

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

VINÍCIUS WARISAIA-NERY

Comportamento de escolha em ratos Wistar (*Rattus norvegicus*) entre alternativas probabilísticas com diferentes quantidades energéticas: Comparação entre sexos e níveis de privação

Ribeirão Preto

2021

VINÍCIUS WARISAIA-NERY

Comportamento de escolha em ratos Wistar (*Rattus norvegicus*) entre alternativas probabilísticas com diferentes quantidades energéticas: Comparação entre sexos e níveis de privação

Tese apresentada à Faculdade de Filosofia,
Ciências e Letras de Ribeirão Preto – USP, como
parte dos requisitos para obtenção do Título de
Doutor em Ciências, Área: Psicobiologia.
Orientadora: Prof.^a Dr.^a Andréia Schmidt
Co-orientador: Prof. Dr. Fernando Sérgio
Zucoloto

Ribeirão Preto

2021

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

FICHA CATALOGRÁFICA

Warisaia-Nery, Vinícius.

Comportamento de escolha em ratos Wistar (*Rattus norvegicus*) entre alternativas probabilísticas com diferentes quantidades energéticas: Comparação entre sexos e níveis de privação. Ribeirão Preto, 2021.

101 p.: 13 il.; 30cm

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

Orientadora: Schmidt, Andréia.

Co-orientador: Zucoloto, Fernando Sérgio

1. Comportamento de escolha, 2. Escolha probabilística, 3. Privação, 4. Diferença entre sexos, 5. Ratos.

FOLHA DE APROVAÇÃO

Nome: Vinícius Warisaia-Nery

Título: Comportamento de escolha em ratos Wistar (*Rattus norvegicus*) entre alternativas probabilísticas com diferentes quantidades energéticas: Comparação entre sexos e níveis de privação.

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

Aprovado em: 09/04/2021

Banca Examinadora

Profa. Dra. Regina Helena da Silva

Instituição: EMP-UNIFESP

Profa. Dra. Miriam Garcia Mijares

Instituição: IP-USP

Profa. Dra. Patricia Ferreira Monticelli

Instituição: FFCLRP-USP

Ribeirão Preto

2021

À minha avó, Maria Augusta (*in memoriam*), por me ensinar que, independente da minha pressa, um bolo para assar precisa de um tempo e uma temperatura bem específica. É bem provável que eu não acerte a receita de primeira e tudo bem, o mais importante é tentar novamente no dia seguinte.

Agradecimentos

À minha orientadora, Prof.^a Dr.^a **Andréia Schmidt**, por acreditar em mim, confiar no meu trabalho, acompanhar, guiar e contribuir para o meu desenvolvimento tanto como pessoa quanto como pesquisador. Por ser um modelo incrível de pesquisadora e professora, pela sua dedicação ao nosso trabalho, pelas longas discussões sempre muito produtivas e esclarecedoras, por todo o carinho doado a mim nessa jornada. Serei eternamente grato por você ter me guiado pelo caminho da ciência e ter me ensinado a como ser um cientista sério, com princípios e com muito rigor científico.

Ao meu co-orientador, Prof. Dr. **Fernando Zucoloto**, por ter doado o seu conhecimento gigantesco sobre nutrição e biologia, pelo carinho e dedicação comigo e com o nosso trabalho, por sempre estar presente, e acessível, durante o desenvolvimento da tese, por ser a pessoa que enche a minha caixa de e-mail (e gostaria que continuasse a enchê-la). Por todas as piadas que me fazia rir, as que não tinham graça alguma e era difícil rir, as que eu ria só para ser simpático mesmo e as que a Andréia não me deixava rir porque estaria reforçando uma resposta inadequada dele. Meu muito obrigado, professor, por todos os nossos momentos juntos.

Ao **João Luis Borin**, por ter um coração gigante que me acolheu com muito carinho, por sempre se dispor a me ajudar quando tinha algum problema no laboratório ou no biotério, por me aguentar falar “Jooooooooooooãããããããã, posso pegar tal coisa?” ou “Jãããããããããããã, me ajuda aqui a construir um suporte para esse bebedouro de água?”.

À minha mãe, **Cidinha**, pelas horas de conversa, pelos conselhos incríveis, por sempre acreditar em mim até mesmo quando eu não tinha forças para acreditar mais, por estar junto em todos os momentos e por me amar do jeito que eu sou. Mãe, obrigado por ser a

minha alternativa segura a qual eu posso sempre recorrer, pois isso me dá segurança para eu me aventurar a escolher diversos caminhos probabilísticos.

Ao meu tio **Hiroshi**, por me dar todo suporte e carinho de forma incondicional e por me incentivar a sempre ser uma pessoa questionadora. Tio, meu carinho, amor e gratidão por você são imensuráveis, não teria chego até aqui sem o seu apoio.

Ao meu amor, **Tiago**, que esteve me acompanhando por todo esse momento, me dando forças, me incentivando, sendo paciente comigo quando eu estava estressado com prazos, entendendo quando eu não podia tirar férias pois eu precisava fazer coleta de dados, aceitando minha ansiedade de forma muito companheira. Amor, obrigado pela sua calma (tá bom que ela me irrita às vezes) e por me mostrar que eu sou bagunceiro e que preciso melhorar nisso.

Ao meu filho de quatro patas, **Yukito**, por ter chego no momento em que eu mais precisava me sentir importante. Ele me faz ter essa sensação todos os dias quando me acorda logo de manhã (mesmo quando ele levanta às 6h da manhã e começa e me bater com as suas patas dianteiras até eu acordar e coloca-lo em cima da cama por cinco minutos, porque aí ele fica com calor e já quer descer).

À **Mari Ducatti**, por me acolher no laboratório da prof.^a Andréia quando éramos só ela, o Matheus e eu. Por ser uma amiga incrível, pelas horas de conversa e por toda nossa história dentro da USP. Mari, vou te levar sempre no coração com todo o carinho que eu consigo ter.

À **Sara**, por ser minha dupla de pesquisa esse tempo todo, por dividir comigo todas as dificuldades no manejo e cuidado com ratos (e foram muitas, em Sara! Lembra quando a gente dedetizou o biotério nas férias?). Em todos os momentos difíceis na execução desse trabalho você estava comigo, Sarinha. Muito obrigado, de todo coração.

À **Ana Carol e a Claudia**, por todos os momentos de risadas, vocês fizeram o LEBAC ficar mais colorido, não tenham dúvidas e por todo carinho, parceria e paciência durante as aulas didáticas. Ao **Victor**, que me ajudou muito tanto nas análises estatísticas, quanto no manejo dos animais. Gente, eu me diverti muito com vocês, a gente fez ciência e se divertiu ao mesmo tempo.

À **CAPES**, pelo apoio financeiro

Warisaia-Nery, V. (2021). *Comportamento de escolha em ratos Wistar (Rattus norvegicus) entre alternativas probabilísticas com diferentes quantidades energéticas: Comparação entre sexos e níveis de privação*. Tese de Doutorado, Programa de Pós-Graduação em Psicobiologia, Universidade de São Paulo, Ribeirão preto – SP.

Resumo

Estudos envolvendo escolha com animais não-humanos frequentemente usam diferentes fontes de alimento como consequência reforçadora. A seleção preferencial de uma, dentre uma variedade de alternativas, pode ser controlada por consequências diretas da alternativa escolhida, como a quantidade de alimento disponibilizado e a probabilidade em que este estará disponível, como também por variáveis restritas ao próprio organismo, como o nível de privação alimentar e o sexo. A quantidade energética de um alimento tem se mostrado uma variável que pode também interferir no padrão comportamental de animais submetidos a uma tarefa de escolha. Os dois estudos apresentados nessa tese tiveram como objetivo verificar: a) se ratos Wistar (*Rattus norvegicus*), fêmeas e machos, discriminariam três tipos dietas que diferiam entre si apenas pela quantidade energética (Estudo 1); b) se o nível de privação de ratos de ambos os sexos afetaria o seu desempenho em uma tarefa de escolha, na qual a dieta mais energética era disponibilizado de forma probabilística (Estudo 2). No Estudo 1, 12 animais, (seis fêmeas e seis machos) foram mantidos em privação à 80% do seu peso ad libitum e foram expostos a uma tarefa de escolha em um labirinto em Y. Em cada alternativa era disponibilizada a mesma quantidade de ração, com diferentes quantidades energéticas. As dietas (três) foram testadas aos pares. Todos os animais, independentemente do sexo, estabeleceram preferência pela dieta mais energética em todas as combinações testadas. No Estudo 2, 24 ratos de ambos os sexos foram divididos em dois grupos, com número igual de sujeitos. Um grupo foi mantido à 80% do peso ad lib. (Grupo 80) e o outro à 70% (Grupo 70). Os animais foram expostos a uma tarefa de escolha, na qual a alternativa mais energética

era oferecida em probabilidade decrescente até que a escolha entre as alternativas atingisse o nível de indiferença (entre 40 e 60% de escolhas em uma das alternativas em três sessões consecutivas). Apesar de ponto de indiferença não ter diferido significativamente entre os grupos, o nível de privação dos animais interferiu no seu padrão de exploração das alternativas, gerando estratégias menos eficazes nos animais do Grupo 70. Esse grupo consumiu menos calorias do que seria possível nas contingências programadas, em comparação ao Grupo 80. Não foram encontradas diferenças relacionadas ao sexo. Esse resultado fortalece a literatura sobre os efeitos da privação sobre o comportamento de escolha e apresenta uma inovação ao manipular a quantidade energética entre as alternativas apresentadas.

Palavras chave: *Comportamento de escolha; escolha probabilística; privação; diferença entre sexos; ratos.*

Warisaia-Nery, V. (2021). *Choice behavior in Wistar rats (Rattus norvegicus) among probabilistic alternatives with different energy amounts: Comparison between sexes and levels of deprivation*. PhD thesis, Post-graduation Program in Psychobiology, University of São Paulo, Ribeirão Preto – SP.

Abstract

Studies involving choice with non-human animals often make use of different food sources as reinforcement. The preferred selection of one particular option over several others can be controlled by direct consequences of the chosen option, such as amount of food provided and the probability in which it will be available as well as through range restrictions of the organism, like food deprivation and its sex. The energetic quantity of a food has shown to be a variable that may interfere in the behavioral pattern of animals subject to choice tasks. Both studies presented in this thesis aimed at verifying: a) if Wistar rats (*Rattus norvegicus*), female and male, would discriminate three types of diet differing among themselves only in the energetic quantity (Study 1); b) if the level of deprivation in rats of both sexes would affect their performance in a choice task, in which the most energetic diet was provided in a probabilistic manner (Study 2). In Study 1, 12 animals (six females and six males) were kept in deprivation at 80% of their weight ad libitum and were exposed to a choice task in a Y-shaped labyrinth. In each option there was the same amount of ration disposed but with different energetic quantities. All diets (three) were tested in pairs. The animals, regardless of the sex, established preference toward the most energetic diet in all tested combinations. In Study 2, 24 rats (12 females and 12 males) were divided into two groups equal in numbers. One group was kept at 80% weight ad lib. (Group 80) and the other at 70% (Group 70). The animals were exposed to a choice task in which the most energetic option was offered in descending probability until the choice among the options reached the indifference-level (between 40 and 60% of choices in one of the options in three consecutive sessions). Although the point of indifference did not differ significantly between the groups, the level of

deprivation of the animals interfered in their option exploration pattern, resulting in less-effective strategies in animals from Group 70. This group ingested fewer calories than what would be possible in the scheduled contingencies, in comparison to Group 80. No difference related to sex was observed. This result reinforces the literature about the effects of the privation over the choice behavior and portrays a breakthrough for manipulating the energetic quantity between the presented options.

Keywords: *Choice behavior; probabilistic choice; deprivation; difference between the sexes; rats.*

Lista de Tabelas e Figuras

Tabela 1. <i>Composição Nutricional dos Diferentes Tipos de Dietas</i>	31
<i>Figura 1. Modelo do labirinto em Y-modificado</i>	30
<i>Figura 2. Número de sessões para estabelecer a preferência por uma das dietas no Td. e sua respectiva In. para fêmeas e machos</i>	38
<i>Figura 3. Consumo médio, em gramas, de dietas com sacarose (S) e sem sacarose (N), de machos (M) e fêmeas (F) nos cinco dias do Ts</i>	40
<i>Figura 4. Probabilidade média em que as escolhas dos animais do Grupo 80 e do Grupo 70 atingiram o ponto de indiferença</i>	53
<i>Figura 5. Menor probabilidade atingida ao longo do procedimento e a probabilidade em vigor quando atingido o ponto de indiferença para os animais individualmente</i>	55
<i>Figura 6. Porcentagem média de escolha pela alternativa D2 ao longo das probabilidades testadas no Teste de Risco</i>	57
<i>Figura 7. Probabilidade média experienciada pelos animais ao atingir o ponto de indiferença</i>	60
<i>Figura 8. Probabilidade média experienciada pelos animais individualmente na alternativa contendo a dieta D2 em relação à probabilidade programada em vigor nessa mesma alternativa ao longo de todas as condições testadas</i>	62
<i>Figura 9. Probabilidade média experienciada pelos animais na alternativa com a dieta D2 em relação à probabilidade programada em vigor nessa mesma alternativa ao atingirem o ponto de indiferença</i>	64
<i>Figura 10. Número médio de omissões nas três últimas sessões em que a probabilidade mais baixa, para cada animal, foi atingida</i>	66

<i>Figura 11.</i> Número médio de omissões nas três últimas sessões ao atingirem, individualmente, o ponto de diferença	68
<i>Figura 12.</i> Porcentagem média de consumo das dietas D2 e D, em cada um dos grupos de animais, ao atingirem o ponto de indiferença, em comparação ao possível em termos potenciais	71

Sumário

Introdução	16
Estudo I.....	29
Método	29
Sujeitos.	29
Equipamento.....	30
Dieta.	31
Peletização das dietas.	31
Procedimento.....	32
Análise de Dados.....	36
Resultados	38
Discussão	41
Estudo II	48
Método	48
Sujeitos.	48
Equipamento.....	48
Dieta.	49
Procedimento.....	49
Análise de Dados.....	51
Resultados	52
Discussão	73
Referências	85
Anexos.....	101

Introdução

Autores como de Villiers e Herrnstein (1976) e Mazur (2017) afirmam que todo comportamento pode ser considerado comportamento de escolha, uma vez que toda resposta operante é uma escolha. Um rato em uma caixa experimental pode tanto interagir livremente com a barra com a qual produzirá água/alimento em uma determinada circunstância, quanto explorar a caixa, limpar-se e até ficar imóvel. Cada uma dessas respostas produz consequências específicas que modificarão a frequência de suas respostas. No entanto, o que faz o animal escolher limpar-se e não interagir com a barra ou com os demais estímulos presentes? Essa é a questão que as teorias sobre escolha procuram responder: como os organismos distribuem suas escolhas ao longo do tempo quando estão frente a múltiplas possibilidades de se comportar.

Em um estudo realizado na década de 1960 Herrnstein observou regularidade na distribuição das respostas de pombos que foram submetidos a uma tarefa na qual poderiam escolher entre dois discos, cada um dando acesso a alimento em um esquema de reforçamento de intervalo variável (VI) (e.g., esquema concorrente VI3 VI3; VI2,25 VI4,5; VII,8 VI9; VII,5 VI ∞). Ao analisar o padrão de distribuição entre as diferentes alternativas propostas, Herrnstein observou que a frequência relativa de respostas (porcentagem de bicadas) entre os discos se igualou à frequência relativa de reforçadores que eles produziam no esquema de reforçamento vigente (Herrnstein, 1961).

Anos mais tarde Herrnstein (1970) propôs a *Matching Law*, que é um modelo matemático que tenta explicar a regularidade do comportamento em situações de escolha. Ela prevê que a frequência de resposta em uma determinada alternativa será igual à frequência de reforçadores disponibilizado por ela. Isso quer dizer que, se em um esquema de reforçamento concorrente a alternativa A produz duas vezes mais comida que a alternativa B, os animais escolherão A duas vezes mais que B. Por ser uma análise molar da frequência relativa de eventos, a lei da igualação não prevê quando um organismo irá se comportar de uma

determinada forma, mas prediz qual proporção de tempo que o organismo gastará em cada atividade disponível (Herrnstein, 1997).

Uma análise molar de uma situação de escolha significa considerar a distribuição total de respostas entre as alternativas ao longo de um período de tempo, ou seja, considerar apenas o produto final dessa sequência de escolhas (e.g., a alternativa A foi escolhida mais vezes do que B) (de Villiers, 1977; Herrnstein, 1970, 1974). Com esse tipo de análise, no entanto, não é possível analisar a mudança na alocação da resposta momento a momento (e.g., quando a alternativa A passa a ser menos reforçadora que B e por isso esta passará a ser mais escolhida) (Herrnstein, 1997). O comportamento de escolha é um processo dinâmico, que pode sofrer variações a depender das taxas de reforçamento locais de cada alternativa. Essa análise molecular complementa a análise molar típica da lei da igualação e foi chamada de Melhoramento (*Melioration*) no sentido de “ato de melhorar” (Herrnstein & Vaughan, 1980). Diferentes espécies de animais demonstram ser sensíveis à variação na taxa de reforçamento local e são capazes de “comparar” a taxa de reforçamento momentânea de cada alternativa, alterando suas escolhas de forma contínua para a alternativa mais vantajosa momentaneamente (Vaughan & Herrnstein, 1987). Se a taxa de reforçamento local de uma alternativa for maior que a da outra, o melhoramento especifica que mais tempo será gasto naquela que for mais vantajosa (Vaughan, 1985). Passar a escolher a alternativa que no momento produz as melhores taxas de reforçamento é também uma forma de igualação, uma vez que a proporção da escolha estará se igualando à proporção do reforçador produzido (Vaughan, 1981).

Os estudos de Herrnstein (1970) permitiram a discussão sobre as possíveis variáveis ambientais capazes de interferir no padrão de escolha dos organismos em diferentes situações. Os estudos sobre igualação encontraram dados regulares quando as alternativas apresentavam diferentes esquemas de reforçamento (e, por conseguinte, diferentes taxas de

reforçamento), em situações em que a mesma topografia de resposta era exigida (e.g., bicar o disco) ou quando as alternativas disponíveis exigiam topografias de respostas diferentes (e.g., bater asas vs. bicar um disco) (Herrnstein, 1997). No entanto, assim como a taxa de reforçadores produzida pelas alternativas individuais pode influenciar a direção da escolha, outras variáveis também têm um papel importante para determinar em qual alternativa a escolha será alocada.

Vários estudos têm se dedicado a estudar essas variáveis. Além da taxa de reforçamento de cada opção disponível, algumas das variáveis investigadas são a duração entre a emissão de uma resposta e a produção da consequência - atraso (Chung, 1965; Chung & Herrnstein, 1967; Mazur & Lougue, 1978; Rachlin & Green, 1972; Odum, 2011; Oliveira, Green, & Myerson, 2014), a probabilidade de produção de reforçadores em cada alternativa (Alba, Rodríguez, Martínez & Orduña, 2018; Marshall & Kirkpatrick, 2013; Mazur, 1988) e estados de privação a que os animais são submetidos (Prince, Murphy & Lupfer, 2020; Skrynka & Vincent, 2019; Gazzola, Balestrieri, Martín & Pellitteri-Rosa, 2017).

Os primeiros estudos sobre a influência do atraso do reforçador sobre o comportamento de escolha foi o de Chung (1965) no qual pombos deveriam escolher entre uma alternativa que dava acesso imediato ao reforçador e outra em que o acesso era atrasado em alguns segundos. O autor verificou, assim como Baum e Rachlin (1969) posteriormente, que a frequência de escolha dos animais pela alternativa com atraso era inversamente proporcional à quantidade (em segundos) do mesmo. Esses estudos iniciais sobre atraso (e.g., Chung, 1965; Chung & Herrnstein, 1967; Gentry & Marr, 1980) sugeriram uma tendência dos animais a alocar suas escolhas em alternativas cujo reforçador é produzido de forma imediata, sendo o atraso uma variável capaz de reduzir a escolha pela alternativa a ele associada.

Esse resultado parece intuitivo: seria o mesmo que escolher entre uma alternativa que produz um sorvete agora e uma outra que produz o mesmo sorvete daqui a um tempo determinado. No entanto, o que aconteceria se a escolha fosse entre um sorvete agora (A) e o dobro do mesmo sorvete depois de um tempo determinado (B)? Mesmo que as proporções permaneçam constantes, e considerando que 100ml de sorvete sejam, de fato, melhor que 50ml, o atraso parece ter uma função diminutiva no valor reforçador da consequência. Em outras palavras, há um desconto do valor reforçador da consequência maior em decorrência do atraso para produzi-la (Rachlin, 2006). Por isso, a depender do valor do atraso (e.g., trinta minutos na fila para ter acesso a 100 ml de sorvete) o valor reforçador de B pode vir a ser menor e, com isso, a escolha será em direção à alternativa imediata A.

Para verificar como a variação no atraso poderia modificar o valor reforçador da alternativa com maior proporção de reforçador Mazur (1984, 1987, 1988) propôs um modelo de procedimento chamado *adjusting-delay task*. Nesse modelo são apresentadas duas alternativas, uma que produz uma quantidade pequena de reforçador após um atraso fixo (dA), e outra que produz uma quantidade maior de reforçador após um atraso ajustável (dB). O ajuste do atraso na alternativa dB depende da distribuição das escolhas do animal entre as alternativas: se ele escolher consistentemente dA, o atraso em dB é diminuído; se a escolha for consistente em dB o seu próprio atraso é aumentado. O objetivo é que o ajuste do atraso tenda a um valor que equilibre as duas alternativas, sendo possível determinar qual o valor do atraso necessário para que ambas as alternativas sejam igualmente escolhidas ou tenham o mesmo valor reforçador (i.e., indiferença). Esse tipo de procedimento permite que se estude o desconto do valor reforçador de uma determinada alternativa em inúmeras situações. Além disso, estudos com animais não humanos, empregando esse tipo de procedimento, mostraram que há uma tendência à alocação das escolhas na melhor alternativa, mesmo que isso

signifique escolher a alternativa imediata com menor quantidade de reforçador (maximização na produção de reforçadores) (Białaszek, Ostaszewski, Green, & Myerson, 2019).

Outra variável que também pode produzir um desconto no valor reforçador da alternativa com maior quantidade de reforçadores é a probabilidade para obtenção da consequência reforçadora (Białaszek et al., 2019; Rachlin 2006). Os procedimentos utilizando a probabilidade como variável independente podem ser analisados à luz dos estudos de atraso (Mazur, 1989, 2004; Rachlin, Logue, Gibbon, & Frankel, 1986; Robbins & Dalley, 2017). Suponhamos que haja dez chances para conseguir o sorvete do exemplo anterior, mas agora em um novo arranjo de contingência: a primeira alternativa (A) oferece 50 ml de sorvete de forma segura, ou seja, o sorvete sempre estará disponível; na segunda alternativa (B), há 50% de chance de conseguir os 100 ml de sorvete, o que significa que em apenas cinco a cada dez vezes será possível obter o sorvete nessa alternativa. Nessa situação, é esperado que haja um desconto no valor da alternativa B: o risco na obtenção dos 100 ml de sorvete pode tornar essa alternativa menos atrativa, ainda que, em termos absolutos, 100 ml representem o dobro de sorvete da outra alternativa. Nesse caso espera-se que a escolha seria distribuída entre as duas alternativas de forma a maximizar ganhos (Mazur, 1988). Rachlin et al. (1986) discute que, no decorrer de escolhas sucessivas, a não produção de uma consequência imediata na alternativa probabilística pode ser encarado como um atraso para a obtenção da consequência e, com isso, a probabilidade provocaria um efeito de desconto na escolha, semelhante ao atraso.

