

PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE SÃO PAULO
PUC-SP

Severino Alves de Freitas Junior

O EFEITO DA ALIMENTAÇÃO PRECOCE COM AÇÚCAR
NA ESCOLHA E CONSUMO DE RATOS WISTAR

Mestrado em Psicologia Experimental: Análise do Comportamento

São Paulo

2024

Severino Alves de Freitas Junior

O EFEITO DA ALIMENTAÇÃO PRECOCE COM AÇÚCAR NA
ESCOLHA E CONSUMO DE RATOS WISTAR

Dissertação de mestrado da Pontifícia
Universidade Católica de São Paulo, do
Programa de Pós-graduação de
Psicologia Experimental: Análise do
Comportamento, sob orientação da
Prof. Dra. Nilza Micheletto.

Trabalho Parcialmente financiado pela Coordenação de Aperfeiçoamento de
Pessoal de Ensino Superior (CAPES)

São Paulo

2024

Banca Examinadora:

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior- Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001 –

Processo n°8887.705564/2022.00

This study was financed in part by the Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Finance Code 001 –

Process n°8887.705564/2022.00

Freitas Junior, S. A. (2024). *O Efeito da Alimentação Precoce com Açúcar na Escolha e Consumo de Ratos Wistar* (Dissertação de Mestrado), Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, Brasil.

Orientadora: Profa. Dra. Nilza Micheletto

Linha de Pesquisa: Processos básicos na Análise do Comportamento

Resumo

Um consumo excessivo de alimentos palatáveis é um dos fatores que levam à obesidade, e a compreensão das condições relacionadas a padrões de comportamento envolvidos na obesidade pode informar estratégias de intervenção. Esta pesquisa replicou sistematicamente Frazier et al. (2008), investigando o efeito da exposição precoce ao açúcar sobre a escolha e preferência alimentar de ratos Wistar, utilizando esquemas concorrentes VI10S-VI10S e de razão progressiva. Oito ratos, com 21 dias de vida, foram distribuídos em duas condições: uma com acesso precoce ao açúcar e outra sem acesso. Cinco fases experimentais foram conduzidas. Na Fase 1, por 40 dias, os ratos da condição de acesso precoce tiveram acesso ilimitado a cubos de açúcar e ração, enquanto os outros tiveram acesso apenas à ração. Na Fase 2, a resposta de pressão à barra foi instalada e fortalecida em uma caixa de condicionamento operante com duas barras, uma produzia pelotas de açúcar e a outra de ração. Na Fase 3, foi avaliado o valor reforçador do açúcar e da ração, utilizando um esquema concorrente de reforçamento VI10S-VI10S que permitiu identificar o alimento preferido, todos os sujeitos preferiram o palatável, embora 2 dos sujeitos com acesso precoce tenham levado mais tempo. Na Fase 4, foi utilizado um esquema concorrente de razão progressiva (PR3 e PR7) para a barra que liberava o alimento preferido e CRF para a barra do menos preferido. Na Fase 5, foi avaliado o consumo de alimentação mista com acesso a biscoito amanteigado e ração e ganho de peso. Os resultados da Fase 3 mostraram maior preferência pelo palatável para todos os sujeitos. Com esquemas concorrentes PR3-CRF, na Fase 4, todos apresentaram maior número de respostas para a ração regular, o Breakpoint médio não mostrou diferença entre os sujeitos. Na Fase 5, todos ganharam peso, e os expostos precocemente ganharam mais peso e consumiram mais biscoito. O acesso biscoito foi determinante para o aumento do peso de todos os sujeito.

Palavras-Chave: Exposição precoce, Açúcar, Comportamento alimentar, Preferência, Ratos

Freitas Junior, S. A. (2024). *The Effect of Early Sugar Feeding on Food Choice and Consumption in Wistar Rats* (Master's thesis), Pontifical Catholic University of São Paulo, São Paulo, Brazil.

Thesis Advisor: Prof. Nilza Micheletto, PhD

Research Area: Basic Processes in Behavior Analysis.

Abstract

Excessive consumption of palatable foods is a major contributor to obesity, and understanding the conditions related to behavioral patterns involved in obesity can inform intervention strategies. This research systematically replicated Frazier et al. (2008), investigating the effect of early sugar exposure on food choice and preference in Wistar rats using VI10S-VI10S and progressive ratio schedules. Eight rats, 21 days old, were divided into two conditions: one with early access to sugar and one without. Five experimental phases were conducted. In Phase 1, for 40 days, rats in the early access condition had unlimited access to sugar cubes and chow, while the others had access only to chow. In Phase 2, the bar-press response was installed and strengthened in an operant conditioning chamber with two bars, one producing sugar pellets and the other producing chow pellets. In Phase 3, the reinforcing value of sugar and chow was assessed using a VI10S-VI10S concurrent reinforcement schedule that allowed identification of the preferred food, all subjects preferred the palatable food, although 2 of the early-access subjects took longer. In Phase 4, a progressive ratio (PR3 and PR7) concurrent schedule was used for the bar that released the preferred food and CRF for the less preferred bar. In Phase 5, mixed food consumption with access to butter cookies and chow and weight gain were assessed. The results of Phase 3 showed a greater preference for the palatable food for all subjects. With PR3-CRF concurrent schedules in Phase 4, all showed a higher number of responses for regular chow, the mean Breakpoint did not show a difference between the subjects, both in PR3-CRF and PR7-CRF. In Phase 5, all gained weight, and those exposed early gained more weight and consumed more cookies. The findings of this study demonstrate that the choice of a preferred food under VI10S-VI10S schedules can be altered by manipulating reinforcement contingencies. Additionally, unrestricted access to butter cookies food was a significant determinant of weight gain in all subjects.

Keywords: Early sugar exposure, food choice, food preference, Wistar rats, VI10S-VI10S, progressive ratio, obesity, intervention strategies.

Agradecimentos

Aos meus pais, que me apoiaram em toda a minha trajetória acadêmica (*literalmente*) e profissional. A maneira que me criaram foi fundamental para chegar até aqui. Obrigado por sempre apoiarem meu desejo de criança de querer ser cientista quando crescesse, deu certo!!

A minha tia, Vera, que esteve presente ao longo de todos esses dois anos e sempre me ajudou a não esquecer nada na hora de ir para aula, especialmente as garrafas de café.

Ao meu irmão que me ajudou demais! Especialmente quando bati o carro e fiquei sem transporte (risos) me levou muitas vezes para coletar, sem ele a coleta desse trabalho não teria acontecido.

A minha companheira Izabel, rainha do palatável, compartilhar a vida com você é algo que torna qualquer adversidade suportável. Termos nos encontrado foi a melhor surpresa que me aconteceu nesses dois anos e fico muito feliz por isso. Obrigado por me apoiar e estar sempre ao meu lado. Te amo!!

Meus agradecimentos especiais a minha orientadora, Professora Doutora Nilza Micheletto. Sem você essa pesquisa não teria ocorrido. Você contribuiu muito para meu crescimento acadêmico, muito obrigado por apoiar minhas decisões, me incentivar a continuar pesquisando e estar sempre disponível (até aos finais de semana).

Aos meus professores do PEXP, por todo o aprendizado e trocas. Vocês foram fundamentais por tornar a análise do comportamento minha maneira de descrever o mundo.

Ao Emerson, possivelmente essa seja a décima vez que digo isso, mas você foi minha maior inspiração para iniciar o mestrado, sem você minha pesquisa não existiria. Poder dar continuidade a linha de pesquisa iniciada pela Ziza, continuada pela Paola e mantida por você, foi um grande privilégio.

Amilcar, que se tornou um amigo nesse percurso, desde o meu ingresso no mestrado. Obrigado por todo aprendizado, e conversas casuais.

Aos meus colegas, Augusto, Carol, Carlos, Giulia Bruno, Henrique, Hudson, João Marinho, Matheus Mello, Nathalia Ceneviva, Nathalia Ferrer, Thomas e todos os outros aqui não citados. Vocês tornaram o PEXP uma grande família nesses dois anos, valeu gente, vocês são demais.

Ao André e o Eduardo, obrigado por toda a ajuda e papo trocado no laboratório, os períodos de coleta foram muito mais legais e não solitários por conta de vocês. Obrigado.

Aos meus amigos de longa data, que levo comigo desde o ensino médio, obrigado por sempre compreender minhas ausências nos eventos nesses dois anos. Vocês são demais.

Ao Frank, por ter sido um companheiro de mestrado, em sua própria área, mas que embarcou nessa comigo e me ajudou em diversos momentos, você e sua família são muito queridos.

A minha banca, por terem aceitado dar sua valiosa contribuição para essa pesquisa. Muito obrigado!

Agradeço aos cafeicultores, sem a cafeína do seu café não teria chegado ao fim desse processo.

Agradeço também à CAPES, pelo apoio financeiro.

“We can judge our progress by the courage of our questions and the depth of our answers, our willingness to embrace what is true rather than what feels good.”

Carl Sagan

Lista de Figuras

- Figura 1 - Peso e Consumo de Ração, Açúcar e Biscoito na Caixa Viveiro pelos Sujeitos em Dias em que Houve Medida. Os Sujeitos 1, 2, 7 e 8 Não Tiveram Acesso Precoce ao Açúcar, Enquanto os Sujeitos 3, 4, 5 e 6 (painéis à direita) Tiveram.....34
- Figura 2 - Porcentagens de Resposta por Tipo de Alimento (Palatável e Regular) Para os Sujeitos nas Sessões da Fase 2 de Seleção ou Modelagem da Resposta de Pressão à Barra. Os Sujeitos 3, 4, 5 e 6 Foram Expostos Precocemente a Açúcar (painel da direita) na Fase 1, os Sujeitos 1, 2, 7 e 8, Não.....37
- Figura 3 - Porcentagem de Respostas por Alimento Palatável e Regular por Sessão do Esquema Concorrente VI 10s - VI 10s (Fase 3) Para os Sujeitos que Não Tiveram Exposição Precoce ao Açúcar (painéis da esquerda) e Para os Sujeitos que Foram Expostos (painéis da direita). As Setas Indicam a Troca de Barra em Que o Alimento Estava Disponível.....40
- Figura 4 - Porcentagem de Respostas por Alimento Palatável e Regular (eixo à esquerda) e Breakpoints (eixo à direita) em Sessões do Esquema de Reforçamento Concorrente PR3-CRF (Fase 4) Para os Sujeitos 1, 2, 7 e 8 (painéis à esquerda) que não Tiveram Exposição Precoce ao Açúcar, e Para os Sujeitos 3, 4, 5 e 6 (painéis à direita), que Foram Expostos Ao Açúcar.....44
- Figura 5 - Porcentagem de Respostas por Alimento Palatável e Regular (eixo da esquerda) e Breakpoint (eixo à direita) Para os Sujeitos 1, 2, 7 e 8, que Não Tiveram Exposição Precoce ao Açúcar, e Para os Sujeitos 3, 4, 5 e 6, que Foram Expostos, em Sessões do Esquema de Reforçamento Concorrente PR7-CRF (Fase 4).....47
- Figura 6 - Distribuição dos BPs dos Sujeitos em PR3 (painéis superiores) e PR7 (painéis inferiores). A caixa Central dos Gráficos Mostra o Intervalo Interquartil (IQR), que Inclui os 50% Centrais dos Valores dos BPs. A Linha Horizontal Dentro da Caixa Representa a Mediana dos BPs, que é o Valor Central dos Dados, Enquanto a Média é Indicada por um "X" Dentro da Caixa.....49

