e o valor essencial do reforço é o inverso da sensibilidade. A intensidade do consumo não altera a elasticidade da demanda, no entanto, quanto menor o valor do *breakpoint*, P_{max} e O_{max} , e quanto maior a sensibilidade, mais elástica é a demanda. Quanto maior a elasticidade da curva de demanda, menor o valor do reforço para aquele organismo. Em conjunto, embora essas medidas forneçam informações distintas, todas têm se mostrado úteis para determinar o valor do reforço.

Hursh & Silberberg (2008) propuseram um modelo matemático, o qual corresponde a uma função exponencial, para sumarizar as relações funcionais entre consumo e preço. Na

equação proposta, $\log Q = \log Q_0 + k (e^{-\alpha(Q_0 C)} - 1)$, 'Q' é o consumo, 'Q₀' é o consumo máximo no preço zero, 'k' é uma constante, 'C' é o preço avaliado em respostas ou tempo exigidos para a produção do reforço e 'α' é a sensibilidade ao preço. Esse modelo tem se mostrado robusto para descrever a curva da demanda, sendo amplamente utilizado nos estudos da área (mas ver Gilroy et al., 2021, para uma crítica ao modelo).

Nos estudos com animais não humanos, o procedimento de demanda envolve tarefas operantes, ou seja, a exposição direta a diferentes valores de esquemas de razão ou de intervalo, conforme descrito anteriormente. Os estudos com animais humanos, por outro lado, utilizam tanto tarefas operantes (e.g., Madden & Bickel, 1999), o que é menos frequente, quanto questionários com ganhos hipotéticos ou reais (e.g., Amlung et al., 2013; Amlung & MacKillop, 2015; Wilson et al., 2016), assim como ocorre nos estudos de desconto. O primeiro procedimento, tarefa operante, foi exemplificado por Madden e Bickel. Nesse estudo, fumantes tinham que puxar uma alavanca para ganhar dinheiro em um esquema FR 100. Ao longo da sessão, os participantes podiam escolher entre ficar com o dinheiro ou utilizá-lo para comprar tragadas de cigarro ao puxar uma segunda alavanca. Em uma condição, os participantes estavam saciados de cigarro, e na outra, estavam em abstinência por, pelo menos, 6 h. Em ambas as condições, em vez de manipular o número de respostas (esquemas de razão) ou o intervalo entre reforços (esquemas de intervalo), os autores manipularam a quantia de dinheiro necessária para comprar uma tragada ao longo das sessões. O aumento do preço da tragada diminuiu o consumo nas duas condições, mas na condição de abstinência, os participantes compraram mais tragadas do que na condição de saciação. Ou seja, a saciação diminuiu o valor do reforço, o que é evidenciado pela maior elasticidade da curva da demanda.

O segundo procedimento foi exemplificado por Jacobs e Bickel (1999) com fumantes, dependentes de ópio, que estavam em busca de tratamento. Cada participante respondeu três

questionários com ganhos hipotéticos: demanda de cigarro, demanda de heroína e demanda dos dois reforços juntos. Foram manipulados os seguintes preços para cigarro ou heroína: US\$0.01, US\$0.05, US\$0.13, US\$0.25, US\$0.50, US\$1.00, US\$3.00, US\$6.00, US\$11.00, US\$35.00, US\$70.00, US\$140.00, US\$280.00, US\$560.00, e US\$1,120.00. Foi observada uma relação inversa entre consumo e preço para ambas as drogas, ou seja, quanto maior o preço, maior a queda no consumo para ambas as drogas. Ao compararem as medidas econômicas entre as drogas, os autores observaram que o *breakpoint* e o *Pmax* foram maiores, e a sensibilidade foi menor, para heroína do que para cigarro. Ou seja, a curva de demanda foi mais inelástica para heroína, o que indica que esta droga apresentou um valor reforçador mais alto que o cigarro.

Algumas pesquisas têm identificado variáveis de controle da demanda. Em Jarmolowicz e Lattal (2010), por exemplo, pombos foram expostos a três condições experimentais, durante as quais vigorava um esquema de razão progressiva (PR). Neste esquema, o tamanho da razão é aumentado após cada reforço. Em uma condição, o reforço era imediato; nas outras duas, o reforço era atrasado, sendo que em uma delas o atraso era sinalizado. O valor do atraso do reforço foi manipulado parametricamente (1, 5, 10 e 20 s). Quanto maior o atraso do reforço, menor a demanda (i.e., o *breakpoint*).

Uma segunda variável que afeta o *breakpoint* é a magnitude do reforço. Em Baron et al. (1992), ratos foram expostos ao esquema PR em que a magnitude do reforço era manipulada entre condições. O reforço era uma solução de leite condensado e água. As concentrações de leite condensado ao longo do experimento foram de 70, 50 e 30%. Quanto maior a magnitude do reforço (i.e., 70%), maior foi o *breakpoint*.

Neste tópico, foram descritos os procedimentos, medidas e alguns estudos de demanda assim como foi feito no tópico de impulsividade. A seguir, serão descritos estudos que avaliaram possíveis relações entre impulsividade e demanda.

IMPULSIVIDADE x DEMANDA

Nos estudos descritos até aqui, os processos comportamentais de desconto e demanda foram estudados isoladamente. Entretanto, a literatura também mostra pesquisas que investigam se há algum tipo de relação entre esses processos, principalmente em contextos de abuso de substâncias. Alguns estudos têm mostrado que indivíduos mais impulsivos tendem a apresentar maior demanda de drogas e, adicionalmente, um maior risco de drogadição (e.g., Bickel et al., 2011; Lemley et al., 2016). Recentemente, alguns modelos teóricos têm proposto que o desconto excessivo é um determinante da valorização excessiva de substâncias aditivas (e.g., Bickel & Athamneh, 2020).

Os estudos com interesse na relação entre impulsividade e demanda utilizam, comumente, duas estratégias metodológicas. A primeira consiste em expor animais não humanos e humanos a um teste de impulsividade (e.g., procedimento de Rachlin ou tarefa do desconto) e, posteriormente, ao procedimento de demanda, sendo avaliado se há relação entre as medidas de desconto e demanda (e.g., Anker et al., 2009; Diergaarde et al., 2012; Poulos et al., 1995; Stancato et al., 2020). A segunda estratégia consiste em realizar uma intervenção para reduzir a impulsividade, como expor os participantes a manipulações no atraso do reforço, e, em seguida, verificar se a redução na impulsividade é acompanhada por alterações na demanda (e.g. Stein et al., 2013, 2015).

O estudo de Poulos et al. (1995) ilustra a primeira estratégia. Para avaliar a impulsividade, foi utilizado um labirinto com dois braços. Entrar em um dos braços produzia duas pelotas imediatamente enquanto entrar no outro braço produzia 12 pelotas após 15 s. Com base nos resultados na tarefa do labirinto, os ratos foram distribuídos em três grupos: alta, média e baixa impulsividade. Para avaliar o consumo de álcool, foram disponibilizados dois potes, um contendo água e um contendo uma solução com álcool, os quais poderiam ser livremente acessados pelos

animais. Foi encontrada uma correlação positiva ($r= 0,48$; $p < 0,01$) entre impulsividade e intensidade do consumo de álcool.

Anker et al. (2009) expuseram ratos ao esquema concorrente FR 1 (IP) *tandem* FR 1 FT 6 s (AC). O atraso na alternativa AC (6 s) foi ajustado de modo que o atraso diminuísse em 1 s se a alternativa IP fosse escolhida e aumentava em 1 s se a alternativa AC fosse escolhida. Respostas nas alternativas IP e AC produziam uma e três pelotas de comida, respectivamente. A partir do valor médio do atraso ajustado, os animais foram distribuídos em dois grupos: impulsividade alta e impulsividade baixa. Para avaliar o consumo de cocaína, os animais foram treinados a responder de acordo com o esquema FR 1 para produzir 0,4 mg/kg de cocaína e, em seguida, ao esquema PR para produzir 0,2; 0,8 e 3,2 mg/kg de cocaína. No início do treino com o esquema FR 1, ratos com impulsividade alta apresentaram menor consumo de cocaína do que ratos com impulsividade baixa; no decorrer das sessões, entretanto, o consumo de cocaína aumentou entre os ratos mais impulsivos, de modo que, no final do treino, esses ratos apresentaram um consumo maior do que os ratos menos impulsivos. No esquema PR, entretanto, o consumo de cocaína não diferiu entre as três dosagens utilizadas e nem entre grupos. Foi concluído que níveis altos de impulsividade são preditores confiáveis da intensidade do consumo (i.e., FR 1), mas não se relacionam com a elasticidade da demanda, avaliada pelo uso do esquema PR.

Diergaarde et al. (2012) expuseram ratos ao esquema concorrente FR 1 (IP) *tandem* FR 1 FT 0, 5, 15, 20 ou 40 s (AC). Os valores do atraso na alternativa AC foram manipulados em blocos de quatro tentativas ao longo de uma mesma sessão. Respostas nas alternativas IP ou AC resultavam em uma ou quatro pelotas de comida, respectivamente. Para avaliar a demanda, os sujeitos foram expostos a diversos valores do esquema FR: FR 1 a FR 35 para o álcool e FR 1 a FR 25 para a nicotina. Os ratos mais impulsivos apresentaram menor sensibilidade aos aumentos

no preço da nicotina (i.e., demanda mais inelástica) do que os ratos menos impulsivos, mas quando álcool era o reforço, não foi observada uma relação entre impulsividade e demanda.

No estudo de Stancato et al. (2020), estudantes universitários com uso abusivo de álcool responderam questionários de desconto com ganhos hipotéticos de dinheiro e álcool e questionário de demanda hipotética de álcool. Não foram encontradas correlações estatisticamente significativas entre taxa de desconto de dinheiro e intensidade ($r = 0,09$; $p > 0,05$) e *breakpoint* ($r = 0,07$; $p > 0,05$), e taxa de desconto de álcool e intensidade ($r = 0,03$; $p > 0,05$) e *breakpoint* ($r = 0,23$; $p > 0,05$).

Em suma, pesquisas com humanos e não humanos têm encontrado evidências inconsistentes de relação direta entre desconto e demanda. Ou seja, alguns estudos indicam que impulsividade mais alta tende a ser acompanhada por maior consumo (Anker et al., 2009; Diergaarde et al., 2012; Poulos et al., 1995), enquanto outros estudos mostram independência entre medidas de impulsividade e de demanda (Anker et al., 2009; Diergaarde et al., 2012; Stancato et al., 2020). Diferenças procedimentais (e.g., tarefa de impulsividade, tarefa de demanda, sujeito, droga) podem ter contribuído, pelo menos parcialmente, para a inconsistência entre resultados. Ou seja, a avaliação da impulsividade foi feita por meio de tarefas operantes com ratos (Anker et al., 2009; Diergaarde et al., 2012; Poulos et al., 1995) ou por meio da exposição de estudantes universitários a questionários de desconto de reforços hipotéticos (Stancato et al., 2000). Quanto à avaliação da demanda, Poulos et al. (1995) registrou o consumo de ratos apenas quando o reforço era gratuito (acesso livre ao álcool), o que permitiu identificar uma relação entre impulsividade e intensidade do consumo, mas não entre impulsividade e elasticidade da demanda, já que não havia manipulação no preço do reforço. Em outros estudos, essa manipulação foi efetuada com ratos expostos a tarefas operantes (Anker et al., 2009; Diergaarde et al., 2012) e com estudantes universitários expostos a um questionário de demanda

de reforços hipotéticos (Stancato et al., 2020). Dentre as drogas utilizadas estão o álcool (Diergaarde et al., 2012; Poulos et al., 1995), a cocaína (Anker et al., 2009) e a nicotina (Diergaarde et al., 2012). É importante ressaltar, também, que a análise de dados diferiu entre estudos: alguns se restringiram a registrar a quantidade de reforços consumidos (e.g., Poulos et al., 1995), enquanto outros usaram medidas adicionais, tais como a sensibilidade ao preço (Diergaarde et al., 2012) e o *breakpoint* (Stancato et al., 2020), mas nenhum deles usou medidas econômicas diversas como é comum nos estudos de demanda.

Os estudos que serão descritos a seguir (Snider et al., 2016; Stein et al., 2013, 2015, 2016, 2021) utilizaram a segunda estratégia metodológica (i.e., com inclusão de intervenções) para avaliar a relação entre impulsividade e intensidade do consumo. Por exemplo, no estudo de Stein et al. (2013), ratos foram distribuídos em três grupos que se diferenciavam pelo tipo de intervenção: sem atraso (SA), atraso fixo (AF) e atraso progressivo (AP). Após a intervenção, os animais foram expostos ao teste e reteste de impulsividade com o procedimento de Rachlin. Entre esses testes, foi realizada uma avaliação do consumo de álcool que consistiu em fornecer aos animais acesso livre a diferentes concentrações de álcool (3, 6, 12 e 24% wt/vol), em condições distintas, durante 30 min antes de cada sessão. No primeiro teste de impulsividade, os grupos com atraso do reforço (AF e AP) apresentaram escolhas impulsivas menos frequentes do que o grupo com reforço imediato (SA), mas no reteste, as diferenças entre grupos não foram estatisticamente significativas. A intensidade do consumo de álcool foi maior entre os ratos do grupo AF do que entre aqueles dos grupos AP e SA, os quais não diferiram entre si, mas apenas com a concentração de 12% wt/vol. Nas demais concentrações, o consumo de álcool foi similar entre os grupos.

Esses dados foram parcialmente replicados por Stein et al. (2015). Nessa pesquisa, foi utilizado um procedimento semelhante ao de Stein et al. (2013), mas havia apenas os grupos com

atraso fíco e sem atraso, e no teste de demanda, foi utilizado apenas um volume de álcool (12% wt/vol). Além disso, o controle temporal foi avaliado com base no comportamento dos animais durante o atraso do reforço na tarefa de impulsividade. Em geral, expor os animais ao atraso do reforço diminuiu a impulsividade, assim como relatado por Stein et al. (2013), mas a intensidade do consumo do álcool foi similar entre os grupos, o que não replica Stein et al. (2013). Com relação ao controle temporal, foi obtida uma correlação positiva entre autocontrole e tempo gasto no bebedouro ($r = 0,59$; $p < 0,01$), mas apenas para o grupo com atraso, e uma correlação negativa entre autocontrole e o momento em que os animais se aproximavam do bebedouro ($r = -0,45$; $p < 0,05$), para ambos os grupos. Ou seja, o controle temporal variou inversamente com autocontrole.

Stein et al. (2016) utilizaram a estratégia do pensamento futuro episódico (EFT, do inglês *Episodic Future Thinking*) para avaliar uma possível relação entre impulsividade e consumo de cigarros em adultos com dependência de nicotina. Os participantes foram distribuídos em dois grupos, os quais foram expostos, inicialmente, a uma intervenção. Para o grupo EFT, a intervenção consistiu em imaginar vividamente eventos positivos que poderiam acontecer com atrasos, no futuro, e esses atrasos correspondiam àqueles programados na alternativa AC do questionário de desconto. Além de imaginar esses eventos, eles tinham que criar frases curtas sobre os eventos imaginados que seriam utilizadas como dicas. O Grupo ERT (do inglês *Episodic Recent Thinking*) passou por procedimentos similares, mas ao invés de imaginar eventos positivos no futuro, eles imaginavam eventos positivos recentes. As dicas acima mencionadas ficavam disponíveis durante a aplicação do questionário de desconto e durante a realização da tarefa de consumo. Em seguida, ambos os grupos foram expostos a um questionário de desconto com ganhos hipotéticos de dinheiro e, finalmente, à tarefa de demanda. Essa tarefa consistia em puxar uma alavanca 10 vezes para ganhar uma tragada de cigarro (esquema FR 10). Foi solicitado a todos os participantes que mantivessem uma abstinência de cigarro por 6 hr antes da

sessão com a tarefa de consumo de cigarro. A intervenção com EFT produziu níveis mais baixos de impulsividade (medida pela AUC) e de consumo de cigarros (medido pelo número de tragadas) do que a intervenção ERT. Resultados semelhantes foram encontrados por Daniel et al. (2013, 2015), com adultos obesos e crianças, respectivamente, e com uma tarefa que avaliou o consumo livre (i.e., intensidade) de comida.

Os estudos de Stein et al. (2016) e de Daniel et al. (2013, 2015) utilizaram procedimentos semelhantes, ou seja, uma intervenção foi realizada antes da avaliação da impulsividade e do consumo. Apesar da inclusão da intervenção consistir em um avanço metodológico em relação ao uso apenas dos testes de impulsividade e de consumo (Anker et al., 2009; Diergaarde et al., 2012; Poulos et al., 1995; Stancato et al., 2020), esses estudos apontam outras limitações. Uma delas, já apontada na descrição do estudo de Poulos et al. (1995), refere-se ao registro do consumo com um único preço (reforço livre em Daniel et al. 2013, 2015; Stein et al., 2013; reforço de acordo com o esquema FR 10 em Stein et al., 2016), o que impossibilita a avaliação da elasticidade da demanda. Outra limitação corresponde à falta de pré-testes de impulsividade e de demanda. Com esses pré-testes é possível avaliar, com maior clareza, se as alterações na impulsividade e na demanda foram ocasionadas pela intervenção ou por alguma variável estranha.

Um exemplo de aprimoramento no controle experimental por meio da realização de pré-testes foi oferecido por Snider et al., (2016). Nesse estudo, alcoolistas responderam um questionário de desconto monetário hipotético. Nessa avaliação inicial, os participantes escolhiam entre US\$500 (IP) e US\$1000 (AC) e, a depender de suas escolhas, a magnitude na alternativa IP era ajustada. Após o teste de impulsividade, metade dos participantes foi exposta à intervenção com EFT, e a outra metade, à intervenção com ERT. Ambos os grupos responderam novamente o questionário de desconto monetário hipotético, mas agora tinham que escolher entre US\$50 (IP) e US\$100 (AC), sendo mantido o reajuste variável da magnitude. Por fim, ambos os

grupos responderam ao questionário de demanda de álcool hipotético. No primeiro teste de impulsividade, avaliada pela AUC, não houve diferenças entre os grupos, mas no reteste, o grupo EFT foi menos impulsivo (maior AUC) do que o grupo ERT. Além disso, o grupo EFT apresentou menor intensidade no consumo do que o grupo ERT, mas ambos os grupos mostraram sensibilidade similar às manipulações no preço. Esses resultados corroboram aqueles anteriormente descritos à medida que mostram uma relação direta entre impulsividade e intensidade do consumo (e.g., Daniel et al., 2013, 2015; Snider et al., 2016), e independência funcional entre impulsividade e elasticidade da demanda (e.g., Anker et al., 2009; Diergaarde et al., 2012, com liberação de álcool; Stancato et al., 2020, com questionário de demanda hipotética de álcool). Esse estudo apresenta duas limitações. Primeiro, as magnitudes do reforço nas alternativas IP e AC diferiram entre o teste (US\$500–IP e US\$1000–AC) e reteste (US\$50–IP e US\$100–AC) de impulsividade. Essas diferenças entre testes comprometem a avaliação do efeito da intervenção, uma vez que as escolhas entre alternativas são afetadas pela magnitude do reforço (ver Ranieri & Rachlin, 1993). Além disso, a demanda não foi avaliada antes da intervenção, logo, não há como saber se a intervenção afetou não apenas a impulsividade, mas também a elasticidade da demanda.

Stein et al. (2021), por sua vez, avaliou não somente a impulsividade, mas também a demanda, antes da intervenção. Participantes com risco de diabetes responderam um questionário de desconto de dinheiro hipotético e um questionário de demanda de comida hipotética, em sessões distintas. Em seguida, foram distribuídos aleatoriamente em dois grupos que se diferenciavam em relação ao tipo de intervenção: EFT ou ERT. Após a intervenção, os participantes responderam novamente os questionários de impulsividade e de demanda. A intervenção com EFT gerou uma maior diminuição na impulsividade, avaliada por meio da AUC

do que a intervenção com ERT. No entanto, nenhuma das intervenções afetou a demanda, avaliada a partir da intensidade do consumo e da sensibilidade às variações no preço.

Em suma, a maioria dos estudos aqui discutidos mostram que indivíduos mais impulsivos apresentam uma maior intensidade de consumo quando o reforço é gratuito ou apresenta um preço baixo, o que sugere uma relação direta entre impulsividade e demanda. No entanto, essa relação direta nem sempre é observada quando outras medidas de demanda são utilizadas (e.g., *breakpoint*, sensibilidade), o que requer a realização de pesquisas adicionais.