Quando a situação experimental propõe alternativas probabilísticas de reforçamento fala-se em escolha envolvendo risco, ou seja, escolhas que envolvem tanto chances de sucesso, como chances de fracasso (Mazur, 2004; Rachlin, 2006; Rachlin et al., 1986). Há três padrões comportamentais previsíveis diante de tarefas envolvendo risco: o de aversão, de propensão e de neutralidade ao risco. Animais com padrão de aversão ao risco tendem a

alocar suas escolhas preferencialmente na alternativa segura. Por outro lado, os animais que apresentam propensão ao risco tendem a alocar suas escolhas preferencialmente na alternativa que oferece maior quantidade de reforço, mas com menor probabilidade de obtenção que a concorrente (Hastjarjo, Silberberg, & Hursh, 1990; Rachlin et al., 1986). Um terceiro desempenho, discutido por Mazur (2004), é o de neutralidade ao risco, no qual os sujeitos tenderiam a escolher igualmente entre a alternativa arriscada e a segura.

Padrões de aversão e de propensão ao risco têm se mostrado fortemente correlacionados à probabilidade em vigor na alternativa de risco e ao arranjo das contingências envolvendo alternativas com diferentes probabilidades (Mazur, 1989; Rachlin, Raineri, & Cross, 1991). Quando Mazur (1988) expôs ratos a uma tarefa envolvendo alternativas com diferentes probabilidades, observou-se um desempenho de alternância entre propensão e aversão ao risco em função da probabilidade vigente nas alternativas, uma vez que, quanto menos provável a produção da consequência, maior será o desconto no seu valor reforçador (Myerson, Green, & Morris, 2011; Robbins & Dalley, 2017). Os animais demonstraram escolher alternativas que maximizassem seus ganhos, tanto quando foram submetidos a procedimentos com atraso, quanto em procedimentos envolvendo probabilidade e, em ambos os casos, houve um desconto no valor reforçador da consequência fazendo com que os animais alocassem suas escolhas na alternativa que, de fato, fosse mais vantajosa e não na que produzisse maior quantidade de reforçadores (Białaszek et al., 2019; Mazur, 1989, 2004; Rachlin et al., 1986; Rachlin et al., 1991).

Um terceiro fator que pode afetar a direção da escolha e que está ligado às condições orgânicas dos animais é o nível de privação alimentar em que eles se encontram. Do ponto de vista analítico comportamental a privação é considerada como uma operação motivadora que atuará de duas formas: alterando o valor reforçador da consequência e evocando respostas que, na história de reforçamento do organismo, produziram o reforçador em questão (Michael

1982, 1993, 2000). Considerando que o alimento é um reforçador primário, estados de privação alimentar farão com que animais privados tenham um aumento na atividade exploratória (Heiderstadt, McLaughlin, Wrighe, Walker, & Gomez-Sanchez, 2000), provavelmente em busca de diferentes fontes de alimento, mesmo que para isso respostas conflitantes tenham que ser tomadas (e.g., reduzir a atividade e o consumo energético *vs.* aumentar a atividade e o empenho para se alimentar – Gazzola et al., 2017). O estudo de Caraco et al. (1990) ilustra como o tempo de privação dos animais interfere na sua escolha quando são apresentadas duas alternativas, uma segura (100% de chance de obtenção de alimento) e a outra arriscada (e.g., 50% de chance de obtenção de alimento). Pássaros Juncos de olhos amarelos (*Junco phaeonotus*) se mostraram sensíveis às variações de probabilidade e quantidade com que um reforçador era produzido quando submetidos a diferentes níveis de privação. Quando o nível de privação era elevado os pássaros preferiram a alternativa arriscada (propensão ao risco), mas quando o nível de privação era menor os pássaros preferiram a alternativa cuja presença do alimento era segura (aversão ao risco).

Estudos recentes (e.g., Prince, Murphy, & Lupfer, 2020) utilizando ratos Wistar obtiveram dados compatíveis com os de Caraco et al. (1990). No estudo de Prince et al., que comparou animais com alimentação livre e animais privados a 85% do seu peso *ad lib.*, os animais privados escolheram mais as alternativas de risco que os animais com alimentação livre. Nesses estudos tanto variáveis externas ao organismo (probabilidade ou atraso), quanto orgânicas (o nível de privação) foram importantes na determinação da escolha: escolher a alternativa com maior quantidade de alimento (com maior atraso ou menor probabilidade) não era vantajoso quando os níveis de privação eram baixos, uma vez que a alternativa garantida, mas com menor quantidade de reforçador, foi a preferida pelos animais; no entanto, quando os níveis de privação eram maiores a escolha foi alocada preferencialmente na alternativa com maior quantidade de reforçador, mesmo que nela houvesse uma

atraso/probabilidade menor de obtenção da maior quantidade de alimento. Aparentemente os animais preferiam arriscar em situações limite, em que a manutenção das condições orgânicas estava em risco, mas se mantiveram avessos ao risco em condições em que a manutenção da condição orgânica era menos crítica e satisfeita pela alternativa segura.

Os diferentes estudos revisados até aqui indicam que, sob diferentes arranjos experimentais (e.g., variação na taxa de reforçamento, atraso e risco), os animais ajustam seus desempenhos às variáveis presentes e escolhem alternativas que sejam, de fato, mais vantajosas. No entanto, grande parte dos estudos realizados usaram apenas machos como sujeitos, ignorando que talvez haja uma diferença no desempenho entre os sexos quando expostos a contingências semelhantes de escolha (Orsini & Setwlo, 2017).

Quando o padrão de tomada de decisão (escolha) em ratas fêmeas foi investigado em função da variação hormonal decorrente do ciclo estral, nenhuma variação comportamental foi encontrada (Orsini et al., 2016; Uban, Rummel, Floresco, & Galea, 2012). No entanto, outros estudos relataram achados controversos quando compararam o desempenho de roedores fêmeas e machos sob influência de diferentes variáveis envolvendo escolha. Em estudos que utilizam as chamadas *gambling tasks* (tarefas envolvendo apostas), ora os ratos machos desenvolveram preferência pela opção mais vantajosa mais rápido que fêmeas, ora as fêmeas tiveram um desempenho mais rápido para estabelecer a preferência pela opção mais vantajosa/segura, a depender da tarefa envolvida. Dados divergentes também foram encontrados quando as situações de escolha envolviam atraso (para uma revisão mais completa, ver Orsini & Setwlo, 2017). Também são encontradas evidências divergentes quanto ao desempenho de roedores fêmeas e machos sob efeito de cocaína quando a variável impulsividade (i.e., escolha pela alternativa imediata, porém com menor quantidade de reforçador) foi avaliada (Perry, Larson, German, Madden, & Carroll, 2005; Perry, Nelson, & Carroll, 2008; Orsini et al., 2020). Essa controvérsia nos resultados obtidos em diferentes

estudos dificulta que se tenha um panorama mais claro sobre a existência, ou não, das diferenças entre os sexos, em ratos, quando submetidos a tarefas de escolha sob diferentes tipos de contingências. Por outro lado, a controvérsia dos resultados nesses estudos indica a necessidade de se ampliarem as pesquisas que comparam os desempenhos de ratos fêmeas e machos em diferentes situações.

Independentemente das variáveis utilizadas para avaliar como os organismos ajustavam seu padrão de escolha, grande parte dos estudos aqui revisados utilizaram alimento como reforçador e variavam a sua quantidade entre as alternativas. Isso significa que a escolha dos animais está relacionada às vantagens energéticas que cada alternativa disponibiliza em cada arranjo experimental (Dunlap, Papaj, & Dornhaus, 2017; Harel et al., 2016). Do “ponto de vista” do animal, nessas condições, o que está em jogo é a quantidade de nutrientes que ele obterá ao escolher essa ou aquela alternativa e qual o impacto dessa escolha na manutenção do organismo (Pyke, 1984). Além dos nutrientes construtores (proteínas e lipídios) e reguladores (sais minerais e vitaminas) os animais precisam de energia, oriunda principalmente de carboidratos e de lipídios, para garantir sua sobrevivência e reprodução (Pyke, Pulliam, & Charnov, 1977; Zucoloto, 2008). A escolha de alimentos envolve padrões de forrageio que priorizem um balanço energético positivo, i.e., em que a quantidade de calorias ingerida seja maior que a quantidade de calorias gasta na manutenção e reprodução dos organismos (Meire & Ervynck, 1986; Schoener, 1971). A teoria do forrageamento ótimo (MacArthur & Pianka, 1966) postula que a escolha alimentar dos animais é direcionada para maior captura e consumo de energia possível por unidade de tempo, maximizando assim os ganhos energéticos. Nesse sentido, o comportamento de escolha nas situações experimentais estudadas pode ser analisado como uma forma de ajuste do responder para produzir melhor ganho energético.

Tão importante quanto o valor energético dos alimentos consumidos é a quantidade de nutrientes disponível neles. Estudos demonstram que os animais são capazes de balancear a ingestão de macronutrientes em situações em que estes estão disponíveis separadamente para consumo (*self-selection*) (Hall, Jackson, Vondran, Vachina, & Jewell, 2018; Hall, Vondran, Vachina, & Jewell, 2018; Silva, Kitagawa, & Vázquez, 2016). O experimento de *self-selection* de Richter, Holt e Barelare (1938) conduzido com ratos (*R. norvegicus*), indicaram que esses animais ingerem quantidades adequadas de cada um dos macronutrientes disponíveis, de forma a adequar suas necessidades nutricionais e manter níveis normais de peso corporal. Estudos posteriores com a mesma espécie confirmaram os achados de Richter et al. em diferentes condições, como atividade física vs. inatividade (Collier, Leshner, & Squibb, 1969), fase do ciclo claro/escuro (Shor-Posner et al., 1991) e a comparação entre machos, fêmeas e suas proles (Jean, Fromentin, Tomé, & Larue-Achagiotis, 2002). Os trabalhos sobre *self-selection* indicam que a escolha alimentar não se refere apenas à discriminabilidade da quantidade ou da disponibilidade (probabilidade) de alimento, mas também à discriminação de aspectos relacionados a sinais pré e pós-ingestivos.

Um dos sinais pré-ingestivos mais importantes e mais estudados é o sabor dos alimentos, percebido pelos animais quando o alimento entra em contato com o seu aparelho gustativo. Richter et al. (1938) sugerem que, em experimentos de *self-selection*, o paladar desempenha papel importante na discriminação do macronutriente ingerido. Oliva et al. (2017) sugerem que o sabor característico de cada alimento serve também como pista sobre o seu valor nutritivo, como ocorre com o sabor doce, que indica a presença de açúcares (Montmayeue & Matsuami, 2002), e o sabor característico da presença de lipídios (Treesukosol & Moran, 2018). Ratos da espécie *R. norvegicus*, por exemplo, apresentam preferência por soluções adocicadas com sacarose ou sucralose, em comparação à água pura (Sclafani & Ackroff, 2017). No entanto, é preciso considerar que um sabor específico

somente é sinalizador da presença de um nutriente específico se a relação entre ambos for estável ao longo do tempo (Myers, 2017) e que, portanto, este pode não ser o principal fator de controle da escolha alimentar.

Quando o alimento é ingerido provoca estimulação neural específica a depender do tipo de macronutriente ou micronutriente presente em sua composição (Sclafani & Ackroff, 2016; Steinert, Feinle-Bisset, Geary, & Beglinger, 2013). Essa estimulação gera os sinais pós-ingestivos (Kaest, 2017), que parecem ser preponderantes na escolha alimentar dos animais, como mostraram os estudos de Araújo et al. (2008), Elizalde e Sclafani (1990), e Miller e Teates (1986). Nesses estudos, o sistema gustatório de algumas espécies de roedores foi bloqueado e, mesmo nessas condições, os animais apresentaram preferência pelo alimento com melhor valor nutricional. Nessas pesquisas, porém, o tempo necessário para o estabelecimento dessa preferência foi maior entre os animais cujo sistema gustatório estava bloqueado, em comparação a animais controle, indicando que o paladar desempenha função facilitadora, mas não determinante na escolha dos alimentos a serem consumidos. Outra evidência nesse sentido vem do estudo de Sclafani e Ackroff (2017): ainda que os ratos do estudo tenham consumido maior quantidade de soluções de sucralose e de sacarose em comparação ao consumo da água pura, os animais apresentaram maior consumo de solução com sacarose (melhor valor energético), em comparação ao consumo da solução com sucralose.

Os estudos sobre o comportamento de escolha envolvendo diferentes arranjos de contingências de reforçamento (e.g., probabilidade) apontam que essas variáveis favorecem a alternância do comportamento dos sujeitos entre as alternativas, o que maximiza o consumo de alimento, considerando a quantidade de alimento produzida e a probabilidade para produzi-lo. A manipulação mais comum nesses estudos, porém, refere-se à quantidade de alimento presente nas alternativas (e.g., número de pelotas disponíveis ou tempo de acesso ao

alimento), mas não à qualidade energética do alimento. O presente estudo pretende explorar justamente essa variável. Estudos (e.g., Mazur, 2004) mostram que os animais rapidamente estabelecem preferência por alternativas com maior quantidade de pelotas de alimento, o que significa a obtenção de maior quantidade energética. Mas, esses animais discriminariam entre alternativas cuja quantidade de pelotas de alimento oferecida seja igual, mas que difiram energeticamente entre si? Nessas condições, os animais demonstrariam preferência pela alternativa contendo a dieta com maior quantidade energética? Caso a resposta a essa pergunta seja positiva, um segundo passo na exploração do papel da quantidade energética do alimento sobre o comportamento de escolha é investigar se a aplicação de diferentes probabilidades de obtenção do reforçador na alternativa mais energética poderia resultar no desconto no valor reforçador do alimento disponível nessa alternativa. Além disso, seria relevante verificar se esse desconto varia em função do nível de privação e do sexo dos sujeitos. Para investigar essas questões foram realizados dois estudos.

Os objetivos do Estudo 1 foram: (a) verificar se ratos Wistar, fêmeas e machos, discriminam entre três tipos de dietas que diferem entre si apenas em relação à quantidade energética e oferecidas como suplementação calórica à dieta convencional e, (b) verificar se os sujeitos estabelecem preferência por uma de duas dietas caloricamente iguais, mas que diferem quanto ao sabor (uma delas com sabor doce).

Na situação proposta no primeiro estudo, ratos Wistar foram mantidos sob restrição alimentar (80% do peso ad libitum) e tinham disponível diariamente ração convencional de forma controlada. Em sessões diárias conduzidas em aparato específico os animais tinham acesso à suplementação calórica, podendo escolher, em tentativas discretas, entre duas dietas de aparência similar, diferindo entre si apenas em função da quantidade energética. Para investigar se o sabor seria uma pista decisiva na escolha dos animais, depois de concluído o experimento de escolha, os animais foram submetidos a um teste de sabor, tendo à disposição

(ad libitum) duas dietas de igual quantidade energética, mas que diferiam entre si em relação ao sabor (uma delas continha açúcar).

Os objetivos do Estudo 2 foram: (a) verificar se ratos Wistar, fêmeas e machos, em diferentes níveis de privação, manteriam a escolha pela alternativa mais energética em uma situação na qual a probabilidade de sua obtenção fosse variável; e (b) se seriam encontradas diferenças no desempenho desses animais em função do sexo. Nesse estudo, novos grupos de ratos Wistar, fêmeas e machos, foram expostos a diferentes níveis de privação (70% e 80% do peso ad libitum) e passaram por sessões em que a alternativa contendo a dieta mais calórica era disponibilizada em probabilidade decrescente, até que os animais atingissem o ponto de indiferença entre as alternativas.

Estudo I¹

Método

Sujeitos.

Foram utilizados 12 ratos Wistar (*Rattus norvegicus*) ingênuos, provenientes da ANILAB – Animais de Laboratório, Criação e Comércio, na cidade de Paulínia-SP, sendo 6 fêmeas e 6 machos, com peso médio de 200g e 300g respectivamente, que foram recebidos aos 60 dias de vida. Entre os 60 e 70 dias de idade, todos os animais foram alojados em duplas do mesmo sexo em gaiolas de polipropileno (41cm de comprimento, 34cm de largura e 24cm de altura). O biotério possuía temperatura controlada ($24^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$) e ciclo de claro/escuro diário (12h/12h, com luzes acesas das 6h às 18h). Todos os protocolos experimentais foram realizados na fase de claro. Os animais possuíam água e alimento à vontade até os 70 dias, quando foi iniciado o monitoramento de peso dos indivíduos, a fim de estabelecer a linha de base (variação menor ou igual a 10g/dia ao longo de três dias consecutivos). Esse monitoramento ocorreu a cada dois dias, com pesagem do animal em balança eletrônica Toledo[®] 9094 digital. Após a estabilização do peso iniciou-se o processo de restrição alimentar, a fim de manter os animais à 80% do seu peso ad libitum. Considerando o crescimento natural dos animais durante o período de restrição o peso alvo deles foi ajustado 5g (machos) e 3g (fêmeas) por semana (adaptado de Orsini, Willis, Gilbert, Bizon e Setlow, 2016). Os animais foram mantidos em duplas ao longo de todo o período de alojamento, sendo isolados por 1h/dia, período este no qual foi disponibilizado o acesso controlado à ração comercial Nuvilab[®].

Após os sujeitos terem passado por todas as fases programadas no procedimento, foram submetidos ao procedimento de eutanásia pelo método de sobredose anestésica. O

¹ Os resultados desse estudo foram publicados em Março de 2020 pela revista *International Journal of Comparative Psychology*. O título do artigo é “*Female and male Wistar rats (Rattus norvegicus) discriminate diets according to energetic quantity*”.

estudo foi realizado de acordo com as resoluções brasileiras de bioética em experimentos com animais, mediante análise e aprovação (protocolo 16.5.676.59.9) do CEUA da Universidade de São Paulo – Ribeirão Preto.

Equipamento.

Um labirinto em Y modificado (Figura 1), medindo 90 cm². Os braços eram fechados, com altura de 50cm e largura de 15cm. No compartimento B foi colocada uma porta de guilhotina que era aberta manualmente pelo experimentador, o que dava acesso ao braço de escolha Y. Na parte exterior desse compartimento foi colocado um bebedouro plástico para ratos, a fim dos animais terem água à vontade durante todo procedimento.

Em cada lado da bifurcação (alternativas L e R) havia uma porta de dobradiça sem retorno e, ao final de cada braço, um comedouro metálico (4cm X 6cm X 1,5cm), suspenso a uma altura de 3cm.

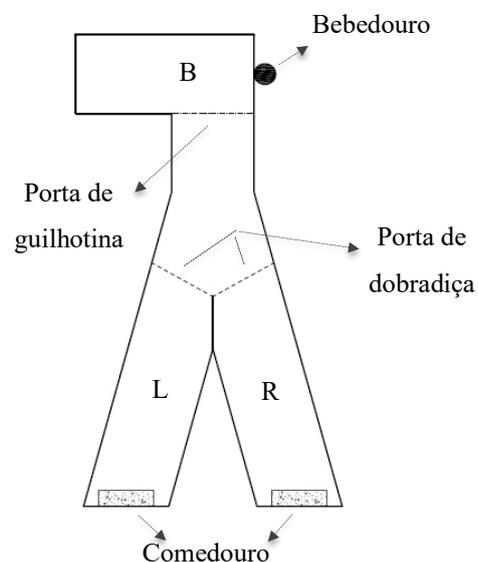


Figura 1. Modelo do labirinto em Y-modificado. Possui uma porta de guilhotina e duas portas de dobradiça sem retorno que abrem para uma única direção. As tentativas começavam no compartimento B com a porta de guilhotina fechada e terminava após o animal comer toda a ração contida em uma das alternativas R ou L.

Dieta.

Para serem utilizadas na primeira parte do estudo foram elaboradas três dietas que diferiram entre si quanto à quantidade energética (D, D1 e D2). No teste de sabor outras duas dietas foram produzidas, uma contendo sacarose (A) e outra sem sacarose (N). A Tabela 1 mostra a composição e a quantidade energética em 100g de cada uma das dietas e a Tabela 2 apresenta as mesmas informações para uma *pellet* de 27mg. Como fonte de carboidrato foi utilizado amido de milho Maizena® e açúcar refinado União®, a fonte de lipídio foi banha animal Sadia®, e o Agar utilizado foi Kasvi® K25-611001.

Tabela 1

Composição Nutricional dos Diferentes Tipos de Dietas e Seus Respectivos Valores Energéticos em 100g.

Informação Nutricional					
Porção de 100g					
Ração	Lipídios	Carboidrato (Amido)	Carboidrato (Sacarose)	Agar	Quantidade Energética
D	10g	20g	15g	55g	230kcal
D1	10g	45g	15g	30g	330kcal
D2	10g	70g	15g	5g	430kcal
A	–	50g	30g	20g	320kcal
N	–	80g	–	20g	320kcal

Peletização das dietas.

As dietas utilizadas foram elaboradas e produzidas semanalmente, cada tipo de dieta foi armazenado separadamente em postes herméticos de vidro armazenados em um armário na antessala da sala experimental.

Foi utilizado uma forma retangular de 252cm² contendo 375 compartimentos circulares com 1cm de diâmetro. Os ingredientes foram misturados em um recipiente plástico retangular (31,5 x 23,5 x 7cm) até que ficasse com uma consistência de farinha granulada. Em seguida foi adicionado água até que a massa atingisse uma consistência arenosa, a qual foi colocada na forma retangular para que adquirisse o formato de *pellet*. Após retiradas da forma as *pellets* foram colocadas em uma estufa a uma temperatura entre 60 e 70°C por aproximadamente 90min, ou até que as *pellets* ficassem duras. Cada *pellet*, ao final do processo, pesava aproximadamente 27mg (± 2 mg).

Procedimento.

Este estudo foi dividido em quatro fases pelas quais todos os animais passaram: Treino exploratório, Teste de dieta I, Inversão das alternativas I, Linha de base I, Teste de dieta II, Inversão II, Linha de base II, Teste de dieta III, Inversão III. O objetivo dessa sequência foi que, ao longo das fases, os animais fossem expostos a diferentes comparações entre as dietas e/ou a mudança de posição em que elas eram apresentadas. O objetivo dos testes de dietas foi verificar se o animal apresentava preferência pelo consumo de uma delas; as inversões tiveram como objetivo verificar se a eventual preferência demonstrada pelos animais nos testes estava relacionada à composição da dieta ou ao lado em que ela era apresentada. As linhas de base tinham como objetivo expor o animal a uma situação de escolha entre dietas de igual composição, como preparação para o teste seguinte.

Após passarem por essa sequência experimental, todos os animais foram expostos ao Teste de sabor, que teve com objetivo verificar se os animais estabeleceriam preferência de consumo por uma de duas dietas que diferiam entre si pelo sabor, mas não pela quantidade energética, ao longo de cinco dias. Na sequência, cada fase será descrita.

Treino exploratório. O objetivo dessa fase foi ensinar aos sujeitos a passar pelas portas de dobradiça do labirinto e permitir que eles entrassem em contato com a quantidade de pellets de ração disponibilizadas ao final das alternativas L e R (quatro pellets da dieta tipo D). Foi realizada uma sessão com 20 tentativas forçadas, dez em cada braço (as 10 primeiras no braço L e as outras 10 no braço R). Em cada tentativa, portanto, somente a porta de um dos braços estava destrancada, possibilitando a passagem do animal. As tentativas eram iniciadas após a abertura da porta do compartimento B e terminavam quando o animal tivesse ingerido todo o alimento disponibilizado no comedouro do compartimento L ou R. O intervalo entre tentativas (IET) foi de 20s e teve início após o sujeito ser recolocado no compartimento B. O critério de encerramento da sessão foi o animal completar as 20 tentativas ou 30 minutos de sessão. Caso o animal ficasse imóvel por dez minutos ou não concluísse as 20 tentativas, a sessão seria encerrada e reiniciada no dia seguinte.