Sumário

Introdução.....	1
O comer e seu excesso atualmente.....	1
Modelos animais de estudos de comportamento alimentar.....	5
Método.....	25
Sujeitos.....	25
Material.....	25
Caixa de condicionamento operante.....	25
Caixa viveiro.....	26
Balança.....	26
Alimentos.....	26
Folhas de registro.....	27
Procedimento.....	27
Fases do experimento.....	27
Fase 1.....	27
Fase 2.....	28
Fase 3.....	28
Fase 4.....	30
Fase 5.....	31
Resultados.....	32
Discussão.....	50
Referências.....	59
Apêndices.....	64

O comer e seu excesso atualmente

O ato de colocar comida na boca, por si só, produz uma consequência reforçadora imediata devido aos seus efeitos eliciadores no organismo como um todo, incluindo o sistema gastrointestinal e os respondentes desencadeados pela palatabilidade do alimento (Ferster et al., 1962). Comer é fundamental para a sobrevivência da espécie humana, e os alimentos são reforçadores primários partilhados por todos os organismos. Ao pensar no comer como uma classe de comportamentos, é importante considerar que cada pedaço de alimento ingerido interage de maneira diferente com o organismo ao longo do tempo. No início da refeição, a ingestão de alimentos pode aumentar o apetite, enquanto ao final, a sensação de saciedade pode predominar, reduzindo a fome e o desejo de continuar comendo.

No entanto, esse ato torna-se um problema quando a resposta de comer é realizada em excesso. Somando-se a uma redução dos níveis de atividade física, distúrbios endocrinológicos, entre outros fatores fisiológicos, comer em excesso pode levar a obesidade, diabetes, hipertensão, doenças metabólicas em geral. Atualmente a obesidade é considerada uma epidemia global de saúde pela Organização Mundial da Saúde (OMS) (Haththotuwa et al., 2020). Segundo a OMS, em 2016 mais de 1.9 bilhão de pessoas acima de 18 anos estavam acima do peso, desses, 650 milhões estavam obesos, o que no período correspondia a 39% e 13% dos adultos. Em relação às crianças, 340 milhões, com idades entre 5 e 19 anos estavam obesas ou acima do peso (Haththotuwa et al., 2020); e em 2020, 39 milhões de crianças abaixo de 5 anos estavam com um quadro de sobrepeso ou obesidade. Ainda segundo a OMS, a obesidade está diretamente relacionada a um maior risco de desenvolvimento de Doenças Crônicas Não Transmissíveis (DCNTs), dentre elas doenças crônicas e degenerativas como o diabetes e artrose; doenças cardiovasculares,

insuficiência cardíaca, acidentes vasculares cardíacos e cerebrais; doenças respiratórias, e alguns tipos de câncer. (*Obesity and Overweight*, 2021)

No Brasil, em 2021, 57,25% da população estava com sobrepeso de acordo com a pesquisa do Sistema de Vigilância de Fatores de Risco e Proteção para Doenças Crônicas por Inquérito Telefônico o qual faz parte do sistema de vigilância do Ministério da Saúde que monitora as DCNTs. Em relação a obesidade infantil, 356 mil crianças foram diagnosticadas com base nos dados das pessoas que foram acompanhadas na Atenção Primária a Saúde no mesmo ano (Lima, 2022). Os perigos da obesidade infantil são ainda maiores já que pessoas obesas na infância apresentam maior dificuldade no processo de emagrecimento do que aquelas que não foram devido um aumento no número de adipócitos¹, células de gordura, e não apenas uma hipertrofia² celular, a qual ocorre quando o organismo chega na obesidade apenas na fase adulta. (Orsso et al., 2020)

Wang et al. (2021) avaliaram a tendência de consumo de alimentos ultraprocessados por jovens norte-americanos, usando dados do relato alimentar de 24 horas, de uma amostra representativa de jovens dos Estados Unidos, de dez ciclos da Pesquisa Nacional de Exame de Saúde e Nutrição (NHANES) do país entre 1999 e 2018. Foram incluídos 33795 jovens entre 2-19 anos de idade. Os resultados apontaram que, segundo relato alimentar dos pais e jovens entrevistados 67% das calorias consumidas no dia foram de alimentos ultra processados, que incluem, comidas prontas de micro-ondas, refrigerantes e sucos industrializados, *fast foods*, doces, carnes embutidas, como salsicha, presunto entre outros. (Wang et al., 2021)

¹ Adipócitos são as primeiras células adiposas e surgem durante o período intrauterino e continuam o desenvolvimento ao longo da vida. (Orsso et al., 2020)

² Aumento das células adiposas por meio do aumento do armazenamento de lipídios. (Orsso et al., 2020)

No Brasil, o Guia Alimentar para a População Brasileira destaca que alimentos ultraprocessados são formulações industriais feitas inteiramente ou em grande parte de substâncias extraídas de alimentos (óleos, gorduras, açúcar, amidos, proteínas) derivadas de constituintes alimentares (gorduras hidrogenadas, amido modificado) ou sintetizadas em laboratório a partir de substratos orgânicos (corantes, aromatizantes, realçadores de sabor etc.). (Ministério da Saúde, 2014)

Uma característica em comum que podemos identificar nesses alimentos, é que todos são altamente palatáveis, com alto teor de gordura, açúcar e sódio, além de serem mais fáceis de se obter, sendo em geral mais baratos, acessíveis e com maior facilidade de preparo. *Fast food*, como o nome já implica, são comidas rápidas. Na sociedade atual, podemos dizer que uma história de reforçamento para esse padrão alimentar de consumo está sendo construída por anos desde a infância, como evidenciado nos dados acima.

Uma vez que um dos fatores determinantes que levam um indivíduo a ficar acima do peso é, em geral, um consumo calórico maior do que o gasto, e esse consumo necessariamente depende das respostas de comer, há um campo estudo e de intervenção, chamado de a Ciência do Comportamento Alimentar, que vem sendo investigado por analistas do comportamento como Alvarenga et al. (2021) e Leite et al. (2019). Essa pesquisa buscará expandir esse campo. O comportamento alimentar é uma classe de respostas complexas que inclui o que comemos, como comemos, com quem comemos, onde comemos e por que comemos o que comemos. Segundo Alvarenga et al. (2021), é fundamental considerar a multicausalidade e os aspectos biopsicossociais envolvidos nas práticas alimentares para intervenções eficazes no manejo do peso e na promoção da saúde. Padrões alimentares são produtos de contingências de reforçamento e, portanto, temos um campo claro de intervenção para os analistas do comportamento.

Para realizar essa intervenção devemos olhar para algumas características comuns aos chamados transtornos alimentares, que são os padrões alimentares que diferem do usual³, como no Transtorno de Compulsão Alimentar (TCA)⁴ ou em inglês *Binge Eating Disorder (BED)*, que é definido com base em episódios de compulsão alimentar. Nesses episódios, as pessoas ingerem uma quantidade exacerbada de alimentos em um curto espaço de tempo, quando comparada ao seu consumo regular diário.

Analistas do comportamento (Ferster et al., 1962; Moraes & Almeida 2018) têm analisado o comportamento alimentar e as diversas variáveis que levam a um comer excessivo e que prejudicam o bem-estar dos indivíduos.

Ferster et al. (1962) analisam o comer e o comer excessivo buscando definir variáveis que influenciam esse comportamento. Nessa análise, os autores apontam a necessidade de compreender o ambiente no qual a pessoa está inserida e sua história alimentar, como por exemplo, acesso a alimentos hipercalóricos e palatáveis, comer como forma de fugir de estimulações aversivas, pareamento do comer com outras atividades e restrições alimentares.

Moraes e Almeida (2018) tiveram como objetivo avaliar o efeito do fornecimento de instruções e do reforçamento por pontos no controle do comportamento alimentar de

³ Nem toda alteração no padrão alimentar é chamada de transtorno, mudanças no padrão pré-cirúrgicas, como no caso da dieta líquida em cirurgias bariátricas, não são chamados de transtorno.

⁴ No caso da TCA, esses padrões de comportamentos geralmente são acompanhados por um relato de perda de controle sobre a própria ingestão alimentar e um sentimento de culpa após o episódio compulsivo (American Psychiatric Association, 2022). Esse transtorno está fortemente associado à obesidade e outras comorbidades (problemas articulares, doenças metabólicas e alguns tipos de câncer) (Giel et al., 2022). Outro transtorno frequentemente associado ao TCA é a bulimia nervosa, na qual ocorre compulsão alimentar seguida por práticas compensatórias, como o expurgo (vômito), uso de laxantes, jejuns ou exercícios físicos excessivos. É importante notar que não é o consumo excessivo que define a bulimia, mas sim a compulsão alimentar seguida de comportamentos compensatórios (American Psychiatric Association, 2022). Outra característica (não necessária para o diagnóstico) da bulimia inclui períodos de privação em que as pessoas com essa condição se abstêm de determinados tipos de alimento, normalmente palatáveis, e que são chamados de alimentos “gatilhos”, uma vez que evocam respostas de seu consumo em grande quantidade. (Hagan e Moss, 1997)

duas mulheres submetidas a cirurgia bariátrica e que relatavam *binge*. O procedimento de trocas de pontos foi utilizado para promover a aderência a tarefas de automonitoramento relacionadas à alimentação, como: enviar fotos dos pratos consumidos, consumir um alimento palatável em pequenas porções diariamente, diminuir o intervalo entre refeições programadas e relatar episódios de *binge*. Houve uma diminuição significativa nos relatos de episódios de *binge*. A diminuição dos episódios de *binge* foi diretamente atribuída às instruções e ao reforçamento por pontos.

O estudo aplicado de Moraes e Almeida (2018) baseou-se fundamentalmente em resultados de pesquisas básicas, podendo ser considerado um estudo translacional e que mostra a importância dos dados obtidos em laboratório com não humanos para o desenvolvimento de técnicas para intervenção clínica.