OBJETIVOS E JUSTIFICATIVAS

Dois pontos se destacam na revisão da literatura apresentada: uma possível contribuição do controle temporal para a ocorrência de comportamentos impulsivos e a identificação de possíveis relações entre impulsividade e demanda. Os resultados das investigações, até o momento, são inconclusivos. Uma relação inversa entre controle temporal e impulsividade foi encontrada em alguns estudos (Bailey et al., 2018; Baumann & Odum, 2012; Panfil et al., 2020; Peterson & KirkPatrick, 2016; Smith et al., 2015; Stuebing et al., 2018), mas não em outros (Fox et al., 2019; Stuebing et al., 2018; Souza, 2016; Witt & MacaSkill, 2022). Os estudos sobre possíveis relações entre impulsividade e demanda, por sua vez, utilizaram uma diversidade de procedimentos (e.g., com e sem intervenção, com e sem testes de impulsividade e demanda antes da intervenção, com e sem manipulação do preço, além da irregularidade no uso das medidas de demanda) e, em geral, mostraram que níveis mais baixos de impulsividade foram acompanhados por intensidades de consumo mais baixas (e.g., Anker et al., 2009; Daniel et al., 2013, 2015; Poulos et al., 1995; Snider et al., 2016; Stein et al., 2013, 2015, 2016). Dentre os estudos que manipularam o preço do reforço, apenas o de Diergaarde et al. (2012) encontrou uma relação direta entre impulsividade e elasticidade da demanda, avaliada a partir da sensibilidade a

mudanças no preço (com uso de nicotina). Alguns estudos, no entanto, não encontraram correlações entre impulsividade e demanda (Stancato et al., 2020; Stein et al., 2021).

Os resultados inconsistentes desses estudos não indicam, necessariamente, que o controle temporal é irrelevante para a impulsividade e nem que impulsividade e demanda são processos comportamentais independentes, mas sim, que o aprimoramento do controle experimental é necessário. Dada a incontestável relevância teórica, empírica e tecnológica das questões investigadas, o presente trabalho pretende contribuir para a área a partir de mudanças nos procedimentos até então utilizados.

A primeira mudança se refere ao tipo de delineamento. Os estudos aqui descritos utilizaram delineamentos de grupo e análises de dados médios, com exceção daquele de Souza (2016). Conforme assinalado por Sidman (1960), dados médios não permitem a identificação de relações precisas entre as variáveis independentes e o comportamento de cada indivíduo, visto que a média pode não ser representativa do comportamento individual. Assim sendo, o presente estudo utilizou o delineamento intrassujeito (i.e., todos os participantes foram expostos a todas as condições experimentais) nos dois experimentos propostos.

Nos estudos anteriormente analisados, a maioria dos procedimentos permitiu a identificação de correlações de Pearson, mas não de relações funcionais entre controle temporal e impulsividade (e.g., Baumann & Odum, 2012). Dessa forma, a segunda mudança proposta no presente trabalho consistiu na implementação de contingências que promoviam ou prejudicavam o controle temporal para verificar se essas manipulações produziram efeitos diferenciais sobre a impulsividade. Nos experimentos 1 e 2 foi avaliado o papel da discriminação temporal na impulsividade com os procedimentos de bissecção e de pico, respectivamente. No Experimento 1, após o estabelecimento de discriminação temporal, a probabilidade do reforço nas tentativas com os modelos longo e curto foi manipulada ao longo das condições, de modo a promover viés para

o modelo correlacionado com a maior probabilidade de reforço. No Experimento 2, a discriminação temporal foi estabelecida por meio de um esquema FI e, em seguida, foi feita uma tentativa de prejudicar essa discriminação com a adição de reforços independentes da resposta, liberados em tempos irregulares.

Finalmente, os dois experimentos avaliaram os efeitos do controle temporal não apenas sobre a impulsividade, mas também sobre a demanda. A avaliação da impulsividade foi realizada com o procedimento de Rachlin, e a da demanda, com esquemas PR, sendo ambas implementadas no início do experimento e após cada condição experimental. Não foram encontrados estudos anteriores com avaliação conjunta dos efeitos do controle temporal sobre a impulsividade e demanda no nível individual.

EXPERIMENTO 1

Procedimento de Bissecção

O Experimento 1 investigou os efeitos de alterações no controle discriminativo temporal sobre as escolhas impulsivas e a demanda em ratos. Para tanto, foi utilizado um procedimento de bissecção temporal, o qual envolvia manipulações na probabilidade do reforço que visavam gerar vieses no controle temporal.

Método

Sujeitos

Quatro ratas *Wistar* (E1a E4) experimentalmente ingênuas e com cerca de 90 dias foram utilizadas neste experimento. As ratas foram alojadas em duplas em um biotério com ciclo luz-escuro de 12 hr. Cada rata era alimentada 1 hr após a sessão experimental de modo a manter seu peso diário por volta de 85% do seu peso livre (± 5 g). As ratas foram separadas apenas durante as sessões experimentais e o período de alimentação.

Equipamento

Quatro caixas de condicionamento operante Med Associates® (21 cm de altura x 30,5 cm de comprimento x 24 cm de profundidade) foram utilizadas. O chão consistia de barras de aço inoxidável de 0,5 cm de diâmetro e separadas por 1,3 cm, o teto e as paredes laterais eram de acrílico transparente, e os painéis frontal e do fundo eram de alumínio. No painel frontal, havia duas barras de aço inoxidável com 4 cm de comprimento, localizadas a 6 cm do chão e a 1,5 cm das paredes laterais esquerda e direita. Ambas as barras podiam ser operadas por uma força mínima de 0,25 N. Uma lâmpada de 28 V e com 4 cm de diâmetro estava localizada acima de cada barra. As luzes das barras não foram utilizadas. Um bebedouro, localizado atrás de uma abertura de 5 cm x 5 cm entre as barras e a 1,5 cm do chão, liberava o reforço (0,05 ml de uma solução de leite condensado e água, 50% vol/vol.). Durante todo o experimento, para cada reforço, o bebedouro era apresentado uma única vez, por 3 s, com exceção do reforço no elo terminal AC durante a tarefa de impulsividade. Nesse elo, para cada reforço, o bebedouro era apresentado quatro vezes, por 3 s cada, com um intervalo de 0,5 s entre essas apresentações. No painel do fundo havia uma lâmpada de 28 V (luz da caixa), situada a 18 cm do chão.

As caixas de condicionamento eram acomodadas dentro de caixas de isolamento visual e acústico. Um ventilador acoplado a uma das paredes das caixas de isolamento permanecia ligado durante as sessões. As condições experimentais foram programadas e os dados foram registrados por meio de um computador equipado com um programa em linguagem MedPC IV® e uma interface Med Associates®.

Procedimento

Após o pré-treino, os sujeitos foram expostos a quatro condições experimentais, apresentadas em ordens diferentes: ABADACABA (sujeitos E1 e E2) e ABACADABA (sujeitos

E3 e E4). A Figura 1 apresenta um diagrama das condições experimentais, as quais serão descritas a seguir.

Pré-Treino. Pressões à barra direita e a esquerda foram estabelecidas por reforçamento diferencial de aproximações sucessivas em uma única sessão. Inicialmente, foi realizado a modelagem da barra à esquerda, e o esquema foi alterado de FR 1 para FR 5 a cada sessão. Após isso, o mesmo procedimento foi repetido com a barra à direita. Nas sessões em que a barra esquerda (ou direita) estava ativa, a luz da caixa e a luz acima dessa barra permaneciam acesas. As sessões eram finalizadas após 40 min ou 60 reforços, o que ocorresse primeiro.

Após o esquema FR 5, a sessão experimental passou a compreender duas tarefas, impulsividade e demanda, nesta ordem. A tarefa de impulsividade correspondia à exposição a um esquema concorrente encadeado. Nos elos iniciais, foi programado o esquema concorrente dependente VI 5 s VI 5 s. Cada esquema VI 5 s compreendia 20 intervalos, assim como os demais VIs usados neste estudo, selecionados de acordo com a distribuição de Fleshler e Hoffman (1962). A programação do esquema concorrente selecionava, a cada tentativa, um dos elos iniciais: se o elo inicial esquerdo fosse selecionado, a primeira resposta na barra esquerda após 5 s, em média, produzia o elo terminal de impulsividade (IP), mas se o elo inicial direito fosse selecionado, a primeira resposta na barra direita após 5 s, em média, iniciava o elo terminal de autocontrole (AC). A cada quatro tentativas, duas geravam o elo terminal IP, e as outras duas, o elo terminal de autocontrole AC. Durante os elos iniciais, as luzes de ambas as barras e a luz da caixa estavam acesas. No elo terminal IP, as luzes da caixa e da barra esquerda estavam acesas e vigorava o esquema FT 3 s, ou seja, após um intervalo de 3 s, um reforço era liberado por 3 s. No elo terminal AC, as luzes da caixa e da barra direita permaneciam acesas e o esquema FT 12 s estava em vigor, isto é, após um intervalo de 12 s, um reforço de 12 s era apresentado. Para igualar a duração das tentativas IP e AC, foi introduzido um ITI com durações diferentes: após o

elo terminal IP, havia um ITI de 14 s, e após o elo AC, um ITI de 5 s. Durante o ITI, todas as luzes eram apagadas. Foi programado um *changeover delay* (COD) de 1 s, ou seja, uma resposta em uma barra, após uma resposta na outra barra, só iniciava o elo terminal programado se, além de ter transcorrido o valor do VI (i.e., 20 s), em média, o tempo entre essas respostas fosse igual ou superior a 1 s. Isso foi realizado para minimizar a chance de reforçamento acidental de respostas de mudança de barra.

Após 40 tentativas na tarefa de impulsividade ocorria um blecaute de 60 s, em que todas as luzes ficavam apagadas. Após o blecaute, a tarefa de demanda era iniciada. Foi programado um esquema PR, no qual o valor da razão aumentava 50% em relação à razão anterior a cada reforço (em caso de números fracionários, havia um arredondamento para o número inteiro mais alto). Os valores programados foram: 2, 3, 5, 8, 12, 18, 27, 41, 62, 93, 140, 210, 315, 472, 708, 1062, 1590 e 2390. O esquema PR foi programado de maneira alternada entre as barras: na primeira tentativa, o esquema PR 2 era programado na barra à esquerda e, a cada reforço, era alterada a barra correlacionada com a próxima razão. A tarefa de demanda era finalizada quando um dos três critérios a seguir era alcançado: (1) ausência de respostas por 90 s, (2) finalização da última razão programada (FR 2390), ou (3) duração da tarefa de demanda acima de 40 min. Caso um dos critérios fosse atingido, a sessão era finalizada.

Após três sessões com o esquema concorrente encadeado VI 5 s VI 5 s na tarefa de impulsividade, os valores do esquema concorrente foram mudados para VI 10 s VI 10 s nas três sessões subsequentes, mantendo-se o esquema PR inalterado na tarefa de demanda.

Testes de Impulsividade e Demanda (A). No Teste de Impulsividade, os sujeitos foram expostos a um esquema concorrente encadeado com programação idêntica àquela descrita no Pré-Treino, com a seguinte exceção: o esquema concorrente VI 20 s VI 20 s estava em vigor nos elos iniciais. A programação do Teste de Demanda permaneceu inalterada em relação ao Pré-Treino.

Essa condição, com duração mínima de 10 sessões, era finalizada quando os seguintes critérios foram atendidos. No Teste de Impulsividade, a proporção de escolhas impulsivas, não deveria apresentar tendências crescentes ou decrescentes. No Pré-Teste de Impulsividade havia um critério adicional: a proporção de escolhas impulsivas deveria se situar entre 0,35 e 0,65. Esses valores foram escolhidos com o objetivo de minimizar a chance de ocorrer efeito chão ou teto após a intervenção. No Teste de Demanda, o *breakpoint* (BP), avaliado a partir do número de reforços por sessão, não deveria mostrar tendências crescentes ou decrescentes. A estabilidade das escolhas impulsivas e do BP, avaliada por meio de inspeção visual, deveria ser obtida simultaneamente nas últimas cinco sessões.

Bisseção Sem Viés – 50% Curto e 50% Longo (B). Nessa condição, a sessão era iniciada com um blecaute de 60 s. Em seguida, foi implementado um procedimento de escolha de acordo com o modelo. O estímulo modelo era a duração da luz da caixa e os estímulos de comparação eram as barras esquerda e direita. A probabilidade do reforço contingente às respostas corretas foi diminuída gradualmente (de 1,0 para 0,75 e, finalmente, para 0,5) com o objetivo de minimizar problemas no estabelecimento e/ou manutenção do controle discriminativo que poderiam ocorrer caso a probabilidade 0,5 fosse usada desde o início.

Na primeira etapa, todas as escolhas corretas eram reforçadas. Quando o estímulo modelo era apresentado, apenas a luz da caixa ficava acesa durante 3 s (modelo curto) ou 12 s (modelo longo). Em seguida, a luz da caixa era apagada e as luzes da barra esquerda e direita eram acesas. Se o estímulo modelo durasse 3 s, pressões na barra esquerda eram reforçadas, e se o estímulo modelo durasse 12 s, pressões na barra direita eram reforçadas. Caso os animais selecionassem a barra incorreta (i.e., barra direita após o modelo de 3 s ou barra esquerda após o modelo de 12 s, um procedimento de correção era implementado. Ou seja, a resposta incorreta era seguida por um blecaute de 3 s e, posteriormente, a tentativa com erro era repetida. Uma nova tentativa só ocorria

quando o sujeito escolhia o estímulo de comparação correto. Após a liberação de um reforço havia um ITI de 20 s em que todas as luzes eram apagadas. A sessão terminava após 120 tentativas ou 60 min, o que ocorresse primeiro. As tentativas foram organizadas em 10 blocos de 12 tentativas. Em cada bloco havia oito tentativas de treino (quatro com o modelo de 3 s e quatro com o modelo de 12 s) e quatro tentativas de teste. Treino e teste foram realizados simultaneamente porque a estabilidade do ponto de bissecção era necessária para finalizar a condição. Caso treino e teste ocorressem de maneira sucessiva, haveria a adição de tentativas em extinção, o que poderia alterar o ponto de bissecção e, assim, dificultar a obtenção da estabilidade da medida. Para as tentativas de teste, as durações do modelo foram 3,95; 5,22; 6,89 e 9,09 s. O cálculo das durações intermediárias foi feito conforme proposto por Church e Deluty (1977). Nas tentativas de teste, pressões nas barras esquerda ou direita não geravam reforços, sendo seguidas imediatamente pelo ITI de 20 s. A primeira etapa teve a duração mínima de 15 sessões e finalizava quando um dos critérios a seguir era alcançado em ambas as barras: (a) porcentagem de acertos ≥ 80 para os estímulos curto e longo nas últimas três sessões, ou (b) porcentagem de acertos ≥ 70 para o estímulo modelo curto e longo nas últimas cinco sessões.

Na segunda etapa, 75% das respostas corretas eram reforçadas. Nessa etapa, para cada quatro respostas corretas nas tentativas com o modelo curto e naquelas com o modelo longo, três produziam o reforço e uma produzia o ITI. Os demais detalhes do procedimento foram idênticos aos da etapa anterior, com exceção do número mínimo de sessões que passou de 10 para cinco.

Na terceira etapa, os sujeitos foram expostos aos parâmetros finais desta condição. Nessa etapa, 50% das respostas corretas eram reforçadas. Ou seja, a cada quatro respostas corretas nas tentativas com o modelo curto, assim como nas tentativas com o modelo longo, duas eram reforçadas e duas eram seguidas pelo ITI. Essa etapa teve uma duração mínima de 20 sessões. Além disso, para o encerramento da mesma, era necessário que o ponto de bissecção não

apresentasse tendências crescente ou decrescentes nas cinco últimas sessões, o que foi avaliado por meio de inspeção visual. Além disso, o ponto de bissecção de cada uma das cinco sessões não poderia diferir mais do que 20% da média do ponto de bissecção das cinco sessões de estabilidade. Quando esses critérios eram atendidos, a intervenção era concluída e os animais eram reexpostos ao Teste de Impulsividade e ao Teste de Demanda.

Bissecção com Viés para Longo – 25% Curto e 75% Longo (C). O objetivo dessa condição era alterar o controle discriminativo temporal de modo a gerar viés para o modelo longo. Nessa intervenção, respostas corretas nas tentativas com o estímulo modelo longo tinham 75% de chance de serem reforçadas, e para o modelo curto, apenas 25%. Para obter essa porcentagem de reforços, foi estabelecida a seguinte contingência: a cada quatro respostas corretas nas tentativas com o modelo longo, três eram reforçadas, e nas tentativas com o modelo curto, apenas uma era reforçada. A rata E3 não apresentou mudança na discriminação temporal (i.e., no ponto de bissecção) com esse procedimento. Para esse sujeito, houve uma alteração nos parâmetros. Assim, respostas corretas nas tentativas com os modelos longo (e curto) foram reforçadas com as probabilidades de 0,833 e 0,166, respectivamente. Nas tentativas com o modelo longo, a cada seis respostas corretas, cinco eram reforçadas, e nas tentativas com o modelo curto, apenas uma resposta correta, dentre seis, era reforçada.

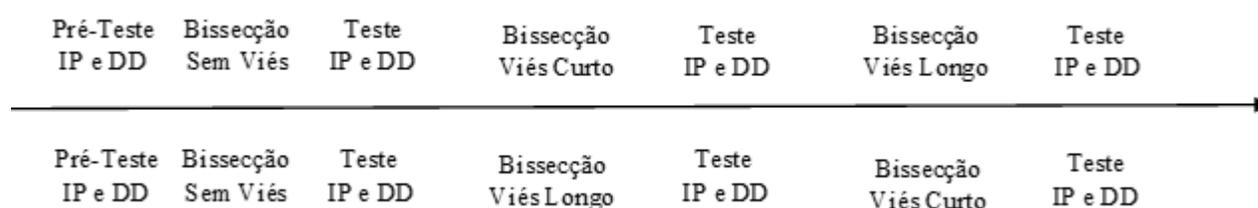
Essa condição era encerrada quando o desempenho atendia os critérios utilizados na condição sem viés (50%-50%), como também um critério adicional, a saber, o ponto de bissecção deveria ser menor do que aquele da condição sem viés. Em seguida, os testes de Impulsividade e de Demanda foram reapresentados.

Bissecção com Viés para Curto – 75% Curto e 25% Longo (D). Essa condição objetivou criar viés para o modelo curto. A programação das contingências foi igual à da condição anterior, com as seguintes exceções: (a) 75% (83,3% para a rata E3) das respostas

corretas nas tentativas com o modelo curto eram reforçadas (três de quatro respostas corretas), enquanto apenas 25% (16,6% para a rata E3) das respostas corretas nas tentativas com o modelo longo produziam o reforço (uma de quatro respostas corretas), e (b) o ponto de bissecção deveria ser maior do que aquele obtido na condição sem viés, e quando este critério era atingido, os animais eram expostos novamente aos testes de Impulsividade e de Demanda.

Figura 1

Diagrama das Condições do Experimento 1

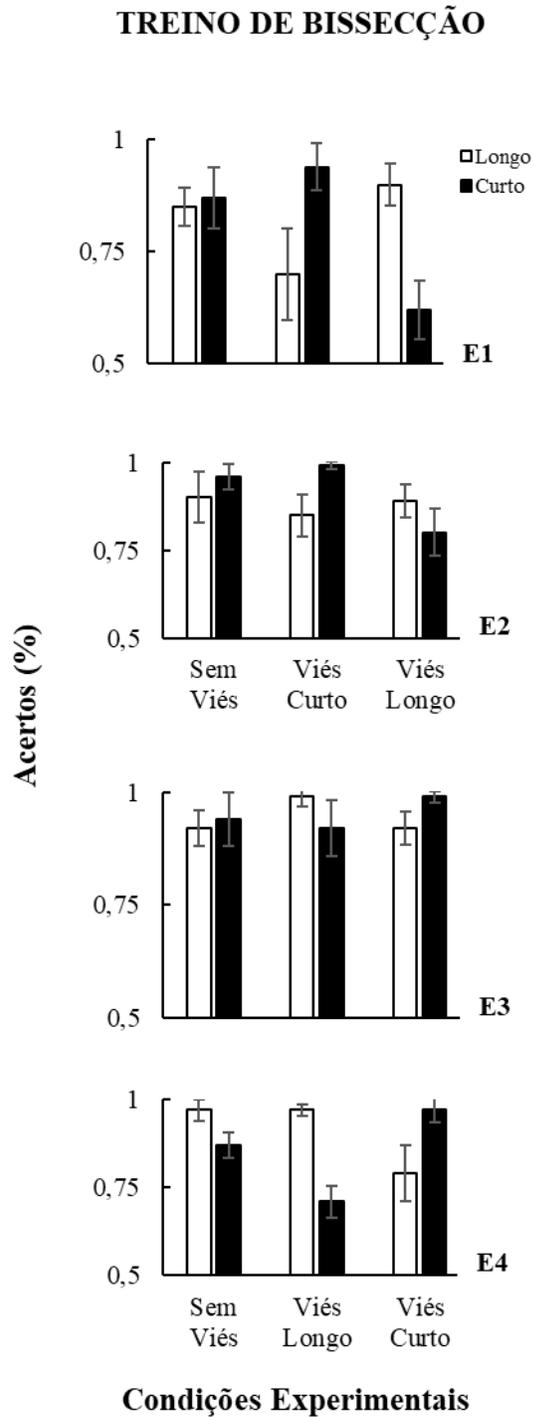


Resultados

A Figura 2 mostra a porcentagem média de acertos nas tentativas com os estímulos longo e curto nas cinco sessões de estabilidade do Treino de Bissecção de cada condição experimental. Para todos os sujeitos, na Condição Sem Viés, a porcentagem de acertos se situou acima de 80% para os estímulos longo e curto. Para os sujeitos E1 e E2, expostos em seguida à Condição Viés Curto, a porcentagem de acertos aumentou para o estímulo curto e diminuiu para o estímulo longo, e o inverso ocorreu durante a Condição Viés Longo subsequente. Para os sujeitos E3 e E4, a implementação da Condição Viés Longo gerou aumento e manutenção da porcentagem de acertos do estímulo longo, respectivamente, e diminuição da porcentagem de acertos do estímulo curto para ambos os sujeitos. Na Condição Viés Curto, a porcentagem de acertos aumentou para o estímulo curto e diminuiu para o estímulo longo. Em suma, as condições com viés geraram (ou acentuaram) diferenças entre as porcentagens de acertos dos estímulos longo e curto de modo que

Figura 2

Porcentagem de Acertos Para os Estímulos Longo e Curto no Treino de Bissecção de Cada Condição



Nota. Os resultados correspondem às cinco sessões de estabilidade de cada condição.