Testes de dieta (Td). O objetivo dessa fase foi testar a preferência pelas dietas de diferentes valores energéticos. Elas foram testadas aos pares: DxD1; DxD2 e D1xD2, tendo essa ordem de apresentação contrabalanceada por animal. Cada sessão foi composta de 36 tentativas, sendo as seis primeiras de escolha forçada (três para cada braço) e as demais de escolha livre. Cada tentativa foi iniciada com o animal no compartimento B com a porta de guilhotina fechada; após 20s, a porta era aberta para a passagem do animal, e fechada na sequência. A tentativa se encerrava quando o animal comesse todas as pellets de ração contidas no comedouro da alternativa escolhida. Em cada comedouro (L e R) havia quatro pellets de ração; as quatro pellets eram do mesmo tipo de dieta, mas em cada comedouro havia um tipo, a depender do par testado, que se manteve fixo até que o animal atingisse critério para passar para a próxima fase.

Para considerar que houve preferência por uma das alternativas, foi realizado uma distribuição binomial, considerando o intervalo de confiança de 95%. Logo, para considerar

que o animal preferia uma dieta à outra era necessário que a porcentagem de escolha por uma das alternativas fosse igual ou superior a 80% das tentativas de uma sessão. Para garantir a estabilidade dessa preferência estabeleceu-se como critério que essa porcentagem se mantivesse ao longo de três sessões consecutivas. Caso esse critério não fosse atingido em 15 sessões, considerava-se que o animal não havia estabelecido preferência entre as dietas e a fase era encerrada.

Essa fase foi dividida em Teste de dieta I, II e III. No Td.I metade dos animais (três machos e três fêmeas) iniciaram com o teste DxD1, enquanto que os demais foram expostos ao teste DxD2. Em Td.II essas sequências foram invertidas fazendo com que todos os animais passassem pelos dois testes (DxD1 e DxD2). Já em Td.III todos os animais foram expostos ao teste D1xD2, a fim de verificar qual dieta seria preferida dentre as duas composições mais energéticas apresentadas.

Inversões das alternativas (In). O objetivo dessa fase foi inverter a posição de apresentação das dietas, a fim de verificar se a preferência eventualmente observada nos testes estava relacionada à discriminação dos valores energéticos das dietas ou a uma simples preferência por posição (direita ou esquerda). O número de tentativas e os procedimentos gerais foram semelhantes aos Td., ocorrendo sempre após esses testes (Inversão I, II e III, que ocorreram em sequência aos Testes de dieta I, II e III).

Linhas de base (Lb). O objetivo dessa fase foi servir de *washout* entre uma Inversão e um novo Teste de Dieta. As sessões tinham o mesmo formato geral (36 tentativas) mas, em ambas as alternativas havia quatro pellets da dieta D (2.3Kcal/g). Essa fase tinha duração fixa de cinco sessões. Na fase seguinte, a dieta mais energética era colocada na alternativa menos preferida na Lb. Para isso, foi realizado o cálculo da porcentagem de escolha em cada uma das alternativas ao final das cinco sessões. Caso as porcentagens de escolha fossem iguais

entre as alternativas, a alocação da dieta mais energética era sorteada entre os lados. Foram conduzidas duas Linhas de base (I e II), que ocorreram após a Inversão I e a Inversão II.

Teste de sabor (Ts). O objetivo dessa fase foi verificar o consumo dos sujeitos quando tinham disponíveis ad libitum uma dieta com sacarose e outra sem, ambas de igual quantidade energética, ao longo de cinco dias. Para isso os animais tiveram acesso à ração convencional ao longo de uma semana após o encerramento da Inversão III, para que os seus pesos voltassem aos padrões sem restrição alimentar (100% do peso ad libitum). Na sequência, os sujeitos foram alojados individualmente e tiveram acesso somente as dietas A e N, por cinco dias consecutivos. Para os machos foi fornecido diariamente 30g de cada uma das dietas (i.e., um total de 60g de alimento) e para as fêmeas 20g (i.e., um total de 40g de alimento). A cada 24h a quantidade de cada um dos tipos de ração restante na gaiola dos animais foi pesada e repostada a quantidade necessária até completar a quantidade diária determinada para cada sexo.

Análise de Dados

Para o Teste de dieta, foram calculados a mediana, os quartis e o valor máximo e mínimo do número de sessões nas condições DxD1, DxD2 e D1xD2, Teste de dieta e Inversão, para machos e fêmeas. A mediana foi escolhida como valor central, ao invés da média, uma vez que foi verificada um desvio da normalidade dos dados (análise da distribuição dos dados e teste Shapiro-Wilk).

Foi também realizado o teste não-paramétrico de Friedman para verificar se o número de sessões apresentava alguma diferença significativa ($p < .05$ – intervalo de confiança 95%) entre as condições. O Kendall'W foi calculado para a análise do tamanho do efeito, classificando-o como trivial (< 0.1), pequeno (entre 0.1 e 0.3), médio (entre 0.3 e 0.5) e grande (acima de 0.5).

Para verificar se o número de sessões apresentava alguma diferença significativa ($p < .05$ – intervalo de confiança de 95%) entre machos e fêmeas foi realizado o teste não-paramétrico Mann-Whitney. Para isto, foram utilizadas as medianas do número de total de sessões de cada sujeito, desconsiderando as condições. Foi calculado o Rank-Biserial Correlation (r_b) para a análise do tamanho do efeito, classificando-o como trivial (< 0.1), pequeno (entre 0.1 e 0.3), médio (entre 0.3 e 0.5) e grande (acima de 0.5).

Para o Teste de sabor, foram calculados a média e o desvio padrão do consumo (g) pela dieta doce e do consumo pela dieta neutra nas cinco sessões de teste de consumo para machos e fêmeas. Foi realizada uma ANOVA Mista para verificar se o consumo apresentava uma diferença significativa ($p < .05$ – intervalo de confiança de 95%) entre as dietas, entre os grupos, entre as sessões e na interação entre estas variáveis. A ANOVA Mista só foi realizada após verificar a normalidade (análise da distribuição dos dados e teste Shapiro-Wilk), a homocedasticidade (Teste Levene's) e a esfericidade (teste Mauchly's) dos dados. A correção

Greenhouse-Geisser da esfericidade foi realizada para o cálculo do valor de p na comparação entre as sessões e na sua interação com as outras variáveis.

O tamanho do efeito (ω^2) também foi calculado em cada uma das comparações na ANOVA Mista para o consumo. O valor do tamanho do efeito foi classificado como trivial ($\omega^2 < 0.01$), pequeno ($0.01 < \omega^2 < 0.06$), médio ($0.06 < \omega^2 < 0.14$) ou grande ($\omega^2 > 0.14$).

Resultados

Na primeira etapa do estudo todos os animais estabeleceram preferência pela dieta mais energética, independentemente da combinação apresentada. A Figura 1 apresenta o número de sessões que fêmeas e machos levaram para atingir o critério para estabelecimento de preferência, em cada um dos Testes de dietas (Dt) e suas respectivas Inversões (In).

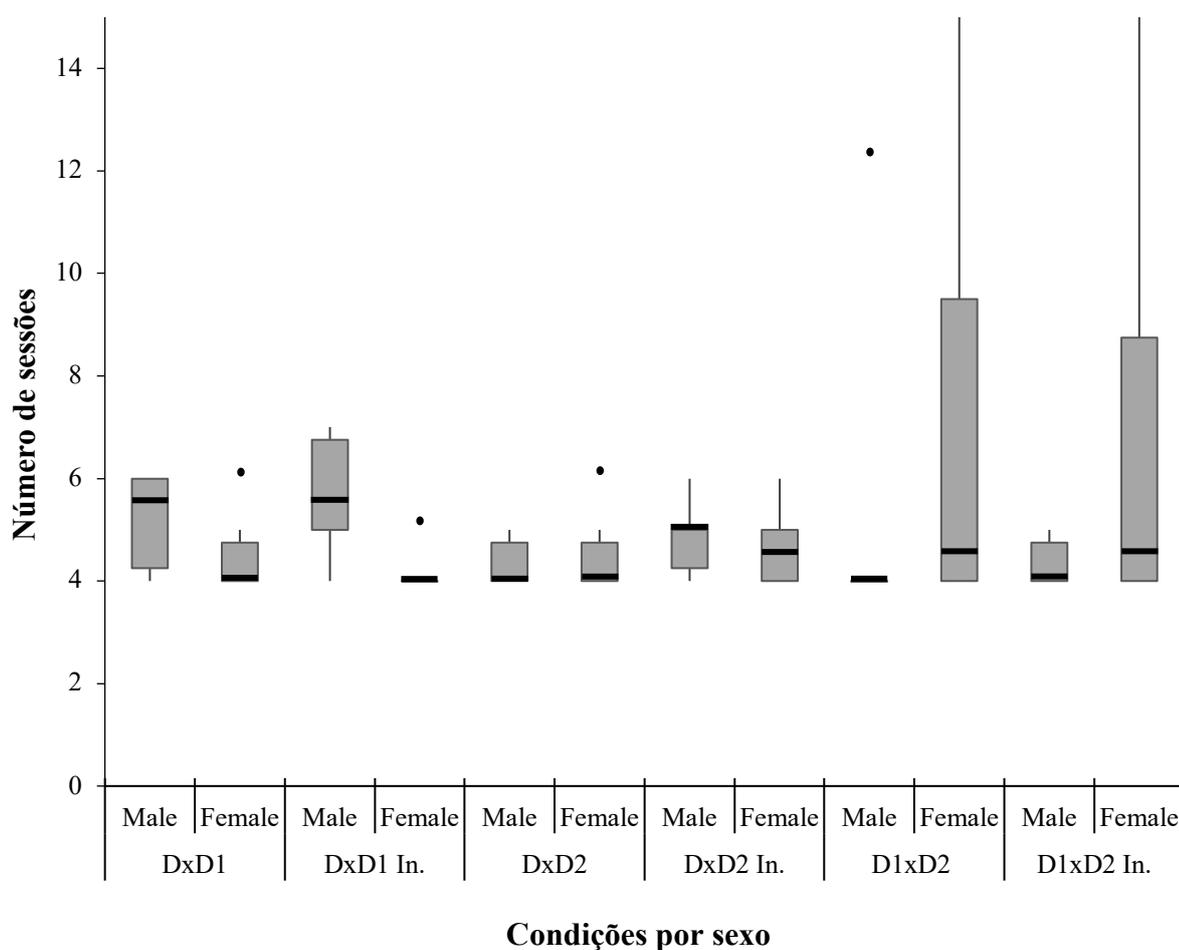


Figura 2. Número de sessões para estabelecer a preferência por uma das dietas no Td. e sua respectiva In. para fêmeas e machos. As linhas horizontais representam a mediana, as barras verticais indicam os intervalos interquartis, as linhas verticais indicam o máximo e o mínimo e os pontos mostram os dados discrepantes.

Como os dados sobre o número de sessões para atingir a preferência são uma variável discreta não foi possível verificar nenhuma aproximação da normal ao ser realizada uma análise gráfica, numérica e estatística (Shapiro-Wilk). Por esse motivo, optou-se por uma análise não-paramétrica calculando a mediana e os quartis (75 e 25) para os Td. (DxD1, DxD2, D1xD2) e In., separados em fêmeas e machos com o máximo e o mínimo (limite calculado a partir das formulas $\text{limiteMáx} = P75 + 1,5 * \text{IntervaloEntreQuartis}$ e $\text{limiteMin} = P25 - 1,5 * \text{IntervaloEntreQuartis}$, o que permitiu excluir desse intervalo os dados discrepantes).

Quanto comparado as condições de escolha e a sequência em que os pares foram apresentados, independente do sexo dos animais, não foi encontrada diferença estatística quanto ao número de sessões necessárias para atingir o critério de preferência [$\chi^2(5) = 2.326$; $p = .802$; Kendall's $W = .238$], tampouco quando comparado o sexo independentemente da combinação em que as dietas foram apresentadas [$W = 17.000$; $p = 0,932$; $r_b = -0.056$].

A mediana do número de sessões teve uma variação de quatro a seis entre os grupos e as condições testadas. Observa-se na Figura 2 que na condição D1xD2 (Dt. e In.), as fêmeas apresentaram um intervalo entre quartis maior que nas demais condições e maior que dos machos em todas condições.

A Figura 3 apresenta o consumo em gramas das dietas com sacarose (S) e sem sacarose (N) por fêmeas e machos ao longo de cinco dias, durante o Teste de sabor.

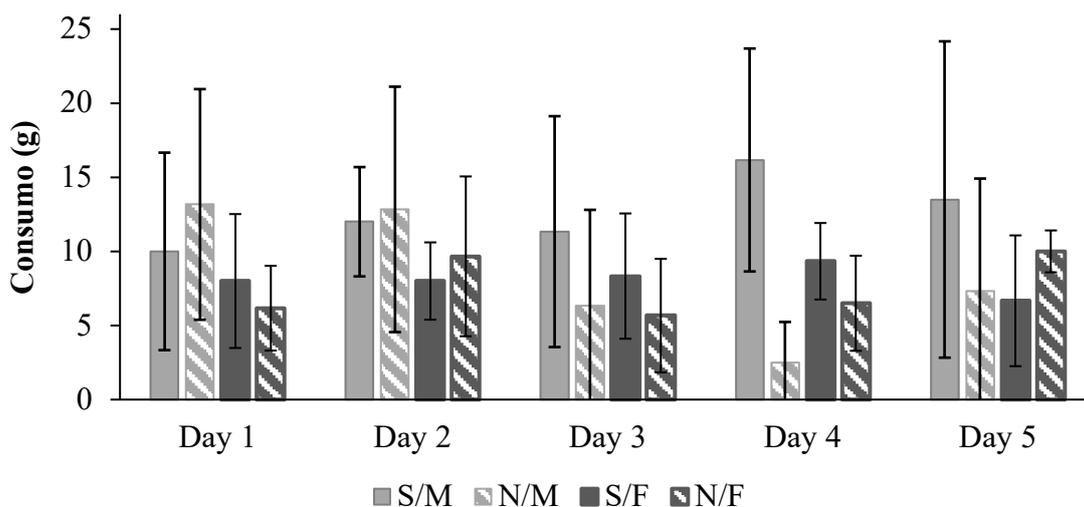


Figura 3. Consumo médio, em gramas, de dietas com sacarose (S) e sem sacarose (N), de machos (M) e fêmeas (F) nos cinco dias do Ts.

Não foram encontradas diferenças quanto o consumo das dietas ao considerar a interação entre sexo, sessões e tipo de dieta [$F(1, 10) = 0.848$; $p = .379$; $\omega^2 < .001$], a interação entre sessões e sexo [$F(2.135, 21.345) = 0.636$; $p = .549$; $\omega^2 < .001$], interação entre tipos de dieta e sexo [$F(1, 10) = 0.848$; $p = .379$; $\omega^2 < .001$], interação entre tipos de dieta e sessões [$F(1, 10) = 0.848$; $p = .379$; $\omega^2 < .001$], entre as sessões [$F(1, 10) = 0.848$; $p = .379$; $\omega^2 < .001$] e entre os tipos de dieta [$F(1, 10) = 0.848$; $p = .379$; $\omega^2 < .001$]. Entretanto, foi encontrada uma diferença quanto a proporção total de dieta consumida entre os sexos [$F(1, 10) = 8.667$; $p < .05$; $\omega^2 = .390$], uma vez que as fêmeas naturalmente tem um consumo alimentar menor que o dos machos.

Discussão

Ao serem expostos às comparações de dietas que diferiam entre si em relação à quantidade energética nos Td e In, todos os animais estabeleceram preferência pela dieta mais energética, independentemente da combinação, ordem e posição apresentadas no aparato. Nos testes de sabor animais de ambos os sexos consumiram quantidades semelhantes das duas dietas, sem estabelecer preferência por uma delas, o que indica que a presença de sacarose parece não ter exercido papel determinante para a preferência.

Na primeira sessão do Td os animais escolheram as dietas de forma alternada, o que se assemelha ao padrão de forrageio no qual são avaliadas as alternativas disponíveis antes do estabelecimento de preferência por uma delas (Harel et al., 2018; Schoener, 1971). A partir da segunda sessão do Td, porém, a maioria dos animais passou a estabelecer uma preferência pela alternativa mais energética, que foi mantida até o critério estabelecido ser alcançado. Esses resultados podem ser interpretados de três formas: preferência pela posição (direita-esquerda) em que as dietas foram colocadas no aparato, diferença energética das mesmas ou preferência pelo sabor.

Alguns estudos registram que ratos, em tarefas de discriminação que envolvem posição, podem estabelecer preferência por uma alternativa em função de sua localização espacial. No estudo de Beeler et al. (2012), por exemplo, camundongos estabeleceram preferência pela posição (direita ou esquerda) quando dois bebedouros de água estavam disponíveis, independentemente da solução contida em cada um (açúcar ou adoçante). Os autores discutem que a posição seria um estímulo mais facilmente discriminável comparado à composição calórica. No presente estudo, quando a localização espacial das dietas foi invertida no aparato, inicialmente os animais mantiveram sua escolha na posição em que a dieta mais energética estava na fase anterior. Essa persistência, porém, não se manteve por mais de duas sessões, e os animais realocaram suas escolhas na alternativa com a dieta mais

energética. Esses resultados indicam claramente que a escolha não foi feita pela posição, sugerindo que os animais ficaram sob controle de características específicas das dietas, como o sabor e/ou a quantidade energética.

Uma segunda possibilidade de explicação seria a possível variação do sabor entre as dietas D, D1 e D2. Um fato bem estabelecido na literatura é que ratos (*R. norvegicus*) desenvolvem preferência por alimentos que possuam altas concentrações de gordura (Cartoni et al., 2010; Fukuwatari et al., 2003; Pittman, Labban, Anderson, & O'Connor, 2006; Takeda, Sawano, Imaizumi, & Fuskiki, 2001) e açúcar (Ackroff & Sclafani, 2011; Wojnicki, Stine, & Corwin, 2007). Por esse motivo, esses macronutrientes foram mantidos constantes nas dietas dos nossos experimentos. No entanto, maiores proporções de amido de milho, contidas em D1 e D2, podem ter alterado o sabor dessas dietas, ocasionando uma preferência pelo sabor e não necessariamente pela quantidade energética das mesmas.

A sensibilidade a diferentes sabores se mostrou importante do ponto de vista evolutivo para os animais, uma vez que o paladar tem uma função tanto protetiva, para a não ingestão de alimentos nocivos, quanto seletiva, para determinar quais alimentos ingerir a depender da necessidade nutricional do animal e da oferta de nutrientes do alimento (González, Garcia-Burgos, & Hall, 2014). Para verificar se essa sensibilidade a determinados sabores pode ter sido determinante no estabelecimento de preferência dos animais pela dieta mais energética do par testado, foi conduzido o Teste de sabor. Os animais mantiveram constante o consumo da dieta S ao longo dos cinco dias, sugerindo que, talvez, o sabor adocicado tenha funcionado como uma pista confiável da quantidade energética do alimento. Isso pode estar relacionado à diminuição do consumo da dieta N nos dias 3 e 4. No entanto, o retorno do consumo da dieta N aos níveis iniciais no dia cinco, com o consequente consumo equivalente de ambas, sugere que a sensibilidade aos efeitos nutricionais pós-ingestivos pode ter contrabalanceado o efeito do sabor como pista para o alimento mais energético.

A hipótese acima é consistente com os achados de Sclafani e Ackroff (2017), que adicionaram artificialmente sabor de uva a uma solução contendo sacarose (açúcar) e um sabor artificial de cereja a uma solução contendo sucralose (adoçante) e as ofereceram a camundongos, a fim de verificar se os animais continuariam a escolher as soluções pelos sabores emparelhados com sacarose e sucralose, mesmo quando esses componentes fossem retirados e deixado apenas água pura saborizada. Os resultados indicaram que o consumo da solução contendo sacarose foi maior em comparação à solução contendo sucralose. Quando foi disponibilizado aos animais apenas água pura saborizada artificialmente com os sabores treinados, os animais se mantiveram escolhendo a solução cujo sabor foi emparelhado com sacarose, o que não foi observado com a solução saborizada artificialmente com o sabor emparelhado com sucralose. Os autores concluíram que o consumo maior da solução de sacarose e o fato de apenas os sabores artificiais emparelhados a ela terem sido eficazes para o condicionamento, em comparação à sucralose, foi devido ao *feedback* energético pós-ingestivo proporcionado pelo açúcar, uma vez que a ingestão de açúcar garante energia ao animal e a de adoçante, não.

Os resultados do Teste de sabor do presente estudo, portanto, não sustentam a hipótese de que a escolha dos animais pela dieta mais energética ocorreu em função do sabor, confirmando os achados de outros estudos (Davis & Smith, 1990; Ackroff & Sclafani, 2014; Sclafani, Fanizza, & Azzara, 1999; Weingarten & Kulikovsky, 1989; Zukerman, Ackroff, & Sclafani, 2013). A partir desses resultados, é razoável supor que a diferença energética das dietas disponibilizadas na primeira fase do presente estudo foi, de fato, o fator determinante da escolha dos animais.

Considerando que a escolha alimentar é uma atividade essencial para a manutenção e reprodução dos organismos, é fundamental que os animais sejam capazes de avaliar constantemente o ambiente em que estão procurando alimento, para que assim possam

maximizar suas escolhas entre as alternativas disponíveis (Foo et al., 2016; Palminteri, Powell, & Peres, 2016; Pyke et al., 1977; Tyson, Friedlaender, & Nowacek, 2016). A sensibilidade a características específicas dos alimentos possivelmente foi selecionada, o que conferiu aos animais a capacidade de discriminar qual a melhor fonte de alimento para investir maior tempo e esforço (Charron & Cabanac, 2004; Palminteri et al., 2016; Radtke, 2011; Trujano & Orduña, 2015; Tyson et al., 2016; Yáñez, Bouzas, & Orduña, 2017). Na situação experimental aqui proposta, ao concentrarem suas escolhas na alternativa que disponibilizava a dieta mais energética, os ratos demonstraram ficar sob controle de sinais pós-ingestivos, indicadores da presença de calorias provenientes das diferentes dietas (Wingarten & Kulikovsky, 1989). Tal padrão foi verificado a despeito do consumo dessas dietas ocorrer apenas nas sessões experimentais e como suplementação da dieta convencional oferecida, indicando que a maximização do consumo energético se manteve mesmo quando a dieta escolhida não era sua principal fonte de energia.

Duas exceções foram verificadas em relação ao estabelecimento de preferência pela dieta mais energética, ambas (um macho e uma fêmea) na In III, na qual eram apresentadas as dietas D1 e D2. Os dois animais distribuíram suas escolhas em ambas as alternativas, não estabelecendo um padrão de preferência claro por uma dieta específica, mesmo tendo preferido a mais energética (D2) no Td.III. É possível que, para esses dois indivíduos, a diferença energética entre as dietas não tenha sido discriminada, ou não tenha sido importante do ponto de vista da manutenção das suas funções orgânicas. Talvez a suplementação energética obtida a partir das duas dietas tenha sido similar para esses indivíduos, de tal forma que o consumo de ambas fosse indiferente. O desempenho desses animais pode sugerir que o estabelecimento de preferência pela dieta mais energética pode ter um limite, a partir do qual o acréscimo de calorias a uma das dietas não a torne mais vantajosa em comparação a

dietas com uma quantidade menor de calorias. Estudos futuros devem investigar essa possibilidade.

Outro ponto importante a ser destacado é que não houve diferença no desempenho de machos e fêmeas em nenhuma das fases do estudo. Sabe-se que o dimorfismo sexual de *R. norvegicus* (Asarian & Geary, 2013), a regulação hormonal (Varma et al., 1999) e a sensibilidade a gorduras e açúcares (Sinclair, Hildebrandt, Culbert, Klump, & Sisk, 2017) são fatores que atuam diferenciando a quantidade de alimento ingerida entre os sexos. No entanto, todos os animais deste estudo optaram pela dieta mais energética ao passarem pelo Td e In, e estabeleceram essa preferência com um número igual de sessões. Além disso, também não foram verificadas diferenças entre os sexos quanto ao consumo das dietas S e N. Uma possível explicação para isso seria que, pelo fato das dietas experimentais serem incompletas, não constando em sua composição proteínas, vitaminas e sais minerais, elas tiveram uma função apenas de suprimento energético. Sabendo que a quantidade necessária de nutrientes varia de acordo com o sexo, os animais estavam ingerindo, na primeira etapa do estudo, uma dieta que suplementaria energeticamente a quantidade de ração convencional disponível a eles diariamente. No entanto, na segunda etapa, o acesso à ração foi restringido apenas às dietas experimentais, o que fez com que os animais tivessem que ao menos garantir a ingestão de alguns dos nutrientes essenciais (carboidratos e lipídios) e fibras, devido à carência de outros, como proteínas, vitaminas e sais minerais.