Pesquisas têm sido realizadas também com sujeitos não humanos (Hagan & Moss, 1997; Corwin et al., 2011; Leite, et al., 2022) em contexto laboratorial, em que é possível controlar e isolar variáveis que podem afetar esses comportamentos, observar respostas mais simples e de fácil registro, e controlar as variáveis da história de vida dos sujeitos de uma forma que não seria possível com participantes humanos. Modelos experimentais para estudo de comportamento alimentar e problemas gerados pelo comer excessivo têm buscado identificar variáveis que os produzem.

Modelos animais de estudos de comportamento alimentar

Hagan e Moss (1997) propuseram um modelo experimental que envolvia um período de restrição seguido de realimentação com alimentos palatáveis. Esse modelo foi projetado para identificar quais fatores específicos são críticos para o desenvolvimento de episódios de *binge*. A metodologia utilizada permitiu determinar se a restrição e a subsequente realimentação influenciam significativamente o surgimento de

comportamentos similares ao consumo excessivo apresentado em episódios de *binge*. Por conta disso, a literatura chama esse consumo excessivo nos estudos com animais de *binge*.

No experimento, 32 ratas, com idades entre 60-75 dias, foram distribuídas em oito grupos de quatro, baseados na correspondência de peso corporal. Esse processo de correspondência envolveu a distribuição das ratas de modo que cada grupo contivesse animais com pesos corporais semelhantes. Um animal de cada grupo foi alocado aleatoriamente para cada uma das quatro condições de restrição-realimentação (resultando, oito em cada condição).

No delineamento do experimento, dois fatores foram manipulados, um fator sendo a presença ou ausência de ciclos de restrição alimentar, e o outro, o tipo de alimento durante os ciclos de realimentação (apenas ração regular ou ração regular mais alimentos palatáveis, disponibilizados nas caixas viveiro). Em outras palavras, os pesquisadores estavam testando o efeito da restrição alimentar e do tipo de alimento disponível durante a realimentação na ocorrência de comportamentos de compulsão alimentar em ratas. *O grupo controle com ração regular* não passou por restrição em nenhum momento e foi alimentado com ração na caixa viveiro. *O grupo com restrição e ração regular*, e o *grupo com restrição e palatável* passaram, por 12 ciclos de restrição-realimentação na caixa viveiro. Nos seis primeiros ciclos, durante a fase de restrição que tinha duração de quatro dias/por ciclo, os ratos *restrição/regular* e *restrição/palatável* recebiam a quantidade de alimento correspondente a 75% do total consumido pelos respectivos ratos *controle/regular* nas caixas viveiro. Nos seis últimos ciclos, recebiam 50% do total consumido. Após isso, os ratos dos dois *grupos de restrição* voltavam a condição de acesso ilimitado aos respectivos alimentos por dois dias consecutivos, ou, quatro dias para os ciclos três, seis, nove e 12. Após estes ciclos, foram expostos a um período de normalização da dieta com ração regular e que não passavam por restrição, por 30 dias

nas caixas viveiro. O *grupo controle com acesso ao palatável* não passou por restrição, mas teve a opção de escolha entre ração e um palatável (biscoito) quando os sujeitos do *grupo restrição/palatável* estavam na fase de realimentação.

Os resultados do experimento mostraram um aumento no consumo dos sujeitos que passaram por um histórico de restrição alimentar em comparação aos que não passaram por essa história, mesmo quando esses não mais estavam privados. E o maior consumo ocorreu no grupo que passou pela restrição e teve acesso a realimentação com alimentos palatáveis, mesmo após a normalização sem períodos de restrição. Os autores concluíram que a restrição é um fator determinante para o desenvolvimento de *binge*. Além disso, o *grupo restrição e acesso ao palatável* foi o que apresentou maior *binge* de todos os grupos, tanto quando foi privado, quando não estava privado, e seu maior consumo se deu consistentemente por uma maior ingestão dos palatáveis, mostrando que restrição e realimentação com palatáveis é crucial para provocar maior consumo.

Corwin e Buda-Levin (2004) abordam outras possíveis variáveis que podem produzir o padrão alimentar denominado *binge* e apresentam diversos modelos de estudo de comportamento alimentar em animais. Aqui será abordado além do modelo descrito baseados em ciclos de dieta e comer excessivo, os modelos: a) baseado em estresse, b) acesso limitado e c) *binge* induzida por esquema.

O modelo de alimentação induzida por estresse, segundo Corwin e Buda-Levin (2004), se dá quando o maior consumo alimentar ocorre imediatamente após apresentação do estímulo aversivo. Apertar o rabo do sujeito, por exemplo, ou se choque for aplicado (fatores imediatos) pode produzir um *binge* induzido por estresse, que pode ser agudo, ocorrendo apenas uma vez, ou crônico, ocorrendo persistentemente (em função de tempo ou quantidade)

O estudo de Hagan et al. (2002) ilustra esse modelo alimentação induzida por estresse. Ele teve como objetivo testar a hipótese de que a dieta e o estresse ambiental interagem sinergicamente para produzir episódios de compulsão alimentar, e que o acesso a alimentos de alta palatabilidade é fundamental para produção de *binge*. Ratos, com restrição de 66% do peso corporal, após três períodos de restrição e acesso ao alimento regular e ao alimento palatável nas caixas viveiro, receberam choque nos pés como estímulo estressor na caixa experimental em outro cômodo. Os resultados mostraram dois fatores determinantes para o *binge*. O primeiro, a apresentação do choque em conjunto com a restrição; quando os animais estavam saciados o choque não produziu *binge*, apenas a restrição também não; somente quando essa foi seguida de choque, ou seja, o histórico de choque e restrição produziu *binge*. Já o segundo fator foi a apresentação de alimento altamente palatável, esse por sua vez foi alimento mais consumido pelos sujeitos após a apresentação dos choques. Os resultados mostraram que o alimento altamente palatável quando em situação de restrição seguido de um evento estressor produz maior *binge* que apenas o alimento regular nas mesmas condições (Hagan et al., 2002).

Um outro estudo apresentado por Corwin e Buda-Levin (2004) avaliou o efeito de um evento estressor imediato e crônico, que persiste por longos períodos. Identificou que ratos em uma gaiola muito pequena, após um período de restrição alimentar, apresentaram maior consumo de alimentos por até 24 horas do que ratos que tiveram períodos de restrição, mas retornaram para uma gaiola comum. Tal dado indica que, ao se estudar comportamento alimentar, devemos olhar também para o alojamento dos sujeitos, uma vez que variáveis como o local em que eles vivem na fase experimental e condições ambientais podem interferir no comportamento alimentar (Corwin & Buda-Levin, 2004).

Buscando identificar qual o efeito do ambiente físico no comportamento alimentar dos sujeitos, Lopez-Espinoza et al. (2010) tiveram o objetivo de avaliar o efeito da

mudança de contexto (definidos pelo material da caixa) na inibição da incidência de compulsão alimentar. Foram utilizados 18 ratos distribuídos em três grupos. Cada grupo começou com um período de acesso livre ao alimento por 15 dias e depois passaram por três dias de privação alimentar. O primeiro grupo experimental foi privado em um contexto diferente da sua caixa viveiro e voltou para ela por um período de 15 dias com acesso livre ao alimento. O segundo grupo foi privado em sua caixa viveiro e colocado em um contexto diferente e com acesso livre ao alimento por três dias após a privação, em seguida retornou à sua caixa viveiro por 12 dias com acesso livre ao alimento. O grupo controle não mudou de contexto em nenhum período.

Os resultados mostraram que a mudança de contexto modificou a ingestão de alimentos durante o período pós-privação. Os sujeitos que passaram pela mudança de contexto não apresentaram comportamento similar ao *binge* após serem privados de alimento em um contexto e serem colocados em outro contexto com livre acesso; o consumo no contexto de livre acesso não apresentou padrão de *binge*. O oposto foi observado no grupo controle, o comportamento de *binge* ocorreu durante o livre acesso após os períodos de privação. Lopez-Espinoza et al. (2010) relatam também que a ausência de *binge* no grupo que foi colocado em outro contexto *parece* ser temporária, e está relacionado com o período de adaptação dos sujeitos ao novo ambiente experimental, uma vez que após essa adaptação um padrão de *binge* similar ao do grupo controle foi observado.

Os estudos apresentados identificaram que o *binge* pode acontecer em modelos experimentais quando ocorrem ciclos de privação seguidos de realimentação com alimentos palatáveis; são apresentados estressores imediatos, estressores crônicos e que quando o contexto e história alimentar em ambiente específico são seguidos de alterações no padrão alimentar dos sujeitos o *binge* pode ser suprimido com a mudança de contexto.

O *binge* foi também identificado em um modelo experimental em condições em que há limitação ao acesso dos alimentos palatáveis, disponibilizados de forma intermitente, mas ilimitada no período em que estão disponíveis, mesmo quando não ocorre privação de outros alimentos. Essa limitação de acesso pode ocorrer em esquemas intermitentes, como esquemas de ração fixa (FR), que aumentam o custo de resposta para o acesso imediato ao alimento, ou em casos em que o acesso ao alimento palatável é limitado fisicamente, seja por inacessibilidade ou indisponibilidade para obtenção do alimento palatável.

Corwin e Buda-Levin (2004) revisaram estudos que utilizaram o Protocolo Corwin, que envolve o fornecimento esporádico e ilimitado de alimentos palatáveis aos sujeitos (ratos), além do acesso contínuo à ração regular. Esse protocolo permite investigar os comportamentos relacionados à compulsão alimentar em condições que não envolvem privação alimentar prévia ou atua para investigar o efeito da intermitência de acesso a alimentos palatáveis sem privação alimentar.

Em experimentos com ratos, os sujeitos foram mantidos com acesso irrestrito à ração regular e água na caixa viveiro, e posteriormente foram apresentados a um alimento palatável (uma forma de gordura vegetal) por duas horas, três vezes por semana, durante um mês em outra caixa. Durante essas duas horas de acesso ao alimento gorduroso, os ratos consumiram aproximadamente 70% do valor calórico diário padrão. Notavelmente, mesmo sem estarem privados de outros alimentos (já que a ração regular e a água estavam disponíveis), apenas o acesso ilimitado e esporádico ao alimento palatável foi suficiente para provocar episódios de *binge*, caracterizados pelo consumo excessivo do alimento gorduroso e palatável, enquanto o acesso contínuo limitado não apresenta o mesmo efeito (Corwin & Buda- Levin, 2004).

Esses resultados indicam que o tipo de alimento e a intermitência de acesso ao mesmo são fatores determinantes para a ocorrência do *binge*. Portanto, sugere-se que um histórico de acesso intermitente a alimentos palatáveis pode desencadear episódios de *binge*.