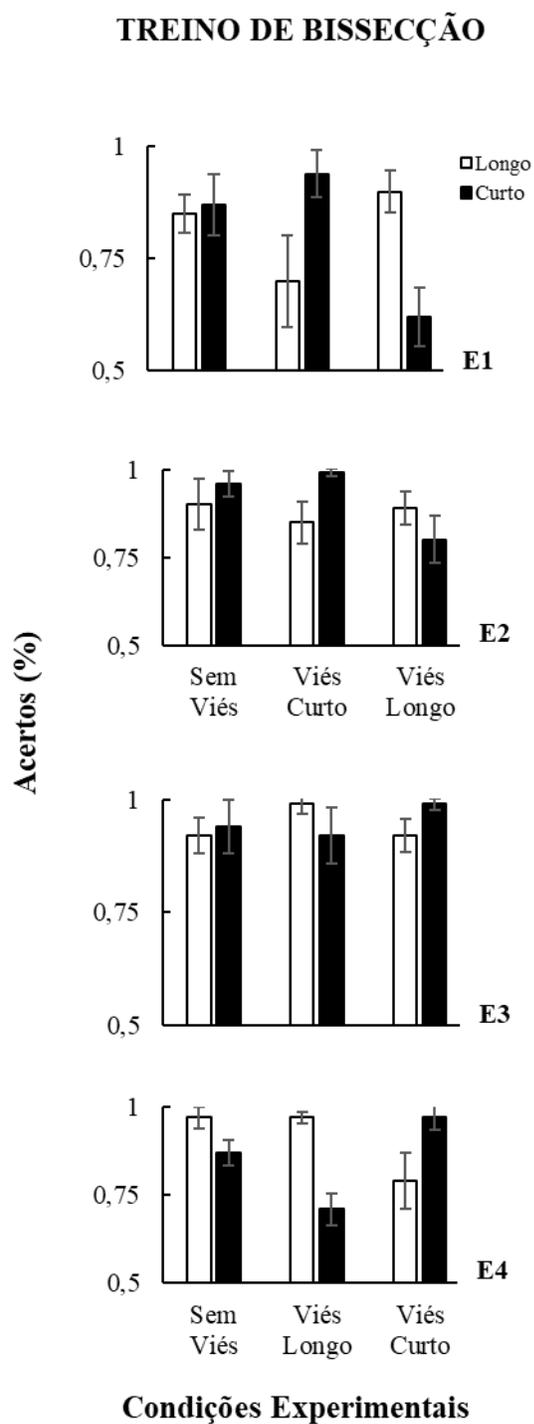
aumentos e diminuições na probabilidade de reforço das escolhas dos estímulos longo e curto gerou aumentos e diminuições consistentes na porcentagem de acertos.

Os painéis à esquerda da Figura 3 apresentam a porcentagem de escolhas do estímulo longo (i.e., da barra correlacionada com o modelo longo) em função da duração do estímulo modelo nas cinco sessões de estabilidade do Teste de Bissecção de cada condição experimental. Para todos os sujeitos e em todas as condições, aumentos na duração do estímulo modelo foram predominantemente acompanhados por aumentos na porcentagem de escolhas do estímulo longo. De maneira geral, as porcentagens de escolha desse estímulo foram maiores na Condição Viés Longo do que na Condição Viés Curto, para todos os sujeitos. Na Condição Sem Viés, as porcentagens de escolhas do estímulo longo se aproximaram das porcentagens obtidas na Condição Viés Curto (ou Viés Longo) nas âncoras da função, com exceção do sujeito E2 (para esse sujeito, as porcentagens de escolha do estímulo longo na Condição Sem Viés foram similares àquelas da Condição Viés Longo, exceto na menor âncora). Nas condições Viés Longo e Viés Curto, a função psicométrica se deslocou para a esquerda ou para a direita da função psicométrica da Condição Sem Viés, respectivamente, indicando um aumento na escolha do estímulo de comparação longo na Condição Viés Longo e uma diminuição na escolha desse estímulo na Condição Viés Curto, assim como foi observado no Treino de Bissecção (Figura 2).

Nos painéis à direita da Figura 3 encontra-se o ponto de bissecção médio das cinco sessões de estabilidade do Teste de Bissecção em cada condição experimental. Essa medida indica a duração do estímulo modelo que gerou uma probabilidade igual de escolhas dos estímulos de comparação longo e curto. O ponto de bissecção foi obtido por meio da técnica de interpolação linear. Ou seja, foi calculada a função da reta e, em seguida, foi estimado o valor de x (duração do estímulo modelo) quando y era igual a 0,5 (i.e., quando havia 50% de probabilidade de escolha de cada estímulo de comparação). O ponto de bissecção foi menor na

Figura 3

Porcentagem de Escolhas do Estímulo Longo (Painéis à Esquerda) e Ponto de Bissecção (Painéis à Direita) no Teste de Bissecção de Cada Condição



Nota. Os resultados correspondem às cinco sessões de estabilidade de cada condição.

Condição Viés Longo, intermediário na Condição Sem Viés e maior na Condição Viés Curto, indicando que, para todos os sujeitos, durante a Condição Viés Longo, estímulos modelo mais curtos passaram a ser selecionados como longos, e durante a Condição Viés Curto, estímulos modelo mais longos passaram a ser selecionados como curtos. Em conjunto, os resultados da Figura 3 sugerem que o controle discriminativo temporal foi afetado diferencialmente pelas manipulações na probabilidade dos reforços.

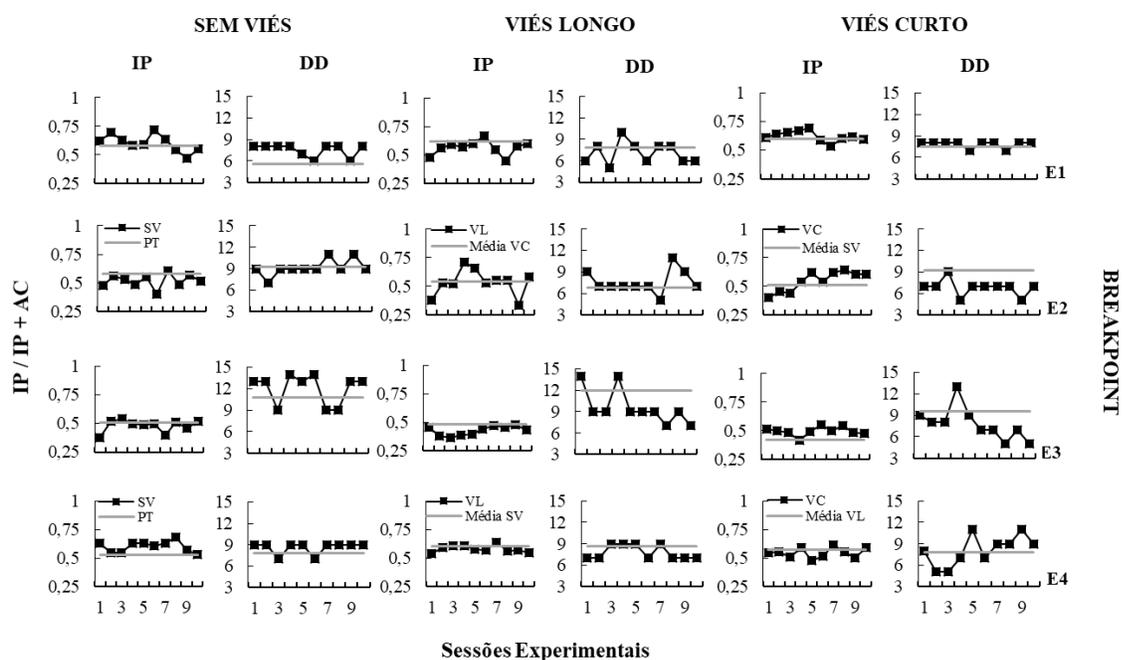
Na Figura 4, os quadrados pretos indicam o número relativo de escolhas impulsivas (valores iguais, maiores ou menores que 0,5 significam ausência de preferência, preferência por IP e preferência por AC, respectivamente) e o *breakpoint* obtidos nas 10 primeiras sessões dos testes de Impulsividade e de Demanda realizados imediatamente após as condições Sem Viés, Viés Longo e Viés Curto. As linhas cinzas correspondem ao número médio de escolhas impulsivas e ao *breakpoint* médio obtidos nas 10 primeiras sessões dos testes de Impulsividade e de Demanda realizados no início do experimento (pré-teste) ou após o procedimento de bissecção da condição imediatamente anterior. Foi considerado que houve tendência à manutenção, à diminuição ou ao aumento da impulsividade ou demanda quando uma dessas alternativas ocorreu em ao menos quatro (acima do acaso) das 10 sessões e foi mais frequente do que as outras alternativas. Na Condição Sem Viés, não foram observadas diferenças sistemáticas entre as escolhas impulsivas nos testes de Impulsividade realizados antes e após esta condição: ou seja, as escolhas impulsivas aumentaram para os sujeitos E1 e E4, diminuíram para o sujeito E2 e se mantiveram inalteradas para o sujeito E3, em pelo menos quatro das 10 sessões. Na Condição Viés Longo, a comparação entre o Teste de Impulsividade feito antes e após esta condição mostra uma redução nas escolhas impulsivas para os sujeitos E1 e E3 e, em menor extensão, para o sujeito E4, mas os efeitos foram inconsistentes para o sujeito E2. No Teste de Impulsividade da Condição Viés Curto, observa-se um aumento nas escolhas impulsivas para os sujeitos E1, E2 e

E3, e diminuição nessas escolhas para o sujeito E4, quando comparado ao Teste de Impulsividade da condição imediatamente anterior.

A comparação entre o Teste de Demanda da Condição Sem Viés e o Pré-Teste de Demanda mostra que o *breakpoint* aumentou na maioria das sessões dos sujeitos E1, E3 e E4, mas para o sujeito E2, o *breakpoint* não foi alterado na maioria das sessões. Na Condição Viés Longo, a comparação entre o Teste de Demanda antes e após esta condição aponta uma diminuição no *breakpoint* para os sujeitos E1, E3 e E4, e manutenção na maioria das sessões do sujeito E2. Na Condição Viés Curto, o *breakpoint* não se alterou para o sujeito E1, diminuiu para

Figura 4

Número Relativo de Escolhas Impulsivas e Breakpoint nos Testes de Impulsividade e de Demanda, Respectivamente, Antes e Após o Procedimento de Bissecção de Cada Condição



Nota. Quadrados pretos representam a impulsividade e *breakpoint* em cada uma das 10 sessões do teste. A linha cinza é a média das escolhas impulsivas e do *breakpoint* da condição anterior. PT=Pré-Teste, SV=Sem Viés, VL=Viés Longo, VC=Viés Curto.

os sujeitos E2 e E3, e aumentou para o sujeito E4, conforme indicado pela comparação entre os testes realizados antes após esta condição.

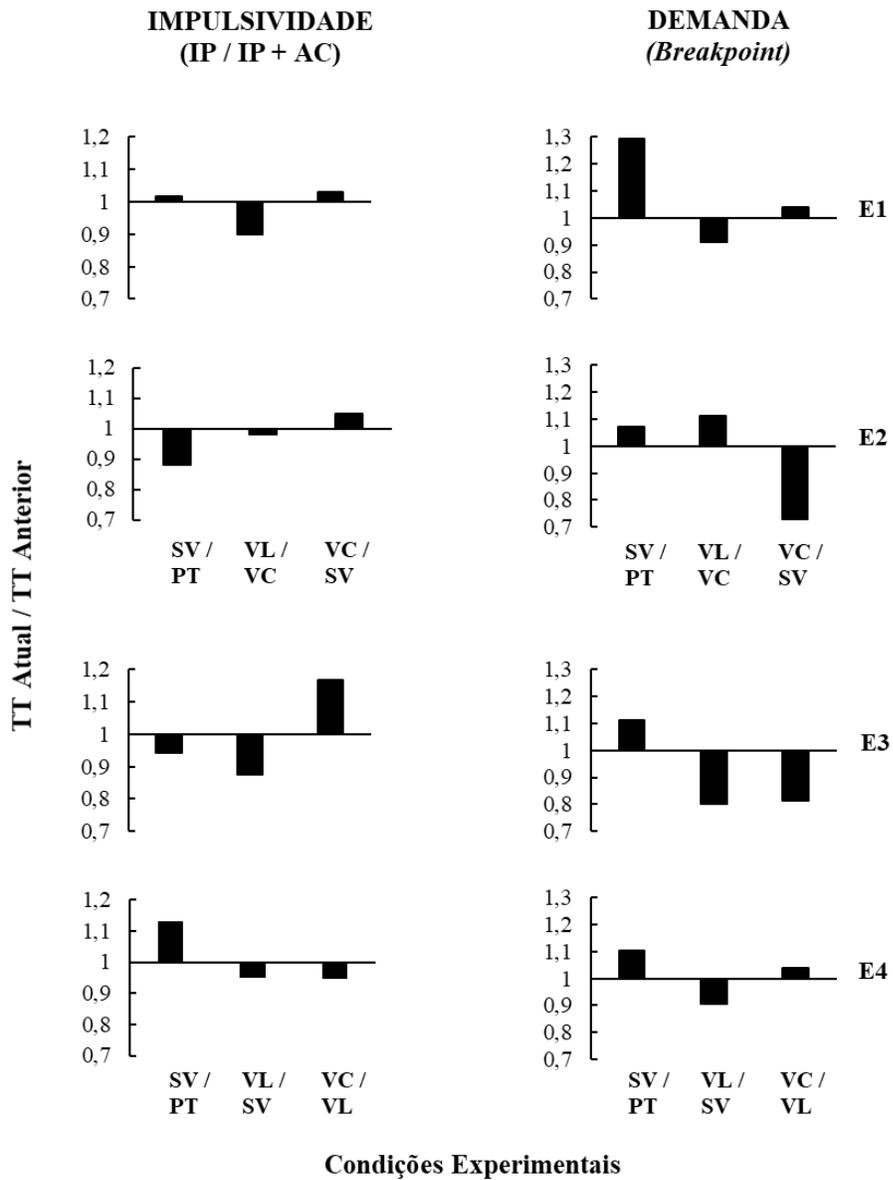
Os resultados da Figura 4 são resumidos na Figura 5, a qual mostra as escolhas impulsivas e os *breakpoints* nas primeiras 10 sessões dos testes de impulsividade e de demanda, respectivamente, após cada condição, como uma proporção das escolhas impulsivas e dos *breakpoints* nas primeiras 10 sessões dos testes de impulsividade e de demanda imediatamente anteriores. Valores iguais, acima e abaixo de 1 indicam, respectivamente, manutenção, aumento e diminuição na impulsividade/demanda. Com relação à medida de impulsividade, o treino de bissecção sem viés produziu efeitos assistemáticos sobre as escolhas impulsivas. Quando o treino de bissecção produziu viés para o estímulo longo, as escolhas impulsivas diminuíram, principalmente para os sujeitos E1, E3 e E4, e quando esse treino produziu viés para o estímulo curto, as escolhas impulsivas se tornaram mais frequentes para E1, E2 e E3. É importante ressaltar, no entanto, que a magnitude desses efeitos foi pequena e apresentou oscilações ao longo das sessões (ver Figura 4).

Em termos da medida de demanda, na ausência de viés, o treino de bissecção aumentou o *breakpoint* de todos os sujeitos, ou seja, os sujeitos passaram a cumprir razões mais elevadas do esquema PR. Quando o treino de bissecção produziu viés para o estímulo longo, houve uma redução no *breakpoint* para a maioria dos sujeitos (E1, E3 e E4), indicando que esses sujeitos pararam de responder em razões mais curtas do esquema PR. O treino de bissecção com viés para o estímulo curto produziu efeitos assistemáticos.

A Figura 6 mostra as correlações de Pearson entre medidas de discriminação temporal (porcentagem de acertos e ponto de bissecção) com impulsividade e demanda (número relativo de escolhas impulsivas relativas e *breakpoint*, respectivamente), assim como a correlação entre impulsividade e demanda. Das 15 correlações obtidas, apenas cinco foram estatisticamente

Figura 5

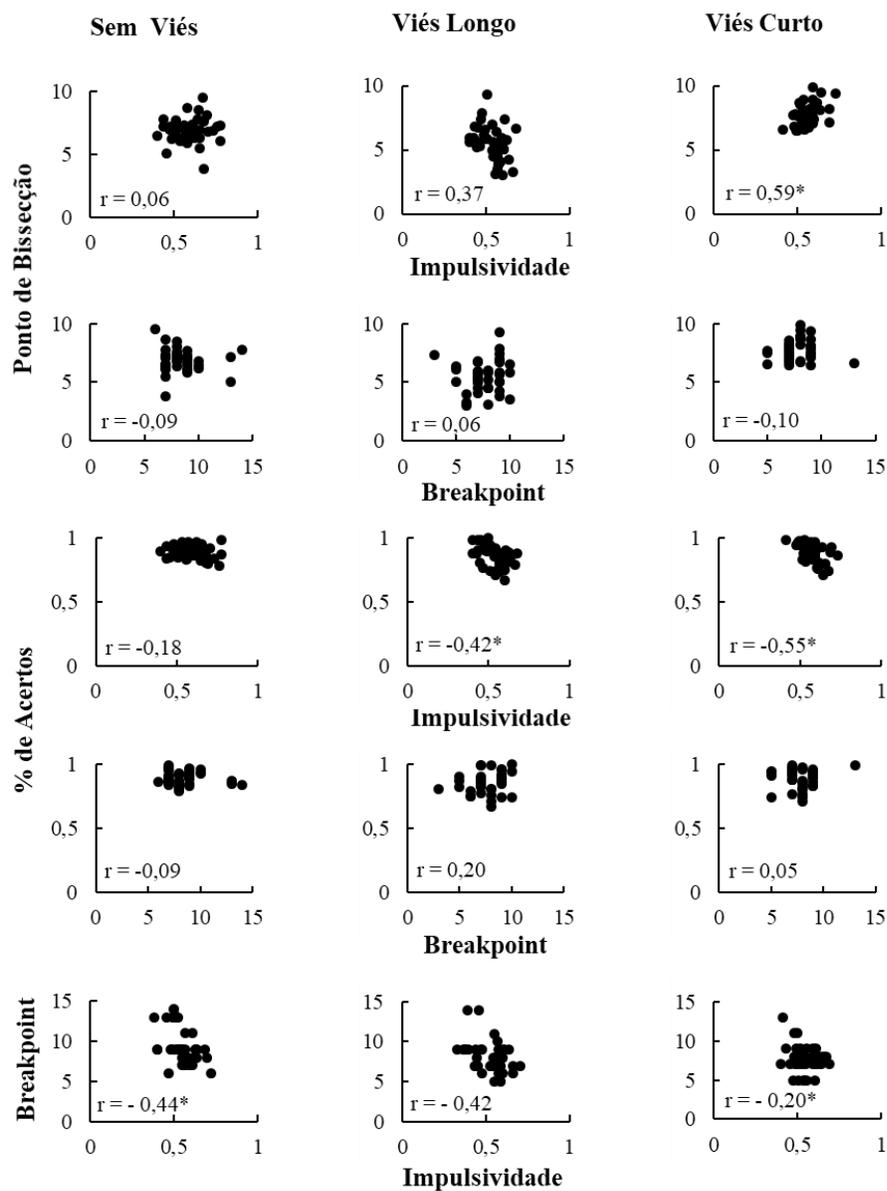
Escolhas Impulsivas e Breakpoints nos Testes de Impulsividade e de Demanda Pós-Condição Como Uma Proporção das Escolhas Impulsivas e Breakpoints nos Testes de Impulsividade e de Demanda da Condição Anterior



Nota. PT=Pré-Teste, SV=Sem Viés, VL=Viés Longo, VC=Viés Curto.