Os resultados discutidos até aqui devem ser ponderados em função de algumas limitações. O número de sujeitos utilizados pode não ter refletido o que seria o padrão comportamental comum à espécie na situação estudada, como apontou a dificuldade que dois animais tiveram em estabelecerem preferência clara por uma das dietas quando D1 e D2 concorreram entre si. A replicação deste estudo com uma amostra ampliada talvez mostrasse maior variabilidade de padrões de discriminação, especialmente entre as dietas mais

energéticas, sugerindo outras possibilidades de análise. Outra limitação refere-se ao número fixo de cinco dias no teste de sabor, o qual pode não ter sido o suficiente para estabelecer um padrão claro da escolha pelas dietas. No presente estudo foram definidos cinco dias de teste de sabor porque as dietas testadas não continham todos os nutrientes necessários para a manutenção dos animais, o que poderia ocasionar um quadro de desnutrição. Se, por um lado, a extensão do tempo do teste de sabor poderia retratar melhor o consumo de dietas diferentes apenas quanto ao sabor, por outro, poderia dificultar a análise em função da deterioração da condição nutricional dos sujeitos ocorrida em função da ingestão de uma dieta pobre em vários nutrientes. Apesar dessas limitações, os resultados obtidos contribuíram para a compreensão da escolha alimentar da espécie estudada.

Os resultados encontrados fortalecem a hipótese que os ratos estudados são sensíveis à quantidade energética presente nos alimentos e que características como aparência, quantidade e probabilidade, não são as únicas pistas que direcionam a escolha alimentar. Nem mesmo o sabor característico da sacarose, adicionado a uma das dietas, foi decisivo na escolha de dietas nutricionalmente iguais para os sujeitos estudados. O sabor pode contribuir, em um primeiro momento, servindo de indicador da presença de nutriente, mas a variável determinante na manutenção do consumo de um alimento é o seu valor nutricional.

Considerando que os resultados demonstraram que os animais foram sensíveis à quantidade energética das dietas de tal forma que conseguiram avaliar qual era a mais vantajosa, o segundo passo foi investigar se os animais se manteriam escolhendo a alternativa mais energética mesmo quando a sua probabilidade de obtenção fosse variável e em diferentes níveis de privação. Por isso, os objetivos do Estudo II foram: (a) verificar se ratos Wistar, fêmeas e machos, em diferentes níveis de privação, manteriam a escolha pela alternativa mais energética em uma situação na qual a probabilidade de sua obtenção fosse variável; e (b) se seriam encontradas diferenças no desempenho desses animais em função do

sexo. Com isso, foi possível investigar se diferentes probabilidades de reforçamento na alternativa contendo a dieta mais energética poderia ocasionar um desconto no seu valor reforçador.

Estudo II

Método

Sujeitos.

Foram utilizados 24 ratos Wistar (*R. norvegicus*) ingênuos, provenientes da ANILAB – Animais de Laboratório, Criação e Comércio, na cidade de Paulínia-SP, sendo 12 fêmeas e 12 machos, com peso médio inicial de 200g e 300g respectivamente, que foram recebidos aos 60 dias de vida. Esses animais foram separados em dois grupos: Grupo 80, com privação à 80% do peso ad libitum, e Grupo 70, com privação à 70% do peso ad libitum. Os demais protocolos de manejo, ambientação e cuidado dos animais foram iguais aos do Estudo I.

Para que ambos os grupos tivessem a mesma idade no início das sessões experimentais, foram necessários dois lotes de animais, recebidos e testados em períodos diferentes. Os animais do primeiro lote foram alocados às condições de privação a 80% (Grupo 80). Após concluído o protocolo experimental com esse lote, um segundo lote foi recebido e os animais foram alocados à condição de 70% de privação ad libitum (Grupo 70).

Após a conclusão do procedimento experimental, os sujeitos foram submetidos ao procedimento de eutanásia pelo método de sobredose anestésica. O estudo foi realizado de acordo com as resoluções brasileiras de bioética em experimentos com animais, mediante análise e aprovação do CEUA da Universidade de São Paulo – Ribeirão Preto (protocolo 16.5.676.59.9).

Equipamento.

Um labirinto em Y modificado (Figura 1), medindo 90 cm², o mesmo utilizado no Estudo I.

Dieta.

As dietas utilizadas nesse estudo foram D e D2 (Tabelas 1 e 2). A composição, protocolo de peletização e armazenamento dessas dietas foram iguais ao que foi realizado no Estudo I.

Procedimento.

Teste de preferência. O objetivo dessa fase foi testar a preferência entre dietas de diferentes quantidades energéticas. Foi testado o par de dietas DxD2. A posição de apresentação de cada uma das dietas nos braços (direita ou esquerda) foi contrabalanceada entre os sujeitos. Cada sessão foi composta de 36 tentativas, sendo as seis primeiras de escolha forçada (três para cada braço) e as demais de escolha livre. Cada tentativa foi iniciada com o animal no compartimento B com a porta de guilhotina fechada; após 20s, a porta foi aberta para a passagem do animal, e fechada na sequência. A tentativa se encerrava quando o animal comesse todas as pelotas de ração contidas no comedouro da alternativa escolhida. Em cada comedouro (L e R) havia quatro pelotas de ração D ou D2.

Para considerar que houve preferência por uma das alternativas, foi realizada uma distribuição binomial, considerando o intervalo de confiança de 95%. Para considerar que o animal preferia uma dieta à outra era necessário que a porcentagem de escolha por uma das alternativas fosse igual ou superior a 80% das tentativas de uma sessão. Para garantir a estabilidade dessa preferência estabeleceu-se como critério que essa porcentagem se mantivesse ao longo de três sessões consecutivas. Caso esse critério não fosse atingido em 15 sessões, considerava-se que o animal não havia estabelecido preferência entre as dietas e a fase seria encerrada.

Teste de risco. O objetivo dessa etapa foi analisar o padrão de escolha pela alternativa contendo a dieta mais energética em diferentes valores de probabilidade para produzi-la. Além disso, pretendia-se verificar em qual probabilidade as duas dietas teriam o mesmo valor subjetivo (ponto de indiferença). Cada sessão tinha 35 tentativas, sendo as cinco primeiras forçadas na alternativa contendo a dieta D, dez na alternativa contendo a dieta D2 e 20 tentativas de escolha livre. Cada alternativa disponibilizava quatro *pellets* de um tipo de dieta (D ou D2). A função das tentativas forçadas era que o animal tivesse contato com a contingência probabilística em vigor em cada alternativa a cada sessão experimental.

A alternativa contendo a dieta D foi mantida ao longo de todo o procedimento com probabilidade 100% (escolha segura) e a alternativa contendo D2 começou em 95% (escolha de risco), variando de acordo com os seguintes critérios: caso o animal, em três sessões consecutivas (critério de estabilidade de resposta), escolhesse a alternativa de risco por mais de 80% das tentativas, a probabilidade dessa alternativa era reduzida em 10% na sessão seguinte; se a alternativa segura (D) fosse escolhida em mais de 80% das tentativas por três sessões consecutivas, a probabilidade da alternativa de risco (D2) era aumentada em 10%; caso a escolha entre as alternativas se mantivesse entre 35% e 65% (seguindo o critério de estabilidade de resposta) por três sessões consecutivas, esse era considerado o ponto de indiferença e o experimento era encerrado. Se fosse observada uma tendência de aumento na porcentagem de escolhas na alternativa probabilística (e.g., 35%, 60% 65%) ou queda (e.g., 65%, 60%, 35%), era realizada ao menos mais uma sessão para confirmar o ponto de indiferença.

Análise de Dados

Foi utilizada a ANOVA de uma via para verificar diferenças entre os grupos para o ponto de indiferença e para a proporção de consumo real/potencial na escolha D2. Para a realização da ANOVA de uma via, foram verificados os requisitos de normalidade dos dados (teste Shapiro-Wilk; $p > 0,05$) e de homogeneidade dos dados (teste Levene's; $p > 0,05$). Caso verificada uma diferença estatística na ANOVA de uma via, foi utilizado o teste Post Hoc Bonferroni para comparações específicas.

A normalidade não foi verificada para a probabilidade experienciada e para a proporção de consumo real/potencial na escolha D2 (teste Shapiro-Wilk; $p < 0,05$). Desta forma, foi utilizada o teste não paramétrico Kruskal Wallis para verificar diferenças entre os grupos para a probabilidade experienciada e para a proporção de consumo real/potencial. Caso verificada alguma diferença no Kruskal Wallis, foi utilizado o teste Post Hoc Dunn para comparações específicas.

Foram calculados o tamanho do efeito (ω^2) nas análises da ANOVA, sendo classificado como trivial ($\omega^2 < 0,01$), pequeno ($0,01 \leq \omega^2 < 0,06$), médio ($0,06 \leq \omega^2 < 0,14$) e elevado ($\omega^2 \geq 0,14$). Em todas as análises estatísticas, foi considerado o intervalo de confiança de 95%, sendo considerada uma diferença estatística para $p < 0,05$.

Resultados

Todos os animais atingiram o ponto de indiferença entre as alternativas. Os animais do Grupo 80 levaram, em média, 30 sessões para atingirem o ponto de indiferença (27 sessões para as fêmeas e 33 sessões para os machos). O Grupo 70 levou, em média, 24 sessões para atingir o ponto de indiferença entre as alternativas (25 para as fêmeas e 22 para os machos). A Figura 4 apresenta a probabilidade média presente na alternativa D2 (a mais energética), na qual o ponto de indiferença foi atingido entre as alternativas.

De modo geral, não foram observadas diferenças significativas no valor médio da probabilidade em que os animais dos diferentes grupos atingiram o ponto de indiferença [$H(3) = 4,231$; $p=0,238$]. Porém, pequenas diferenças podem ser verificadas na inspeção visual dos gráficos. Comparando-se os animais do Grupo 80, as fêmeas atingiram o ponto de indiferença em probabilidades mais altas que os machos (41,7% vs. 33,3%, respectivamente – Figura 4, painel A), ainda que a variabilidade entre os machos tenha sido maior que entre as fêmeas, como se pode observar pelo desvio padrão. Entre os animais do Grupo 70 o oposto foi encontrado: os machos atingiram o ponto de indiferença em probabilidade maiores que as fêmeas (45% vs. 38,3%, respectivamente). Ao comparar o desempenho dos animais em função do sexo (Figura 4, painel B), observa-se que as F80 atingiram o ponto de indiferença, em média, em probabilidades discretamente maiores que as F70. Os machos privados à 80% *ad lib.*, por sua vez, atingiram ponto de indiferença em probabilidades menores que os machos privados a 70%.

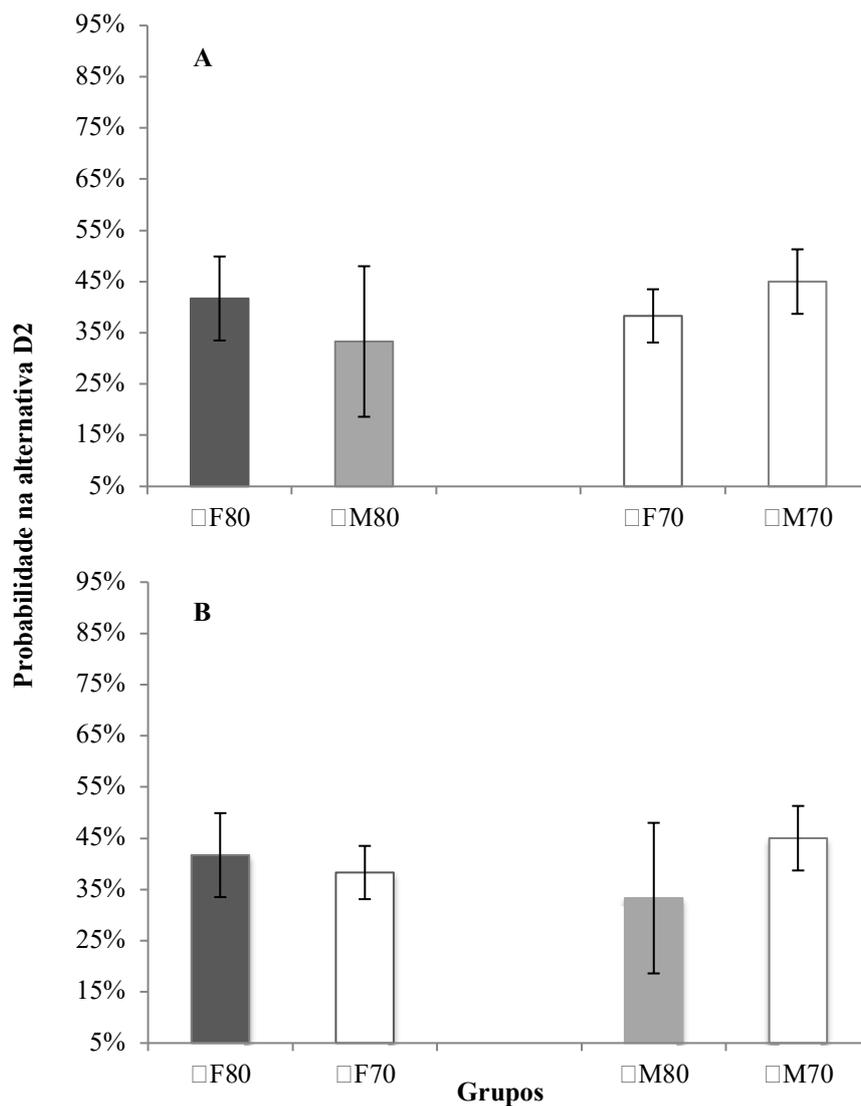


Figura 4. Probabilidade média em que as escolhas dos animais do Grupo 80 e do Grupo 70 atingiram o ponto de indiferença. O sexo dos animais é representado por letras (F= fêmeas; M= machos), e os grupos por números (70 e 80). O painel superior (A) apresenta a comparação entre fêmeas e machos com o mesmo nível de privação; o painel inferior (B) apresenta a comparação entre animais de mesmo sexo, com diferentes níveis de privação.

O desenho experimental permitia aos animais terem contato com todas as probabilidades programadas pelo experimento antes de atingir o ponto de indiferença entre as dietas D e D2. Em função dessa característica, muitos animais experimentaram probabilidades de obtenção de D2 menores que aquelas em que o ponto de indiferença foi estabelecido. A Figura 5 apresenta uma comparação entre a menor probabilidade que os animais, individualmente, atingiram durante o experimento e a probabilidade em que a escolha passou a ser indiferente entre as alternativas disponíveis.

De acordo com a Figura 5 (painel A) para todas as fêmeas, independentemente do nível de privação, a probabilidade no ponto de indiferença foi igual à menor probabilidade atingida, com exceção de F2 e F3 (Grupo 80), F11 e F12 (Grupo 70). Para essas quatro fêmeas o ponto de indiferença foi maior que a menor probabilidade atingida. Na Figura 5B observa-se que os machos do Grupo 70 apresentaram ponto de indiferença igual à menor probabilidade atingida, com exceção de M7. No Grupo 80, três (M4, M5 e M6) dos seis machos atingiram o ponto de indiferença em probabilidades diferentes da menor atingida. De modo geral, observa-se que os machos do Grupo 80 atingiram probabilidade mínima menor que aquela atingida pelos machos do Grupo 70, o que pode indicar que, ao longo do experimento, eles arriscaram mais pela obtenção da dieta mais calórica que os animais mais privados.

Considerando o nível de privação, independentemente do sexo dos animais, observa-se que o Grupo 80 apresentou maior variabilidade entre os indivíduos, tanto em relação à menor probabilidade atingida, quanto em relação à probabilidade no ponto de indiferença. Os animais do Grupo 70 apresentaram um padrão mais uniforme (ainda que com diferenças entre fêmeas e machos).

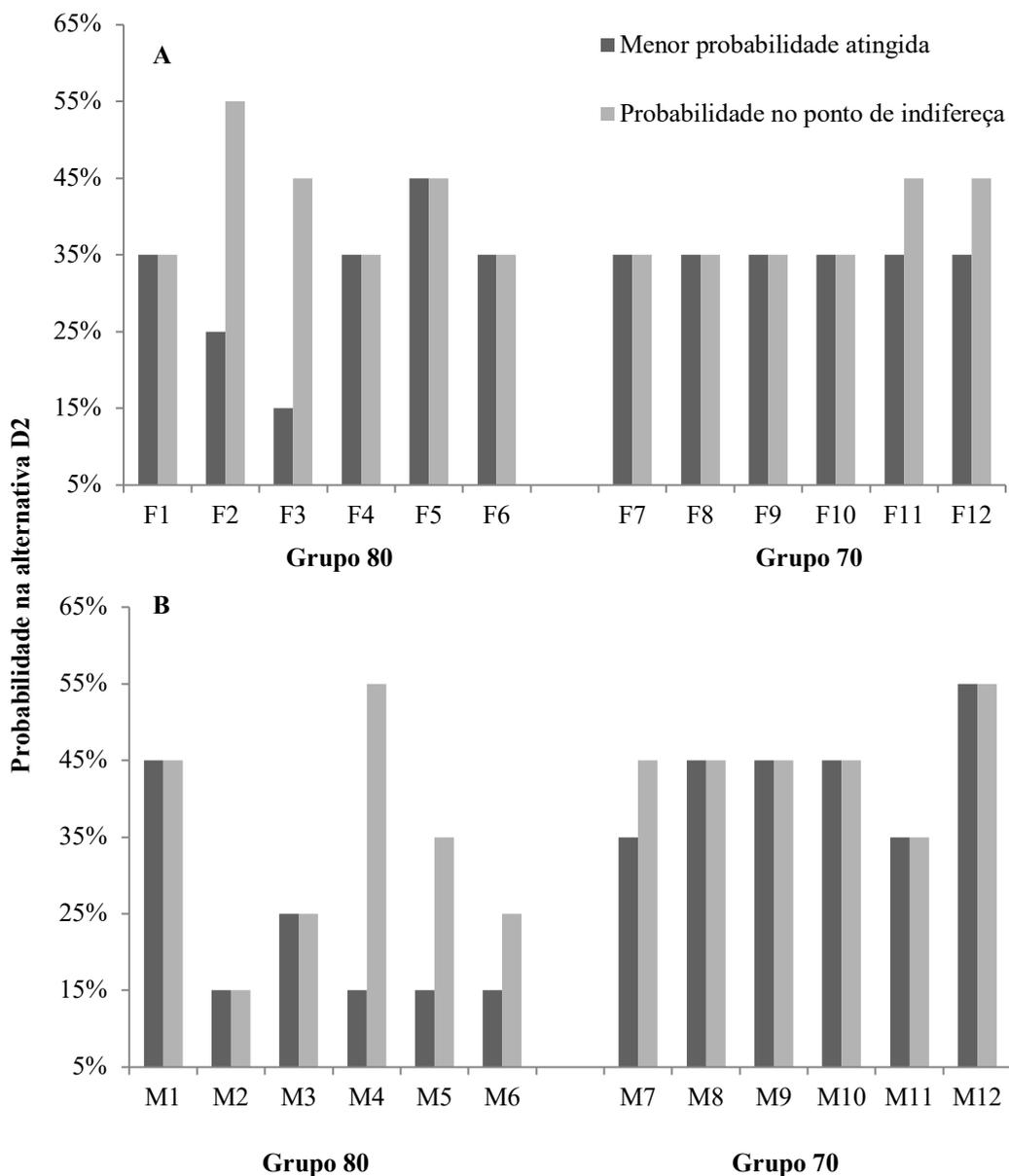


Figura 5. Menor probabilidade atingida ao longo do procedimento e a probabilidade em vigor quando atingido o ponto de indiferença para os animais individualmente. O sexo é representado por letras, F para fêmeas (painel superior – A) e M para os machos (painel inferior – B); números de 1 a 6 indicam os animais do Grupo 80 e os números de 7 a 12 os animais do Grupo 70.

Ao longo do procedimento, a diminuição progressiva da probabilidade de obtenção da dieta D2 fez com que os sujeitos passassem a aumentar a porcentagem de suas escolhas pela alternativa com a dieta D. A Figura 6 apresenta a porcentagem média de escolhas pela alternativa D2 (mais energética) em cada uma das probabilidades testadas ao longo do Teste de Risco. Os gráficos superiores (A e B) apresentam a comparação do desempenho dos animais de mesmo sexo em condições diferentes de privação; os gráficos inferiores (C e D) apresentam a comparação entre os desempenhos dos grupos de sexos diferentes, mas com o mesmo nível de privação. Para cada probabilidade, foi calculada a média de porcentagens de escolha pela alternativa D2 de todas as sessões em que os animais dos diferentes grupos realizaram com aquela porcentagem específica. Isso significa que, em cada valor de probabilidade, há um número de sessões (e de sujeitos) diferente. Por exemplo, apenas quatro machos M80 e uma fêmea F80 passaram por sessões em que a probabilidade de obtenção da dieta D2 era de 15%. A porcentagem média de escolhas nessa alternativa foi calculada a partir dos dados de 12 sessões para quatro machos e de três sessões para uma fêmea, uma vez que os dados utilizados foram sempre das três últimas sessões de cada sujeito.

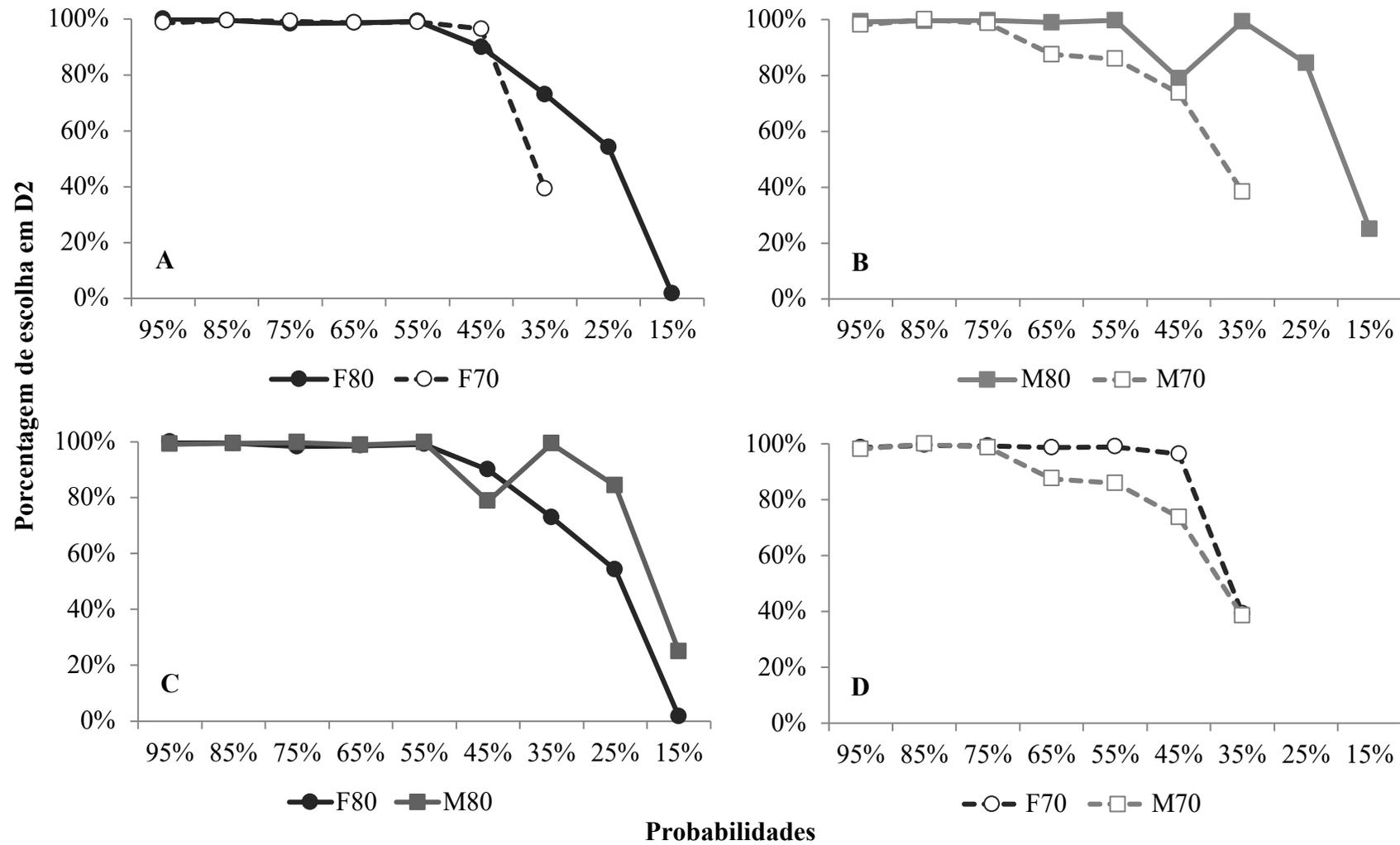


Figura 6. Porcentagem média de escolha pela alternativa D2 ao longo das probabilidades testadas no Teste de Risco. O sexo do animal é representado pelas letras F (fêmeas), e M (machos), e os grupos (nível de privação) pelos números na sequência.