Esse dado é relevante, pois se assemelha a situações de dietas restritivas e episódios de *binge*, por conta dos períodos de privação seguidos de acesso ao alimento. Uma diferença fundamental desse dado apresentado por Corwin e Buda-Levin (2004) em relação aos dados de Hagan e Moss (1997) é que se pode observar um *binge* por tipo de alimento (gorduroso e palatável) mesmo quando o sujeito não estava privado de toda comida, apenas de um tipo específico de alimento (palatável e hipercalórico).

A relevância dos alimentos gordurosos nos episódios de *binge* também é destacada na revisão de Rehn et al. (2022). Os autores sugerem que o *binge* é mais produzido por modelos com dietas ricas em gordura do que com açúcar, especialmente quando combinados. Rehn et al. (2022) realizaram uma revisão sistemática e meta-análise de modelos animais de *binge eating*, incluindo uma análise detalhada dos diferentes protocolos e parâmetros utilizados em cada modelo, como os já citados da Hagan e Moss (1997) e o protocolo Corwin. A revisão confirmou que a ingestão de alimentos em condições de *binge* foi significativamente maior do que nas condições de controle em muitos protocolos. Além disso, a meta-regressão revelou que a espécie, a cepa e o sexo dos animais moderaram o efeito de *binge*, com o maior efeito observado em estudos com animais fêmeas e camundongos. Os modelos que utilizaram dietas ricas em gordura e açúcar (HFHS) produziram efeitos de *binge* mais robustos do que aqueles que utilizaram apenas açúcar (HS) ou apenas gordura (HF). (Rehn et al, 2022)

Corwin et al. (2011) atualizaram a revisão de Corwin e Buda-Levin (2004). Novamente, experimentos utilizando o protocolo Corwin são citados, mas dessa vez com

medidas operantes e com um novo tipo de alimento, em relação a esses estudos os autores afirmam:

Além de consumirem mais gordura vegetal durante o período de acesso limitado, os ratos com episódios esporádicos de compulsão, também se esforçam mais para obter a gordura em sessões operantes. O breakpoint⁵ da razão progressiva ⁶aumenta ao longo do tempo nos ratos com acesso esporádico à gordura (Wojnicki et al., 2006), e é significativamente maior do que nos ratos com acesso diário (Wojnicki et al., 2010). Além disso, as respostas em razão progressiva para o açúcar após um período de privação alimentar também aumentam em maior medida nos ratos com acesso esporádico à gordura vegetal adoçada em comparação aos ratos com acesso diário (McGee et al., 2010). A razão progressiva de respostas é considerada uma medida comportamental de motivação (Arnold et al., 1997), sugerindo que os circuitos relacionados à recompensa podem ser ativados de maneira diferenciada nos ratos com episódios esporádicos e diários de consumo breve de alimentos palatáveis. (p.9)

Esses resultados sugerem que os ratos que têm episódios de *binge* respondem mais para obter os alimentos em sessões operantes. Além disso, o ponto de ruptura das respostas dos ratos com acesso esporádico à gordura, sendo significativamente maior do que dos ratos com acesso diário, indica que o acesso esporádico parece influenciar a Operação Motivadora (OM) para obtenção desse alimento.

Ainda analisando o efeito de esquemas de reforçamento operantes, Leite et al. (2019) sistematizam estudos que investigam a influência desses esquemas sobre o comportamento alimentar similar ao *binge*. Os autores partem da metodologia de Hagan e Moss (1997). No entanto, Hagan e Moss (1997) não utilizaram medidas operantes para avaliar isso, apenas o consumo dos sujeitos em caixas viveiro.

⁵ Ponto de ruptura é definido pela última razão alcançada em um esquema de razão fixa progressivo. (Roane, 2008)

⁶ A razão progressiva (PR) é um esquema de reforçamento em que o número de respostas necessárias para obter um reforço aumenta progressivamente em um número fixo da razão após cada reforço recebido. (Hodos, 1961)

Leite et al. (2019) relatam um conjunto de estudos conduzidos no Laboratório de Psicologia Experimental da PUC-SP que buscaram replicar o modelo experimental proposto por Hagan e Moss (1997), para o estudo sobre o *binge*, com medidas operantes. Leite et al. (2019) destacam o estudo conduzido por Almeida et al. (2012).

No estudo de Almeida e colaboradores (apud Leite et al., 2019), quatro grupos de ratas passaram pelas mesmas condições descritas no estudo de Hagan e Moss (1997), sendo expostas a condições de restrição e não restrição, e realimentação com ou sem alimento palatável. Foram programados seis testes de respostas operantes para avaliar o valor reforçador do alimento regular (pelotas de ração) ou palatável (cereal coberto com chocolate). Após a normalização da dieta (30 dias), em que os sujeitos não realizaram testes operante, um esquema de razão progressiva foi utilizado iniciando com cinco respostas e após três obtenções de reforços com a exigência FR5, o FR era aumentado. O valor reforçador do alimento foi avaliado por meio do maior FR alcançado pelos sujeitos nas sessões de 8 horas de duração, ou até que um FR não fosse completado por uma hora.

Os resultados obtidos com base na medida de consumo dos alimentos na caixa viveiro foram congruentes com os dados de Hagan e Moss (1997). Constataram *binge* do alimento palatável no decorrer dos ciclos no grupo que foi submetido a restrição e realimentação com palatável. E identificaram também uma redução do consumo da ração regular pelos sujeitos do *grupo restrição e realimentação com palatável*, que não havia sido observado por Hagan e Moss (1997).

Os dados obtidos para as medidas operantes na pesquisa foram contrários ao resultado das medidas de consumo na caixa viveiro, uma vez que foi observada uma diminuição progressiva no valor reforçador do alimento palatável e um maior para o regular. O valor reforçador dos alimentos foi medido por meio do número de respostas e

valor do FR alcançados. No caso, o regular teve maiores FRs, do que o palatável (Almeida et al., 2012, apud Leite et al., 2019).

As discrepâncias entre o resultado de consumo, durante os ciclos de restrição e realimentação na caixa viveiro, e dos resultados encontrados nos testes com medidas operantes obtidos no estudo indicaram que possivelmente outras variáveis além da história de privação e realimentação podem afetar o comportamento alimentar dos sujeitos (Almeida et al., 2012, apud Leite et al., 2019).

Por conta dessa conclusão, o estudo de Leite et al. (2013) teve como objetivo explorar outras variáveis que possivelmente explicariam esse resultado. Leite et al. (2013) buscaram, no primeiro estudo, observar o efeito produzido por variações na magnitude do reforço palatável sobre as taxas de respostas de três ratas mantidas pelo acesso intermitente⁷, por meio de um esquema de razão progressiva, a três alimentos: ração regular importada (R/I), ração palatável doce menor/chocolate (D<) e ração palatável doce maior/pelotas de açúcar importadas (D>). No segundo estudo, buscaram avaliar se diferenças na ordem de apresentação dos alimentos nos testes alterariam o valor reforçador deles.

No Estudo 1, os sujeitos passaram por três fases. Na Fase 1, foi realizada a modelagem da classe de respostas de pressão à barra, seguida de esquema de reforçamento contínuo (CRF) utilizando R/I como reforço. A Fase 2, de fortalecimento da classe de respostas de pressão à barra, foi dividida entre fortalecimento I e II. No fortalecimento I, foi utilizado um esquema FR progressivo, cujo critério de encerramento

⁷ **Acesso Intermitente:** Refere-se a uma situação em que o acesso a um reforçador (neste caso, alimentos) não é contínuo, mas ocorre apenas em intervalos específicos ou sob certas condições. No estudo, as ratas tinham acesso aos alimentos apenas após realizar um número determinado de respostas (pressões à barra) sob um esquema de razão fixa progressiva (FR). Isso significa que os alimentos não estavam disponíveis o tempo todo, mas apenas após a rata completar as razões do PR.

foi as razões alcançadas iguais ou maiores que FR15 em três sessões consecutivas, sendo R/I o reforço liberado. Na fase de fortalecimento II, as sessões iniciavam e finalizavam com a razão máxima atingida pelos sujeitos durante o Fortalecimento I. Devido à alta exigência dos esquemas FR mais altos dessas sessões, a primeira resposta na fase de fortalecimento II sempre era reforçada.

Na Fase 3, foram realizadas, para todos os sujeitos, 18 sessões de uma hora para cada alimento. As seis sessões iniciais utilizaram R/I e foram consideradas como a linha de base. As 12 sessões restantes (seis para cada alimento) se dividiram entre D< e D> e foram as sessões de teste, com o objetivo de avaliar o valor reforçador de cada um dos três alimentos, todos sob o mesmo esquema FR progressivo (aumento de 1 em 1 até FR20) (Leite et al., 2013). Os sujeitos 1 e 2 receberam os alimentos na mesma ordem (D< seguido de D>), enquanto o sujeito 3 recebeu na ordem inversa, para controlar o efeito de ordem em que foram apresentados.

Os resultados mostram que o sujeito 1 apresentou uma maior taxa de respostas tendo D> como reforço, a segunda maior foi para R/I; o sujeito 2 emitiu um número próximo de respostas para D> e R/I, com a menor taxa para D<; o sujeito 3 apresentou um desempenho equivalente para os três tipos de alimentos. O doce menor foi o alimento de menor magnitude de reforço para os sujeitos 1 e 2.

Leite et al. (2013) destacam que os dados do sujeito 1 estão alinhados com os resultados de Hagan e Moss (1997), pois D> foi o mais reforçador quando comparado aos outros alimentos. O sujeito 2, por sua vez, respondeu tanto para a razão quanto para o doce de maior magnitude; os resultados são inconclusivos quanto ao valor reforçador dos alimentos (Leite et al., 2013).

No estudo 2, Leite et al. (2013) buscaram testar a hipótese de que o comportamento alimentar era influenciado pela sequência de apresentação dos diferentes alimentos, utilizando FR progressivo como medida. Assim como no estudo 1, foram utilizadas três ratas ingênuas como sujeitos. Houve três fases: as fases 1 e 2 foram idênticas ao estudo 1; na fase 3, foram realizadas sessões de linha de base com os três tipos de ração em ordens diferentes para os três sujeitos experimentais. As sessões da fase 3 tinham duração máxima de 8 horas e eram encerradas após decorrido o tempo ou se passasse uma hora sem completar uma ração do FR. Iniciando com FR5 e o grau de exigência para o aumento da progressão era três obtenções de reforços (aumentada para FR10 e assim sucessivamente). Ainda na fase 3, após um período de intervalo de 30 dias sem sessões experimentais, os sujeitos foram expostos a testes de valor reforçador da R/I e D>, com um intervalo de 7 dias entre cada sessão de teste. Após outro intervalo de 30 dias, novos testes foram realizados na ordem reversa à dos testes anteriores

Os resultados da fase 3 indicam que a sequência de apresentação dos diferentes alimentos não influenciou as preferências dos sujeitos. O alimento mais preferido na fase de linha de base permaneceu o mesmo nas fases de teste e reversão. No entanto, cada sujeito mostrou uma preferência diferente na linha de base, o que sugere que essas preferências são determinadas por variáveis não manipuladas no estudo ou pela própria ordem de apresentação dos alimentos. Não foi observada correlação aparente entre a sequência de apresentação dos alimentos e sua preferência, e a hipótese de que um alimento altera o valor reforçador de outro não parece ser válida. Além disso, dois sujeitos apresentaram preferências distintas, mesmo sendo expostos a sequências idênticas nos testes e reversão. Por fim, a hipótese de que um período de exposição exclusiva a uma ração menos palatável aumentaria o consumo de qualquer ração apresentada em primeiro lugar não foi confirmada.