Figura 6

Correlações de Pearson Entre Porcentagem de Acertos (e Ponto de Bisseção) e Número Relativo de Escolhas Impulsivas (e Breakpoint), e Entre Breakpoint e Número Relativo de Escolhas Impulsivas



Nota. As correlações foram calculadas com base nas 10 últimas sessões do Treino de Bisseção de cada condição e nas 10 primeiras sessões de cada Teste de Impulsividade e de Demanda. * = $p < 0,05$.

significativas, embora tenham sido baixas: entre porcentagem de acertos e escolhas impulsivas ($r = -0,55$; $p = 0,0001$) e entre ponto de bissecção e escolhas impulsivas ($r = 0,59$; $p = 0,00004$) na Condição Viés Curto, entre porcentagem de acertos e escolhas impulsivas ($r = -0,42$; $p = 0,006$), e entre *breakpoint* e escolhas impulsivas na Condição Sem Viés ($r = -0,44$; $p = 0,003$) e na Condição Viés Longo ($r = -0,42$; $p = 0,006$). Em resumo, esses resultados indicam que houve correlação negativa entre impulsividade e demanda e que as medidas temporais utilizadas não foram boas preditoras de impulsividade e demanda.

Discussão

O presente experimento investigou os efeitos de vieses no controle discriminativo temporal, produzidos por meio de manipulações na probabilidade de reforçamento diferencial entre durações curtas e longas do estímulo modelo de um procedimento de bissecção, sobre a impulsividade e demanda. O controle temporal foi estabelecido na Condição Sem Viés, mas os efeitos sobre as escolhas impulsivas foram inconsistentes. As condições com viés alteraram o controle temporal estabelecido na condição sem viés. Ou seja, ao manipular a probabilidade do reforço para produzir viés para os estímulos modelo longo e curto, foram observados aumentos e diminuições na escolha do estímulo longo, respectivamente. Além disso, aumentos nas escolhas do estímulo longo foram acompanhados por diminuições na impulsividade e demanda enquanto diminuições nas escolhas pelo estímulo longo foram seguidas por aumentos na impulsividade, mas não produziram efeitos sistemáticos sobre a demanda.

Treino e Teste de Bissecção

A Condição Sem Viés estabeleceu controle temporal acurado, pois foram replicados os pontos de bissecção, e a função psicométrica, comumente encontrados na literatura em condições comparáveis: mais especificamente, os pontos de bissecção foram próximos à média geométrica para dois sujeitos e próximos à média aritmética ou entre essas médias para os dois restantes.

Esses resultados corroboram parcialmente a literatura, a qual indica que ratos tendem a apresentar pontos de bissecção mais próximos à média geométrica do que à média aritmética (ver Kopec & Brody, 2010, para uma revisão).

Na Condição Viés Longo, a função psicométrica foi deslocada para a esquerda, quando comparada com a Condição Sem Viés, o que resultou na diminuição do ponto de bissecção. Na Condição Viés Curto, por outro lado, houve um deslocamento da função psicométrica para a direita e, assim, um aumento no ponto de bissecção. Esses dados indicam que quando a probabilidade do reforço era maior para o estímulo longo, os sujeitos passaram a selecionar o estímulo de comparação longo mesmo quando a duração dos estímulos modelo testados era próxima à duração do estímulo modelo curto treinado (3 s); quando a probabilidade do reforço era maior para o estímulo curto, o inverso foi observado. Esses resultados estão de acordo com aqueles produzidos com pombos (Cabraia et al., 2019) e humanos (Akgodan & Balci, 2016; Cabraia et al. 2020) e a despeito do viés ter sido produzido por meio de manipulações na magnitude do reforço (Akgodan & Balci, 2016; Galtress & KirkPatrick, 2010) ou na probabilidade do reforço (Cabraia et al. 2019, 2020).

No procedimento de bissecção comumente utilizado na literatura, o treino e o teste de generalização temporal são implementados em condições sucessivas. Ou seja, quando o critério de aprendizagem é atendido, o treino é finalizado e o teste entra em vigor (Akgodan & Balci, 2016; Cabraia et al., 2019; 2020; Galtress & KirkPatracik, 2010; ver de Castro et al., 2013 para uma revisão). No presente estudo, por outro lado, treino e teste foram realizados simultaneamente desde o início da condição: isto é, as sessões compreendiam 10 blocos de 12 tentativas, oito de treino e quatro de teste. Esse procedimento foi adotado porque a estabilidade do ponto de bissecção, o qual revela o grau de controle temporal, era necessária para a realização dos testes de Impulsividade e de Demanda. Com o procedimento simultâneo, a intermitência do reforço (i.e., o

número programado de tentativas com reforço e com extinção) é constante ao longo das sessões, mas no procedimento sucessivo, a mudança do treino para o teste envolve um aumento na intermitência do reforço, já que as sessões passam a compreender tentativas com extinção, o que poderia dificultar a obtenção da estabilidade do ponto de bissecção. Apesar dessa modificação no procedimento, os resultados em termos do deslocamento da função e do ponto de bissecção foram similares entre os dois procedimentos.

No entanto, o procedimento de treino e teste simultâneos pode ter causado uma diferença quantitativa nas porcentagens de acertos obtidas nas âncoras da função psicométrica. Nos estudos de bissecção supracitados, o estabelecimento de viés para um estímulo produziu diminuições na porcentagem de acertos obtida na âncora oposta àquela que estava sendo alvo do procedimento de viés (i.e., com maior probabilidade do reforço). Mesmo nas tentativas em que havia possibilidade de obtenção de reforço, caso o estímulo de comparação correto fosse selecionado, houve alteração na escolha para uma alternativa que jamais seria reforçada (i.e., o estímulo de comparação curto foi selecionado quando o modelo era longo ou vice-versa). Isso parece sugerir que a discriminação temporal foi afetada. Esse efeito também foi observado no presente estudo, mas a diminuição na porcentagem de acertos nas âncoras parece ter sido maior aqui em comparação com a literatura. Em estudos como Cambraia et al., (2020) e Galtress e KirkPatrick (2010) houve uma porcentagem de acertos próxima a 80%, mesmo havendo viés para outra alternativa, enquanto na presente pesquisa, em alguns casos, a porcentagem de acertos caiu para 70 e 60%.

Teste de Impulsividade

A literatura aponta uma relação inversa entre o grau de controle discriminativo temporal e o número de escolhas impulsivas, a despeito do tipo de intervenção utilizado para estabelecer esse controle: esquemas temporais (e.g., Bailey et al., 2018; Fox et al., 2019; Panfil et al., 2020;

Smith et al., 2015; Stuebing et al., 2018) ou procedimento de bissecção (e.g., Baumman & Odum, 2012; Peterson & KirkPatrick, 2016). No presente estudo, entretanto, embora a Condição Sem Viés tenha gerado controle temporal, seus efeitos sobre a impulsividade foram inconsistentes: as escolhas impulsivas aumentaram para dois sujeitos e diminuíram para os dois sujeitos restantes. Resultados assistemáticos também foram obtidos por Souza (2016, Experimentos 2 e 3), ao compararem as escolhas impulsivas antes e após a exposição ao procedimento de bissecção sem viés, Stuebing et al. (2018), ao realizarem a tarefa de bissecção após a exposição a um esquema FI e ao teste de impulsividade, e Witt e MacaSkill (2022), ao exporem estudantes universitários a um delineamento ABABA, em que A era o procedimento de bissecção sem viés e B era a tarefa de impulsividade. Não foi possível identificar os motivos da inconsistência entre estudos.

Nas condições Viés Longo e Viés Curto, as alterações produzidas no controle temporal por meio das manipulações na probabilidade do reforço afetaram a impulsividade: três dos quatro sujeitos mostraram diminuição e aumento, respectivamente, nas escolhas impulsivas, mas esses efeitos apresentaram uma magnitude pequena e foram assistemáticos ao longo das sessões. É difícil comparar diretamente esses resultados com aqueles obtidos em outros estudos que envolvem a tarefa de bissecção e de impulsividade (e.g., Baumman & Odum, 2012; Peterson & KirkPatrick, 2016; Souza, 2016; Stuebing et al., 2018; Witt & MacaSkill, 2022), uma vez que os mesmos não evoluíram manipulação do controle temporal. Entretanto, uma comparação pode ser feita com estudos em que o controle temporal foi manipulado por meio de esquemas. De maneira geral, nesses estudos, um grupo controle é exposto a um esquema de razão (usualmente, FR 2) e outros grupos são expostos a esquemas temporais (e.g., FI, DRL e/ou VI com valores de 10, 30 e/ou 60 s). Observa-se, predominantemente, que as escolhas impulsivas são menores após a exposição aos esquemas temporais quando comparados com o esquema de razão (ver, Smith et al., 2022 para falha de replicação). Importante ressaltar, entretanto, que o procedimento desses

não permite isolar a variável determinante das diferenças no número de escolhas impulsivas entre grupos, já que não somente o tipo de esquema diferiu entre grupos (temporal e de razão), mas também os IRIs produzidos por cada tipo de esquema (longo e curto, respectivamente). No presente estudo, por outro lado, não havia um esquema de razão, mas sim, a exposição a modelos com durações distintas, o que implicava IRIs diferentes. É possível argumentar que os resultados do presente estudo corroboram aqueles obtidos com esquemas se for considerado que os esquemas temporais (ou IRIs longos), assim como a maior probabilidade de reforço para o modelo longo, criam viés para o atraso longo da alternativa AC, enquanto o esquema de razão (ou IRIs curtos), assim como a maior probabilidade de reforço para o modelo curto, geram viés para o atraso curto da alternativa IP.

O viés pode ser produzido também pela magnitude do reforço. No estudo de Stuebing et al. (2018), ratos foram expostos aos esquemas FI 10 e 30 s para as barras correlacionadas com os elos IP e AC, respectivamente ou ao esquema FR 2, antes de realizarem a tarefa de impulsividade e o procedimento de bissecção. Apesar do esquema FI ter gerado maior controle temporal (i.e., taxa de respostas de pico mais altas) e escolhas impulsivas menos frequentes do que o grupo FR, não foi observada uma relação inversa entre controle temporal (ponto de bissecção e sensibilidade) e frequência de escolhas impulsivas. A análise da função psicométrica do grupo FI revela que houve um número maior de escolhas para o estímulo longo, mesmo diante de estímulos modelo curtos, ou seja, ocorreu um viés para o estímulo longo, o que gerou uma diminuição no ponto de bissecção em relação ao grupo FR. O mesmo ocorreu na Condição Viés Longo, ou seja, houve viés para o estímulo longo, sendo esse produzido pela maior probabilidade de reforços para as escolhas do estímulo longo. No estudo Stuebing et al, o grupo FI recebeu reforços de baixa magnitude no esquema FI 10 s e reforços de alta magnitude no esquema FI 30

s, e essa maior magnitude no FI 30 s (conjuntamente com os IRIs mais longos) podem ter produzido viés para os estímulos longos.

Com relação às correlações de Pearson entre medidas temporais e impulsividade, não foram encontrados resultados estatisticamente significativos entre ponto de bissecção e escolhas impulsivas nas condições Sem Viés e Viés Longo, mas sim na Condição Viés Curto ($r = 0,59$; $p = 0,00004$). Ausência de correlação entre controle temporal e impulsividade também foi observada por Peterson e KirkPatrick, (2016), Witt e MacaSkill (2022) e Rung et al. (2018) em condições experimentais comparáveis àquelas da Condição Sem Viés. Em Rung et al., ratos foram expostos a reforços imediatos ou atrasados e, em seguida, às tarefas de impulsividade e bissecção, nesta ordem. Apesar do grupo de ratos expostos a reforços atrasados terem mostrado escolhas impulsivas menos frequentes do que o grupo exposto a reforços imediatos, a análise de regressão revelou que, para os três grupos, aspectos temporais não foram preditores de escolhas impulsivas ($z = -0,29$; $p = 0,77$). Por outro lado, Baumann e Odum (2012) e Marshall et al. (2014) obtiveram correlações estatisticamente significativas entre controle temporal e impulsividade. Baumann e Odum encontraram, com estudantes universitários, que quanto menor o ponto de bissecção, maior a impulsividade ($r = -0,24$; $p < 0,001$), mas Marshall et al. observaram, com ratos, que quanto menor o ponto de bissecção, menor a impulsividade ($r = 0,73$; $p = 0,007$). Não é claro o motivo da falha de replicação entre estudos, mas é importante ressaltar que há muitas diferenças procedimentais entre eles, tais como aquelas referentes à espécie, à tarefa de impulsividade, aos parâmetros, ao tipo de reforços, dentre outras.

Em suma, os resultados do presente estudo, aliado àqueles da literatura, sugerem que ainda é prematuro afirmar que há uma relação causal entre controle temporal e impulsividade, um ponto que será elaborado na Discussão Geral.

Teste de Demanda

Esta pesquisa também objetivou avaliar o papel do controle temporal sobre a demanda. Foi observado que o estabelecimento de controle temporal (Condição Sem Viés) aumentou a demanda e que alterações nesse controle diminuíram a demanda para três sujeitos na Condição Viés Longo, mas produziram efeitos assistemáticos na Condição Viés Curto. Entretanto, não foram obtidas correlações entre ponto de bissecção e *breakpoint* em nenhuma condição experimental.

Assim como aconteceu com a impulsividade, não foram encontrados estudos com avaliação dos efeitos do controle temporal, manipulado por meio do procedimento de bissecção, sobre a demanda. Dessa forma, os resultados aqui obtidos só podem ser comparados com outros tipos de procedimento. No estudo de Stein et al. (2013), por exemplo, ratos expostos a atrasos fixos apresentaram maior intensidade do consumo de álcool do que ratos expostos a reforços sem atraso ou com atrasos variados. Ou seja, a demanda foi maior quando havia uma contingência que tende a gerar discriminação temporal do que quando havia contingências que não são favoráveis ao estabelecimento de controle temporal. Os resultados do grupo atraso fixo são comparáveis aos obtidos na Condição Sem Viés do presente estudo, na qual foi obtida a função psicométrica típica, o que indica um bom controle temporal, e aumento da demanda. Por outro lado, os resultados dos grupos sem atraso e atrasos variados apresentam similaridade com aqueles obtidos nas condições Viés Longo e Curto, nas quais houve deslocamentos da função psicométrica para a esquerda e para a direita (i.e., alterações no controle temporal), respectivamente, o que resultou em diminuição ou alterações assistemáticas na demanda.

Importante ressaltar que essa similaridade entre estudos deve ser vista com cautela uma vez que Stein et al. (2013) não registraram medidas temporais, o que impossibilitou a avaliação direta do controle temporal. Stein et al. (2015), incluíram uma avaliação baseada no

comportamento dos animais durante o atraso na tarefa de impulsividade. Os ratos que receberam reforços com atrasos fixos passavam mais tempo no comedouro do que os ratos do grupo controle, no entanto, os grupos não diferiram quanto ao momento em que se aproximavam do bebedouro durante o atraso. Apesar dessa diferença no controle temporal, a intensidade do consumo de álcool não diferiu sistematicamente entre grupos. No entanto, é necessário cuidado ao comparar os resultados de Stein et al. (2013, 2015) com os da presente pesquisa uma vez que os procedimentos (esquema e treino de bissecção), o tipo de reforço (álcool e comida) e as medidas (i.e., intensidade e *breakpoint*), foram diferentes.

EXPERIMENTO 2

Procedimento de Pico

O Experimento 2 também investigou os efeitos do controle discriminativo temporal sobre as escolhas impulsivas e a demanda em ratos. No entanto, as manipulações do controle temporal foram com esquemas com apresentação regular (FI) e irregular (VI) do reforço e programadas por meio de um procedimento de pico.

Método

Sujeitos

Foram utilizadas quatro ratas *Wistar* (E5 a E8) experimentalmente ingênuas e com aproximadamente 90 dias de vida. Os demais aspectos foram idênticos aos do Experimento 1.

Equipamento

Idem ao Experimento 1.

Procedimento

Foi realizado um Pré-Treino e, posteriormente, três condições experimentais, descritas a seguir, foram introduzidas na seguinte ordem: ABACABA. A Figura 7 mostra o diagrama das condições experimentais.

Pré-Treino. Idem ao Experimento 1.

Testes de Impulsividade e Demanda (A). Idem ao Experimento 1.

Procedimento de Pico com FI (B). Essa condição compreendeu cinco blocos de 10 tentativas. Em cada bloco havia oito tentativas com o esquema FI 20 s e duas tentativas de pico. Em metade das tentativas FI, apenas a barra esquerda estava operativa, e na outra metade, apenas a barra da direita. O mesmo ocorreu nas tentativas de pico. A primeira tentativa da sessão era sempre com o esquema FI e, em seguida, a ordem de ocorrência das tentativas FI e de pico foram determinadas randomicamente ao longo de cada bloco.

Nas tentativas FI, 20 s após o início da sessão ou do último reforço, a primeira resposta na barra operativa produzia o reforço, desde que não houvesse nenhuma resposta na barra alternativa nos últimos 3 s (*changeover delay* - COD 3 s). Respostas na barra alternativa eram registradas, mas não tinham nenhuma consequência além de resetar o COD programado. Nas tentativas de pico, com duração de 40 s, respostas na barra direita ou esquerda eram registradas, mas não tinham nenhuma consequência programada. Nas tentativas FI ou de pico programadas na barra da esquerda, a luz da caixa piscava a cada 0,5 s e a luz da barra esquerda permanecia acesa, enquanto nas tentativas FI ou de pico programadas na barra direita, a luz da caixa ficava piscando a cada 0,5 s e a luz da barra direita permanecia acesa. Após uma tentativa FI ou uma tentativa de pico ocorria um ITI de 15 s, durante o qual todas as luzes estavam apagadas.

Essa condição teve duração mínima de 30 sessões. Além da quantidade mínima de sessões, o *quarter life* (QL) deveria apresentar estabilidade ao longo de cinco sessões. Essa estabilidade foi avaliada de três formas: (a) o QL médio deveria ser superior a 0,35 (c.f., Elcoro,, 2005) (b) o QL não poderia apresentar tendências crescentes ou decrescentes, o que foi avaliado por meio de inspeção visual, e (c), o QL de cada sessão não podia diferir mais do que 20% do

QL médio das cinco sessões. Quando esses critérios eram atingidos, a intervenção era finalizada e os testes de Impulsividade e de Demanda eram reapresentados.

Procedimento de Pico com FI + VT (C). Assim como na condição anterior, cada sessão continha cinco blocos de 10 tentativas. No entanto, em cada bloco havia quatro tentativas com o esquema FI 20 s (duas para cada barra), quatro tentativas programadas com o esquema VT 20 s (duas para cada barra) e duas tentativas de pico (uma para cada barra). A ordem das tentativas ao longo do bloco era determinada randomicamente. A programação das tentativas FI e de pico foi similar à da condição anterior. Nas tentativas em que foi programado um esquema VT 20 s, os reforços eram liberados a cada 20 s, em média, independentemente do responder. A sinalização das tentativas VT era idêntica à sinalização das tentativas FI e de pico, descrita previamente. Para cada barra havia uma lista de 20 valores de intervalo selecionados de acordo com a distribuição de Fleshler e Hoffman (1962). Cada valor era sorteado uma única vez ao longo da sessão para cada uma das barras.

O critério de encerramento foi o mesmo da condição anterior. No entanto, era exigido que, em pelo menos uma barra, o QL diferisse daquele obtido na condição anterior (sem reforços independentes). Isso foi necessário para garantir que a introdução da contingência VT tinha alterado o controle temporal. Após atingir os critérios, os animais foram expostos aos testes de Impulsividade e Demanda. A única exceção ocorreu com o sujeito E7. Para esse animal, a introdução de reforços independentes não alterou o QL da maneira esperada, de modo que a condição terminou após 40 sessões.