Ao analisar a Figura 6 observa-se que as porcentagens de escolha da alternativa D2 apresentam mais semelhanças quando comparados os grupos de mesmo nível de privação (Figuras 6C e 6D) do que quando comparados os grupos por sexo (Figuras 6A e 6B). Fêmeas e machos do Grupo 80 mantiveram-se escolhendo quase que exclusivamente a dieta D2 até a probabilidade de 55% (Figura 6C); a partir desse ponto, fêmeas gradualmente diminuíram a porcentagem de escolha por essa alternativa, mas uma delas se manteve escolhendo D2 até a probabilidade de 15%. Os machos do Grupo 80, por sua vez, mantiveram porcentagem de escolha pela dieta D2 até a probabilidade de 25%, e alguns indivíduos continuaram escolhendo D2 até a probabilidade de 15%.

Fêmeas e machos do Grupo 70 (Figura 6D) mantiveram-se escolhendo de forma consistente a alternativa D2 apenas até a probabilidade de obtenção de reforço nessa alternativa atingir 45% (mais de 70% de escolhas da alternativa D2). Fêmeas escolheram quase que exclusivamente a dieta D2 até a probabilidade de 45%, diminuindo essa porcentagem de forma abrupta quando a probabilidade dessa alternativa atingiu 35%. Os machos diminuíram a porcentagem de escolha pela alternativa D2 de forma mais gradual a partir da probabilidade de 65%. É importante destacar que nenhum dos sujeitos privados a 70% experimentou probabilidade de obtenção de D2 menor que 35%.

Ao comparar a porcentagem médias de escolhas pela dieta D2 de fêmeas (Figura 6A) não são observadas diferenças entre os grupos até a probabilidade de 45%: a escolha por essa alternativa entre as fêmeas se manteve acima de 90%. Na probabilidade de 35%, as fêmeas do Grupo 80 mantiveram porcentagem média de escolha pela alternativa D2 acima de 70%, enquanto que as fêmeas do Grupo 70 apresentaram porcentagem média de escolha pela alternativa D2 de cerca de 40%. Em relação aos machos (Figura 6B), observa-se uma diferença entre os grupos somente a partir da probabilidade de 35%, quando machos do Grupo 80 mantiveram porcentagem média de escolhas na alternativa D2 acima de 90% e

machos do Grupo 70 diminuíram sua porcentagem média de escolha por essa alternativa para cerca de 40%.

Todos os animais começaram os Testes de Risco na probabilidade de 95% e essa probabilidade diminuiu até um limite, a partir do qual o desempenho dos animais foi se ajustando até que o ponto de indiferença fosse atingido. No entanto, a probabilidade programada na alternativa D2 não necessariamente foi a probabilidade experienciada nessa alternativa. As tentativas em que o reforço poderia ser efetivamente encontrado e consumido na alternativa D2 eram previamente programadas. Dessa forma, o número de vezes em que a escolha da alternativa D2 produziu o acesso ao reforçador não necessariamente coincidiu com a probabilidade programada experimentalmente. Calculou-se, então, a probabilidade de fato experienciada pelos animais nas diferentes probabilidades programadas. A probabilidade experienciada refere-se à porcentagem de visitas bem sucedidas (aquelas em que o animal teve acesso ao alimento) na alternativa contendo a dieta D2, em cada sessão.

A Figura 7 apresenta, por grupo e sexo, a probabilidade média experienciada pelos animais ao atingirem o ponto de indiferença.

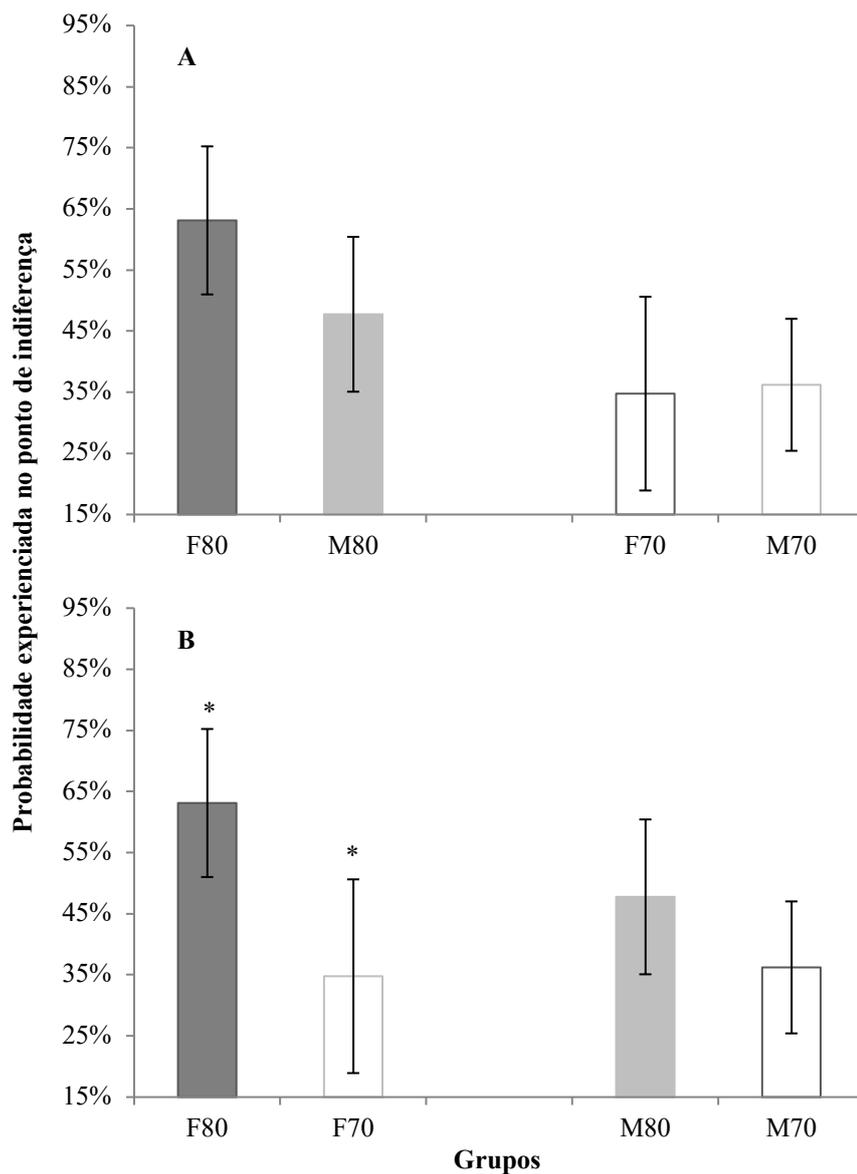


Figura 7. Probabilidade média experienciada pelos animais ao atingir o ponto de indiferença. O sexo dos animais é representado por letras, F para fêmeas e M para os machos, e os grupos (nível de privação) por números (* $p < 0,05$).

A probabilidade média experienciada na qual as fêmeas atingiram o ponto de indiferença ficou entre 63% (F80) e 35% (F70); para os machos, esses valores variaram entre 48% (M80) e 36% (M70). Foi realizada uma ANOVA de uma via que aponta uma diferença significativa quando comparado o desempenho das fêmeas em diferentes níveis de privação, com tamanho do efeito elevado [$F(3, 20) = 5,093$; $p = 0,009$; $\omega^2 = 0,338$]. Além disso, pode-se observar na Figura 7 algumas diferenças visuais na probabilidade média experienciada pelos diferentes grupos. Os animais do Grupo 80 (Figura 7A) ao atingirem o ponto de indiferença, experienciaram probabilidades médias mais altas que os animais do Grupo 70.

Ao comparar o desempenho entre os sexos, fêmeas do Grupo 80 experienciaram probabilidades mais altas (63,1%) que os machos (47,8%) do mesmo grupo (Figura 7A). Entre os animais do Grupo 70 a probabilidade experienciada por machos e fêmeas foi muito parecida (36,2% e 34,8%, respectivamente). As fêmeas, porém, apresentaram maior variabilidade que os machos dentro do grupo, o que pode ser observado pelo desvio padrão.

Comparando-se os animais de mesmo sexo entre os grupos (Figura 7B), verifica-se que as fêmeas do Grupo 80 experienciaram maior probabilidade de obtenção da dieta D2 em comparação a fêmeas do Grupo 70 ($p < 0,05$). No caso dos machos (Figura 7B), não foram encontrada diferença significativa ($p > 0,05$).

A Figura 8 relaciona a probabilidade programada e a probabilidade experienciada pelos sujeitos individuais ao longo de todo o Teste de Risco.

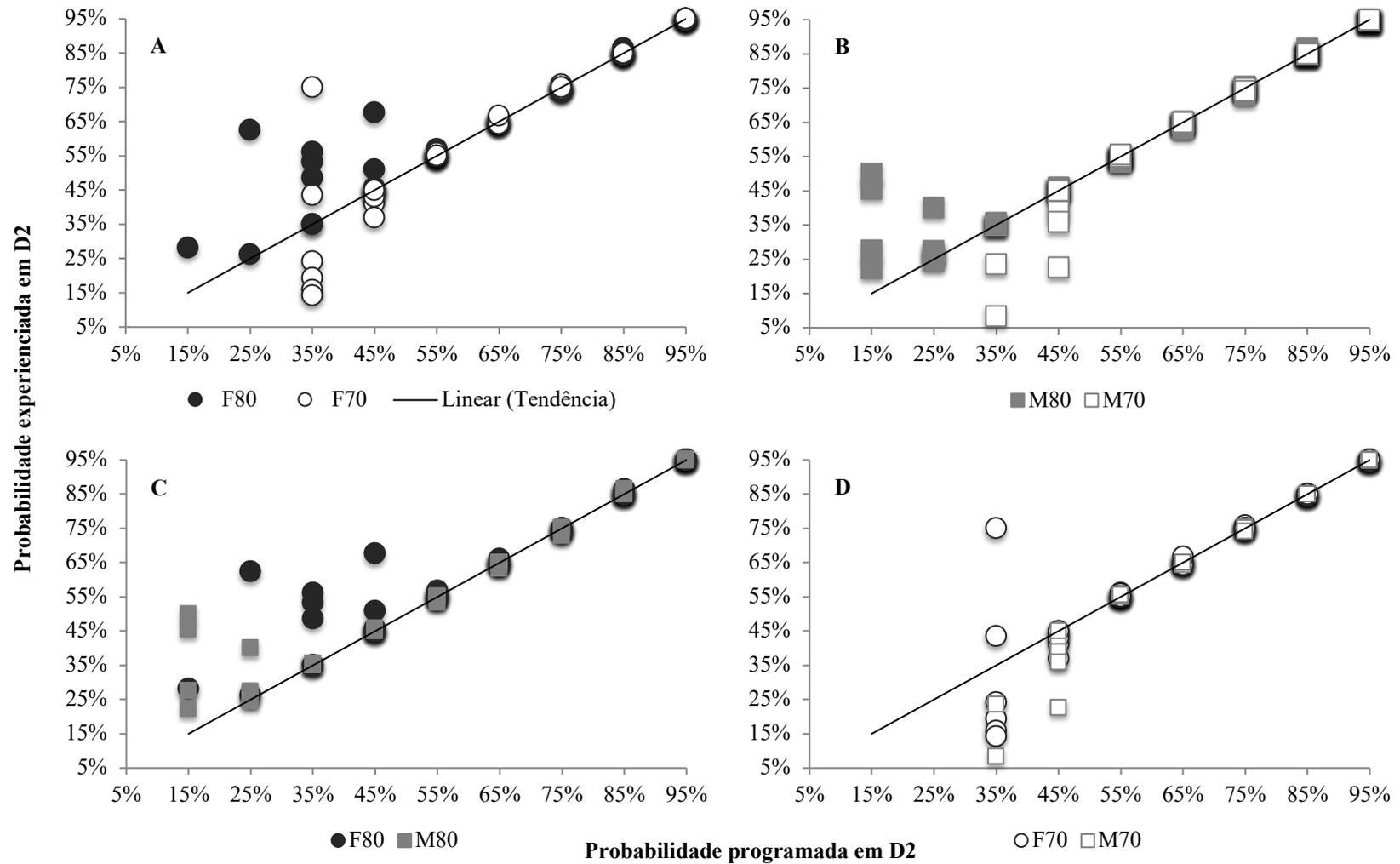


Figura 8. Probabilidade média experienciada pelos animais individualmente na alternativa contendo a dieta D2 em relação à probabilidade programada em vigor nessa mesma alternativa ao longo de todas as condições testadas. A linha cheia indica a linha teórica de *matching*, na qual a probabilidade experienciada seria a mesma que a programada. O sexo do animal é representado pelas letras F para fêmeas e M para os machos, e os grupos (nível de privação) pelos números na sequência.

Em geral, observa-se que, para todos os sujeitos, a probabilidade programada e a experienciada coincidiram até a probabilidade programada de 55%. A partir desse ponto, observam-se diferenças em relação ao nível de privação, mas não em relação ao sexo. Fêmeas e machos do Grupo 80 experienciaram probabilidades iguais ou maiores que as programadas em probabilidades inferiores a 55% (Figura 8C). Por outro lado, fêmeas e machos do Grupo 70 tenderam a experienciar probabilidades iguais ou menores que aquelas programadas abaixo de 55%, com exceção de duas fêmeas (Figura 8D). Ao comparar fêmeas (Figura 8A) e machos com diferentes níveis de privação (Figura 8B) pode-se observar as diferenças entre a probabilidade experienciada e a programada para indivíduos de mesmo sexo com diferentes níveis de privação. Além disso, observa-se que os animais do Grupo 80 experienciaram probabilidades maiores que as programadas, ou seja, ao longo das sessões suas escolhas pela alternativa D2 produziram maior porcentagem de sucesso do que o programado. Por outro lado, os animais do Grupo 70 (fêmeas e machos) experienciaram probabilidades mais baixas que o programado quando atingiram o ponto de indiferença, o que indica que esses animais tiveram menos acesso à dieta D2 do que o programado.

A Figura 9 apresenta a mesma comparação (probabilidade programada vs. probabilidade experienciada) quando os sujeitos individuais atingiram o ponto de indiferença entre as alternativas (três últimas sessões de cada indivíduo).

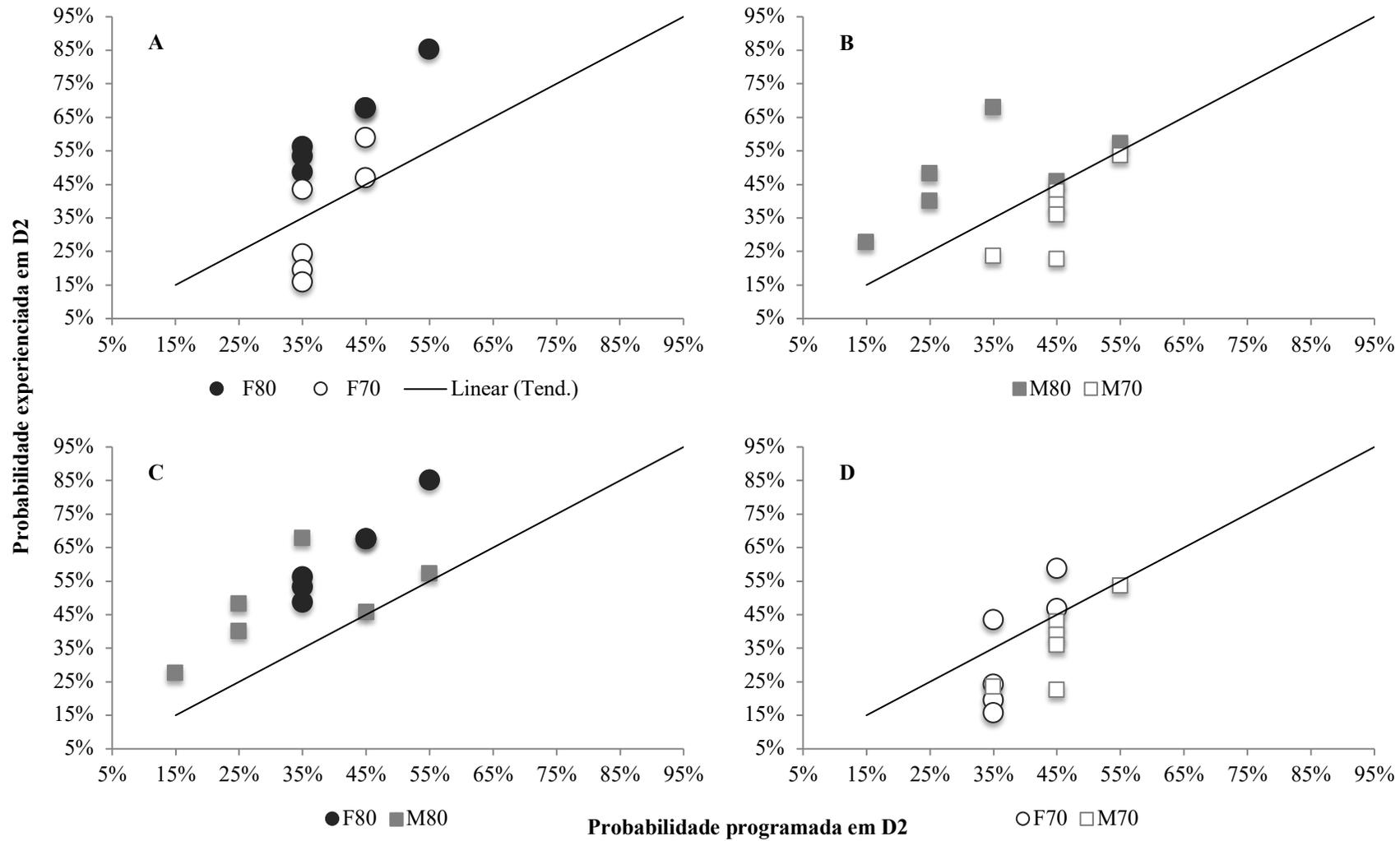


Figura 9. Probabilidade média experienciada pelos animais na alternativa com a dieta D2 em relação à probabilidade programada em vigor nessa mesma alternativa ao atingirem o ponto de indiferença. A linha cheia indica a linha teórica, na qual a probabilidade experienciada seria a mesma que a programada. O sexo do animal é representado pelas letras F (fêmeas) e M (machos), e os grupos (nível de privação) pelos números na sequência.

Ao levar em conta a probabilidade experienciada pelos animais no ponto de indiferença observa-se que, em geral, ela não coincidiu com a probabilidade programada (Figura 9). Observa-se que as fêmeas do Grupo F80 atingiram o ponto de indiferença em probabilidades programadas entre 35% e 55% (eixo X), mas a probabilidade experienciada por elas esteve entre 45% e 85% (eixo Y), acima, portanto, do programado. As fêmeas do Grupo F70, por sua vez, atingiram o ponto de indiferença com probabilidades programadas entre 35% e 45%, mas a probabilidade experienciada variou entre 15% e 55% (metade delas em probabilidades menores que 25% - Figura 9A). Os machos apresentaram uma dispersão de resultados maior: os do Grupo M80 atingiram o ponto de indiferença em probabilidades programadas entre 15% e 55% e experienciaram uma probabilidade entre 27% e 65%, enquanto que os machos do Grupo 70 atingiram o ponto de indiferença em probabilidades entre 35% e 55%, experienciando uma probabilidade entre 20% e 50% (Figura 9B). Todos os animais do Grupo 80, independentemente do sexo, experienciaram probabilidade igual ou superior à programada (Figura 9C), enquanto que mais da metade dos animais do Grupo 70 tenderam a experienciar probabilidade inferior à programada quando atingiram o ponto de indiferença. As exceções foram três fêmeas e dois machos (Figura 9D).

Para que as probabilidades experienciadas fossem diferentes das programadas é provável que tenha ocorrido uma variação na quantidade de tentativas em que a escolha da alternativa D2 foi feita (e no número de tentativas bem e malsucedidas²), mas também da alternância entre as alternativas D e D2 ao longo da sessão. A Figura 10 apresenta o número médio de *omissões* das últimas três sessões na menor probabilidade atingida pelos animais. Foram consideradas omissões o número de tentativas malsucedidas realizadas pelo animal na alternativa D2 antes de uma tentativa bem-sucedida.

² Os termos “tentativa bem-sucedidas e tentativa malsucedida” referem-se, respectivamente, a tentativas em que o sujeito escolheu a alternativa contendo a dieta D2 e teve acesso, ou não teve acesso, ao alimento.

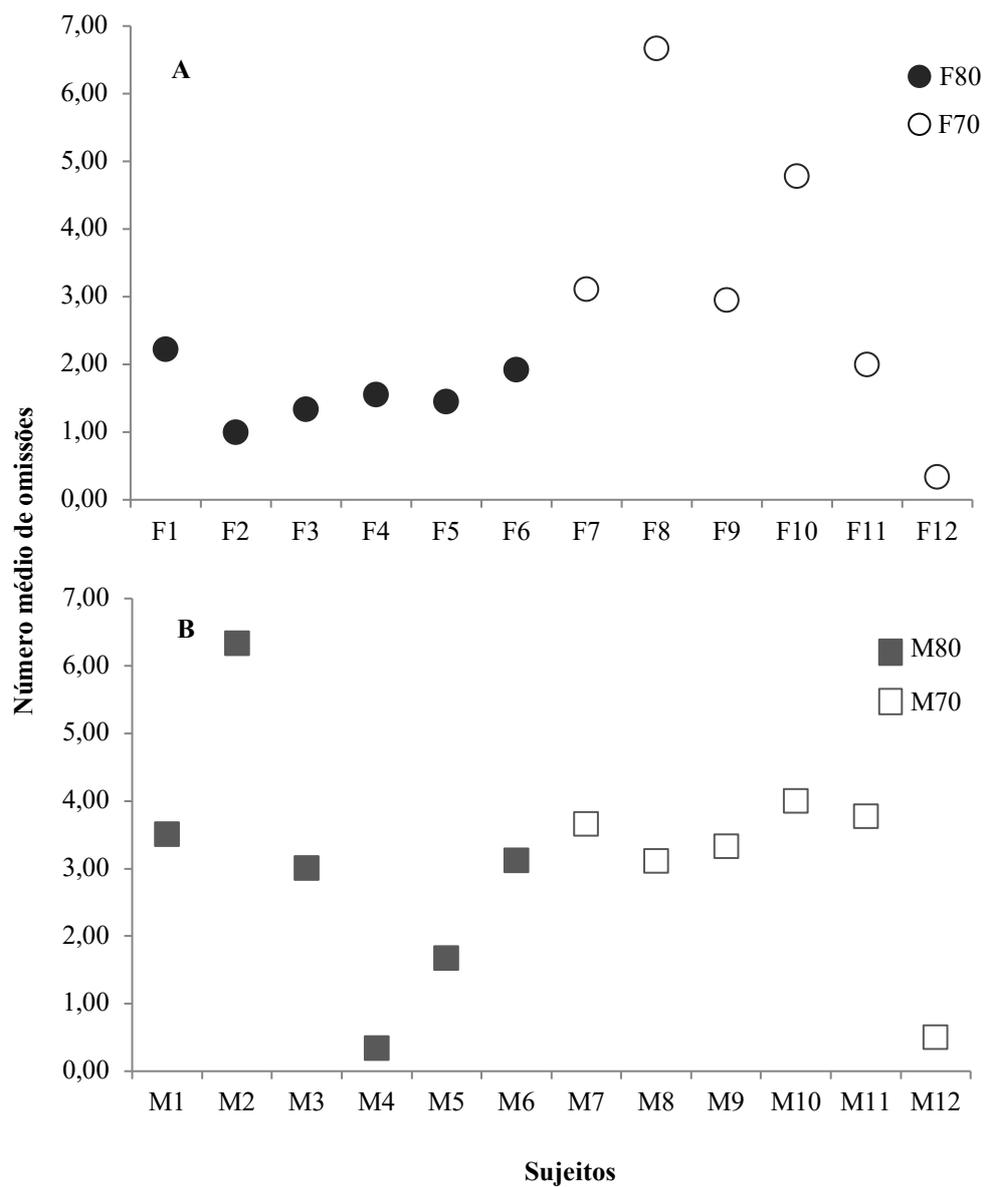


Figura 10. Número médio de omissões nas três últimas sessões em que a probabilidade mais baixa, para cada animal, foi atingida. As fêmeas são representadas pela letra F e os machos por M, os números 1-6 são referentes aos animais do Grupo 80 e os de 7-12 aos do Grupo 70.