Leite et al. (2019) analisam os dados obtidos no estudo anterior realizado por Leite et al. (2013) e levantam a hipótese de que a oferta contínua de alimento aos sujeitos na caixa viveiro, feita com o objetivo de evitar os efeitos indesejados da privação alimentar em seu comportamento, pode ter sido responsável por ocasionar diferentes níveis de “privação natural”, já que não se tem controle da última vez que o sujeito se alimentou na hora da coleta durante os testes com o FR progressivo. Essa variação nos níveis de privação poderia ser responsável pela variabilidade dos resultados obtidos. Em outras palavras, a ausência de uma padronização estrita dos níveis de privação pode ter influenciado as preferências alimentares e os padrões de resposta dos sujeitos nos testes realizados com o FR progressivo (Leite et al., 2019).

Essas considerações destacam a importância de levar em conta os efeitos potenciais da privação alimentar e a necessidade de controlar cuidadosamente os níveis de privação durante os experimentos que envolvem avaliação de preferências alimentares. Isso permite uma interpretação mais precisa dos resultados e uma compreensão mais aprofundada dos comportamentos alimentares dos sujeitos.

Vale destacar que a privação tem sido associada ao aumento do valor reforçador dos alimentos, o que poderia afetar a avaliação das preferências dos sujeitos (Reiss & Havercamp, 1996). Portanto, a oferta constante de alimento na caixa viveiro também pode ter contribuído para evitar esses efeitos e permitir uma melhor compreensão das preferências alimentares. Por isso é importante considerar com cautela o uso ou não uso do procedimento de privação a depender dos objetivos. Em pesquisas de escolha, parece ser melhor não utilizar a privação.

Leite et al. (2019) relatam um estudo de Leite et al. (2015) que, para evitar o efeito da ordem de exposição aos diferentes alimentos, utilizou um esquema de reforçamento

concorrente. Esquemas concorrentes são utilizados para medir o valor reforçador de um estímulo para o sujeito, uma vez que o sujeito pode alterar de um esquema para outro a qualquer momento, mas não pode realizar as duas respostas simultaneamente, mesmo com topografias semelhantes (Catania, 1999). O esquema em questão foi um concorrente FR10 – FR10 para respostas de pressão a barra, utilizando a R/I e D> (as mesmas do estudo de Leite et al., 2013), para avaliar a preferência entre os dois alimentos. Os resultados dessa vez apresentaram maior regularidade entre a preferência dos sujeitos, permitindo uma identificação mais clara do alimento palatável como o preferido, do que a que foi identificada no estudo com FR progressivo.

No entanto, quando o lado das barras que disponibilizavam os alimentos era invertido (na contingência FR 10 – FR10), os sujeitos levavam um tempo maior para alterar o responder. Buscando evitar essa demora na adaptação utilizando esquemas de razão fixa, Leite et al. (2016) avaliou o valor reforçador de razão e alimento palatável, adotando um esquema concorrente VI⁸ 10s, no lugar de FR, para as respostas de pressão à barra na caixa operante. Os resultados apontaram uma preferência pelo alimento palatável e foram semelhantes aos de Leite et al. (2015) com esquema FR, mas a utilização do VI permitiu uma alternância⁹ maior entre as barras e possivelmente um contato maior com as alternativas oferecidas (Leite et al., 2019).

⁸ Pierce e Chaney (2004) quando definiram o paradigma para estudo da preferência, elencaram alguns pontos importantes para delinear um experimento de escolha. Dentre eles, o uso de esquemas concorrentes de intervalo variável em oposição ao intervalo fixo e esquemas de razão, já que o organismo não é capaz de discriminar o tempo que o reforçamento ocorre em um intervalo variável prevenindo a ocorrência da alternância típica de esquemas FI, e esquemas de razão (FR e VR).

⁹ Esquemas VI tendem a distribuir o comportamento entre as opções disponíveis de forma que a taxa de resposta geralmente corresponde à taxa de reforço. Isso é conhecido como a lei da igualação (Matching Law) proposta por Herstein (1961), que afirma que a distribuição relativa das respostas em um ambiente com alternativas concorrentes tendo a refletir a distribuição relativa dos reforçadores, nesse caso o lado com maior porcentagem de respostas é o lado em que o alimento disponível tem maior valor reforçador para os sujeitos. (Pierce & Chaney, 2004)

Esses estudos, revisados por Leite et al. (2019), mostraram como diferentes medidas operantes (com destaque para os esquemas de reforçamento) parecem ter impacto no comportamento alimentar de sujeitos não humanos. Outra variável que essas pesquisas levantam, e que possivelmente podem interferir no comportamento alimentar dos sujeitos, diz respeito a introdução do sujeito em um novo contexto em uma caixa experimental, com destaque para o alimento utilizado no treino de respostas operantes (Leite et al., 2019).

Os resultados de Leite et al. (2015, 2016) permitiram observar também o efeito da história de exposição anterior ao alimento. Sujeitos com uma história de condicionamento operante na qual o açúcar era o alimento exclusivo disponibilizado na caixa experimental apresentaram uma preferência por esse alimento. Já aqueles expostos exclusivamente ao alimento regular na caixa experimental, apresentaram oscilações no responder, sem uma clareza nos dados para se definir a preferência (Leite et al., 2019). Estes resultados indicam que, ao introduzir o sujeito na caixa operante ao estudar o comportamento alimentar em laboratório, deve-se atentar para a forma e tipo de alimentos disponibilizados nesse contato com as contingências do novo contexto, em especial nas sessões iniciais.

Até o momento, os estudos apresentados observaram somente o efeito de variáveis ambientais na vida adulta dos sujeitos. Essas por sua vez parecem colaborar para a produção de respostas favorecedoras de um comer e ganho de peso excessivos. Tendo em vista que toda a história do indivíduo deve ser avaliada para compreender o padrão alimentar apresentado, é necessário compreender como essa história começa e para isso devemos olhar para a infância, já que nesse período o sujeito é exposto a diversas histórias e contextos relacionados ao comer, na família, escola e outros ambientes.

A influência da história alimentar na infância é investigada no experimento de Frazier et al. (2008), que avaliou o efeito de uma exposição precoce a alimentos palatáveis no comportamento alimentar de camundongos, expostos ao que os autores chamam de “ambiente obesogênico”. Para isso, foram utilizados dez pares de sujeitos, desmamados após 21 dias e distribuídos igualmente entre duas condições experimentais no início do experimento: com acesso ilimitado a sacarose e sem acesso algum a ela. O primeiro grupo teve acesso a pelotas de 20mg de sacarose na caixa viveiro a partir do momento em que foram desmamados (vigésimo primeiro dia) 4 ou 7 semanas (2 cohorts foram utilizados). Simultaneamente, o segundo grupo foi alimentado exclusivamente com ração regular.

O experimento se deu com as seguintes fases: exposição ao açúcar por parte do grupo experimental (quatro semanas); testes comportamentais (campo aberto, roda de atividades, tarefas operantes e teste de preferência de sucrose e extinção); exame de curva glicêmica; exame de eficiência metabólica (ou de gasto calórico). A fase de especial interesse para o presente estudo é o chamado pelos autores de “tarefas operantes”. Nela, Frazier et al. (2008) buscaram responder como os camundongos se comportariam diante de uma escolha entre ração regular disponível livremente e uma pelota de sacarose que precisava ser obtida por meio de esforço medido pelas respostas de pressão a barra.

A fase de tarefas operantes iniciou depois de quatro semanas decorridas da fase de exposição precoce ao açúcar. Os sujeitos, sem privação, foram colocados inicialmente em uma caixa experimental contendo uma barra na qual um esquema de reforçamento FR1 vigorava e todas as respostas eram conseqüenciadas com pelotas de sacarose de 20mg. Simultaneamente, uma pelota de sacarose era liberada no comedouro independente das respostas dos sujeitos em um esquema de tempo variável (VT) de 60 segundos (intervalo variava entre 0 segundos e 120 segundos). Quando os sujeitos emitiram 30

respostas de pressão à barra em menos de 45 minutos em duas sessões consecutivas, foi iniciada um esquema de razão progressiva (PR). (Frazier et al., 2008)

Durante o esquema de razão progressiva três (PR3), uma barra inativa (não disponibilizava reforço) foi inserida na caixa e os sujeitos eram privados de alimento, por 22 horas antes da sessão. No esquema PR3, a cada pelota obtida, mais três respostas são acrescentadas a razão e, portanto, três respostas a mais são necessárias para obter outro reforço. Após decorrido o período de dois dias com PR3, foi iniciado o esquema PR7, por 4 semanas em sessões de 90 minutos que ocorriam 5 dias por semana. Os autores mediram: o ponto de ruptura (definido pela última razão completada) e o número de pressões na barra ativa e inativa.

Após o fim dos esquemas de razão progressiva, a barra inativa foi retraída e um esquema denominado pelos autores de “concorrentes” começou. Teve duração de uma semana e sessões de 30 minutos, na caixa experimental, os sujeitos, privados de alimento, passaram por dois procedimentos. O primeiro, chamado pelos autores de “escolha” foi realizado nos dias um, três e cinco da semana, nele os sujeitos podiam escolher entre o palatável na barra com esquema FR 35 e a ração livre (disponível livremente em uma área não especificada da caixa experimental). No segundo, realizado nos dias 2 e 4 da semana, período denominado “sem escolha”, só a barra em FR 35 estava disponível na caixa com o alimento palatável.

Os resultados dessa fase do estudo mostraram que os sujeitos que tiveram acesso ilimitado à sacarose na infância apresentaram um ponto de ruptura mais baixo na barra que era consequenciada com a sacarose do que os que não tiveram acesso. Ou seja, os sujeitos com acesso ilimitado pressionam menos vezes a barra da sacarose do que aqueles que tiveram acesso limitado.

Esses resultados sugerem que a exposição precoce, no período pós desmame, a alimentos palatáveis diminuiu a probabilidade de os indivíduos dessa espécie responderem para obtê-los quando o custo de resposta foi elevado (atingindo um ponto de ruptura mais baixo na fase de razão progressiva).