Figura 7

Diagrama das Condições do Experimento 2

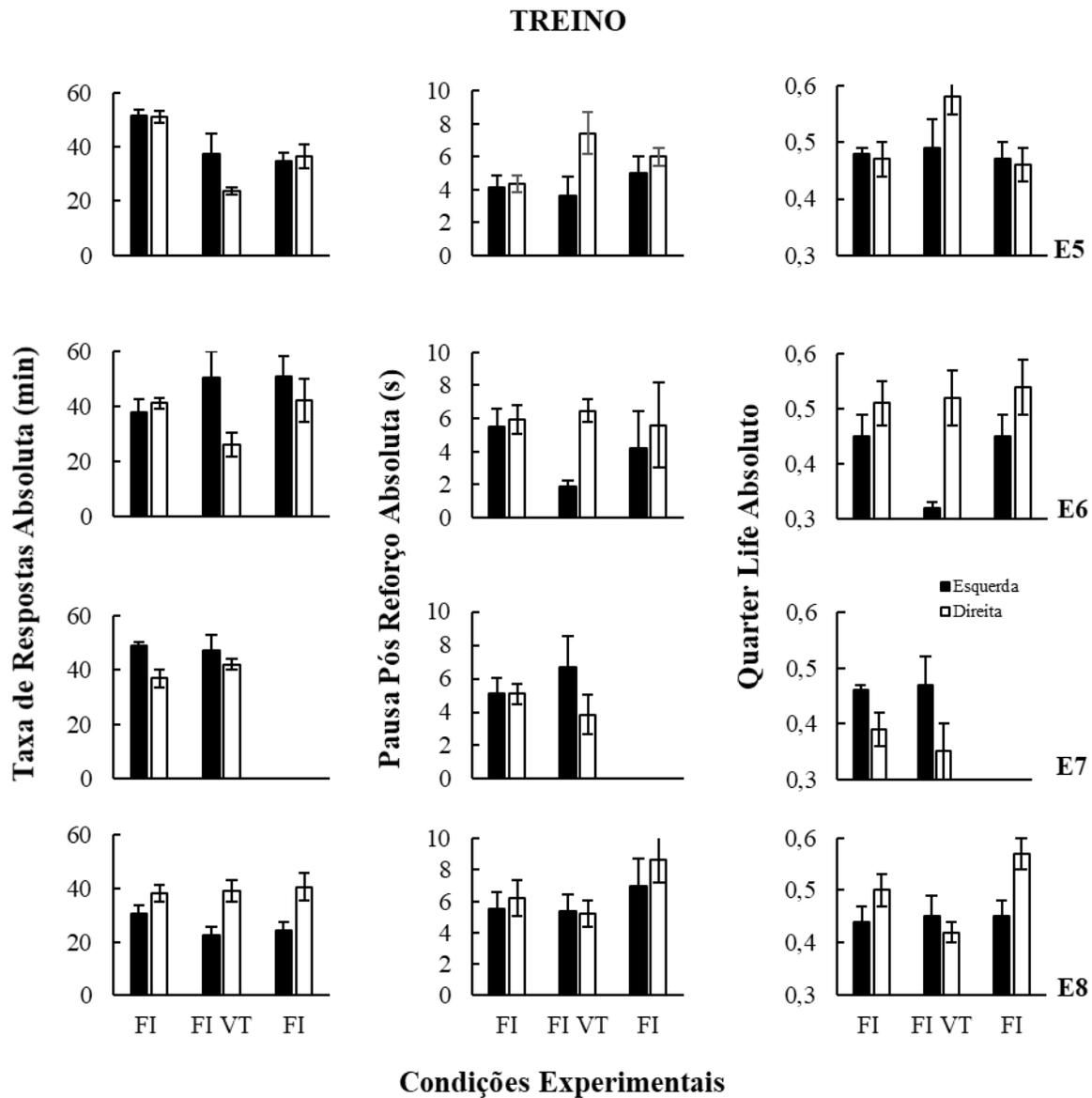


Resultados

A Figura 8 mostra os valores médios da taxa absoluta de respostas (painéis à esquerda), da pausa pós-reforço (painéis centrais) e do *quarter life* (painéis à direita) em cada barra nas cinco sessões de estabilidade das condições FI e FI VT. Na primeira Condição FI, as taxas médias de respostas foram similares para os sujeitos E5, E6 e E8; com a introdução do esquema VT, houve uma redução nas taxas em pelo menos uma das barras para esses sujeitos, e na replicação da Condição FI, um aumento (E5 e E6) ou manutenção (E8) das taxas. Para o sujeito E7, as taxas não foram alteradas ao longo das condições. Os resultados da pausa pós-reforço e do *quarter life* foram similares. Na Condição FI, para os sujeitos E5, E6 e E7, os valores dessas medidas não diferiram (ou diferiram um pouco) entre as duas barras; na Condição FI VT, houve aumento e/ou diminuição na pausa e no *quarter life* em pelo menos uma das barras, produzindo (ou acentuando) diferenças entre as barras; com o retorno à Condição FI, os valores voltaram a se aproximar. Para o sujeito E8, não foram observados efeitos do esquema VT. Esses resultados sugerem que o esquema VT alterou as medidas temporais, embora de maneira assistemática entre sujeitos e/ou barras. Por exemplo, para E5, a pausa e o *quarter life* aumentaram na barra direita, o que indica um aumento no controle temporal. Para E6, por outro lado, houve diminuição em ambas as medidas na barra esquerda, o que indica redução do controle temporal.

Figura 8

Taxa de Respostas, Pausa Pós-Reforço e Quarter Life Absolutos nas Barras Esquerda e Direita de Cada Condição

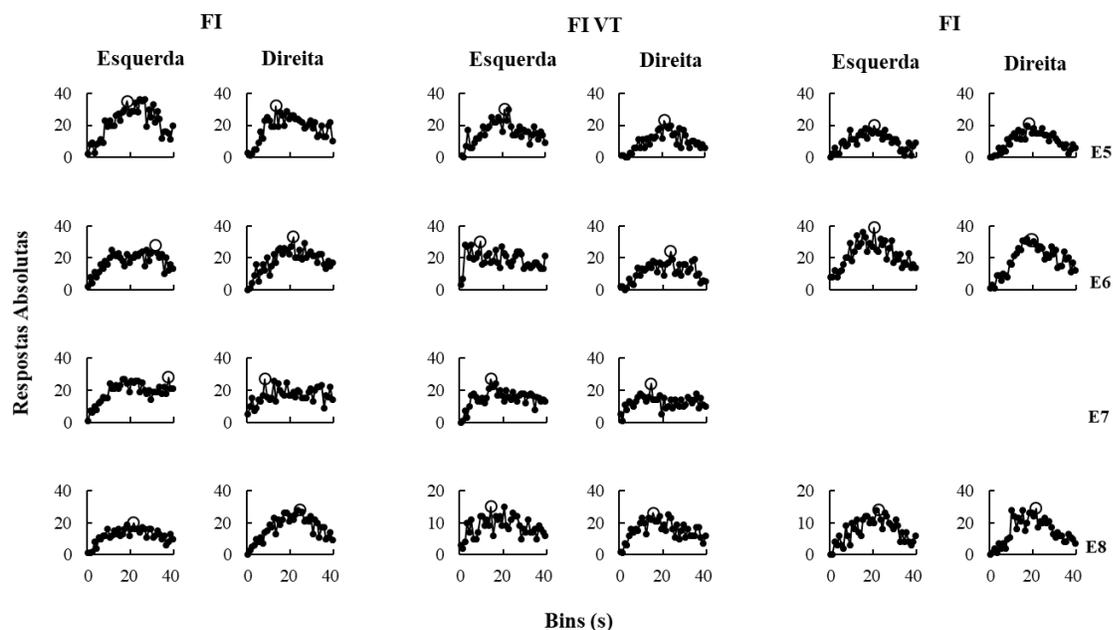


Nota. Os resultados correspondem às cinco sessões de estabilidade de cada condição. As linhas verticais em cada barra correspondem ao desvio padrão.

A Figura 9 mostra o número total de respostas nas barras esquerda e direita, agrupadas em *bins* de 1 s, nas cinco tentativas de pico de cada uma das cinco sessões de estabilidade de cada condição, para cada sujeito. Para os sujeitos E5, E6 (com exceção da condição FI VT, barra esquerda) e E8, o número de respostas aumentou ao longo da primeira metade da tentativa, e diminuiu na segunda metade, de modo que curvas com forma de U invertido foram obtidas nas duas barras, a despeito da condição. Um número maior de respostas próximo ao momento em que o reforço era liberado nas tentativas FI (20° s) sugere controle temporal, sendo esse controle observado mesmo quando o esquema VT foi introduzido. Para o sujeito E7, no entanto, em todas as condições e em ambas as barras, o responder aumentou no início da tentativa e, em seguida, manteve-se relativamente inalterado, o que indica que após a pausa inicial, típica de esquemas FI, o responder foi constante ao longo do intervalo.

Figura 9

Frequência de Respostas em Cada Bin de 1 s em Cada Condição nas Tentativas de Pico



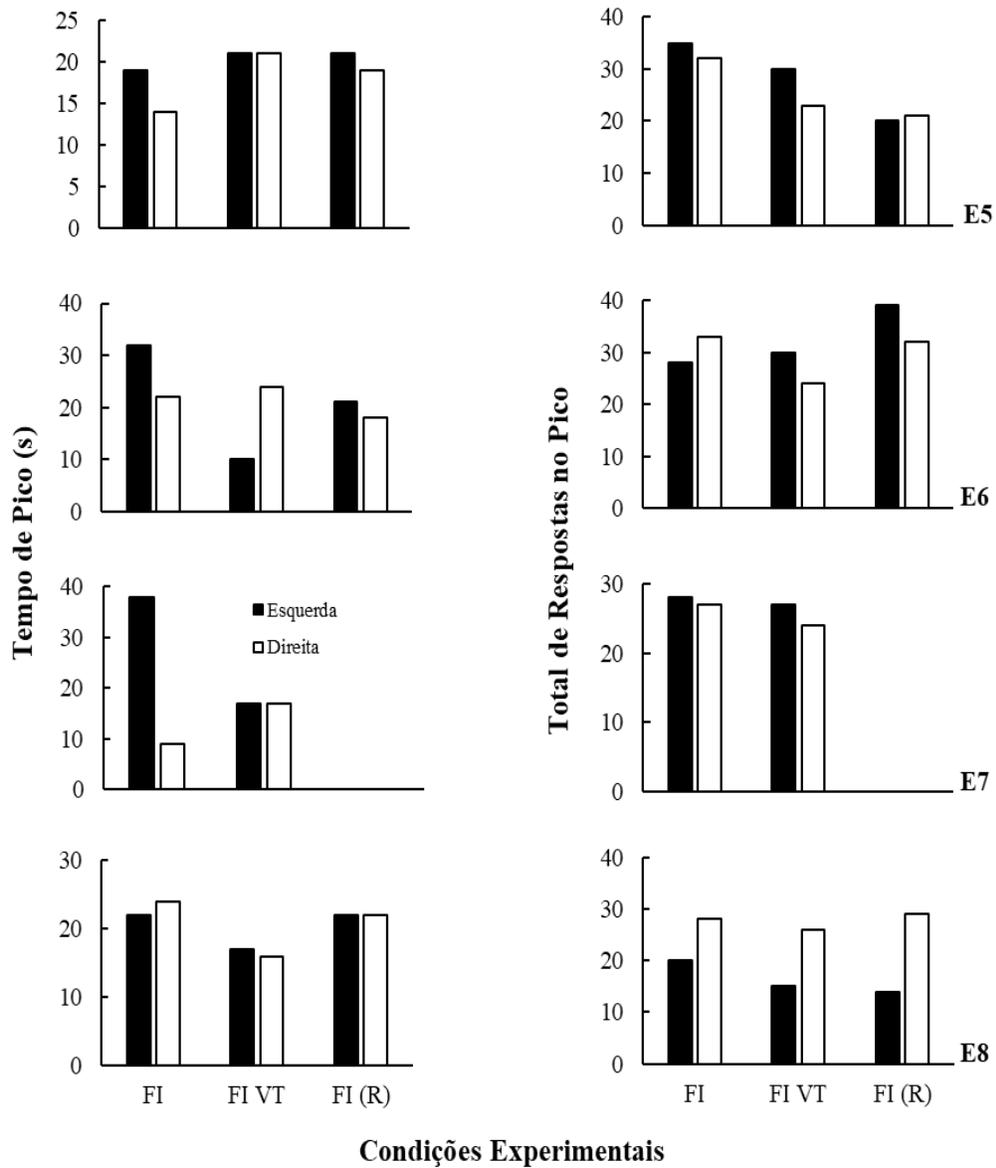
Nota. Os resultados correspondem às cinco sessões de estabilidade de cada condição. Os círculos vazios correspondem ao ponto de pico.

A Figura 10 mostra, para as barras esquerda e direita, o tempo de pico (painéis à esquerda) e o número de respostas no pico (painéis à direita), para todos os sujeitos, nas cinco sessões de estabilidade de todas as condições. Para obter essas medidas, foi somado, em *bins* de 1 s, o total de respostas em cada barra durante as 25 tentativas das sessões de estabilidade. O tempo de pico corresponde ao primeiro *bin* com o número máximo de respostas que, por sua vez, corresponde a respostas no pico. Na Condição FI, o tempo de pico foi maior na barra esquerda (≥ 20 s) do que na barra direita (≤ 20 s) para todos os sujeitos, com exceção do sujeito E8, para o qual os tempos de pico nas duas barras foram próximos. Na Condição FI VT e na replicação da Condição FI, o tempo de pico não diferiu entre barras e ocorreu próximo a 20 s, com exceção da Condição FI VT do sujeito E6. O número de respostas no pico foi maior na barra esquerda do que na barra direita para os sujeitos E5, E6 e E7, com apenas duas exceções, ambas durante a Condição FI (sujeito E5, replicação; sujeito E6, primeira ocorrência). Para o sujeito E8, por outro lado, o número de respostas no pico foi maior na barra direita do que na esquerda em todas as condições.

Na Figura 11, os quadrados pretos mostram o número relativo de escolhas da alternativa de impulsividade (valores iguais, maiores ou menores que 0,5 significam ausência de preferência, preferência por IP e preferência por AC, respectivamente) e o *breakpoint* obtidos nas 10 primeiras sessões dos testes de Impulsividade e de Demanda que ocorreram após a Condição FI, Condição FI VT e replicação da Condição FI. As linhas cinzas correspondem ao número médio de escolhas impulsivas e ao *breakpoint* médio obtidos nas 10 primeiras sessões dos testes de Impulsividade e de Demanda realizados no início do experimento (pré-teste) ou após a Condição FI ou a Condição FI VT imediatamente anterior. Os critérios para identificar tendência à diminuição ou ao aumento na impulsividade e demanda 1 foram idênticos àqueles da Figura 4 do Experimento 1, ou seja, as escolhas impulsivas e os *breakpoints* deveriam ser (1) maiores ou

Figura 10

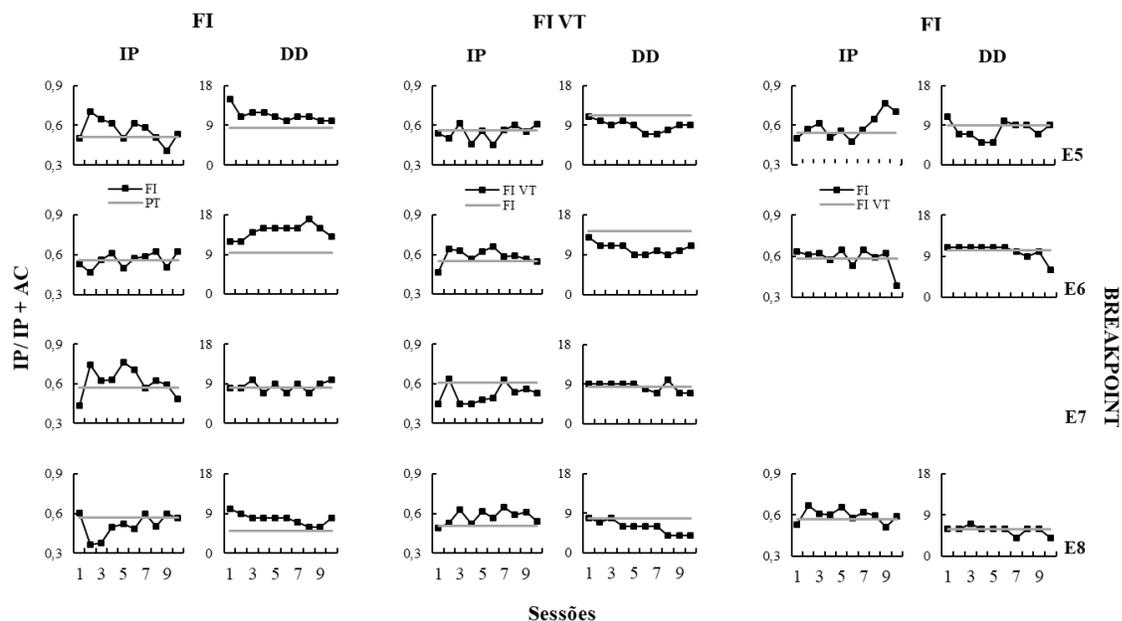
Tempo de Pico e Respostas no Pico em Cada Condição



Nota. Os resultados correspondem às cinco sessões de estabilidade de cada condição.

Figura 11

Número Relativo de Escolhas Impulsivas e Breakpoint nos Testes de Impulsividade e de Demanda, Respectivamente, Antes e Após o Procedimento de Pico de Cada Condição



Nota. Quadrados pretos representam a impulsividade e *breakpoint* em cada uma das 10 sessões do teste. A linha cinza é a média das escolhas impulsivas e do *breakpoint* da condição anterior.

menores, respectivamente, do que aqueles do teste anterior em pelo menos quatro das 10 sessões, e (2) assistemáticos nas demais seis sessões. Após a Condição FI, os resultados do Teste de Impulsividade foram assistemáticos: as escolhas impulsivas tenderam a aumentar para os sujeitos E5 e E7, a se manter constantes para o sujeito E6 e a diminuir para o sujeito E8. Após a Condição FI VT, os resultados permaneceram assistemáticos: as escolhas impulsivas permaneceram inalteradas para o sujeito E5, tenderam a aumentar para E6 e E8 e a diminuir para E7. Após a replicação da Condição FI, as escolhas impulsivas tenderam a aumentar para todos os sujeitos, mas os efeitos foram pequenos, principalmente para E6 e E8. O Teste de Demanda mostra que, após a Condição FI, houve um aumento no *breakpoint* para os sujeitos E5, E6 e E8 e, em menor extensão, para o sujeito E7. Após a Condição FI VT, houve uma diminuição no *breakpoint* ao

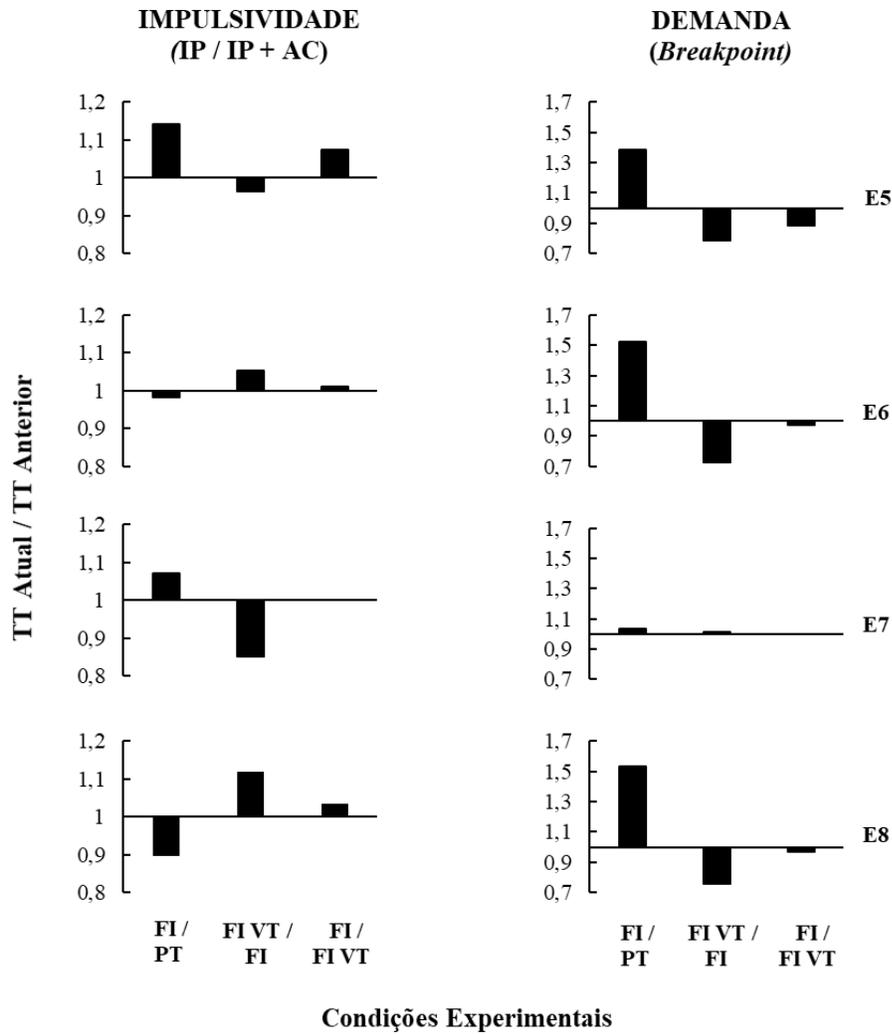
longo das sessões para todos os sujeitos (exceto o sujeito E7, para o qual diminuições no *breakpoint* só foram observadas no final da condição). Após a replicação da Condição FI, o *breakpoint* tendeu a diminuir (pelo menos no início) para o sujeito E5 e a se manter inalterado para os demais sujeitos. É importante ressaltar, no entanto, que esses efeitos apresentaram oscilações ao longo das sessões e nem sempre tiveram uma magnitude alta.