Quanto mais alto o valor médio de omissões, mais o animal persistiu na alternativa D2, mesmo seu sucesso. Observa-se na Figura 10 que todas as fêmeas do Grupo 80 apresentaram um número médio de omissões abaixo de 3. Cinco dos seis machos do Grupo 80 também apresentaram valores médios de omissões iguais ou menores que 3, mas esse resultado variou mais entre os machos do que entre as fêmeas do Grupo 80. No Grupo 70, quatro das seis fêmeas apresentaram média de omissões igual ou superior a 3 e cinco dos seis machos apresentaram média de omissões entre 3 e 4.

Observa-se na Figura 10A que as fêmeas do Grupo 80 tiveram um padrão de omissões mais regular (média entre 1,0 e 2,22), o que significa que uma tentativa bem-sucedida ocorreu após, em média, 1,6 escolhas malsucedidas, independentemente do valor da probabilidade em vigor atingida (a menor, para cada sujeito). Por outro lado, as fêmeas do Grupo 70 apresentaram valores mais variados de omissões (entre 0,33 e 6,67) e a média de omissões no grupo de 3,30 (maior que a das fêmeas 80). Isso significa que na menor probabilidade atingida individualmente, as F70 tiveram maior número médio de tentativas malsucedidas antes de uma tentativa bem-sucedida.

Com relação aos machos (Figura 10B), observa-se uma variabilidade maior entre os sujeitos do Grupo 80 (média de 2,99 tentativas malsucedidas), em comparação ao Grupo 70 (com exceção de um sujeito, os demais apresentaram número médio de omissões entre 3,11 e 4,0). O número médio de omissões entre os machos do Grupo 70 foi de 3,06 (mas, M12 apresentou média de 0,50).

A Figura 11 apresenta o número médio de *omissões* das três últimas sessões na probabilidade em que os animais, individualmente, atingiram o ponto de indiferença.

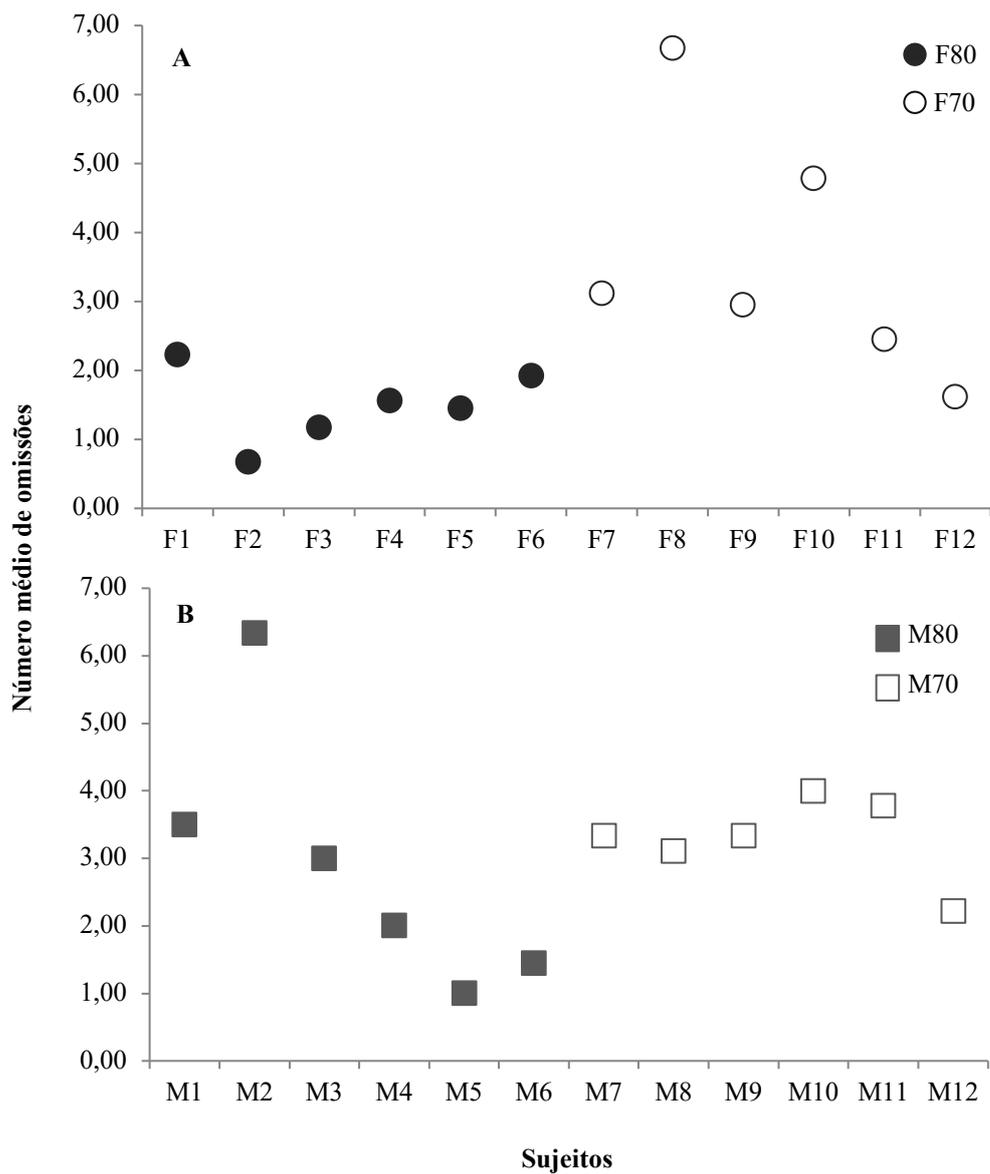


Figura 11. Número médio de omissões nas três últimas sessões ao atingirem, individualmente, o ponto de diferença. As fêmeas são representadas pela letra F e os machos por M, os números 1-6 são referentes aos animais do Grupo 80 e os de 7-12 aos do Grupo 70.

Independente da probabilidade em que os sujeitos atingiram o ponto de indiferença o número médio de omissões antes de uma tentativa bem-sucedida na alternativa D2 foi menor para as fêmeas do Grupo 80 (1,49) em comparação com as fêmeas do Grupo 70 (3,59), conforme a Figura 11A. O número médio de omissões também foi menos variável entre as F80 do que entre as F70. Entre os machos (Figura 11B) observa-se que os M80 tiveram uma média de omissões menor (2,88) que a dos M70 (3,30). No caso dos machos, porém, foi encontrada maior variabilidade entre os M 80 que entre os M70.

Dentre os animais do Grupo 80, observa-se que as fêmeas tiveram menor número médio de omissões em comparação aos machos, o que sugere que as fêmeas alternavam mais entre as alternativas ao se depararem com uma escolha na qual a dieta D2 havia sido omitida. Em contrapartida, os machos desse grupo se mostram mais persistentes, insistindo mais na alternativa D2 mesmo após uma média de 2 tentativas com reforçador omitido. Com relação ao Grupo 70, fêmeas e machos tiveram um desempenho semelhante, com número médio de omissões maior que o Grupo 80, o que indica uma maior persistência na escolha da alternativa D2. As fêmeas 70 apresentaram maior variabilidade individual que os machos desse grupo, mas as médias de fêmeas e machos foi similar (3,59 para fêmeas e 3,30 para machos).

Uma análise adicional pode ser feita em relação ao consumo pelos animais das duas dietas disponíveis durante as sessões, quando o ponto de indiferença foi atingido. O ponto de indiferença teórico seria atingido quando as respostas fossem distribuídas de forma balanceada (i.e., cerca de 50% de escolhas em cada alternativa). Foi feito o cálculo energético disponível em cada alternativa, considerando o número de calorias que os animais poderiam teoricamente ingerir ao atingirem o ponto de indiferença, dentro da probabilidade em que esse ponto foi atingido. Em seguida, foi calculada a porcentagem média de consumo real de

cada grupo, em relação ao consumo possível em cada alternativa. A Figura 12 apresenta esses resultados.

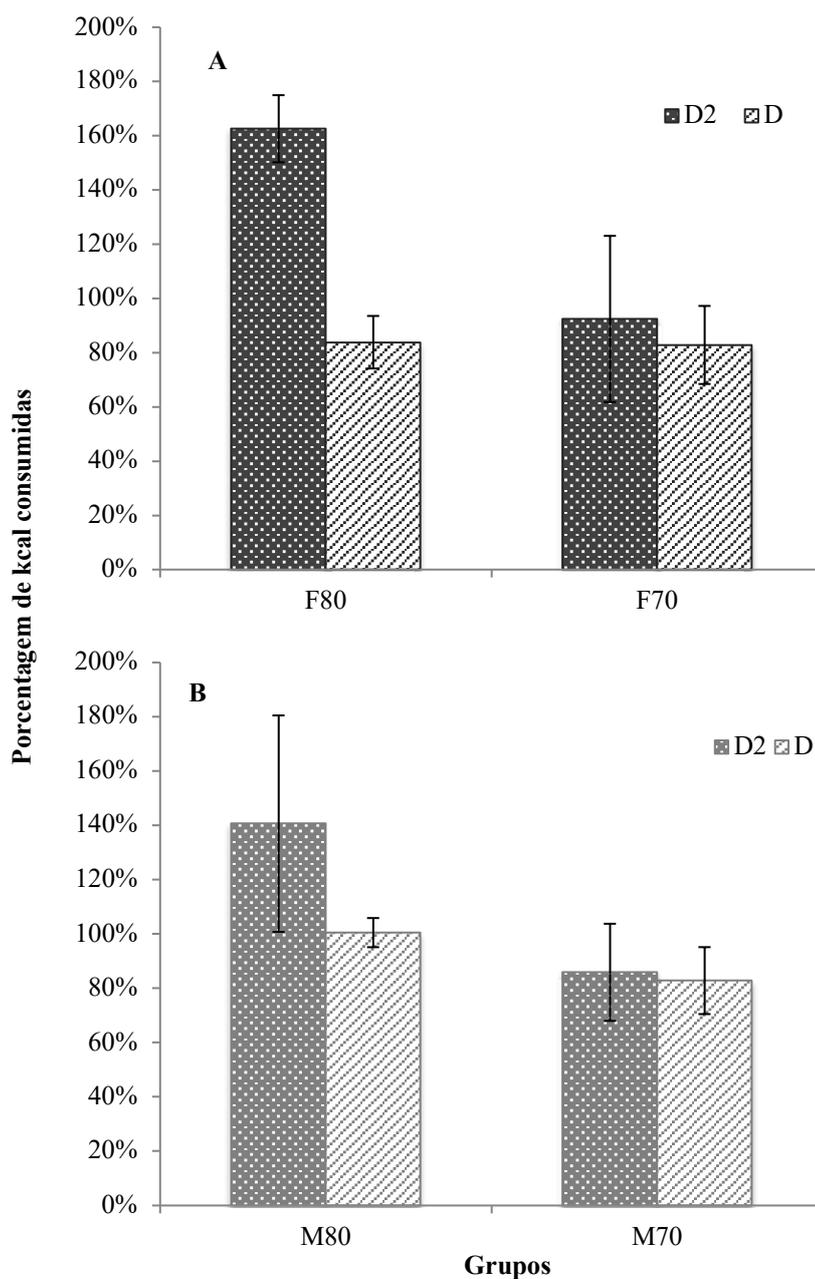


Figura 12. Porcentagem média de consumo das dietas D2 e D, em cada um dos grupos de animais, ao atingirem o ponto de indiferença, em comparação ao possível em termos potenciais. O gráfico A mostra uma comparação entre as fêmeas, nas diferentes condições (F80 e F70), e o gráfico B é uma comparação entre os machos (M80 e M70).

Ao analisar a Figura 12 observa-se que, de modo geral, tanto fêmeas quanto machos do Grupo 80 consumiram mais do que seria teoricamente esperado da dieta D2: as fêmeas do Grupo 80 consumiram em média 162% das calorias possíveis em D2 e os machos desse grupo tiveram um consumo médio de 140%. Esse resultado é consistente com aqueles apresentados na Figura 9. Considerando que a maioria dos animais do Grupo 80 experienciou uma probabilidade maior que a programada na alternativa D2, ao atingirem o ponto de indiferença esses animais obtiveram maior número de pelotas que o programado. Com relação ao consumo da dieta D as fêmeas do Grupo 80 consumiram, em média, 83% do esperado, enquanto que os machos desse grupo consumiram 100% do esperado.

Os animais do Grupo 70, por sua vez, consumiram menos que o esperado das duas dietas disponíveis, considerando-se a probabilidade programada na alternativa D2. As fêmeas tiveram um consumo médio de 92% das calorias esperadas da dieta D2, enquanto que o consumo médio dos machos desse grupo para essa dieta foi de 86%. Da mesma forma, esses resultados são compatíveis com os da Figura 9, que mostram que os animais do Grupo 70, em geral, experienciaram probabilidade menor que a programada na alternativa D2. Fêmeas e machos do Grupo 70 tiveram porcentagens médias de consumo calórico da dieta D iguais (83%).

Discussão

Os resultados encontrados sugerem que, nas situações testadas, o nível de privação afetou o comportamento de escolha dos animais, mas não o sexo. Apesar de não terem sido observadas diferenças entre os grupos com diferentes níveis de privação em relação ao ponto de indiferença final entre as alternativas, algumas diferenças foram encontradas na análise do desempenho dos animais ao longo do procedimento. Observou-se que os animais do grupo menos privado (Grupo 80) tenderam a experimentar probabilidades menores na alternativa mais calórica antes de atingirem o ponto de indiferença, assumindo mais riscos ao longo do procedimento ao se manterem explorando essa alternativa mesmo em probabilidades mais baixas. Por outro lado, observou-se que os animais do grupo mais privado (Grupo 70), apesar de terem atingido o ponto de indiferença sem experimentar probabilidades mais baixas, tenderam a experienciar probabilidades menores que as programadas na alternativa D2 no ponto de indiferença, enquanto que os animais do Grupo 80 tenderam a experimentar probabilidades maiores que a programada. É provável que esse resultado tenha relação com o padrão de exploração dos animais nas alternativas: enquanto os animais do Grupo 80 tenderam a alternar a escolha após poucas entradas sem sucesso na alternativa D2, os animais do Grupo 70 tenderam a insistir mais tempo nessa alternativa, mesmo após várias tentativas malsucedidas. A partir desses resultados é possível inferir que o nível de privação interferiu no padrão de exploração das alternativas pelos animais, gerando estratégias menos eficazes nos animais do Grupo 70, que consumiram menos calorias do que seria possível nas contingências programadas, em comparação ao Grupo 80.

Alguns estudos têm encontrado diferenças relacionadas ao sexo no desempenho de ratos em diferentes tarefas de escolha, ainda que, por vezes, os resultados desses estudos sejam contraditórios. Orsini e Setlow (2017), por exemplo, em uma mini-revisão sobre diferenças de desempenhos de roedores em tarefas de escolha, encontraram estudos em que

machos poderiam desenvolver preferência pela alternativa mais vantajosa mais rapidamente (van den Bos, van der Knaap, Baars, & de Visser, 2012) ou menos rapidamente (Peak, Turner, & Burne, 2015) que fêmeas. Outra diferença encontrada entre os sexos em alguns estudos refere-se à “impulsividade” (escolha da alternativa com menor quantidade de reforço, mas imediata, em detrimento da escolha atrasada, mas com maior quantidade de reforço). Eubig, Noe, Floresco, Sable, e Schantz (2014), por exemplo, verificaram que fêmeas tenderam a apresentar comportamento mais impulsivo que machos, mas apenas quando sob efeito de d-anfetamina. Koot, van den Bos, Adriani e Laviola (2009) verificaram que fêmeas de camundongo que mudavam sua preferência para a alternativa segura após curtos atrasos na alternativa com maior quantidade de alimento (fêmeas “*steep*”) tendiam a ser mais impulsivas que machos *steep*, mas não verificaram diferenças entre machos e fêmeas que mantinham sua preferência pela alternativa com atraso (animais “*flat*”). Esses exemplos ilustram como os resultados obtidos em relação ao efeito do sexo sobre o comportamento de escolha de roedores são ainda inconclusivos, mais ainda quando se pesquisam diferentes espécies.

Alguns estudos que relatam diferenças entre os sexos em diferentes tarefas atribuem esses resultados a mecanismos evolutivos. Fêmeas e machos desempenham diferentes funções no ambiente natural, sendo que, na maioria das espécies, cabe às fêmeas regular sua própria sobrevivência e garantir a sobrevivência da prole (van den Bos et al., 2012; Orsini et al., 2016; Orsini & Setlow 2017). Esses mesmos autores também sustentam que o sucesso reprodutivo de fêmeas e machos está relacionado a diferentes estratégias de forrageamento que, por sua vez, estão relacionados a diferentes níveis de sensibilidade ao reforço e à punição presentes em situações de risco. Orsini et al. (2016) utilizam esse argumento para explicar a maior aversão ao risco encontrada em fêmeas em tarefas de escolha que envolvem punição: segundo os autores, o sucesso reprodutivo de fêmeas envolveria manter condições

de segurança para si mesmas e sua prole, e evitar comportamentos que as colocassem em perigo. Por outro lado, a menor sensibilidade de machos à punição permitiria que eles competissem com outros machos pelo acesso a fêmeas e garantissem maiores recursos.

Há ainda autores que sustentam que possíveis diferenças encontradas entre fêmeas e machos em tarefas de tomada de decisão podem estar relacionadas a fatores biológicos, como flutuações nos níveis de hormônios nas fêmeas ao longo do ciclo estral (e.g., Uban et al., 2012) ou ao efeito de hormônios testiculares em machos (Hernandez et al., 2020; Orsini et al., 2021). Outros autores apontam que eventuais diferenças de desempenho entre os sexos, encontradas em tarefas de escolha, podem estar relacionadas mais ao tipo de procedimento utilizado para avaliar o comportamento de escolha do que a um padrão comportamental ligado ao sexo (Orsini & Setlow, 2017; Panfil, Bailey, Davis, Mains, & Kirkpatrick, 2019). No estudo de Panfil et al. (2019) foi investigada a eficácia de um procedimento usando um esquema de reforçamento em intervalo fixo na produção de respostas de autocontrole em ratos fêmeas e machos. Os animais foram submetidos a dois tipos de experimentos distintos, sendo observado que as fêmeas tiveram uma diminuição de respostas impulsivas em apenas um dos experimentos, ao contrário dos machos, que demonstraram uma diminuição da frequência das respostas impulsivas em ambos. Os autores sugerem que a diferença no desempenho entre os sexos pode estar mais correlacionada ao tipo de tarefa a que os animais foram submetidos do que ao sexo em si, uma vez que outros estudos já demonstraram que fêmeas de ratos também tiveram uma diminuição na frequência de respostas impulsivas em diferentes tarefas (Koot et al., 2009; Stuebing, Marshall, Triplett, & Kirkpatrick, 2018). Todas essas hipóteses ainda carecem de maior sustentação empírica, principalmente porque há estudos que não verificaram diferenças entre fêmeas e machos em tarefas de escolha probabilística ou intertemporal (e.g., Ashenurst, Seaman, & Jentsch., 2012; Hamilton et al., 2015; Lukkes et al., 2016).

Nesse sentido, é possível que a tarefa aqui proposta, na qual os animais tiveram que escolher entre uma fonte probabilística que disponibilizava um alimento mais energético e uma fonte constante, disponibilizando um alimento menos energético (sem o envolvimento de contingências de punição), não exigisse que fêmeas e machos adotassem estratégias diferentes para sua obtenção. Nesse tipo de contingência, é provável que o nível de privação dos animais, mas não o sexo, tenha favorecido um padrão de comportamento diferente entre os grupos.

A literatura a respeito da influência do nível de privação sobre o comportamento de escolha em animais não humanos também tem apresentado resultados controversos. Oliveira, Calvert, Green e Myerson (2013), por exemplo, em estudo realizado com pombos verificaram que o ponto de indiferença entre alternativas que variavam em relação à quantidade de comida disponível e o atraso para sua obtenção não variou em função do nível de privação dos animais (alto ou baixo). Esse tipo de análise é consistente com a preconizada pela Lei da Igualação (Herrnstein, 1970), que prediz que as escolhas dos animais são controladas pelo valor relativo das consequências reforçadoras e não pelo seu valor absoluto. Esses resultados poderiam ser compatíveis com os do presente estudo caso fossem analisados apenas os desempenhos dos Grupos 80 e 70 em relação ao ponto de indiferença final da fase experimental, independentemente do sexo. É preciso considerar, no entanto, que os animais do Grupo 80 apresentaram maior exploração da alternativa probabilística ao longo do procedimento, chegando a probabilidades mais baixas na alternativa mais energética em comparação ao Grupo 70. Talvez seja possível afirmar que esses animais, por estarem menos privados, tinham energia suficiente para arriscar um maior número de entradas na alternativa mais energética, ainda que com menos chances de obtenção de alimento, rastreando eventuais mudanças na sua probabilidade de obtenção. Em contrapartida, os animais mais privados (Grupo 70) tinham menos energia disponível para correr riscos, e não se expuseram a

probabilidades menores que 35%. Apesar da maior exploração da alternativa de risco em probabilidades menores que 35% por alguns animais do Grupo 80 (sobretudo pelos machos), o ponto de indiferença atingido não diferiu daquele atingido pelo Grupo 70. Analisando o processo de ajuste às contingências probabilísticas, pode-se afirmar que a diferença no nível de privação entre os grupos foi suficiente para que eles ficassem mais sensíveis aos efeitos da probabilidade, variando seu padrão de exploração das alternativas (Katz & Naug, 2015; Skrynka & Vincent, 2019). Desse modo, mesmo que uma variação em 10% no nível de privação não tenha sido suficiente para promover uma diferença no desempenho final dos animais, é provável que ela tenha sido responsável por um ajustamento diferente às contingências experimentais.