Após as fases com esquema de razão progressiva e a de razão fixa 35, Frazier et al. (2008) realizaram dois novos testes, os quais os autores chamam de “desafios”. No primeiro, a glicose dos sujeitos foi medida após um período de jejum de 21 horas (desafio da glicose), para observar possíveis alterações no metabolismo de glicose após a exposição precoce ao açúcar. No segundo, chamado de desafio alimentar de “muito açúcar e muita gordura”, os sujeitos foram alojados individualmente na caixa-viveiro, com acesso livre à água, e receberam ração regular e quantidades iguais de diversos tipos de biscoitos (sabor caramelo, chocolate ao leite, chocolate branco e pasta de amendoim) *ad libitum*, por três semanas. Os ratos foram pesados e o consumo foi medido semanalmente. A seguir, os ratos retornaram à dieta de ração padrão e alojados em grupo. A eficiência de consumo foi calculada dividindo o peso total ganho durante o desafio pelas kcal consumidas para obter o ganho de peso por kcal.

Os dados obtidos no 'desafio alimentar de alto teor de açúcar e gordura' sugerem que a exposição precoce e ilimitada ao açúcar pode facilitar a obesidade quando alimentos altamente palatáveis (misturas de açúcar e gordura) estão livremente disponíveis (com baixo custo de resposta). Os resultados desta fase, com alta disponibilidade de alimentos açucarados e gordurosos, mostraram que os sujeitos do grupo que passou por exposição precoce ao palatável consumiram uma quantidade maior de calorias por gramas de comida, conseqüentemente, tiveram um maior ganho de peso, em comparação com os indivíduos que não tiveram acesso precoce ao palatável.

E embora os sujeitos com acesso precoce e ilimitado ao açúcar tenham consumido mais do alimento açucarado e gorduroso do que os sujeitos que não tiveram exposição precoce, seu consumo total (alimento gorduroso açucarado e ração somados) não foi maior do que a quantidade em gramas de alimentos totais consumidas pelos sujeitos que não tiveram acesso ao açúcar precocemente, e o ganho de peso se deu por conta da densidade calórica dos alimentos palatáveis ser maior, e não apenas por gramas de comida ingeridas (Frazier et al., 2008). Esse dado mostra uma possível influência da exposição precoce a alimentos hiper palatáveis para facilitação da obesidade, já que os sujeitos expostos precocemente ao açúcar consumiram mais calorias por grama do que os que não foram expostos.

Uma vez que a obesidade é um problema de saúde pública mundial (Haththotuwa et al., 2020) e alimentos hiper palatáveis estão altamente disponíveis e com fácil acesso, é fundamental compreender a história do comportamento alimentar dos indivíduos desde a infância e como esse histórico, juntamente com sua história de vida pode produzir um padrão de respostas que favorece o desenvolvimento e manutenção da obesidade, à fim favorecer o desenvolvimento de novas técnicas do campo de estudo e intervenção conhecido como Ciência do Comportamento Alimentar

Para isso é fundamental poder estudar variáveis isoladas que podem afetar padrão de respostas que levem a obesidade, o uso de sujeitos não humanos é imprescindível, já que como vimos existem inúmeras variáveis que podem afetar o comportamento alimentar e preferência dos sujeitos (Hagan e Moss, 1997; Hagan et al, 2002; Lopez e Espinoza, 2010; Leite et al, 2019; Rehn Et al. 2022). Utilizando sujeitos não humanos em contexto laboratorial, somos capazes de ter maior controle de variáveis estranhas, que não teríamos em uma situação “natural” com sujeitos humanos.

Essa pesquisa buscará fazer uma replicação sistemática da parte intitulada Tarefas Operantes do estudo de Frazier et al. (2008) que avaliou os efeitos da exposição precoce ao açúcar nas respostas operantes de pressão a barra de preferência em ratos com uma história de exposição precoce e ilimitada ao açúcar. Assim, é objetivo desta pesquisa foi verificar os efeitos de uma exposição precoce a um alimento palatável (açúcar) sobre a preferência alimentar de sujeitos não humanos, utilizando para avaliação de preferência esquemas concorrentes de intervalos variável, VI10S-VI10S, e com esquemas de reforçamento concorrente reforçamento contínuo- reforçamento de razão progressiva, CRF-PR3 e CRF-PR7, à fim de compreender o impacto dessa exposição para classes de respostas de pressão a barra com diferentes custos de resposta.

Levando em conta para as manipulações do método desta pesquisa os dados e descobertas encontrados nos demais estudos aqui relatados (em especial Pierce e Chaney, 2004; e Leite et al, 2015, 2016), algumas alterações na metodologia de Frazier et al. (2008) foram empregadas, destacando a disponibilização dos alimentos em esquemas concorrentes e a utilização de ratos wistar no lugar de camundongos, e ausência do procedimento de privação empregado por Frazier et al. (2008).

Frazier et al. (2008), na fase de esquemas de razão progressiva, que foram conduzidas com camundongos privados e não privados, duas barras estão na caixa operante, aquela programada para dispensar alimento em razão progressiva liberando pelotas de açúcar, enquanto a outra estava inativa e, portanto, respostas a ela não foram conseqüenciadas com nenhum alimento. Na tarefa concorrente de razão fixa (FR35), os ratos estavam privados, os autores deixam o alimento regular “livre” no chão, sem a exigência de uma resposta de pressão a barra como medida operante. Assim, apenas o alimento palatável dependente de respostas de pressão a barra. Nessa pesquisa, para

ambos os tipos de alimentos foram exigidas respostas de pressão a barra para liberação do reforço e os ratos nunca foram privados.

MÉTODO

Sujeitos

Os sujeitos do experimento foram 8 ratos da raça *wistar*, experimentalmente ingênuos, com 21 dias de idade no início do experimento, quando foram desmamados. Os sujeitos permaneceram em caixas-viveiro individuais, forradas com maravalha, no biotério do Laboratório de Psicologia Experimental da PUC-SP. No biotério, há um ciclo de iluminação mantido em cerca de 12 horas escuro e 12 horas claro. Eles tiveram acesso livre a água, ração, açúcar ou biscoito (a depender da fase do experimento). Foram pesados constantemente, o que permitiu acompanhar o estado de saúde. Manter os animais em gaiolas individuais permitiu acompanhar o peso dos sujeitos e foi também condição necessária para acompanhar o consumo, uma das medidas dos efeitos das variáveis independentes manipuladas nesta pesquisa.

Material

Caixa de condicionamento operante

Foram utilizadas quatro caixas operantes Med Associates Inc, medindo aproximadamente 30 x 25 x 25 cm, com duas barras em paredes opostas (uma na esquerda e outra na direita) próximas à grade do piso. Ao lado de cada barra havia um comedouro pelo qual os reforços, pelotas de açúcar Bioserv® de 45mg e pelotas de ração Bioserv® de 45mg (as especificações dos alimentos utilizados são apresentadas no Apêndice A), foram disponibilizadas em função das contingências programadas. As respostas de

pressão à barra foram registradas automaticamente por meio do software da caixa Med Associates Inc.

Caixa viveiro

Os animais foram alojados em gaiolas viveiro individuais, de dimensões 20cmX25cmX21cm, forradas com maravalha no chão da caixa, cobertas com grades de metal nas quais foram dispostas garrafas de vidro com água fornecida livremente e que permitem acesso à comida, com as caixas posicionadas proximamente uma à outra possibilitando acessos a odores, visão e sons produzidos por outros sujeitos experimentais.

Balança

Da marca *Filizolla* com precisão de 0,5 g, para peso dos animais e do alimento

Alimentos

Os alimentos utilizados foram: açúcar (marca União®) em cubos disponibilizados em cubos de 3gr e a ração regular (NUVILAB CR – 1 AUTOCLAVÁVEL), disponibilizados na caixa viveiro a depender da fase. Pelotas de açúcar 45mg (Bioserv®) e pelotas de ração 45mg (Bioserv®), foram utilizadas na caixa operante. Biscoito amanteigado (Santa Edwiges®) ad libitum foi utilizado apenas na Fase 5 do experimento na caixa viveiro (as especificações dos alimentos utilizados são apresentadas no Apêndice A).

Em termos nutricionais, é relevante notar as variações calóricas e de macronutrientes entre os diferentes alimentos utilizados. Do ponto de vista calórico, os

alimentos palatáveis como o açúcar são ligeiramente mais calóricos que as rações regulares, com uma diferença de aproximadamente 0,5 cal/gr tanto no ambiente do viveiro quanto no operante. Os alimentos regulares (ração) mantêm maior similaridade entre si em comparação aos palatáveis, embora o biscoito amanteigado apresente uma caloria significativamente maior, diferindo em mais de 1,3 cal/g dos regulares e entre 0,73 e 0,89 cal/g dos palatáveis.

Quanto ao teor de carboidratos, o açúcar da União lidera, seguido pelas pelotas de açúcar (Bioserv®), biscoitos (Santa Edwiges®) e pelotas de ração (Bioserv®). Já para o conteúdo de gordura, os biscoitos (Santa Edwiges®) apresentam o maior teor, seguidos pelas pelotas de ração, pelotas de açúcar e, por último, o açúcar em cubos da União.

Folhas de registro

As folhas de registro foram utilizadas para registro de peso, consumo e respostas de pressão a barra (Apêndice B)

Procedimento

Fases do Experimento

Cinco fases compuseram o procedimento: 1. Alimentação na infância; 2. Condicionamento da resposta operante; 3. Avaliação da preferência; 4. Avaliação de preferência e custo de resposta, e 5. Teste de eficiência de consumo.

Fase 1: Alimentação na infância. Ao completar 21 dias, os sujeitos foram desmamados e colocados em caixas viveiro individuais. Os oito sujeitos experimentais foram distribuídos em duas condições: quatro sujeitos tiveram acesso ilimitado, na caixa

viveiro, a alimento palatável em cubos (açúcar Uniao em cubos) e ao alimento regular (ração), e quatro, acesso exclusivo ao alimento regular (ração). Isto ocorreu por 40 dias.

Os sujeitos foram pesados ao longo de todo experimento, três a quatro vezes por semana, exceto em feriados, bem como a quantidade consumida dos alimentos.

Fase 2: Condicionamento da resposta operante. Teve o objetivo de selecionar a resposta operante de pressão à barra. As sessões ocorrerão três vezes por semana. Dessa fase até a Fase 4, a alimentação de todos os sujeitos na caixa viveiro foi apenas com ração regular.