Os resultados da Figura 11 são resumidos na Figura 12, a qual mostra as escolhas impulsivas e os *breakpoints* nas primeiras 10 sessões dos testes de impulsividade e de demanda, respectivamente, após cada condição, como uma proporção das escolhas impulsivas e dos *breakpoints* nas primeiras 10 sessões dos testes de impulsividade e de demanda imediatamente anteriores. Valores maiores que 1, iguais a 1 ou menores que 1 indicam maior impulsividade / *breakpoint* no teste atual, igual impulsividade / *breakpoint* entre os testes ou menor impulsividade / *breakpoint* no teste atual, respectivamente. Como seria esperado, os resultados são consistentes com aqueles da Figura 11. Ou seja, as escolhas impulsivas foram assistemáticas entre sujeitos após as condições FI e FI VT, e tenderam a aumentar apenas para E5 após a replicação da Condição FI. O *breakpoint*, por sua vez, tendeu a aumentar após a Condição FI, a diminuir após a Condição FI VT e foi assistemático após a replicação da Condição FI. Novamente, a magnitude desses efeitos foi pequena.

Em suma, as figuras 11 e 12 mostram que alterações no controle temporal (ver Figura 8) não foram acompanhadas por efeitos sistemáticos sobre a impulsividade, mas sim, sobre a demanda. Ou seja, a exposição a um esquema que promove controle temporal (i.e., FI) aumentou a demanda, enquanto a exposição a um esquema que comumente prejudica esse controle (i.e., FI VT) reduziu a demanda. No entanto, os efeitos do esquema FI não foram replicados no retorno à Condição FI.

Figura 12

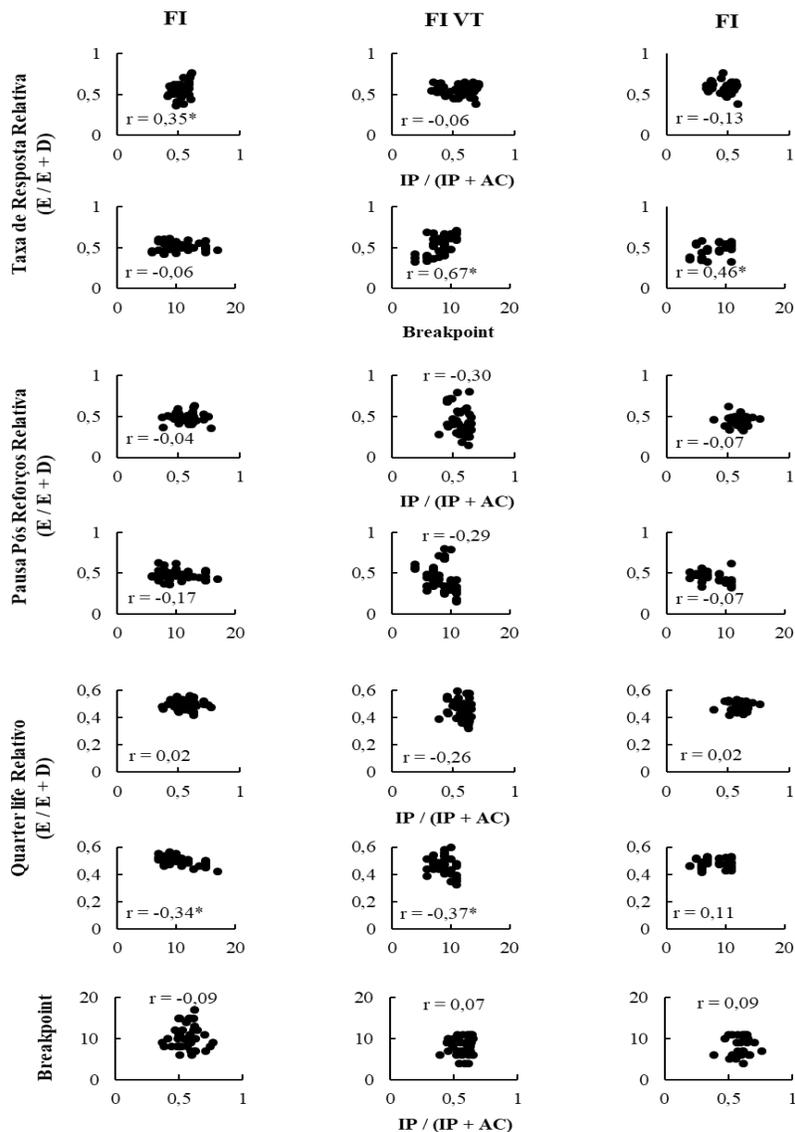
Escolhas Impulsivas e Breakpoints nos Testes de Impulsividade e de Demanda Pós-Condição Como Uma Proporção das Escolhas Impulsivas e Breakpoints nos Testes de Impulsividade e de Demanda da Condição Anterior



As correlações de Pearson entre taxa de respostas relativa, pausa pós-reforço e *quarter life* relativos e escolhas impulsivas relativas e *breakpoint* são mostradas na Figura 13, assim como a correlação entre escolhas impulsivas e *breakpoint*.

Figura 13

Correlações de Pearson Medidas Temporais e Escolhas Impulsivas e Breakpoint e Entre Medidas Temporais e Escolhas Impulsivas e Breakpoint



Nota. As correlações foram calculadas com base nas 10 últimas sessões do Treino de Bisseção de cada condição e nas 10 primeiras sessões de cada Teste de Impulsividade e de Demanda. * = $p < 0,05$.

Foram obtidas correlações positivas e estatisticamente significativas entre taxa de respostas relativas na barra esquerda e escolhas impulsivas ($r = 0,35$; $p = 0,02$) na Condição FI, e entre taxa de respostas relativas e *breakpoint* na Condição FI VT ($r = 0,67$; $p = 0,000001$) e na replicação da Condição FI ($r = 0,46$; $p = 0,009$). Além disso, houve correlações negativas e estatisticamente significativas entre *quarter life* e *breakpoint* nas condições FI ($r = -0,34$; $p = 0,03$) e FI VT ($r = -0,37$; $p = 0,01$). Não houve correlação entre escolhas impulsivas e *breakpoint*. Em resumo, esses resultados sugerem que a taxa de respostas e o *quarter life* podem ser preditores do *breakpoint*, mas é válido lembrar que as correlações encontradas foram baixas.

Discussão

O presente experimento investigou os efeitos do controle discriminativo temporal, manipulado por meio do procedimento de pico, sobre a impulsividade e a demanda. Nas condições FI, a pausa pós-reforço, o *quarter life* e o padrão de respostas nas tentativas de pico indicaram o estabelecimento de controle temporal. Na Condição FI VT, a introdução de reforços irregulares e independentes alterou o controle temporal, mas essa alteração foi assistemática. Após a exposição à Condição FI e a Condição FI VT, foram observados efeitos assistemáticos sobre as escolhas impulsivas, e aumento e diminuição na demanda, respectivamente, não sendo possível identificar uma relação causal entre controle temporal e impulsividade e demanda.

Treinos FI e FI VT: Controle Temporal

Na Condição FI, na qual o reforço era apresentado regularmente a cada 20 s, a taxa de resposta variou entre 35 e 50 respostas por minuto entre sujeitos, um resultado comparável ao de Cohen et al. (1993, Experimento1). A pausa pós-reforço ocupou mais de 20% e o *quarter life* foi superior a 40% do intervalo (i.e., os sujeitos emitiram 25% das respostas em 40 a 50% do intervalo; Figura 8); além disso, o padrão de respostas nas tentativas de pico apresentou uma formato de U invertido, com o tempo de pico próximo ao valor do FI programado (i.e., 20 s)

(Figuras 9 e 10). Os resultados da pausa pós-reforço replicam parcialmente a literatura (e.g., Schneider, 1969), visto que a pausa em esquemas FI tende a ser cerca de um terço ou metade do valor do FI. Os valores do *quarter life* são similares àqueles obtidos por Lattal e Bryan (1976), assim como o padrão de respostas nas tentativas de pico é comparável àquele encontrado por Aum et al. (2007), Lattal e Bryan e Smith et al., (2015, 2022). Em conjunto, esses resultados sugerem que a taxa de respostas foi positivamente acelerada ao longo do intervalo, evidenciando o estabelecimento de controle discriminativo temporal (Aum et al., 2007; Ferster & Skinner, 1957; Kuroda et al., 2013; Schneider, 1969; Smith et al., 2015; Stuebing et al., 2018).

A introdução de reforços independentes em intervalos variáveis gerou efeitos assistemáticos sobre a taxa de respostas, a pausa pós-reforço e o *quarter life*. O esquema VT gerou aumento na taxa de respostas para metade dos sujeitos e diminuição para a outra metade. Esses resultados são comparáveis aos de Lattal e Bryan (1976; Experimento 1), os quais expuseram dois pombos a um esquema FI e, em seguida, ao esquema concorrente FI VT, sendo o valor do VT manipulado parametricamente. O esquema VT rico (alta taxa de reforços) produziu diminuição na taxa de resposta para ambos os sujeitos, mas quando o esquema VT foi empobrecido, os resultados foram assistemáticos. Dessa maneira, a falha de replicação entre sujeitos pode ser devida ao parâmetro do esquema utilizado. Os efeitos do esquema FI VT sobre a pausa pós-reforço foram assistemáticos tanto entre sujeitos quanto intrassujeito (o efeito em cada barra). Inconsistência entre sujeitos também foi observada por Kuroda et al. (2013): quando o esquema FI foi substituído pelo esquema misto FI FT, a pausa foi alterada para dois sujeitos (aumentou para um e diminuiu para outro) e se manteve constante para outros dois.

Na presente pesquisa, a contingência FI VT nem sempre produziu alterações sistemáticas no *quarter life* e no padrão de respostas. Para alguns sujeitos, o *quarter life* aumentou (e.g., sujeito E5), e para outros, diminuiu (e.g., sujeito E6). Com relação à distribuição de respostas ao

longo da tentativa de pico, foi observada a manutenção do padrão com formato de U invertido. Os efeitos do esquema VT sobre o *quarter life* e o padrão de respostas aqui observados não são comparáveis aos de Lattal e Bryan (1976). Nesse estudo, com a mudança do esquema FI para o esquema concorrente FI VT, o *quarter life* diminuiu de 0,4 para 0,25, aproximadamente, e o padrão *scallop* foi alterado para um padrão linear. É possível que essas inconsistências entre o *quarter life* e o padrão de respostas aqui obtidos e aqueles de Lattal e Byron se devam à programação do esquema VT (esquema misto na presente pesquisa e esquema concorrente em Lattal e Bryan). No esquema misto, uma vez que os esquemas eram apresentados sucessivamente, a manutenção do controle temporal era possível já que, em metade das tentativas, o reforço permanecia contingente à primeira resposta emitida 20 s após o início da tentativa (ver Aló, 2008; Lattal & Abreu-Rodrigues, 1997).

A utilização do esquema misto FI VT, em detrimento do esquema concorrente FI VT, foi motivada pela necessidade de manter a taxa de reforços constante entre as condições FI e FI VT. A literatura indica que a taxa de reforços afeta diversos processos comportamentais, tais como resistência à mudança (e.g., Nevin, 1974), ressurgência (e.g., Podlesnik & Shahan, 2009), escolha (e.g., Herrnstein, 1961) e impulsividade (Snyderman, 1983). Por exemplo, em Snyderman, foram usadas três razões entre os atrasos nos elos IP e AC (2 e 12, 10 e 60, e 20 e 120 s, respectivamente). A taxa de reforços (e o número de escolhas impulsivas) foram maiores com a razão 2:12 do que com a razão 20:120 s. Diante da sensibilidade das escolhas impulsivas à taxa de reforços, era importante manter essa taxa constante entre condições. Se os esquemas FI e VT tivessem sido programados concorrentemente e de maneira independente, haveria alteração na taxa de reforços em comparação à Condição FI. Logo, alterações no Teste de Impulsividade após a Condição FI VT não poderiam ser atribuídas somente ao controle temporal, visto que as condições teriam diferido também em relação à taxa de reforços. Além disso, os resultados de

Kuroda et al. (2013) também motivaram a utilização do esquema misto. Nesse estudo, o procedimento adotado foi semelhante ao do presente estudo, mas em vez do esquema VT, os autores utilizaram o esquema FT. A introdução deste esquema afetou a pausa pós-reforço. Logo, era esperado que ao programar o esquema VT como um componente de um esquema misto, também produziria alterações no controle temporal (ver Lattal & Bryan, 1976).

Finalmente, é possível que os efeitos assistemáticos quando reforços independentes foram incluídos do presente estudo tenham sido ocasionados por reforçamento acidental. Ou seja, apesar de o reforço ser liberado independentemente do responder, existe a possibilidade de contiguidade entre determinadas topografias do responder e o reforço, o que poderia fortalecer topografias diferenciadas entre sujeitos. Por exemplo, para alguns animais, os reforços independentes podem ter sido contíguos a pausas, enquanto para outros animais, podem ter sido contíguos à resposta de pressionar a barra esquerda (ou direita). Como a contingência VT não controla diretamente a relação resposta-reforço, topografias diversas podem ter sido fortalecidas entre sujeitos, e até mesmo entre barras para um mesmo sujeito (ver Sizemore & Lattal, 1977; Skinner, 1948).

Teste de Impulsividade

A despeito do esquema FI ter produzido controle temporal, os efeitos desse esquema sobre a impulsividade foram assistemáticos entre sujeitos. Souza (2016, Experimento 1) também encontrou efeitos inconsistentes da exposição ao esquema FI sobre a impulsividade. Nesse estudo, quando ratos foram expostos ao pré-teste de impulsividade, esquema FI e pós-teste de impulsividade, houve redução, manutenção e aumento nas escolhas impulsivas entre os animais. No estudo de Smith (2022), as escolhas impulsivas foram maiores após a exposição ao esquema FI do que após o esquema FR. Em conjunto, os resultados do presente estudo e daqueles de Souza e de Smith et al. indicam que o controle temporal, pelo menos quando é estabelecido por

um esquema FI (avaliado pela pausa pós-reforço, *quarter life* e padrão de respostas em tentativas de pico neste estudo; pausa pós-reforço em Souza e padrão de respostas em tentativas de pico em Smith et al.), nem sempre é suficiente para produzir reduções nas escolhas impulsivas.

Conforme apontado anteriormente, a introdução do esquema VT alterou o controle discriminativo temporal, mas as alterações foram assistemáticas entre sujeitos e, até mesmo, intrassujeito. Além disso, e um ponto mais relevante para o Experimento 2 do presente estudo, aumentos e diminuições no controle temporal não foram consistentemente relacionados com diminuições e aumentos, respectivamente, na frequência das escolhas impulsivas. Por exemplo, para o sujeito E6, a exposição ao esquema misto FI VT reduziu o valor do *quarter life* na barra correlacionada com IP, (barra esquerda), o que indica prejuízo no controle temporal, e aumentou as escolhas impulsivas. Para E8, esse mesmo esquema diminuiu o *quarter life* na barra correlacionada com AC (barra da direita), e também produziu aumento nas escolhas impulsivas.

Os efeitos do esquema misto FI VT sobre as escolhas impulsivas podem ser comparados àqueles do esquema FR (controle) nos estudos de Bailey et al. (2018), Fox et al. (2019, Experimento 2), Panfil et al., (2020); Smith et al., (2015; 2022), Stuebing et al., (2018). O esquema misto FI VT afetou assistematicamente o controle temporal e as escolhas impulsivas, enquanto o esquema FR prejudicou o estabelecimento de controle temporal e, assim, as escolhas impulsivas foram maiores do que no esquema FI. Ou seja, em ambos os esquemas, não houve diminuição consistente das escolhas impulsivas em comparação a condições com controle temporal bem estabelecido (ver Smith et al, 2022, para um efeito inverso do esquema FR). Porém, conforme foi apontado na discussão do Experimento 1, uma vez que o esquema FR 2 gera IRIs mais curtos do que o esquema FI, não é possível afirmar, inquestionavelmente, que os efeitos do esquema FR sobre as escolhas impulsivas foram determinados pela ausência de controle discriminativo ou pelo possível viés para IRIs curtos gerado por esse esquema.

Em suma, essa pesquisa não encontrou evidências que promover (por meio de um esquema FI) ou prejudicar o controle temporal (por meio da inclusão de um esquema VT) afeta diferencialmente a impulsividade. Esses resultados não corroboram aqueles relatados na maioria dos estudos com esquemas FI simples ou com procedimento de pico, os quais mostram uma relação inversa entre controle temporal e impulsividade. Por exemplo, redução na impulsividade foi apontada por Bailey et al. (2018) e Panfil et al. (2020) para o grupo de ratos previamente exposto ao esquema FI em comparação a um grupo exposto previamente exposto ao esquema FR 2. Fox et al. (2019, Experimento 2), Smith et al. (2015) e Stuebing et al. (2018) quando compararam o reteste após o esquema FI ou após o esquema FR aos seus respectivos pré-testes, e por Fox et al. (2019, Experimentos 1) ao compararam o teste após o esquema DRL com o teste antes desse esquema também observaram redução na impulsividade.

Diversos fatores metodológicos podem ser responsáveis por essa falha de replicação entre os estudos de impulsividade que utilizaram esquemas de reforçamento como intervenção, alguns relacionados à programação do teste de impulsividade, e outros, à intervenção. No primeiro caso, encontra-se a programação dos valores do atraso nos elos terminais. No presente estudo, os atrasos nos elos IP e AC foram sempre 3 e 12 s, respectivamente (razão 1:4). Nos estudos em que houve redução nas escolhas impulsivas (e.g., Bailey et al., 2018; Fox et al., 2019; Smith et al., 2015; Panfil et al., 2020; Stuebing et al., 2018), por outro lado, foram utilizados pelo menos três valores de atraso em um dos elos (IP ou AC), Por exemplo, em Fox et al. (2019, Experimento 2), o atraso no elo IP foi sempre 5 s, enquanto o atraso no elo AC foi manipulado ao longo das condições. Reduções no número de escolhas impulsivas ocorreram com o atraso de 30 s (razão IP:AC=1:6), mas não com o atraso de 10 s (razão 1:2) ou 20 s (razão 1:4). Dessa forma, é possível que os efeitos assistemáticos do presente estudo tenham ocorrido em função, pelo menos em parte, da razão entre os atrasos IP e AC utilizada (1:4). Uma outra diferença procedimental

entre os estudos é a forma de programação do elo inicial. Na presente pesquisa e em Souza (2016), no elo inicial foi programado um esquema concorrente VI VI de maneira dependente, enquanto os demais estudos utilizaram um esquema conc FR 1 FR 1 (e.g., Bailey et al., 2018; Fox et al., 2019; Smith et al., 2015; Panfil et al., 2020; Stuebing et al., 2018).

Com relação à intervenção, um fator que pode ter contribuído para a falha de replicação entre estudos consiste na programação do esquema FI. Uma primeira diferença entre estudos consiste na programação dos parâmetros do esquema FI. A maioria dos estudos implementa o esquema FI com menor valor na barra correlacionada com IP e com maior valor na barra correlacionada com AC, com alternância entre esquemas (e barras) realizadas intrassessão (e.g., Fox et al., 2019) ou entre sessões (e.g., Bailey, 2018; Smith et al., 2015). Na presente pesquisa foi utilizado o esquema FI 20 s em ambas as barras, enquanto em Souza (2016), embora também houvesse apenas um esquema FI, o mesmo foi programado em uma barra que não era usada na tarefa de impulsividade. Além disso, em Bailey et al., (2018), Smith et al. (2015, 2022), e Stuebing et al. (2018), respostas no esquema FI na barra correlacionada com IP produzia uma pelota e respostas no esquema FI na barra correlacionada com AC produziam duas pelotas, enquanto nesta pesquisa a magnitude do reforço foi a mesma para ambas as barras. Identificar essas diferenças é importante não somente porque podem ter favorecido a inconsistência entre estudos, mas também porque podem gerar interpretações equivocadas. Por exemplo, nos estudos em que, durante a intervenção, a magnitude do reforço é maior na barra correlacionada com AC, reduções nas escolhas impulsivas são comumente atribuídas ao controle discriminativo temporal estabelecido pelo esquema FI. No entanto, é possível que essas reduções nas escolhas impulsivas tenham ocorrido porque a diferença entre as magnitudes do reforço nas barras correlacionadas com IP e AC gerou vieses para a escolha de AC no Teste de Impulsividade.