É importante considerar que variáveis relacionadas à quantidade de alimento disponível em cada alternativa possam ter contribuído para os resultados obtidos. O estudo de Zoratto, Laviola e Adriani (2016) pode ilustrar essa relação. Os autores investigaram a distribuição das escolhas entre alternativas probabilísticas em dois grupos de ratos, em um procedimento de *Probabilistic Delivery Task* (PDT). O primeiro grupo foi exposto a uma contingência na qual os animais deveriam escolher entre uma *pellet* de alimento de forma segura (100% de probabilidade) ou cinco *pellets* disponíveis com probabilidades variáveis (escolha 1 vs 5); o segundo grupo deveria escolher entre duas *pellets* seguras ou seis *pellets* obtidas sob diferentes probabilidades (escolha 2 vs 6). No protocolo utilizado a probabilidade na alternativa contendo maior quantidade de alimento variava ao longo do procedimento, durante um número pré-determinado de sessões. À medida que a probabilidade para obter a maior quantidade de alimento diminuía, era esperado que os animais, a fim de maximizar os ganhos durante o procedimento, aumentassem o número de alternâncias entre as alternativas disponíveis, mudando a direção da escolha da alternativa contendo mais *pellets* para a alternativa segura. De acordo com os autores, essa mudança na direção das escolhas requeria

uma resposta de “autocontrole” dos sujeitos, uma vez que eles deveriam superar o impulso de escolher a alternativa com maior quantidade de alimento, mais atrativa, porém com menos chances de obtenção, para a alternativa segura. Os resultados encontrados por Zoratto et al. indicam que a proporção entre o número de *pellets* nas diferentes alternativas modulou a propensão ao risco. Os animais que foram expostos a um contraste mais nítido entre as alternativas (1 vs 5 *pellets*) mantiveram sua preferência pela alternativa com maior número de *pellets* por mais tempo do que os animais que tiveram que escolher entre 2 vs 6 *pellets*. O grupo 2 vs 6 mudou sua preferência para a alternativa segura em probabilidades mais altas da alternativa de risco, em comparação ao outro grupo.

O estudo de Zoratto et al. (2016) descreve padrões comportamentais semelhantes aos encontrados por Mazur (1988), que verificou que a propensão ao risco diminui conforme o número de *pellets* disponível nas duas alternativas aumenta, mesmo que a proporção se mantenha estável (e.g., em 2:1). Mazur observou, por exemplo, que uma diferença entre as alternativas de 4 vs 8 *pellets* não teve o mesmo efeito no desempenho dos animais em comparação a uma diferença de 1 vs 2 *pellets*, ainda que nas duas situações a alternativa com maior quantidade de alimento contivesse o dobro de *pellets*. Talvez, a variável mais relevante na escolha não fosse a quantidade de *pellets* disponível na alternativa probabilística, mas sim, a quantidade de alimento garantido na alternativa segura. Quando a diferença entre as alternativas era 4 vs 8, escolher quatro *pellets* provavelmente garantiria um bom aporte energético ao longo da sessão, ao passo que quando a diferença era 1 vs 2 *pellets*, a obtenção de uma única *pellet* seria, provavelmente, insuficiente e, por isso, os animais preferiram arriscar por mais tempo a obtenção de uma quantidade maior de alimento.

O presente estudo, porém, trouxe um aspecto inexplorado nas pesquisas sobre escolha probabilística ao apresentar alternativas que variavam na quantidade energética do alimento disponibilizado, mas não na quantidade de *pellets*. Ao manter constante a quantidade de

alimento apresentada nas duas alternativas (quatro *pellets*), os animais tenderam a ficar sob controle de estímulos discriminativos interoceptivos presentes após a ingestão (Higginson, Fawcett, Houston, & McNamara, 2018; Jones, Sample, Hargrave, & Davidson, 2018). Nesse caso, a preferência entre as alternativas é estabelecida, não com base na quantidade de comida, mas com base no valor energético disponível em cada alternativa, discriminado a partir dos sinais pós-ingestivos (Warisaia et al., 2020). Os resultados aqui obtidos têm relação com os de Mazur (1988) e de Zoratto et al. (2016), uma vez que o padrão comportamental apresentado pelos animais parece ter sido afetado por uma diferença entre as magnitudes do reforçador disponível, tanto na alternativa segura, quanto na alternativa incerta. Essa variável provavelmente interagiu com a privação, mas não com o sexo dos animais. O presente estudo mostra que os animais são sensíveis às diferenças energéticas das alternativas disponíveis, assim como o são à quantidade de alimento disponível nas alternativas. No entanto, a inexistência, na literatura, de estudos que investiguem o comportamento de escolha dos animais diante de alternativas que variam em relação ao valor energético impede que comparações sejam feitas nesse sentido. Nesse sentido, é importante ampliar as pesquisas sobre quanto e como as diferenças energéticas presentes em situação de escolha envolvendo risco pode afetar a escolha de animais não humanos.

Outro aspecto de interesse a ser compreendido no presente estudo é o fato de que, embora o ponto de indiferença atingido pelos dois grupos não tenha diferido em termos de probabilidade programada, a probabilidade de fato experienciada pelos animais dos dois grupos diferiu. Enquanto os animais do Grupo 80 experimentaram probabilidade igual ou superior à programada em probabilidades menores que 55%, os animais do Grupo 70, ao contrário, tenderam a experienciar probabilidades menores que as programadas nas mesmas condições. Uma possível explicação para esse resultado pode estar no padrão de alternância dos animais entre as alternativas disponíveis.

Pistas corporais relacionadas ao tempo sem ingestão de alimento ou à restrição de energia aparentemente têm um efeito modulador nas respostas de escolha dos animais, como sugerido por Katz e Naug (2015) e Yamada (2017). Nesses estudos, animais com maior nível de privação gastaram mais tempo consumindo o alimento disponível, ainda que esse alimento tivesse menor valor energético, do que explorando o ambiente em busca de alimentos com maior teor energético. Yamada (2017) observou que o nível de privação afetava a forma como saguis (*Callithrix jacchus*) comparavam as alternativas disponíveis em uma tarefa de escolha. Os animais exploravam mais as alternativas (i.e., havia uma maior alternância na escolha entre as alternativas) quando o nível de privação era menor e alocavam suas escolhas preferencialmente em uma única alternativa quando o nível de privação era maior. Padrão similar foi encontrado por Katz e Naug (2015) com abelhas-europeias (*Apis mellifera*), as quais diminuíam a exploração entre as alternativas à medida que a privação aumentava. O aumento no nível de privação parece, portanto, modificar a estratégia de escolha e a forma de explorar as alternativas disponíveis de algumas espécies de animais, uma vez que, em condições de menor privação, parece haver maior exploração, mas em níveis maiores de privação os animais aparentemente tendem a alocar suas respostas preferencialmente em uma única alternativa.

Considerando o padrão descrito por Yamada (2017) e Katz e Naug (2015), diante de duas alternativas seguras (100% de chances de obtenção de alimento), uma contendo uma *pellet* de ração e outra contendo cinco *pellets*, um animal privado de alimento certamente alocaria suas escolhas na alternativa contendo a maior quantidade de alimento, a fim de suprir o déficit energético. Nessa situação, animais com alimentação livre também prefeririam a alternativa com a maior quantidade de alimento, no entanto, eles teriam condições energéticas para explorar as alternativas, eventualmente checando a alternativa com menor quantidade de alimento. Ao adicionar a variável probabilidade na alternativa contendo a

maior quantidade de alimento seria esperado que, com a diminuição progressiva da probabilidade de encontrar o alimento nessa alternativa, em algum ponto os animais privados invertessem a escolha, passando a preferir a alternativa em que o alimento fosse encontrado de forma garantida. Uma pequena quantidade de alimento extra à alimentação diária desses animais seria mais vantajosa do que escolher uma alternativa com muito alimento, mas disponível de forma pouco provável (Oliveira et al., 2013; Ostaszewski, Karzel, & Białaszek, 2003; Richards, Mitchell, de Wit, & Seiden, 1997).

Os resultados encontrados no presente estudo verificaram que esse padrão comportamental pode variar em relação ao nível de privação dos animais. Os sujeitos com maior nível de privação (Grupo 70) se mantiveram escolhendo a alternativa mais energética mesmo após tentativas consecutivas sem sucesso, demonstrando, dessa forma, um padrão de escolha mais persistente na alternativa probabilística, em comparação com os animais do Grupo 80. Essa estratégia, porém, mostrou-se pouco eficiente ao longo do tempo na medida em que a probabilidade experienciada por esses animais na alternativa mais energética foi menor que a probabilidade programada. Por outro lado, os sujeitos menos privados (Grupo 80) ao variar suas escolhas entre as alternativas puderam melhorar seu ganho energético, uma vez que, diante da omissão da dieta mais energética, esses animais mudavam sua escolha para a alternativa segura mais rapidamente. As diferentes estratégias adotadas pelos animais dos dois grupos, portanto, tiveram diferentes efeitos sobre o seu consumo de alimento e, ao que parece, as diferenças no padrão de exploração das alternativas podem estar relacionadas aos diferentes níveis de privação. A menor variação de escolha entre as alternativas verificada entre os animais do Grupo 70 pode ser correlacionado ao efeito da magnitude do reforçador (Prince et al., 2020; Rachlin, Battalio, Kagel, & Green, 1981).

O nível de privação do organismo atua como uma operação estabelecadora que altera o valor reforçador de um estímulo, ao mesmo tempo em que evoca respostas que, na história

do organismo, foram correlacionadas com a obtenção daquele reforçador (Michael, 1982). Embora haja uma extensa discussão na literatura sobre os diferentes significados do termo “valor reforçador” (e.g., Borgstede, 2020; Bradshaw, 2019; Mazur & Herrnstein, 1988), entende-se que quanto maior o nível de privação de alimento, maior o seu valor reforçador para o organismo. Nesse sentido, entradas malsucedidas na alternativa com a dieta mais energética tiveram efeito menor sobre o Grupo 70 do que sobre o Grupo 80, de tal forma que os animais do Grupo 80 aparentemente apresentaram menor tolerância às omissões de reforço e maior variação das escolhas entre as alternativas, sugerindo que a dieta mais energética perdia o valor conforme a probabilidade de ser produzida diminuía (Caraco, Martindale, & Whittam, 1980; Katz & Naug, 2015; Yamada, 2017). Nesse sentido, a diminuição da probabilidade de obtenção de comida na alternativa mais calórica aparentemente produziu um desconto maior no valor reforçador do alimento para o Grupo 80 do que para o Grupo 70.

Prince et al. (2020) testaram a hipótese do “efeito de magnitude”, segundo a qual a tendência do organismo de descontar o valor reforçador de uma alternativa em função do atraso para sua obtenção é menos acentuada, quanto maior o seu nível de privação. Os autores utilizaram ratos Wistar (*Rattus norvegicus*) em uma tarefa de escolha intertemporal envolvendo *delay discounting*, na qual foi comparado o desempenho de animais privados a 85% do peso e com alimentação ad lib. Na tarefa, os animais foram expostos a duas alternativas, uma com maior quantidade de reforçador, produzida com atraso, e uma com menor quantidade de reforço, mas produzida de forma imediata. No estudo desses autores o grupo com alimentação livre mostrou preferência pela alternativa na qual a produção do alimento era menor (uma *pellet*) e de forma imediata, enquanto o grupo privado a 85% do peso persistiu por mais tempo na escolha da alternativa com atraso (cinco *pellets*). Os resultados obtidos por Prince et al. são compatíveis com os obtidos no presente estudo, ainda que o tipo de tarefa utilizado por eles (escolha intertemporal) seja distinto da tarefa

probabilística aqui empregada. Além disso, os resultados obtidos no presente estudo sugerem que o padrão encontrado pode ocorrer tanto em situações em que a situação de escolha envolve diferentes quantidades de alimento, como quando as alternativas diferem entre si apenas em relação ao valor energético.

Algumas limitações do estudo aqui discutido devem ser pontuadas. Os animais não foram submetidos a todas as probabilidades programadas pelo experimento, uma vez que o critério de encerramento era a estabilidade no padrão de escolha, independente da probabilidade presente na alternativa de risco. Isso fez com que não fosse possível observar o desempenho dos animais em todas as probabilidades programadas. Uma mudança no procedimento fazendo que todos os animais fossem submetidos a todas as probabilidades programadas, independentemente do estabelecimento de um padrão de escolha indiferente entre as alternativas, poderia mostrar como os animais de ambos os sexos se comportam em situações nas quais a probabilidade de encontrar a dieta mais energética fosse próxima de zero. Outra limitação a ser destacada é que os animais, ao longo de todo o período de experimentação, foram mantidos a um nível constante de privação, e este nível era semanalmente adequado à curva de crescimento esperado pela espécie. Os animais não dependiam totalmente do ganho energético obtido durante o experimento para aumentar sua ingestão diária de alimento, uma vez que, o fornecimento de ração convencional era ajustado diariamente para cada sujeito. A replicação desse estudo mantendo os animais com uma dieta convencional em nível constante poderia exigir dos animais uma outra estratégia de escolha, uma vez que a quantidade de energia a ser ingerida, e o reflexo disso em seu peso, estariam diretamente ligados a como o animal distribuiria suas escolhas nas diferentes probabilidades entre as alternativas mais e menos energéticas. Apesar dessas limitações, os resultados encontrados contribuíram para compreender o desempenho de ratos, fêmeas e machos, quando submetidos a uma tarefa de escolha probabilística, entre alternativas que diferiam

apenas em termos de aporte energético. Ainda assim, é necessário que sejam conduzidos outros estudos que contemplem tarefas de escolhas envolvendo diferenças na quantidade de energia disponibilizada entre as alternativas.

O conjunto de dados aqui apresentados contribui com a literatura sobre comportamento de escolha, dando suporte a outros estudos que indicam que o comportamento de escolha está sob controle de vários fatores, como a proporção de reforço entre as alternativas (Zoratto, Laviola, & Adriani, 2013), a probabilidade em que o alimento estará disponível (Mazur, 1988) e o nível de privação a que o animal foi exposto (Button, 2017; Dietze, Lees, Fink, Brosda, & Voigt, 2016; Orquin & Kurzban, 2016; Prince et al., 2020; Schepers & Bouton, 2017; Shabat-Simon, Shuster, Sela, & Levy, 2018). Ao propor uma variável ainda inexplorada nesse tipo de estudo, a variação apenas da quantidade energética das alternativas disponíveis para escolha, esse estudo também fortalece os achados sobre o efeito da privação alimentar em animais não humanos. Por outro lado, indica que a variável sexo, nas contingências experimentais apresentadas, não foi determinante para modular o padrão comportamental apresentado pelos animais. O fato de ainda se ter um cenário inconclusivo a respeito da influência dessas variáveis e do seu peso em diferentes combinações indica a necessidade de maior número de pesquisas nessa área.

Referências

- Ackroff, K., & Sclafani, A. (2011). Rats' preferences for high fructose corn syrup vs. sucrose and sugar mixtures. *Physiology & Behavior, 102*, 548-552.
<https://doi.org/10.1016/j.physbeh.2011.01.004>
- Ackroff, K., & Sclafani, A. (2014). Flavor change and food deprivation are not critical for post-oral glucose appetite in mice. *Physiology & Behavior, 140*, 23-31.
<https://dx.doi.org/10.1016/j.physbeh.2014.12.010>
- Alba, R., Rodríguez, W., Martínez, M., & Orduña, V. (2014). Rats' preferences in the suboptimal choice procedure: Evaluating the impact of reinforcement probability and conditioned inhibitors. *Behavioural Process, 157*, 574-582.
<https://doi.org/10.1016/j.beproc.2018.04.013>
- Araujo, I. E., Oliveira-Maia, A. J., Sotnikova, T. D., Gainetdinov, R. R., Caron, M. G., Nicolelis, M. A. L., & Simon, S. A. (2008). Food reward in the absence of taste receptor signaling. *Neuron, 57*, 930-941. <https://doi.org/10.1016/j.neuron.2008.01.032>
- Asarian, L., & Geary, N. (2013). Sex differences in the physiology of eating. *American Journal of Physiology Regulatory, Integrative and Comparative Physiology, 305*, R1215–R1267. <https://doi.org/10.1152/ajpregu.00446.2012>
- Ashenhurst, J. R., Seaman, M., & Jentsch, J. D. (2012). Responding in a test of decision making under risk is under moderate genetic control in the rat. *Alcoholism Clinical & Experimental Research, 36*(6), 941–949. <https://doi.org/10.1111/j.1530-0277.2011.01701.x>
- Baum, W. M., & Rachlin, H. (1969). Choice as time allocation. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior, 12*, 861-874. <https://doi.org/10.1901/jeab.1969.12-861>
- Beeler, J. A., McCutcheon, J. E., Cao, Z. F. H., Murakami, M., Alexander, E., Roitman, M. F., & Zhuang, X. (2012). Taste uncoupled from nutrition fails to sustain the reinforcing

properties of food. *European Journal of Neuroscience*, 34(4), 2533-2546.

<http://doi.org/10.1111/j.1460-9568.2012.08167.x>

Białaszek, W., Ostaszewski, P., Green, L., & Myerson, J. (2019). On four types of devaluation of outcomes due to their costs: Delay, probability, effort, and social discounting. *The Psychological Record*, 69, 415-424. <https://doi.org/10.1007/s40732-019-00340-x>

Borgstede, M. (2020). An evolutionary model of reinforcer value. *Behavioural Processes*, 175, 104109. <https://doi.org/10.1016/j.beproc.2020.104109>

van den Bos, R., Jolles, J., van der Knaap, L., Baars, A., & de Visser, L. (2012). Male and female wistar rats differ in decision-making performance in a rodent version of the iowa gambling task. *Behavioural Brain Research*, 234(2), 375-379.

<https://doi.org/10.1016/j.bbr.2012.07.015>

Bradshaw, C. M. (2019). In search of a definition of reinforcer value: Some successes and failures of the multiplicative hyperbolic model. *Behavioural Processes*, 167, 103884.

<https://doi.org/10.1016/j.beproc.2019.06.007>

Caraco, T., Blanckenhorn, W. U., Gregory, G. M., Newman, J. A., Recer, G. M., & Zwicker, S. M. (1990). Risk-sensitivity: Ambient temperature affects foraging choice. *Animal Behavior*, 39, 338-345. [https://doi.org/10.1016/S0003-3472\(05\)80879-6](https://doi.org/10.1016/S0003-3472(05)80879-6)

Caraco, T., Martindale, S., & Whittam, T. S. (1980). An empirical demonstration of risk-sensitive foraging preferences. *Animal Behavior*, 28(3), 820-830.

[https://doi.org/10.1016/S0003-3472\(80\)80142-4](https://doi.org/10.1016/S0003-3472(80)80142-4)

Cartoni, C., Yasumatsu, K., Ohkuri, T., Shigemura, N., Yoshida, R., Godinot, N., ... Damak, S. (2010). Taste preference for fatty acids is mediated by GPR40 and GPR120. *The Journal of Neuroscience*, 30(25), 8376-8382. doi:10.1523/jneurosci.0496-10.2010

- Charron, I., & Cabanac, M. (2004). Influence of pellet size on rat's hoarding behavior. *Physiology & Behavior, 82*, 447-451. <https://doi.org/10.1016/j.physbeh.2004.04.066>
- Chung, S. (1965). Effects of delayed reinforcement in a concurrent situation. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior, 8*(6), 439-444. <https://doi.org/10.1901/jeab.1965.8-439>
- Chung, S., & Herrnstein, R. J. (1967). Choice and delay reinforcement. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior, 10*(1), 67-74. <https://doi.org/10.1901/jeab.1967.10-67>
- Collier, G., Leshner, A., & Squibb, R. (1969). Dietary self-selection in active and non-active rats. *Physiology & Behavior, 4*, 79-82. [https://doi.org/10.1016/0031-9384\(69\)90016-X](https://doi.org/10.1016/0031-9384(69)90016-X)
- Davis, J. D., & Smith, G. P. (1990). Learning to sham feed: Behavioral adjustments to loss of physiological postingestional stimuli. *American Physiological Society*. <https://doi.org/10.1152/ajpregu.1990.259.6.R1228>
- Dietze, S., Lees, K. R., Fink, H., Brosda, J., & Voigt, J-P. (2016). Food deprivation, body weight loss and anxiety-related behavior in rats. *Animals, 6*(1), 4. <https://doi.org/10.3390/ani6010004>
- Dunlap, A. S., Papaj, D. R., & Dornhaus A. (2017). Sampling and tracking a changing environment: Persistence and reward in the foraging decisions of bumblebees. *Interface Focus, 7*(20160149). <http://dx.doi.org/10.1098/rsfs.2016.0149>
- Elizalde, G., & Sclafani, A. (1990). Fat appetite in rats: Flavor preferences conditioned by nutritive and non-nutritive oil emulsions. *Appetite, 15*(3), 189-197. [https://doi.org/10.1016/0195-6663\(90\)90019-5](https://doi.org/10.1016/0195-6663(90)90019-5)
- Eubig, P. A., Noe, T. E., Floresco, S. B., Sable, J. J., & Schantz, S. L. (2014). Sex differences in response to amphetamine in adult Long–Evans rats performing a delay-discounting

task. *Pharmacology, Biochemistry and Behavior*, *118*, 1–9.

<https://doi.org/10.1016/j.pbb.2013.12.021>

Foo, D., Semmens, J. M., Arnould, J. P. Y., Dorville, N., Hoskins, A. J., Abernathy, K., Marshall, G. J., & Hindell, M. A. (2016). Testing optimal foraging theory models on benthic divers. *Animal Behavior*, *112*, 127-138.

<http://dx.doi.org/10.1016/j.anbehav.2015.11.028>

Fukuwatari, T., Shibata, K., Iguchi, K., Saeki, T., Iwata, A., Tani, Kaori, ... Fushiko, T. (2003). Role of gustation in the recognition of oleate and triolein in anosmic rats.

Physiologi & Behavior, *78*, 579-583. [https://doi.org/10.1016/S0031-9384\(03\)00037-4](https://doi.org/10.1016/S0031-9384(03)00037-4)

Gazzola, A., Balestrieri, A., Martín, J., & Pellitteri-Rosa, D. (2017). Is it worth the risk? Food deprivation effects on tadpole anti-predatory responses. *Evolutionary Biology*, *45*(1), 67-74. <https://doi.org/10.1007/s11692-017-9430-y>

Gentry, G. D., & Marr, M. J. (1980). Choice and reinforcement delay. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, *33*(1), 27-37. <https://doi.org/10.1901/jeab.1980.33-27>

González, F., Gacia-Burgos, D., & Hall, G. (2014). Analysis of blocking of flavor-preference conditioning based on nutrients and palatable tastes in rats. *Appetite*, *80*, 161-167.

<http://dx.doi.org/10.1016/j.appet.2014.05.010>

Hall, J. A., Jackson, M. I., Vondran, J. C., Vanchina, M. A., & Jewell, D. E. (2018).

Comparison of circulating metabolite concentrations in dogs and cats when allowed to freely choose macronutrient intake. *Biology Open*, *7*, bio036228.

<https://doi.org/10.1242/bio.036228>

Hall, J. A., Vondran, J. C., Vanchina, M. A., & Jewell, D. E. (2018). When fed foods with similar palatability, healthy adult dogs and cats choose different macronutrient

compositions. *Journal of Experimental Biology*, 221, jeb173450.

<https://doi.org/10.1242/jeb.173450>

Hamilton, K. R., Mitchell, M. R., Wing, V. C., Balodis, I. M., Bickel, W. K., Fillmore, M., ...

Moeller, F. G. (2015). Choice impulsivity: Definitions, measurement issues, and clinical implications. *Personality Disorders: Theory, Research, and Treatment*, 6(2), 182–198.

<https://doi.org/10.1037/per0000099>

Harel, R., Duriez, O., Spiegel, O., Fluhr, J., Horvitz, N., Getz, W. G., ... Nathan, H. (2016).

Decision-making by a soaring bird: Time, energy and risk considerations at different spatio-temporal scales. *Philosophical Transactions of the Royal Society. B: Biological Sciences*, 371, 20150397. <http://dx.doi.org/10.1098/rstb.2015.039>

<http://dx.doi.org/10.1098/rstb.2015.039>

Hastjarjo, T., Silberberg, A., & Hursh, S. R. (1990). Risky choice as a function of amount

and variance in food supply. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 53(1),

155-161. <https://doi.org/10.1901/jeab.1990.53-155>

Heiderstadt, K. M., McLaughlin, R. M., Wrighe, D. C., Walker, S. E., & Gomez-Sanchez, C.