Inicialmente, foram disponibilizadas, na caixa operante, duas barras, pressões em uma delas produzia pelotas de açúcar e em outra produzirá ração regular, em esquema concorrente de reforçamento contínuo (CRF). O uso dos dois alimentos nessa fase se deu para evitar que a história de reforçamento com apenas um alimento impactasse os resultados operantes da preferência (Leite et al., 2013). Os alimentos foram alternados entre as barras a cada cinco sessões, a fim de evitar uma seleção por posição.

As sessões de seleção em CRF tiveram duração de 30 minutos. O critério para encerramento dessa fase foi de 50 pressões as barras em uma sessão e 10 sessões, sendo cinco com cada um dos alimentos em uma das barras, pelotas de açúcar cinco sessões na esquerda e cinco sessões na direita, exceto para os sujeitos que passaram por modelagem.

Quando não houve seleção da resposta em até cinco sessões de seleção, quando o reforço só era disponibilizado para as respostas de pressão a barra, o que aconteceu para os sujeitos 1 e 8, foi realizada a modelagem da resposta de pressão à barra a partir da sexta sessão. Após o condicionamento da resposta, os sujeitos fizeram mais cinco sessões, com o mesmo critério de encerramento, excluindo-se as sessões de modelagem.

Fase 3: Avaliação de preferência. Teve como objetivo identificar qual dos dois alimentos disponibilizados era o preferido (maior valor reforçador) pelos sujeitos utilizando esquema concorrente de intervalo variável (VI-VI) em ambas as barras para todos os sujeitos.

Inicialmente, as pelotas de alimento foram alternadas entre as barras de forma aleatória, com trocas ocorrendo entre duas e quatro sessões, até a sessão 15. Após esta sessão, os alimentos foram trocados no mínimo a cada três sessões e no máximo a cada seis (exceto para os sujeitos 3 e 4, que apresentaram preferência lateral), assegurando que cada alimento permanecesse o mesmo número de sessões de cada lado da caixa operante.

O esquema VII0s-VII0s seguiu a distribuição randômica de valores proposta por Catania e Reynolds (1968) utilizando os valores: 1, 2, 3, 5, 6, 8, 11, 14, 19, 29 gerados pelo software *Progression* desenvolvido por Costa (2016).

Os critérios para encerrar essa fase foram: 1. após as primeiras 15 sessões, preferência por um alimento era definida como uma média de 20% mais respostas que o produzia do que as respostas que produziam o alimento alternativo em três blocos consecutivos de três sessões. (critério atingido pelos sujeitos 1, 2, 5, 7 e 8). Era necessário ainda, que os sujeitos tivessem passado por números iguais de sessões com cada alimento em cada um dos lados, exceto quando havia preferência lateral.

2. Para sujeitos com preferência inferior a 20% mais respostas para um alimento, mas próximo a 20% em três blocos consecutivos de três sessões (por exemplo, 55%, 62% e 60%) após as 15 primeiras sessões, a média de respostas em três blocos de três sessões consecutivas poderia variar em no máximo 5% para se estabelecer o alimento preferido (critério atingido pelo sujeito 6)

3. Um novo critério foi estabelecido para os sujeitos que não atingiram os critérios anteriores (3 e 4). Para esses sujeitos, foi identificada uma preferência por lado. Foi considerada preferência por lado se, após pelo menos duas trocas consecutivas de lado do alimento, após as 15 primeiras sessões, o alimento previamente preferido apresentasse uma diminuição de 10% ou mais na média de respostas nas três sessões subsequentes à troca (por exemplo, 67%, 57%, 55%, 56%). Neste caso, o alimento com a maior proporção de respostas permaneceria no lado identificado como menos preferido por nove sessões consecutivas, até ocorrer a reversão da preferência. A preferência era definida quando, durante o período das nove sessões, pelo menos três sessões consecutivas mostrassem que algum alimento recebia 20% mais respostas que o outro. Como nenhum dos critérios de preferência foi atingido, após 45 sessões, o total de respostas para cada alimento ao longo de todas as sessões foi somado, e o que apresentasse o maior número absoluto foi definido como o preferido.

Fase 4: Avaliação de preferência e custo de resposta. Teve como objetivo avaliar o custo de respostas dos sujeitos em relação ao alimento preferido, definido na fase anterior, e, se essa preferência se alteraria quando o alimento menos preferido estivesse disponível com um menor custo de resposta.

Nessa fase, inicialmente os animais foram colocados na caixa operante em esquemas concorrentes de razão progressiva três (PR3) em uma barra com o alimento palatável, e esquema de reforçamento contínuo (CRF) com ração regular em outra, similar a Frazier et al. (2008). A diferença em relação à Frazier e al. (2008) foi o acréscimo do alimento identificado como não preferido, na fase anterior, produzido por uma resposta de pressão à barra num esquema CRF concorrente, ao invés disponibilizado num canto da caixa. Não houve também uma barra inativa. No esquema de razão progressiva três, a cada três respostas de pressão a barra, uma pelota de alimento é liberada, para a segunda

liberação são necessárias seis respostas, para a terceira nove e assim sucessivamente. As sessões sempre foram iniciadas em FR1 e duravam 60 minutos.

O critério de estabilidade utilizado para analisar os dados é baseado na consistência das médias das respostas ao longo das seis últimas sessões, divididas em dois conjuntos, as primeiras e as últimos três sessões dessas seis. Para determinar a estabilidade, foi calculada a média das respostas para cada um desses conjuntos e uma média total das seis sessões analisadas. A variação percentual, foi calculada como a diferença percentual entre a média de cada conjunto (três primeiras e três últimas) e a média total.

$$\text{Variação percentual} = \frac{(\text{Média do grupo} - \text{Média total}) \times 100}{\text{Média total}}$$

A condição para que os dados fossem considerados estáveis é que essa variação percentual não excedesse $\pm 10\%$ para nenhum dos conjuntos, indicando que não há mudanças significativas nas respostas que poderiam indicar tendências de aumento ou diminuição.

Além disso, foi avaliado a presença de uma tendência monotônica nas respostas, onde uma tendência contínua de aumento ou diminuição ao longo das sessões seria um indicativo de instabilidade

Após atingir o critério de estabilidade nesse esquema PR3-CRF, a razão progressiva foi aumentada para sete (PR7). O critério de estabilidade foi o mesmo e as sessões duravam 60 minutos.

Fase 5: Teste de eficiência de consumo. Esta fase teve duração de três semanas e nela foi realizado um teste de eficiência de consumo calórico, para avaliar a eficiência

do consumo calórico dos sujeitos, e se a exposição precoce ao açúcar acarretaria mudanças no consumo calórico total dos sujeitos.

Nesse teste todos os sujeitos tiveram acesso livre a um alimento hipercalórico rico em gordura e açúcar (biscoito amanteigado) e a ração regular, ambos disponibilizados *ad libitum* na caixa viveiro de cada sujeito, assim como Frazier et al. (2008). A utilização do biscoito amanteigado se deveu ao fato de ser um alimento com quantidades elevadas de açúcar e gordura e conseqüentemente hipercalórico. Foi medida a quantidade consumida em gramas dos dois alimentos para cada sujeito. Os sujeitos foram pesados quatro vezes por semana nessa Fase.

RESULTADOS

Medidas de consumo e peso foram obtidas durante todo o experimento. Na Figura 1, estão representados o peso (eixo esquerdo) e o consumo (eixo direito) de diferentes tipos de alimentos (ração, açúcar e biscoito) na caixa viveiro, pelos sujeitos 1 a 8 nos dias em que houve medição durante os aproximadamente os oito meses do experimento. Os sujeitos 1, 2, 7 e 8 (painéis à esquerda) não tiveram acesso precoce ao açúcar, enquanto os sujeitos 3, 4, 5 e 6 (painéis à direita) tiveram.

A Fase 1 iniciou quando cada um dos sujeitos completou 21 dias de vida e durou até os 90 dias (até o ponto de medição 29). Nesse período os sujeitos 3 a 6 tiveram acesso precoce a ração e açúcar e os demais sujeitos acesso a ração. É possível observar que, no período em que o açúcar estava disponível (1 a 21), o consumo de ração pelos sujeitos 3

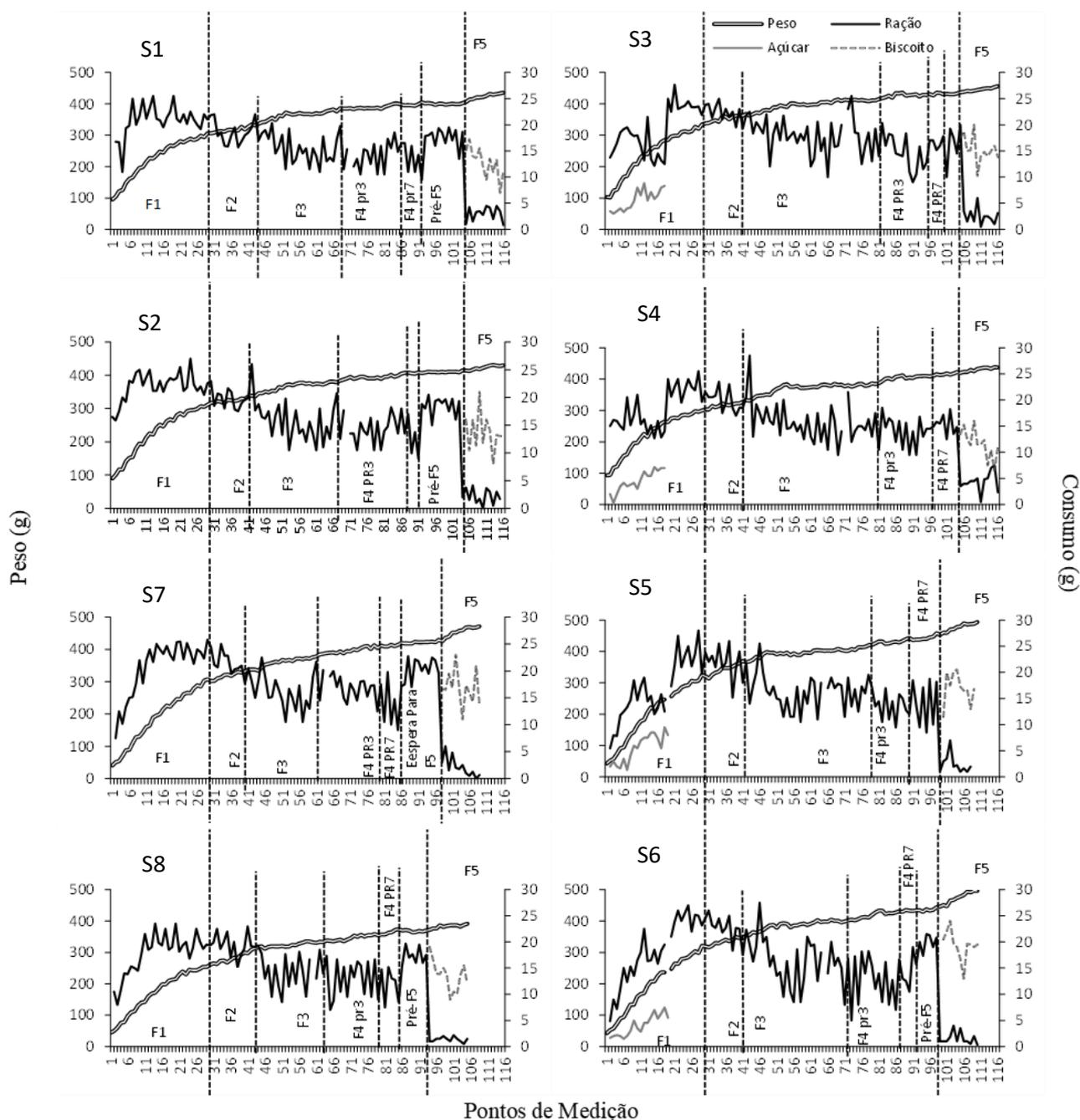
a 6 que tiveram acesso precoce ao açúcar foi mais baixo quando comparado aos sujeitos que não tiveram.