Na presente pesquisa, não foram encontradas correlações estatisticamente significativas entre medidas temporais (i.e., pausa pós-reforço e *quarter life*) e escolhas impulsivas nas condições FI quanto na Condição FI VT. Ausência de correlações estatisticamente significativas entre medidas de controle temporal e medidas de impulsividade tem sido relatada na literatura, mesmo quando a análise visual indica uma relação inversa entre controle temporal e impulsividade. Por exemplo, no estudo de Fox et al., (2019), não foi encontrada correlação estatisticamente significativa (avaliada a partir do cálculo de Pearson) entre desvio padrão do tempo do pico e a AUC. Os estudos que se referem ao papel do controle temporal sobre as escolhas impulsivas se baseiam em comparações (ver Smith et al., 2015, por exemplo) entre o tempo do pico e, principalmente taxa de respostas no pico entre o pré e pós teste de impulsividade. No entanto, apesar de haver diferença entre o pré e pós teste, não são apresentadas correlações com a medida de impulsividade. Portanto, os poucos estudos que avaliaram a correlação entre aspectos temporais do procedimento de pico e impulsividade não conseguiram encontrar correlações estatisticamente significativas. Desse modo, assim como apresentado no Experimento 1, as evidências são fracas quanto ao possível papel causal do controle temporal sobre a impulsividade ao se utilizar o procedimento de pico.

Teste de Demanda

Nos únicos estudos encontrados sobre controle temporal e demanda (e.g., Stein, 2013, 2015), e já discutidos no Experimento 1, a relação entre essas variáveis foi inconsistente. Em Stein et al. (2013), quando o esquema promovia o estabelecimento de controle temporal (i.e., atraso fixo do reforço), o consumo de álcool foi maior do que quando o esquema não favorecia o desenvolvimento desse controle (i.e., atrasos variados ou sem atraso). No presente experimento, o esquema FI promoveu o controle temporal, o que resultou em aumento no *breakpoint* (maior demanda), enquanto o esquema FI VT, apesar de ter afetado assistematicamente o controle

temporal, gerou uma redução no *breakpoint* (menor demanda), um resultado comparável ao de Stein (2013). Importante ressaltar, entretanto, que no estudo de Stein et al. (2015) houve uma relação inversa entre consumo de álcool e controle temporal. Em conjunto, esses resultados sugerem que a contribuição do controle temporal para a demanda requer estudos adicionais.

Foram encontradas correlações positivas (moderadas) e estatisticamente significativas entre taxa relativa de respostas e *breakpoint* nas Condição FI VT e na replicação da Condição FI, e correlações negativas (moderadas) e estatisticamente significativas entre o *quarter life* relativo e demanda na Condição FI e na Condição FI VT. No entanto, correlações entre pausa relativa e *breakpoint* não foram encontradas. Tais resultados indicam que quanto maior a taxa de respostas na barra IP em relação à barra AC durante os esquemas FI ou FI VT, e quanto maior o controle temporal (i.e., o *quarter life*) estabelecido na barra esquerda (IP) em relação à barra direita (AC), mais valioso se tornava o reforço, visto que a demanda aumentava (i.e., o *breakpoint*). Não foram encontrados estudos com manipulações no controle temporal por meio do procedimento de pico para avaliar a demanda e, assim, correlações de Pearson entre medidas de controle temporal e medidas de demanda não estão disponíveis para comparação.

Os resultados aqui obtidos indicam que outras variáveis devem ser consideradas na avaliação da demanda. As manipulações no controle temporal geraram alterações na taxa de respostas e as correlações de Pearson indicaram que a taxa de resposta foi mais correlacionada com a demanda do que as demais medidas. Mais especificamente, quanto maior a taxa relativa de respostas na barra correlacionada com IP, maior foi o *breakpoint*. Esses resultados sugerem que alterações na taxa de respostas tendem a ser acompanhadas por modificações no *breakpoint*, pelo menos quando a tarefa de demanda utiliza o esquema PR.

Discussão Geral

O presente estudo investigou o efeito das propriedades discriminativas da passagem do tempo sobre a impulsividade e a demanda. De maneira geral, os resultados indicaram que: (a) os procedimentos de bissecção (Experimento 1) e de pico (Experimento 2) foram eficazes para estabelecer controle temporal, o que gerou efeitos assistemáticos sobre a impulsividade (i.e. frequência relativa de escolhas impulsivas) e aumento na demanda (i.e., *breakpoint*); (b) a manipulação na probabilidade do reforço e a adição de reforços irregulares e independentes da resposta alteraram as medidas de controle temporal (ponto de bissecção no Experimento 1 e *quarter life* no Experimento 2), mas essa alteração foi sistemática apenas no Experimento 1; (c) no Experimento 1, alterações no controle temporal corresponderam a vieses para estímulos de duração longa, os quais foram acompanhados por diminuição na impulsividade e demanda, e vieses para estímulo de duração curta, o que gerou aumento na impulsividade, mas não afetou sistematicamente a demanda; (d) no Experimento 2, apesar das alterações no controle temporal terem sido assistemáticas (o mesmo ocorreu com a impulsividade), houve diminuição na demanda; e (e) não foi encontrada uma relação sistemática entre impulsividade e demanda.

Controle Temporal, Impulsividade e Demanda

A exposição a reforços atrasados (e.g., Rung et al., 2018), ou a esquemas temporais, tais como DRL (e.g., Fox et al., 2019, Experimento 1), FI (e.g., Fox et al., 2019, Experimento 2), VI (e.g., Smith et al., 2015, Experimento 2) têm produzido, sistematicamente, redução na impulsividade (mas, ver Souza, 2016 e Smith et al., 2022 para falhas de replicação). Tais dados levaram autores (Baumann & Odum, 2012; Fox et al., 2019; Peterson & KirkPatrick, 2016; Smith et al., 2015, Stuebing et al., 2018; Panfil et al., 2020) a hipotetizarem que o mecanismo por trás da redução na impulsividade é a discriminação temporal. De acordo com essa hipótese, a dificuldade de estimar a passagem do tempo contribui para a preferência pelo reforço imediato, a

despeito de ter menor magnitude que o reforço atrasado. Por outro lado, quando o tempo até o reforço exerce controle discriminativo, as escolhas impulsivas são minimizadas.

Os resultados do Experimento 1 oferecem algumas evidências favoráveis à hipótese da discriminação temporal. Quando o controle temporal estabelecido na Condição Sem Viés foi alterado de modo a produzir viés para a escolha de estímulos de longa ou curta duração, houve diminuição e aumento na impulsividade, respectivamente. Logo, pode-se defender que alterações no controle temporal afetaram a impulsividade.

Apesar desses resultados favorecerem a hipótese de que o controle temporal afeta a impulsividade, é importante ressaltar que a magnitude dos efeitos foi pequena e que a redução na impulsividade não ocorreu quando havia um controle temporal acurado (i.e., Condição Sem Viés), mas sim quando havia viés para escolha do estímulo longo. No Experimento 2, em que o controle temporal foi estabelecido por meio de um esquema FI, também não houve redução na impulsividade, e quando esse controle foi alterado com a introdução do esquema VT, as mudanças na impulsividade foram assistemáticas. É possível que esses resultados tenham sido ocasionados por especificidades do procedimento, tais como a razão entre o atraso do reforço nos elos IP e AC, uma vez que a literatura aponta que quanto maior essa razão, maior é o efeito da intervenção (e.g., Fox et al., 2019). No presente estudo, a razão dos atrasos IP:AC foi 1:4, mas há estudos mostrando que uma razão 1:6 seria mais efetiva (e.g., Fox et al., 2019). Uma outra possível explicação baseia-se no valor do esquema FI e da magnitude do reforço entre as barras. No presente estudo foi usado um esquema FI 20 s e uma magnitude do reforço igual a uma gota de solução de água com leite condensado em ambas as barras, mas nos estudos em que a redução na impulsividade foi relatada (e.g., Bailey et al., 2018; Panfil et al., 2020; Smith et al., 2015), o valor do esquema FI (e da magnitude do reforço) na barra correlacionada com IP eram menores do que aqueles programados na barra correlacionada com AC.

Por outro lado, existe a possibilidade de que outro mecanismo, denominado de aversão ao atraso, tenha contribuído para os resultados obtidos no Experimento 1. Há evidências que atrasos e IRIs longos apresentam propriedades aversivas (e.g., Bell, 1999; Chung & Herrnstein, 1967; Lattal, 2010; Marshall et al., 2014; Sonuga-Barke et al., 1992), o que levou alguns autores (e.g., Marshall et al., 2014; Smith et al., 2015) a argumentarem que escolhas impulsivas seriam negativamente reforçadas pela redução ou eliminação dos atrasos longos e a proporem que a exposição a esquemas com atrasos ou IRIs longos diminuiria a aversividade do atraso reforço na alternativa AC, a despeito de haver ou não controle discriminativo temporal. Peck (2020) apresentou evidências favoráveis a essa hipótese. Nesse estudo, ratos foram distribuídos em dois grupos, um exposto ao reforço com atraso, e outro, ao reforço sem atraso. Após essa intervenção, eles realizaram a tarefa de impulsividade seguida por uma tarefa para avaliar a aversão ao atraso. Durante essa última tarefa, no elo terminal das tentativas forçadas, os animais podiam emitir uma resposta de fuga para eliminar a sinalização do atraso do elo IP e do elo AC. Foi observada uma menor frequência de escolhas impulsivas e de respostas de fuga para o grupo exposto ao reforço atrasado.

Alguns resultados do Experimento 1 talvez apoiem a hipótese da aversão ao atraso. Ou seja, a maior probabilidade do reforço para estímulos de longa duração pode ter enfraquecido a função aversiva do atraso e, assim, reduzido a impulsividade, enquanto a , menor probabilidade do reforço para estímulos de longa duração pode ter acentuado a aversão ao atraso, o que aumentou a impulsividade. No entanto, explicar os resultados com base na aversão ao atraso deve ser visto com cautela já que o mesmo não pode ser feito com relação aos resultados do Experimento 2. Além disso, é relevante indicar que não foram encontrados estudos com demonstração inequívoca de que o mecanismo responsável pela redução na impulsividade tenha sido a aversão ao atraso. Em Peck et al. (2020), por exemplo, pode-se argumentar que a redução

na frequência de escolhas impulsivas foi ocasionada pela intervenção com reforços atrasados, a qual estabeleceu controle temporal, o que não ocorreu para o grupo exposto a reforços imediatos.

Uma sugestão para estudos futuros seria desenvolver procedimentos que permitissem avaliar, simultaneamente, as funções controladoras da discriminação temporal e da aversão ao atraso. A sobreposição de uma contingência de punição ao esquema FI poderia permitir essa avaliação. Em Azrin e Holz (1961), por exemplo, a adição de punição positiva (i.e., choques contingentes à resposta de bicar) ao esquema FI não afetou o padrão *scallop*, embora tenha reduzido a taxa de respostas. Com base nesses resultados, propõe-se um estudo com duas intervenções temporais: em ambas, as respostas seriam positivamente reforçadas, mas em uma delas haveria, adicionalmente, uma contingência de punição positiva. Assim, o estabelecimento de controle temporal ocorreria nas duas condições, mas em uma delas o atraso do reforço poderia adquirir funções aversivas devido ao emparelhamento com o choque. Essa possível função aversiva do atraso seria avaliada nos testes de impulsividade após as condições.

Com relação à demanda, foi observado que o estabelecimento de controle temporal foi seguido pelo aumento no *breakpoint* independentemente do procedimento utilizado (i.e., bissecção ou esquema FI) para produzir esse controle. Por outro lado, reduções no *breakpoint* foram observadas a despeito das alterações no controle temporal serem sistemáticas (i.e., viés para estímulos de longa duração) ou não (i.e., esquema misto FI VT).

Uma vez que alguns estudos mostram correlação positiva entre impulsividade e demanda, é plausível supor que esses processos comportamentais têm um determinante em comum, como por exemplo, o controle temporal e/ou a aversão ao atraso. Caso o controle temporal afetasse a demanda da mesma forma que os defensores da hipótese da discriminação temporal argumentam que afeta a impulsividade, seria esperado que a demanda diminuísse. No entanto, foi observado um efeito distinto, ou seja, as condições que produziram controle temporal (bissecção sem viés e

esquema FI) aumentaram a demanda, mesmo não tendo afetado sistematicamente a impulsividade. Por outro lado, se o aumento na probabilidade do reforço para o estímulo longo tivesse reduzido a aversão ao atraso, seria esperado um aumento na demanda, um efeito oposto àquele observado com a impulsividade. Isto porque, na tarefa de demanda, o esquema PR aumentava em 50% o número de respostas exigido para o reforço a cada tentativa, o que ocasionava o aumento no IRI. Dessa forma, reduzir a aversão ao atraso do reforço deveria produzir aumento na demanda. Esse efeito, entretanto, não foi observado. É possível que a ausência de correlação entre demanda e impulsividade tenha acontecido devido à medida de demanda aqui utilizada. Relatos de correlação entre esses fenômenos comportamentais são mais comumente obtidas quando a medida de demanda é a intensidade do consumo (e.g., Anker et al., 2009; Diegaarde et al., 2012; Poulos et al., 1995).

Em resumo, efeitos sistemáticos sobre a impulsividade foram obtidos apenas nas condições com vieses do procedimento de bissecção. Apesar disso, não foi possível identificar se o mecanismo subjacente a esses efeitos foi o controle temporal. Isto porque o estabelecimento de controle temporal não reduziu a impulsividade e também porque os resultados poderiam ser explicados por possíveis alterações na aversão ao atraso. Por outro lado, efeitos sistemáticos sobre a demanda foram obtidos apenas quando o controle temporal foi estabelecido, a despeito do tipo de procedimento. Novamente, a contribuição do controle temporal para a demanda não foi esclarecida uma vez que alterações no controle temporal não geraram efeitos sistemáticos. Dessa forma, em ambos os experimentos, não foram encontradas relações sistemáticas entre impulsividade e demanda.

É importante ressaltar que os estudos que afirmam que a impulsividade é decorrente de controle discriminativo temporal deficiente e também aqueles que apontam uma correlação positiva entre impulsividade e demanda utilizaram delineamentos de grupo e apresentaram dados

médios (e.g., Bailey et al., 2018; Fox et al., 2019; Smith et al., 2015; 2022; Stein et al., 2015), enquanto o presente estudo utilizou o delineamento intrassujeito e apresentou dados individuais. Isso é relevante, pois, como aponta Sidman (1960), nem sempre a média de um grupo é representativa do que acontece no nível individual. Por exemplo, em um delineamento de grupo, pode ser que a intervenção produza tanto aumento quanto diminuição na variável dependente para diferentes sujeitos da amostra, mas ao analisar os dados médios, observa-se um aumento na variável dependente

Considerações Gerais

Esse estudo fez diversas contribuições para a literatura da área. A primeira contribuição refere-se à realização do teste de impulsividade e de demanda antes e após a exposição a contingências que poderiam promover ou prejudicar o controle temporal. Tal estratégia permite uma avaliação mais contundente de relações causais. A segunda contribuição foi a avaliação de medidas temporais mais precisas (i.e., ponto de bissecção e tempo no pico), em comparação à medida anteriormente utilizada (i.e., momento de aproximação ao bebedouro; Stein, 2015). A terceira corresponde ao uso de delineamento intrassujeito e análise individual dos dados. Finalmente, a quarta contribuição foi a avaliação do efeito do procedimento de bissecção e FI sobre a impulsividade e demanda simultaneamente.

O estudo apresenta, também, algumas limitações. Apesar de terem sido programadas contingências para prejudicar o controle temporal, esse efeito nem sempre foi observado ou apresentou uma magnitude pequena. Para melhorar o controle experimental, sugere-se a manipulação individual dos parâmetros nos testes de impulsividade (e.g., valor dos atrasos do reforço), nos procedimentos de bissecção (e.g., duração dos estímulos modelos) e de pico (e.g., valor do esquema VT). Outra limitação, já apontada previamente, refere-se à utilização, no procedimento de pico, de apenas um valor do esquema FI e da magnitude do reforço, a despeito

deste esquema ser usado em ambas as barras (aquela correlacionada com IP e aquela correlacionada com AC). Sugere-se que sejam usados valores do esquema FI e da magnitude do reforço iguais àqueles dos atrasos e magnitudes dos reforços dos elos IP e AC do teste de impulsividade e que esses valores sejam correlacionados às barras IP e AC desse teste (e.g., Fox et al., 2019, Experimento 2; Souza, 2016). Uma limitação adicional consiste no uso de apenas uma medida de demanda (i.e., *breakpoint*). Isto ocorreu porque só havia um reforço para cada preço (valor do esquema PR). Para o cálculo de outras medidas, tais como intensidade, *omax*, *pmax* e elasticidade, é necessário que o procedimento permita o consumo de diversos reforços com o mesmo preço. A escolha desse procedimento foi determinada por questões logísticas do funcionamento do laboratório (i.e., era necessário que a duração da sessão não ultrapassasse 45 min). Sugere-se, então, a utilização de medidas adicionais em estudos futuros. Por fim, no presente estudo, os reforços eram qualitativamente iguais nas tarefas de impulsividade e de demanda, enquanto nos estudos que relatam correlação entre impulsividade e demanda, os reforços eram qualitativamente diferentes (e.g., Poulos et al. 1995). Dessa forma, é possível que o tipo de reforço afete a relação entre impulsividade e demanda.

Referências

- Akdoğan, B., & Balcı, F. (2016). The effects of payoff manipulations on temporal bisection performance. *Acta Psychologica, 170*, 74-83.
<https://doi.org/10.1016/j.actpsy.2016.06.007>
- Aló, R. M (2008). *Effects of alternative -food sources on operant behavior* [Tese de doutorado não publicada]. West Virginia University.
- Amlung, M. T., Acker, J., Stojeck, M. K., Murphy, J. G., & MacKillop, J (2012). Is talk 'cheap'? An initial investigation of the equivalence of alcohol purchase task performance for hypothetical and actual rewards, *Alcoholism: Clinical and Experimental Research, 36*(4) ,716-724. doi.org/10.1111/j.1530-0277.2011.01656.x
- Amlung, M., & MacKillop, M. (2015) Further evidence of close correspondence for alcohol demand decision making for hypothetical incentivized rewards. *Behavioural Processes, 113*,187-191. doi.org/10.1016/j.beproc.2015.02.012
- Anker, J. J., Perry, J. L., Gliddon, L. A., & Carroll, M. E. (2009). Impulsivity predicts the escalation of cocaine self-administration in rats. *Pharmacology, Biochemistry, and Behavior, 93*(3), 343-348. doi.org/10.1016/j.pbb.2009.05.013
- Aum, S., Brown, B. L., & Hemmes, N. S. (2007) The effect of intruded events on peak time: The role of reinforcement history during the intruded event, *Behavioural Processes, 74*(2), 187-197. doi.org/10.1016/j.beproc.2006.11.001
- Azrin, N. H., & Holz, W. C. (1961). Punishment during fixed-interval reinforcement. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior, 4*(4), 343-347. doi: 10.1901/jeab.1961.4-343
- Baker, F., Johnson, M. W., & Bickel, W. K. (2003). Delay discounting in current and never-before cigarette smokers: Similarities and differences across commodity,

sign, and magnitude. *Journal of Abnormal Psychology*, *112*(3), 382-392.

doi.org/10.1037/0021-843X.112.3.382

Bailey, C., Peterson, J. R., Schnegelsiepen, A., Stuebing, S. L., & Kirkpatrick, K. (2018).

Durability and generalizability of time-based intervention effects on impulsive choice in rats. *Behavioural Processes*, *152*, 54-62. doi.org/10.1016/j.beproc.2018.03.003

Baumann, A. A., & Odum, A. L. (2012). Impulsivity, risk taking and timing. *Behavior Processes*, *90*, 408-414. doi.org/10.1016/j.beproc.2012.04.005

Baron, A., Mikorski, J., & Schlund, M. (1992). Reinforcement magnitude and pausing on progressive-ratio schedules. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, *58*(2), 377-388. <https://doi.org/10.1901/jeab.1992.58-377>

Bell, M.C. (1999). Pavlovian contingencies and resistance to change in a multiple schedule.

Journal of the Experimental Analysis of Behavior, *72*(1), 81-96.

doi.org/10.1901/jeab.1999.72-81

Bickel, W. K., Odum, A. L., & Madden, G. J. (1999). Impulsivity and cigarette smoking: Delay discounting in current, never, and ex-smokers. *Psychopharmacology*, *146*, 447-454. [doi: 10.1007/pl00005490](https://doi.org/10.1007/pl00005490)

Bickel, W. K., & Athamneh, L. N. (2020). A Reinforcer Pathology perspective on relapse.