E. (2000). The effect of chronic food and water restriction on open-field behaviour and serum corticosterone levels in rats. *Laboratory Animals*, 34, 20-28.

<https://doi.org/10.1258/002367700780578028>

Hernandez, C. M., Orsini, C., Wheeler, A. R., Ten Eyck, T. W., Betzhold, S. M., Labiste, C.

C., ... & Bizon, J. L. (2020). Testicular hormones mediate robust sex differences in impulsive choice in rats. *Elife*, 9, e58604. <https://doi.org/10.7554/eLife.58604>

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), 267-272.

<https://doi.org/10.1901/jeab.1961.4-267>

Herrnstein, R. J. (1970). On the law of effect. *Journal of the Experimental Analysis of*

Behavior, 13(2), 243-266. <https://doi.org/10.1901/jeab.1970.13-243>

- Herrnstein, R. J. (1974). Formal properties of the matching law. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 21(1), 159-164. <https://doi.org/10.1901/jeab.1974.21-159>
- Herrnstein, R. J. (1997). *The matching law: Papers in psychology and economics*. (H. Rachlin & D. I. Laibson, Eds.). Russell Sage Foundation; Harvard University Press.
- Herrnstein, R. J., & Vaughan, W. Jr. (1980). Melioration and behavior allocation. In J. E. R. Staddon (Ed.). *Limits to Action: The allocation of individual behavior*. New York: Academic Press.
- Higginson, A. D., Fawcett, T. W., Houston, A. I., & McNamara, J. M. (2018). Trust your gut: Using physiological states as a source of information is almost as effective as optimal bayesian learning. *The Royal Society*, 285, 20172411. <http://dx.doi.org/10.1098/rspb.2017.2411>
- Jean, C., Fromentin, G., Tomé, D., & Larue-Achagiotis, C. (2002). Wistar rats allowed to self-select macronutrientes from weaning to maturity choose a high-protein, high-lipid diet. *Physiology and Behavior*, 76, 65-73. [https://doi.org/10.1016/S0031-9384\(02\)00676-5](https://doi.org/10.1016/S0031-9384(02)00676-5)
- Jones, S., Sample, C. H., Hargrave, S. L., & Davidson, T. L. (2018). Associative mechanisms underlying the function of satiety cues in the control of energy intake and appetitive behavior. *Physiology and Behavior*, 192, 37-49, <https://doi.org/10.1016/j.physbeh.2018.03.017>.
- Katz, K., & Naug, D. (2015). Energetic state regulates the exploration–exploitation trade-off in honeybees. *Behavioral Ecology*, 26(4), 1045-1050, <https://doi.org/10.1093/beheco/arv045>
- Keast, R. S. J. (2017). Effects of sugar and fat consumption on sweet and fat taste. *Behavioral Sciences*, 9, 55-60. <https://dx.doi.org/10.1016/j.cobeha.2015.12.003>

- Koot, S., van den Bos, R., Adriani, W., & Laviola, G. (2009). Gender differences in delay-discounting under mild food restriction. *Behavioural Brain Research, 200*(1), 134-43. <https://doi.org/10.1016/j.bbr.2009.01.006>.
- Lukkes, J. L., Thompson, B. S., Freund, N., & Andersen, S. L. (2016). The developmental inter-relationships between activity, novelty preferences, and delay discounting in male and female rats. *Developmental Psychobiology, 58*(2), 231-242. <https://doi.org/10.1002/dev.21368>
- MacArthur, R. H., & Pianka, E. R. (1966). On optimal use of a patchy environment. *The American Naturalist, 100*(916), 603-609. <https://doi.org/10.1086/282454>
- Marshall, A. T., & Kirkpatrick, K. (2013). The effects of the previous outcome on probabilistic choice in rats. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes, 39*(1), 24-38. <https://doi.org/10.1037/a0030765>
- Mazur, J. E. (1984). Tests of an equivalence rule for fixed and variable reinforcer delays. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes, 10*(4), 426-436. <https://doi.org/10.1037/0097-7403.10.4.426>
- 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 analyses of behavior, Vol. 5. The effect of delay and of intervening events on reinforcement value* (p. 55-73). Lawrence Erlbaum Associates, Inc.
- Mazur, J. E. (1988). Choice between small certain and large uncertain reinforcers. *Animal Learning & Behavior, 16*(2), 199-205. <https://doi.org/10.3758/BF03209066>
- Mazur, J. E. (1989). Theories of probabilistic reinforcement. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior, 51*(1), 87-99. <https://doi.org/10.1901/jeab.1989.51-87>
- Mazur, J. E. (2004). Risky choice: Selecting between certain and uncertain outcomes. *The Behavior Analyst Today, 5*(2), 190-203. <http://dx.doi.org/10.1037/h0100031>

- Mazur, J. E. (2017). *Learning and Behavior* (8^a ed.). New York: Taylor & Francis.
- Mazur, J. E., & Herrnstein, R. J. (1988). On the functions relating delay, reinforcer value, and behavior. *Behavioral and Brain Sciences*, *11*(4), 690-691.
<https://doi.org/10.1017/S0140525X00054091>
- Mazur, J. E., & Lougue, A. W. (1978). Choice in a "self-control" paradigm: Effects of a fading procedure. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, *30*(1), 11-17.
<https://doi.org/10.1901/jeab.1978.30-11>
- Meire, P. M., & Eynck, A. (1986). Are oystecatchers (*Haematopus ostralegus*) selecting the most profitable mussels (*Mytilus edulis*)? *Animal Behavior*, *34*, 1427-1435.
[https://doi.org/10.1016/S0003-3472\(86\)80213-5](https://doi.org/10.1016/S0003-3472(86)80213-5)
- Michael, J. (1982). Distinguishing between discriminative and motivational functions of stimuli. *The Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, *37*(1), 149-155.
<https://doi.org/10.1901/jeab.1982.37-149>
- Michael, J. (1993). Establishing operations. *The Behavior Analyst*, *16*(2), 191-206.
<https://doi.org/10.1007/BF03392623>
- Michael, J. (2000). Implications and refinements of the establishing operation concept. *Journal of Applied Behavior Analysis*, *33*(4), 401-410.
<https://doi.org/10.1901/jaba.2000.33-401>
- Miller, M. G., & Teates, J. F. (1986). The role of taste in dietary self-selection in rats. *Behavioral Neuroscience*, *100*(3), 399-409. <http://dx.doi.org/10.1037/0735-7044.100.3.399>
- Myers, K. P. (2017). The convergence of psychology and neurobiology in flavor-nutrient learning. *Appetite*, 1-8. <http://dx.doi.org/10.1016/j.appet.2017.03.048>

- Myerson, J., Green, L., & Morris, J. (2011). Modeling the effect of reward amount on probability discounting. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, *95*(2), 175-187. <https://doi.org/10.1901/jeab.2011.95-175>
- Odum, A. L. (2011). Delay discounting: Trait variable? *Behavioural Processes*, *87*(1), 1-9. <https://doi.org/10.1016/j.beproc.2011.02.007>
- Oliva, L., Aranda, T., Caviola, G., Fernández-Bernall, A., Alemany, M., & Fernán, J. A. (2017). In rats fed high-energy diets, taste, rather than fat content, is the key factor increasing food intake: A comparison of a cafeteria and a lipid-supplemented standard diet. *PeerJ*, *5*, e3697. <https://doi.org/10.7717/peerj.3697>
- Oliveira, L., Calvert, A.L., Green, L., & Myerson, J. (2013). Level of deprivation does not affect degree of discounting in pigeons. *Learning and Behavior*, *41*, 148-158. <https://doi.org/10.3758/s13420-012-0092-4>
- Oliveira, L., Green, L., & Myerson, J. (2014). Pigeons' delay discounting functions established using a concurrent-chains procedure. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, *99*, 1-11. <https://doi.org/10.1002/jeab.97>
- Orquin, J. L., & Kuzban, R. (2016). A meta-analysis of blood glucose effects on human decision making. *Psychological Bulletin*, *142*(5), 546-567. <http://dx.doi.org/10.1037/bul0000035>
- Orsini, C. A., & Setlow, B. (2017). Sex differences in animal models of decision-making. *Journal of Neuroscience Research*, *95*(1-2), 260-269. <https://doi.org/10.1002/jnr.23810>.
- Orsini, C. A., Blaes, S. L., Dragone, R. J., Betzhold, S. M., Finner, A. M., Jennifer L. Bizon, J. L., & Setlow, B. (2020). Distinct relationships between risky decision making and cocaine self-administration under short- and long-access conditions. *Progress in Neuropsychopharmacology and Biological Psychiatry*, *98*, 109791. <https://doi.org/10.1016/j.pnpbp.2019.109791>

- Orsini, C. A., Blaes, S. L., Hernandez, C. M., Betzhold, S. M., Perera, H., Wheeler, A. R., ... & Setlow, B. (2021). Regulation of risky decision making by gonadal hormones in males and females. *Neuropsychopharmacology*, *46*, 603-613. <https://doi.org/10.1038/s41386-020-00827-0>
- Orsini, C. A., Willis, .L., Gilbert, R. J., Bizon, J. L., & Setlow, B. (2016). Sex Differences in a Rat Model of Risky Decision Making. *Behavioral Neuroscience*, *130*(1), 50-61. <http://dx.doi.org/10.1037/bne0000111>
- Ostaszewski, P., Karzel, K., & Białaszek, W. (2004). Temporal discounting in RHA/Verh and RLA/Verh rats: Adaptation to food deprivation. *Polish Psychological Bulletin*, *35*(2), 91–97. Retrieved from bwmeta1.element.9a012961-4c22-3dd6-9ffc-5cc0ba3691cc
- Palminteri, S., Powell, G. V. N., & Peres, C. (2016). Determinants of spatial behavior of a tropical forest seed predator: The roles of optimal foraging, dietary diversification, and home range defense. *American Journal of Primatology*, *73*, 523-533. <https://doi.org/10.1002/ajp.22407>
- Panfil, K., Bailey, C., Davis, I., Mains, A., & Kirkpatrick, K. (2019). A time-based Intervention to treat impulsivity in male and female rats. *Behavioural Brain Research*, *379*, 112316. <https://doi.org/10.1016/j.bbr.2019.112316>
- Peak, J. N., Turner, K. M., & Burne, T. H. J. (2015). The effect of developmental vitamin d deficiency in male and female sprague–dawley rats on decision-making using a rodent gambling task. *Physiology & Behavior*, *138*, 319-324, <https://doi.org/10.1016/j.physbeh.2014.09.007>.

- Perry, J. L., Larson, E. B., German, J. P., Madden, G. J., & Carroll, M. E. (2005). Impulsivity (delay discounting) as a predictor of acquisition of IV cocaine self-administration in female rats. *Psychopharmacology*, *178*(2-3), 193–201. <https://doi.org/10.1007/s00213-004-1994-4>
- Perry, J. L., Nelson, S. E., & Carroll, M. E. (2008). Impulsive choice as a predictor of acquisition of IV cocaine self-administration and reinstatement of cocaine-seeking behavior in male and female rats. *Experimental and Clinical Psychopharmacology*, *16*(2), 165–177. <https://doi.org/10.1037/1064-1297.16.2.165>
- Pittman, D. W., Labban, C. E., Anderson, A. A., & O'Connor, H. (2006). Linoleic and oleic acids alter the licking responses to sweet, salt, sour, and bitter tastants in rats. *Chem. Senses*, *31*, 835-843. <https://doi.org/10.1093/chemse/bjl026>
- Prince, A., Murphy, E. S., & Lupfer, G. (2020). Effects of food restriction and pre-training length on delay discounting in male wistar rats. *The Psychological Record*, *70*, 91-98. <https://doi.org/10.1007/s40732-019-00371-4>
- Pyke, G. H. (1984). Optimal foraging theory: A critical review. *Annual Review of Ecology and Systematics*, *15*, 523-575. <https://doi.org/10.1146/annurev.es.15.110184.002515>
- Pyke, G. H., Pulliam, H. R., & Charnov, E. L. (1977). Optimal foraging: A selective review of theory and tests. *The Quarterly Review of Biology*, *16*(2), 137-154. <https://doi.org/10.1086/409852>
- Rachlin, H. (2006). Notes on discounting. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, *85*(3), 425-435. <https://doi.org/10.1901/jeab.2006.85-05>
- Rachlin, H., & Green, L. (1972). Commitment, choice and self-control. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, *17*(1), 15-22. <https://doi.org/10.1901/jeab.1972.17-15>

- Rachlin, H., Battalio, R., Kagel, J., & Green, L. (1981). Maximization theory in behavioral psychology. *Behavioral and Brain Sciences*, 4, 371-388.
<https://doi.org/10.1017/S0140525X00009407>
- Rachlin, H., Logue, A. W., Gibbon, J., & Frankel, M. (1986). Cognition and behavior in studies of choice. *Psychological Review*, 93(1), 33-45. <https://doi.org/10.1037/0033-295X.93.1.33>
- Rachlin, H., Raineri, A., & Cross, D. (1991). Subjective probability and delay. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 55(2), 233-244.
<https://doi.org/10.1901/jeab.1991.55-233>
- Radtke, T. M. (2011). Granivore seed-size preferences. *Seed Science Research*, 21, 81-83.
<https://doi.org/10.1017/S0960258511000031>
- Richards, J. B., Mitchell, S. H., de Wit, H., & Seiden, L. S. (1997). Determination of discount functions in rats with an adjusting-amount procedure. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 67(3), 353-366. <https://doi.org/10.1901/jeab.1997.67-353>
- Richter, C. P., Holt, L. M. Jr., & Barelare, B. Jr. (1938). Nutritional requirements for normal growth and reproduction in rats studied by the self-selection method. *American Journal of Physiology*, 122, 734-744. <https://doi.org/10.1152/ajplegacy.1938.122.3.734>
- Robbins, T. W., & Dalley, J. W. (2017). Chapter 7 - Impulsivity, risky choice, and impulse control disorders: Animal models. *Decision Neuroscience: An Integrative Approach*, 81-93. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-805308-9.00007-5>
- Schepers, S. T., & Bouton, M. E. (2017). Hunger as a context: Food seeking that is inhibited during hunger can renew in the context of satiety. *Psychological Science*, 28(11), 1640-1648. <http://dx.doi.org/10.1177/0956797617719084>.
- Schoener, T. W. (1971). Theory of feeding strategies. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 2, 369-404. <https://doi.org/10.1146/annurev.es.02.110171.002101>

- Sclafani, A., & Ackroff, K. (2016). Operant licking for intragastric sugar infusions: Differential reinforcing actions of glucose, sucrose and fructose in mice. *Physiology and Behavior*, *153*, 115-124. <http://dx.doi.org/10.1016/j.physbeh.2015.10.021>
- Sclafani, A., & Ackroff, K. (2017). Flavor preferences conditioned by nutritive and non-nutritive sweeteners in mice. *Physiology and Behavior*, *173*, 188-199. <http://dx.doi.org/10.1016/j.physbeh.2017.02.008>
- Sclafani, A., Lawrence, J., Fanizza, J., & Azzara, A. V. (1999). Conditioned flavor avoidance, preference, and indifference produced by intragastric infusions of galactose, glucose and fructose in rats. *Physiology and Behavior*, *67*(2), 227-234. [https://doi.org/10.1016/S0031-9384\(99\)00053-0](https://doi.org/10.1016/S0031-9384(99)00053-0)
- Shabat-Simon, M., Shuster, A., Sela, T., & Levy, D. J. (2018). Objective physiological measurements but not subjective reports moderate the effect of hunger on choice behavior. *Frontiers in Psychology*, *9*, 750. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2018.00750>
- Shor-Posner, G., Ian, C., Brennan, G., Cohn, T., Moy, H., Ning, A., & Leibowitz, S. F. (1991). Self-selection albino rats exhibit differential preferences for pure macronutrient diets: Characterization of three subpopulation. *Physiology and Behavior*, *50*, 1185-1195. [https://doi.org/10.1016/0031-9384\(91\)90581-8](https://doi.org/10.1016/0031-9384(91)90581-8)
- Silva, R. F., Kitagawa, A., & Vásquez, F. J. S. (2016). Dietary self-selection in fish: A new approach to studying fish nutrition and feeding behavior. *Reviews in Fish Biology and Fisheries*, *26*, 39-51. <https://doi.org/10.1007/s11160-015-9410-1>
- Sinclair, E. B., Hildebrandt, B. A., Culbert, K. M., Klump, K. L., & Sisk, C. L. (2017). Preliminary evidence of sex differences in behavioral and neural responses to palatable food reward in rats. *Physiology and Behavior*, *176*, 165-173. <https://dx.doi.org/10.1016/j.physbeh.2017.03.042>

- Skrynka, J., & Vincent, B.T. (2019). Hunger increases delay discounting of food and non-food rewards. *Psychonomic Bulletin and Review*, 26, 1729-1737.
<https://doi.org/10.3758/s13423-019-01655-0>
- Steinert, R. E., Bisset-Feinle, C., Geary, N., & Beglinger, C. (2013). Digestive physiology of the pig symposium: Secretion of gastrointestinal hormones and eating control. *Journal of Animal Science*, 91, 1963-1973. <https://doi.org/10.2527/jas2012-6022>
- 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, 759-772. <https://doi.org/10.1007/s10071-018-1208-9>.
- Takeda, M., Sawano, S., Imaizumi, M., & Fushik, T. (2001). Preference for corn oil in olfactory-blocked mice in the conditioned place preference test and the two-bottle choice test. *Life Sciences*, 69, 847-854. [https://doi.org/10.1016/S0024-3205\(01\)01180-8](https://doi.org/10.1016/S0024-3205(01)01180-8)
- Treesukosol, Y., & Moran, T. H. (2018). Cross-generalization profile to orosensory stimuli of rats conditioned to avoid a high fat/high sugar diet. *Chemical Senses*, 48, 181-188.
<https://doi.org/10.1093/chemse/bjy005>
- Trujano, R. E., & Orduña, V. (2015). Rats are optimal in a choice task in which pigeons are not. *Behavioural Processes*, 119, 22-27. <https://dx.doi.org/10.1016/j.beproc.2016.07.005>
- Tyson, R. B., Friedlaender, A. S., & Nowacek, D. P. (2016). Does optimal foraging theory predict the foraging performance of a large air-breathing marine predator? *Animal Behavior*, 116, 223-235. <http://dx.doi.org/10.1016/j.beproc.2016.07.005>
- Uban, K. A., Rummel, J., Floresco, S. B., & Galea, L. A. M. (2012). Estradiol modulates effort-based decision making in female rats. *Neuropsychopharmacology*, 37, 390-401.
<https://doi.org/10.1038/npp.2011.176>

- Varma, M., Chai, J-K., Meguid, M. M., Laviano, A., Gleason, J. R., Yang, Z-J., & Blaha, V. (1999). Effect of estradiol and progesterone on daily rhythm in food intake and feeding patterns in Fischer rats. *Physiology and Behavior*, *68*(1-2), 99-107. [https://doi.org/10.1016/S0031-9384\(99\)00152-3](https://doi.org/10.1016/S0031-9384(99)00152-3)
- Vaughan, W. Jr. (1981). Melioration, matching, and maximization. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, *36*(2), 141-149. <https://doi.org/10.1901/jeab.1981.36-141>
- Vaughan, W. Jr. (1985). Choice: A local analysis. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, *43*(3), 383-402. <https://doi.org/10.1901/jeab.1985.43-383>
- Vaughan, W. Jr., & Herrnstein, R. J. (1987). Stability, melioration and natural selection. In L. Green, & J. H. Kagel (Eds.), *Advances in behavior economics* (Vol. 1). Norwood, NJ: Ablex.
- de Villiers, P. A. (1977). Choice in concurrent schedules and a quantitative formulation of the law of effect. In W.K. Honig & J.E.R. Staddon (Eds.), *Handbook of operant behavior*. New York: Prentice-Hall.
- de Villiers, P. A., & Herrnstein, R. J. (1976). Toward a law of response strength. *Psychological Bulletin*, *83*(6), 1131-1153. <https://doi.org/10.1037/0033-2909.83.6.1131>
- Warisaia, V., Pansarin, V., Aragon, D. C., Zucoloto, F. S., & Schmidt, A. (2020). Female and male Wistar rats (*Rattus norvegicus*) discriminate diets according to energetic quantity. *International Journal of Comparative Psychology*, *33*. Retrieved from <https://escholarship.org/uc/item/2058s84r>
- Weingarten, H., Kulikovsky, O. T. (1989). Taste-to-postingestive consequence conditioning: Is the rise in sham feeding with repeated experience a learning phenomenon? *Physiology and Behavior*, *45*, 471-476. [https://doi.org/10.1016/0031-9384\(89\)90060-7](https://doi.org/10.1016/0031-9384(89)90060-7)

- Wojnicki, F. H. E., Stine, J. G., & Corwin, R. L. W. (2007). Liquid sucrose bingeing in rats depends on the access schedule, concentration and delivery system. *Physiology and Behavior*, *92*, 566-574. <https://doi.org/10.1016/j.physbeh.2007.05.002>
- Yamada, H. (2017). Hunger enhances consistent economic choices in non-human primates. *Scientific Reports*, *7*. <https://doi.org/10.1038/s41598-017-02417-5>.
- Yáñez, N., Bouzas, A., & Orduña, V. (2017). Rats behave optimally in a sunk cost task. *Behavioural Processes*, *140*, 47-52. <http://dx.doi.org/10.1016/j.beproc.2017.04.003>
- Zoratto, F., Laviola, G., & Adriani, W. (2013). Gambling proneness in rats during the transition from adolescence to young adulthood: A home-cage method. *Neuropharmacology*, *67*, 444-454. <https://doi.org/10.1016/j.neuropharm.2012.11.024>
- Zoratto, F., Laviola, G., & Adriani, W. (2016). The subjective value of probabilistic outcomes: Impact of reward magnitude on choice with uncertain rewards in rats. *Neuroscience Letters*, *617*, 225-231. <https://doi.org/10.1016/j.neulet.2016.02.026>
- Zucoloto, F. (2008). *Por que comemos o que comemos?* Rio de Janeiro: Mauad X.
- Zukerman, S., Ackroff, K., & Sclafani, A. (2013). Post-oral glucose stimulation of intake and conditioned flavor preference in C57BL/6J mice: A concentration–response study. *Physiology and Behavior*, *109*, 33-41. <http://dx.doi.org/10.1016/j.physbeh.2012.11.004>

Anexos



Universidade de São Paulo
Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto
Comissão de Ética no Uso de Animais

Campus de Ribeirão Preto

AUTORIZAÇÃO

Certificamos que a proposta intitulada “Propensão e aversão ao risco em machos e fêmeas wistar (*Rattus norvegicus*) sob diferentes níveis de privação em alternativas com diferentes valores energéticos”, registrada com o nº 16.5.676.59.9, sob a responsabilidade de **Vinícius Warisaia Nery** - que envolve manutenção e utilização de animais pertencentes ao filo Chordata, subfilo Vertebrata (exceto o homem) para fins de pesquisa científica - encontra-se de acordo com os preceitos da Lei nº 11.794, de 8 de outubro de 2008, do Decreto nº 6.899, de 15 de julho de 2009, e com as normas editadas pelo Conselho Nacional de Controle da Experimentação Animal (CONCEA), e foi aprovado pela Comissão de Ética no Uso de Animais da Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras - USP (CEUA FFCLRP) em reunião de 23/02/2017.

Finalidade	() Ensino (x) Pesquisa Científica
Vigência da autorização	24/04/2017 a 31/07/2019
Espécie/Linhagem/raça	<i>Rattus norvegicus</i>
Nº de animais	48
Idade	60 dias
Sexo	Ambos/Indiferente
Origem	Biotério Central

Ribeirão Preto, 28 de março de 2017.

Prof. Dr. Ademilson Panunto Castelo
 Presidente da CEUA FFCLRP