Journal of the Experimental Analysis of Behavior, *113*(1), 48-56.

doi.org/10.1002/jeab.564

Bickel, W. K., Jarmolowicz, D. P., Mueller, E. T., & Gatchalian, K. M. (2011). The behavioral economics and neuroeconomics of reinforcer pathologies: Implications for etiology and treatment of addiction. *Current Psychiatry Reports*, *13*(5), 406-415.

doi.org/10.1007/s11920-011-0215-1

- Cambráia, R., Mehdy, B., Vasconcelos, M., & Machado, A. (2020) Effects of differential probabilities of reinforcement on human timing. *Behavioural Processes*, 177, 1-12. doi.org/10.1016/j.beproc.2020.104146
- Cambráia, R., Vasconcelos, M., Jozefowicz, J., & Machado, A. (2019). Biasing performance through differential payoff in a temporal bisection task. *Journal of Experimental Psychology: Animal Learning and Cognition*, 45(1), 75-94. doi.org/10.1037/xan0000192
- Cambráia, R., Vasconcelos, M., Jozefowicz, J., & Machado, A. (2021). Base rates bias performance in a temporal bisection task. *Journal of Experimental Psychology: Animal Learning and Cognition*, 47(2), 163. https://doi.org/10.1037/xan0000284
- Castro, A. C. V., Carvalho, M. P., Kroger-Costa, A., & Machado, A. (2013). A percepção do tempo: contributos do procedimento de bissecção. *Temas em Psicologia*, 21(1), 49-70. doi:10.9788/TP2013.1-04
- Catania, A. C. (1991). Time as a variable in behavior analysis. Em H. Iversen & K. A. Lattal (Eds.), *Experimental analysis of behavior* (Vol. 2, pp. 1-120). Elsevier.
- Catania, A. C., & Reynolds, G. S. (1968). A quantitative analysis of the responding maintained by interval schedules of reinforcement. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 11(3), 327-383. doi.org/10.1901/jeab.1968.11-s327
- Chellian, R., Ryann, W., Polmann, M., Knight, P., Behnood-Rod, A., & Bruijnzeel, A. W. (2019). Evaluation of sex differences in the elasticity of demand for nicotine and food in rats. *Nicotine & Tobacco Research*, 22(6), 925-934. doi.org/10.1093/ntr/ntz171
- Chung, S. H., & Herrnstein, R. J. (1967). Choice and delay of reinforcement. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 10(1), 67-74. doi.org/10.1901/jeab.1967.10-67
- Church, R. M., & Deluty, M. Z. (1977). Bisection of temporal intervals. *Journal of*

Experimental Psychology: Animal Behavior Processes, 3(3), 216-228.

doi.org/10.1037/0097-7403.3.3.216

Cumming, G., & Calin-Jageman, R. (2016). *Introduction to the new statistics: Estimation, open science, and beyond*. Routledge.

Daniel, T. O., Said, M., Stanton, C. M., & Epstein, L. H. (2015). Episodic future thinking reduces delay discounting and energy intake in children. *Eating Behaviors*, 18, 20-24. doi.org/10.1016/j.eatbeh.2015.03.006

Daniel, T. O., Stanton, C. M., & Epstein, L. H. (2013a). The future is now: Reducing impulsivity and energy intake using episodic future thinking. *Psychological Science*, 24(11), 2339-2342. doi.org/10.1177/0956797613488780

Diergaarde, L., van Mourik, Y., Pattij, T., Schoffelmeer, A. N. M., & De Vries, T. J. (2012). Poor impulse control predicts inelastic demand for nicotine but not alcohol in rats. *Addiction Biology*, 17(3), 576-587. doi.org/10.1111/j.1369-1600.2011.00376.x

Elcoro, M. (2005). *Resistance of temporally controlled behavior to change* [Tese de doutorado não publicada]. West Virginia University.

Ferster, C. B., & Skinner, B. F. (1957). *Schedules of reinforcement*.
Appleton-Century-Crofts.

Fleshler, M., & Hoffman, H. S. (1962). A progression for generating variable-interval schedules. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 5(4), 529-530.
doi: 10.1901/jeab.1962.5-529

Forzano, L. B., & Logue, A. W. (1992). Predictors of adult humans' self-control and impulsiveness for food reinforcers. *Appetite*, 19(1), 33-47. doi.org/10.1016/0195-6663(92)90234-W

- Fox, A. E., & Kyonka, E. G. E. (2013), Pigeon responding in fixed-interval and response-initiated fixed-interval schedules. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, *100*(2), 187-197. doi.org/10.1002/jeab.38
- Fox, A. E., Visser, E. J., Nicholson, A. M. (2019). Interventions aimed at changing impulsive choice in rats: Effects of immediate and relatively long delay to reward training. *Behavioural Processes*, *158*, 126-136. doi.org/10.1016/j.beproc.2018.11.009
- Galtress, T., & Kirkpatrick, K. (2010). Reward magnitude effects on temporal discrimination. *Learning and motivation*, *41*(2), 108-124.
<https://doi.org/10.1016/j.lmot.2010.01.002>
- Gilroy, S. P., Kaplan, B. A., Schwartz, L. P., Reed, D. D. & Hursh, S. R. (2021), A zero-bounded model of operant demand. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, *115*(3), 729-746. doi.org/10.1002/jeab.679
- Green, L., Myerson, J., Holt, D. D., Slevin, J. R., & Estle, S. J. (2004). Discounting of delayed food rewards in pigeons and rats: Is there a magnitude effect? *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, *81*(1), 39-50. doi.org/10.1901/jeab.2004.81-39
- Greenhow, A. K., Hunt, M. J., Macaskill, A. C., & Harper, D. N. (2015), The effect of reinforcer magnitude on probability and delay discounting of experienced outcomes in a computer game task in humans. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, *104*(2), 186-197. doi.org/10.1002/jeab.166
- Guilhardi, P., & Church, R.M. (2004) Measures of temporal discrimination in fixed-interval performance: A case study in archiving data. *Behavior Research Methods, Instruments, & Computers* *36*(4), 661-669. doi.org/10.3758/BF03206548
- Guilhardi, P., & Church, R. M. (2005). Dynamics of temporal discrimination. *Learning & Behavior*, *33*(4), 399–416. doi.org/10.3758/BF03193179

- Hackenberg, T. D., & Pietras, C. J. (2000). Video access as a reinforcer in a self-control paradigm: A method and some data. *Experimental Analysis of Behavior Bulletin*, *18*, 1-5.
- Haynes, J. M., Galizio, A., Frye, C. C. J., Towse, C. C., Morrissey, K. N., Serang, S., & Odum, A. L. (2021). Discounting of food and water in rats shows trait- and state-like characteristics. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, *115*(2), 495-509. doi.org/10.1002/jeab.677
- Heil, S. H., Johnson, M. W., Higgins, S. T., & Bickel, W. K. (2006). Delay discounting in currently using and currently abstinent cocaine-dependent outpatients and non-drug-using matched controls. *Addictive Behaviors*, *31*(7), 1290-1294. <https://doi.org/10.1016/j.addbeh.2005.09.005>
- Herrnstein, R. J. (1961). Relative and absolute strength of response as a function of frequency of reinforcement. *Journal of the experimental analysis of behavior*, *4*(3), 267. doi: 10.1901/jeab.1961.4-267
- Holt, D. D., & Wolf, M. R. (2019). Delay discounting in the pigeon: In search of a magnitude effect. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, *111*(3), 436-448. doi.org/10.1002/jeab.515
- Hursh, S. R. (1980). Economic concepts for the analysis of behavior. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, *34*(2), 219-238. <https://doi.org/10.1901/jeab.1980.34-219>
- Hursh, S. R. (1984). Behavioral economics. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, *42*(3), 435-452. <https://doi.org/10.1901/jeab.1984.42-435>
- Hursh, S. R. (2014). Behavioral economics and the analysis of consumption and choice. In F. K. McSweeney & Murphy, E. S. (Eds.), *The Wiley Blackwell handbook of operant conditioning* (pp. 275-305). Wiley Blackwell.

- Hursh, S. R., & Silberberg, A. (2008). Economic demand and essential value. *Psychological Review*, *115*(1), 186-198. doi.org/10.1037/0033-295X.115.1.186
- Kirby, K. N., Petry, N. M., & Bickel, W. K. (1999). Heroin addicts have higher discount rates for delayed rewards than non-drug-using controls. *Journal of Experimental psychology: general*, *128*(1), 78-87.
- Kopec, C. D., & Brody, C. D. (2010). Human performance on the temporal bisection task. *Brain and Cognition*, *74*(3), 262-272. doi.org/10.1016/j.bandc.2010.08.006
- Kuroda, T., Cançado, C. R. X., Lattal, K. A., Elcoro, M., Dickson, C. A., & Cook, J. E. (2013). Combinations of response-reinforcer relations in periodic and aperiodic schedules, *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, *99*(2), 199-210. doi.org/10.1002/jeab.13
- Jacobs, E. A., & Bickel, W. K. (1999). Modeling drug consumption in the clinic using simulation procedures: Demand for heroin and cigarettes in opioid-dependent outpatients. *Experimental and Clinical Psychopharmacology*, *7*(4), 412-426. doi.org/10.1037/1064-1297.7.4.412
- Jarmolowicz, D. P., Cherry, J. B. C., Reed, D. D., Bruce, J. M., Crespi, J. M., Lusk, J. L., & Bruce, A. S. (2014). Robust relation between temporal discounting rates and body mass. *Appetite*, *78*, 63-67. doi.org/10.1016/j.appet.2014.02.013
- Jarmolowicz, D. P., & Lattal, K. A. (2011). Reinforcer efficacy, response persistence, and delay of reinforcement. *Acta de Investigación Psicológica*, *1*(1), 1-13.
- Johnson, M. W., & Bickel, W. K. (2002). Within-subject comparison of real and hypothetical money rewards in delay discounting. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, *77*(2), 129-146. doi.org/10.1901/jeab.2002.77-129

- Lagorio, C. H., & Madden, G. J. (2005). Delay discounting of real and hypothetical rewards III: Steady-state assessments, forced-choice trials, and all real rewards. *Behavioural Processes, 69*(2), 173-187. doi.org/10.1016/j.beproc.2005.02.003
- Lattal, K. A., & Abreu-Rodrigues, J. (1997). Response-independent events in the behavior stream. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior, 68*(3), 375-398.
https://doi.org/10.1901/jeab.1997.68-375
- Lattal, K. A. (2010). Delayed reinforcement of operant behavior, *Journal of the Experimental Analysis of Behavior, 93*(1), 129-139. doi.org/10.1901/jeab.2010.93-129
- Lattal, K. A., & Bryan, A. (1976). Effects of concurrent response-independent reinforcement on fixed-interval schedule performance. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior, 26*(3), 495-504. doi.org/10.1901/jeab.1976.26-495
- Lejeune, H. & Wearden, J. H. (1991). The comparative psychology of fixed-interval responding: Some quantitative analyses, *Learning and Motivation, 22*(1), 84-111.
doi.org/10.1016/0023-9690(91)90018-4
- Lemley, S. M., Kaplan, B. A., Reed, D. D., Darden, A. C., & Jarmolowicz, D. P. (2016). Reinforcer pathologies: Predicting alcohol related problems in college drinking men and women. *Drug and Alcohol Dependence, 167*, 57-66.
doi.org/10.1016/j.drugalcdep.2016.07.025
- Logue, A. W., Pena-Correal, T. E., Rodriguez, M. L., & Kabela, E. (1986). Self-control in adult humans: Variation in positive reinforcer amount and delay. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior, 46*(2), 159-173. doi.org/10.1901/jeab.1986.46-159
- Machado, A. (1997). Learning the temporal dynamics of behavior. *Psychological Review, 104*(2), 241-265. doi.org/10.1037/0033-295X.104.2.241

- Madden, G. J., & Bickel, W. K. (1999). Abstinence and price effects on demand for cigarettes: A behavioral-economic analysis. *Addiction*, *94*(4), 577-588. doi.org/10.1046/j.1360-0443.1999.94457712.x
- Madden, G. J., Begotka, A. M., Raiff, B. R., & Kastern, L. L. (2003). Delay discounting of real and hypothetical rewards. *Experimental and Clinical Psychopharmacology*, *11*(2), 139-145. doi.org/10.1037/1064-1297.11.2.139
- Madden, G. J., Petry, N. M., Badger, G. J., & Bickel, W. K. (1997). Impulsive and self-control choices in opioid-dependent patients and non-drug-using control participants: Drug and monetary rewards. *Experimental and Clinical Psychopharmacology*, *5*(3), 256-262. doi: 10.1037//1064-1297.5.3.256.
- Marshall, A. T., Smith, A. P., & Kirkpatrick, K. (2014). Mechanisms of impulsive choice: I. Individual differences in interval timing and reward processing. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, *102*(1), 86-101. doi.org/10.1002/jeab.88
- Mazur, J. E. (1987). An adjusting procedure for studying delayed reinforcement. In M. L. Commons, J. E. Mazur, J. A. Nevin & H. Rachlin (Eds.), *Quantitative analysis of behavior: Vol. 5. The effect of delay and of intervening events on reinforcement value* (pp. 55-73). Lawrence Erlbaum.
- Myerson, J., Green, L., & Warusawitharana, M. (2001). Area under the curve as a measure of discounting. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, *76*(2), 235-243. doi: 10.1901/jeab.2001.76-235.
- Nevin, J. A. (1974). Response strength in multiple schedules. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, *21*(3), 389-408.
- Odum, A. L., & Rainaud, C. P. (2003). Discounting of delayed hypothetical money, alcohol, and food. *Behavioural Processes*, *64*(3), 305-313. doi.org/10.1016/S0376-6357(03)00145-1

- Panfil, K., Bailey, C., Davis, I. Mains, A., & Kirkpatrick, K. (2020). A time-based intervention to treat impulsivity in male and female rats, *Behavioural Brain Research*, 379, 1-9.
doi.org/10.1016/j.bbr.2019.112316
- Peterson, J. R., & Kirkpatrick, K. (2016). The effects of a time-based intervention on experienced middle-aged rats. *Behavioural Processes*, 133, 44-51.
doi.org/10.1016/j.beproc.2016.11.002
- Petry, N. M. (2001). Delay discounting of money and alcohol in actively using alcoholics, currently abstinent alcoholics, and controls. *Psychopharmacology*, 154(3), 243-250. doi: 10.1007/s002130000638
- Podlesnik, C. A., & Shahan, T. A. (2009). Behavioral momentum and relapse of extinguished operant responding. *Learning & Behavior*, 37(4), 357-364. <https://doi.org/10.3758/LB.37.4.357responding>
- Poulos, C. X., Le, A. D., & Parker, J. L. (1995). Impulsivity predicts individual susceptibility to high levels of alcohol self-administration. *Behavioural Pharmacology*, 6(8), 810-814. doi.org/10.1097/00008877-199512000-00006
- Rachlin, H. (1974). Self-control. *Behaviorism*, 2(1), 94-107.
- Reynolds, B., & Schiffbauer, R. (2004). Measuring state changes in human delay discounting: An experiential discounting task, *Behavioural Processes*, 67(3), 343-356.
doi.org/10.1016/j.beproc.2004.06.003
- Rung, J. M., Buhusi, C. V., & Madden, G. J. (2018). Reducing impulsive choice: V. The role of timing in delay-exposure training. *Behavioural Processes*, 157, 557-561.
doi.org/10.1016/j.beproc.2018.04.018

- Rung, J. M., & Madden, G. J. (2018). Experimental reductions of delay discounting and impulsive choice: A systematic review and meta-analysis. *Journal of Experimental Psychology: General*, *147*(9), 1349-1381. <https://doi.org/10.1037/xge0000462>
- Schneider, B. A. (1969). A two-state analysis of fixed-interval responding in the pigeon, *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, *12*(5), 677-687.
doi.org/10.1901/jeab.1969.12-677
- Skinner, B. F. (1948). 'Superstition' in the pigeon. *Journal of Experimental Psychology*, *38*(2), 168. <https://doi.org/10.1037/h0055873>
- Skinner, B. F. (1953). *Science and human behavior*. Macmillan.
- Sidman, M. (1960). *Tactics of scientific research: Evaluating experimental data in psychology*. Authors Cooperative, Inc.
- Sizemore, O. J., & Lattal, K. A. (1977). Dependency, temporal contiguity, and response-independent reinforcement. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, *27*(1), 119-125. <https://doi.org/10.1901/jeab.1977.27-119>
- Smith, A. P., Marshall, A. T., & Kirkpatrick, K. (2015). Mechanisms of impulsive choice: II. Time-based interventions to improve self-control. *Behavioural Processes*, *112*, 29-42.
doi.org/10.1016/j.beproc.2014.10.010
- Smith, T. R., Panfil, K., & Kirkpatrick, K. (2022). Generalizability of time-based interventions: Effects of choice procedure and smaller-sooner delay. *Behavioural Processes*, *196*, 1-11.
<https://doi.org/10.1016/j.beproc.2022.104584>
- Snider, S. E., LaConte, S. M., & Bickel, W. K. (2016b). Episodic future thinking: Expansion of the temporal window in individuals with alcohol dependence. *Alcoholism, Clinical and Experimental Research*, *40*(7), 1558-1566. doi.org/10.1111/acer.13112

- Snyderman, M. (1983). Delay and amount of reward in a concurrent chain. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 39(3), 437-447. <https://doi.org/10.1901/jeab.1583.39-437>
- Sonuga-Barke, E. J. S, Taylor, E., Sembi, S., & Smith, J. (1992). Hyperactivity and delay aversion: I. The effect of delay on choice. *The Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 33(2), 387-398. doi.org/10.1111/j.1469-7610.1992.tb00874.x
- Souza, L. D. (2016). *Efeitos do controle temporal sobre o autocontrole e impulsividade* [Dissertação de mestrado não publicada]. Universidade de Brasília.
- Stancato, S. S., Schneider, T. D., Reed, D. D., Lemley, S. M., Carrillo, A. & Jarmolowicz, D. P. (2020). Reinforcer pathology II: Reward magnitude, reward delay, and demand for alcohol collectively relate to college students' alcohol related problems. *Journal of Experimental Analysis of Behavior*, 114(3), 354-367. doi.org/10.1002/jeab.635
- Stein, J. S., Craft, W. H., Rocco, A. P., Gatchalian, K. M., Greenawald, M. H., Quattrin, T., Mastrandrea, L. D., Epstein, L. H., & Bickel W. K. (2021) Bleak present, bright future: II. Combined effects of episodic future thinking and scarcity on delay discounting in adults at risk for type 2 diabetes, *Journal of Behavioral Medicine*, 44(2), 222-230. doi.org/10.1007/s10865-020-00178-7
- Stein, J. S., Johnson, P. S., Renda, C. R., Smits, R. R., Liston, K. J., Shahan, T. A., & Madden, G. J. (2013). Early and prolonged exposure to reward delay: Effects on impulsive choice and alcohol selfadministration in male rats. *Experimental and Clinical Psychopharmacology*, 21(2), 172-180. doi.org/10.1037/a0031245
- Stein, J. S., Renda, C. R., Hinnenkamp, J. E., & Madden, G. J. (2015). Impulsive choice, alcohol consumption, and pre-exposure to delayed rewards: II. Potential mechanisms. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 103(1), 33-49. doi.org/10.1002/jeab.116

Stein, J. S., Wilson, A. G., Koffarnus, M. N., Daniel, T. O., Epstein, L. H., & Bickel, W. K.

(2016). Unstuck in time: Episodic future thinking reduces delay discounting and cigarette smoking. *Psychopharmacology*, *233*(21), 3771-3778.

doi.org/10.1007/s00213-016-4410-y.

Stuebing, S. L., Marshall, A. T., Triplett, A., & Kirkpatrick, K. (2018). Females in the forefront:

Time-based intervention effects on impulsive choice and interval timing in female rats.

Animal Cognition, *21*(6), 759-772. doi.org/10.1007/s10071-018-1208-9

Wearden, J. H. (1991). Human performance on an analogue of an interval bisection task. *The*

Quarterly Journal of Experimental Psychology, Section B, *43*(1b), 59-81.

doi.org/10.1080/14640749108401259

Wilson, A. G., Franck, C. T., Koffarnus, M. N., Bickel, W. K. (2016). Behavioral economics of

cigarette purchase tasks: Within-subject comparison of real, potentially real, and hypothetical cigarettes. *Nicotine & Tobacco Research*, *18*(5), 524-530.

doi.org/10.1093/ntr/ntv154

Witt, K. M., & Macaskill, A. C. (2022). Choices about whether to wait: Changes in delay

discounting without changes in time perception. *Behavioural Processes*, *200*, 104696.

<https://doi.org/10.1016/j.beproc.2022.104696>

Zeiler, M. D., & Powell, D. G. (1994). Temporal control in fixed-interval schedules. *Journal of*

the Experimental Analysis of Behavior, *61*(1), 1-9. doi.org/10.1901/jeab.1994.61-1