O ganho de peso também foi pouco maior para os sujeitos que tiveram acesso ao açúcar até o final do período em que o açúcar estava disponível com exceção do sujeito 4, os sujeitos que tiveram acesso atingiram valores entre 236 e 285 gramas, e os que consumiram apenas ração atingiram entre 210 e 268 gramas. Vale destacar que os sujeitos foram de ninhadas distintas e os sujeitos do 5 ao 8 (duas ninhadas) foram nesse mesmo intervalo, mais leves que os de 1 a 4 (uma ninhada).

Após a retirada do açúcar é possível notar um grande aumento no consumo de ração para os sujeitos expostos aumentando de cerca de 15 gramas para em torno de 25 gramas por dia, tornando o consumo similar ao dos sujeitos que não tinham acesso. A partir da retirada do açúcar até o início da Fase 2, para todos os sujeitos pode ser observada, na Figura 1, uma estabilização na velocidade do ganho de peso dos sujeitos, com todos terminando esse período com um peso similar, em torno de 300gramas, exceto os sujeitos 3, 5 e 6 que atingiram valores em torno de 320 gramas.

Figura 1

Peso e Consumo de Ração, Açúcar e Biscoito na Caixa Viveiro pelos Sujeitos em Dias em que Houve Medida. Os Sujeitos 1, 2, 7 e 8 Não Tiveram Acesso Precoce ao Açúcar, Enquanto os Sujeitos 3, 4, 5 e 6 (painéis à direita) Tiveram



Nota. Interrupções nas linhas significam que não houve coleta de dados no dia, ou que o dado foi invalidado devido alguma manipulação indevida na caixa viveiro dos sujeitos. As linhas tracejadas verticais marcam troca de Fases (F).

Durante o período da Fase 2, 3 e 4, em que vigoraram os esquemas concorrentes CRF-CRF, VI10S-VI10S, PR3-CRF e PR7-CRF, respectivamente, pode-se observar, para todos os sujeitos, uma queda no consumo de ração na caixa viveiro, com o sujeito 6 atingindo os valores mais baixos do consumo durante essas fases. A queda mais acentuada no consumo de ração ocorre na Fase 3 e Fase 4 (Ver Figura 1), há uma recuperação no período que antecedeu a Fase 5 para os sujeitos 1, 2, 7 e 8 que encerraram a Fase 4 antes dos 3, 4, 5 e 6.

É possível observar também alguns picos no gráfico (Figura 1), que em geral ocorrem quando a pesagem foi realizada após o final de semana ou feriados, possivelmente por conta da ausência de sessão operante nesses dias houve um aumento no consumo de ração nesses dias.

Com o início da Fase 5, com a disponibilidade de biscoito amanteigado na caixa viveiro, todos os sujeitos apresentaram uma queda brusca no consumo de ração com um imediato consumo elevado do biscoito. Inicialmente, o consumo foi alto, seguido de uma queda e um subsequente estabilização, isso se deu para todos os sujeitos. O consumo de ração foi baixo para todos, se comparado as Fases anteriores, em que o biscoito não estava disponível, com o maior consumo de ração sendo o do sujeito 4, é possível observar no ponto 115 (Figura 1) que as curvas do biscoito e da ração praticamente se tocam, já que o consumo da ração e biscoito foram similares.

Todos apresentaram maior ganho de peso durante a Fase 5 do que em relação as fases anteriores, mas as curvas mais acentuadas notavelmente são as dos sujeitos, 5, 6 e 7, que terminaram a Fase 5 com 494, 496 e 472 gramas, respectivamente (Figura 1). Com

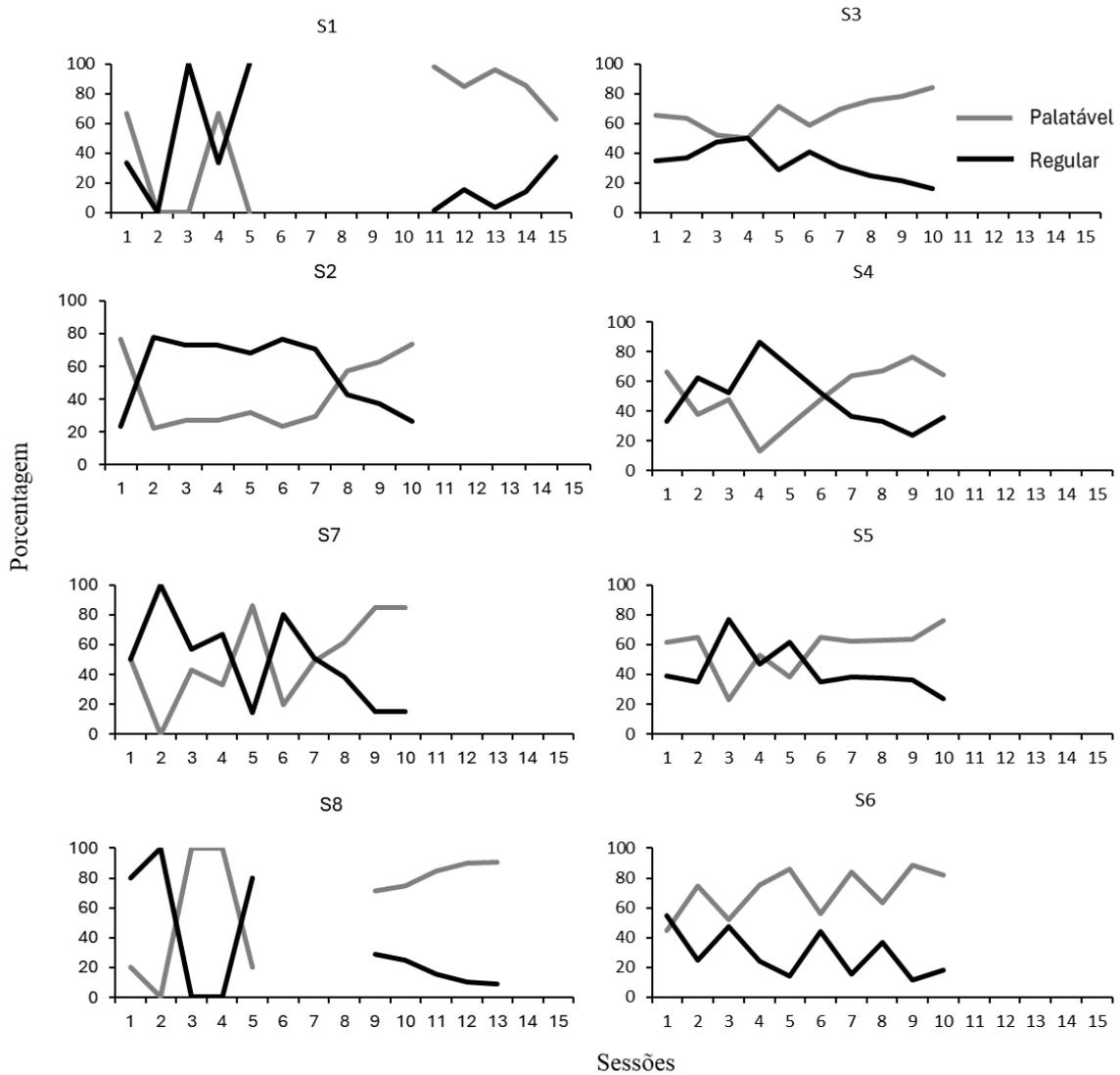
os sujeitos mais pesados ao final da Fase 5 sendo dois que tiveram acesso precoce ao açúcar e apenas o sujeito 7 dos que não tiveram acesso.

O objetivo da Fase 2 foi selecionar a resposta operante de pressão a barra. Na Figura 2, está representada a porcentagem das respostas por tipo de alimento (Palátavel e Regular), por sessão da Fase 2 de seleção da resposta operante, para os sujeitos 1, 2, 7 e 8 que não tiveram acesso precoce ao açúcar na Fase 1, e sujeitos 3, 4, 5 e 6 que tiveram acesso. Ao longo da apresentação dos resultados utilizaremos “preferência” como forma de descrever maior número de respostas para determinado alimento, entendido como o de maior valor reforçador, assim como Leite et al. (2016).

É possível observar que apenas dois dos quatro sujeitos que não tiveram acesso precoce ao açúcar precisaram passar pelo procedimento de modelagem, os sujeitos 1 e 8 realizaram 5 e 3 sessões respectivamente de modelagem (em que não foram coletados dados do tipo de alimento). O critério de aquisição da resposta de pressão à barra foi 50 respostas somadas as duas barras em uma sessão.

Figura 2

Porcentagens de Resposta por Tipo de Alimento (Palatável e Regular) Para os Sujeitos nas Sessões da Fase 2 de Seleção ou Modelagem da Resposta de Pressão à Barra. Os Sujeitos 3, 4, 5 e 6 Foram Expostos Precocemente a Açúcar (painel da direita) na Fase 1, os Sujeitos 1, 2, 7 e 8, Não.



Nota. As interrupções nas curvas para os sujeitos 1 e 8 representam os períodos em que foram realizadas as sessões de modelagem.

Exceto os sujeitos da modelagem, todos os sujeitos passaram por cinco sessões com açúcar na barra da esquerda e ração na direita, e cinco sessões com açúcar na direita e ração na esquerda, totalizando 10 sessões. A partir da sessão seis, para os sujeitos de 2 a 7 houve troca de lado dos alimentos. Os sujeitos 2, 3, 5 e 6 atingiram o critério na sessão 6; os sujeitos 1 e 2, na sessão 3; e os sujeitos 5 e 6, na sessão 2. O sujeito 4 atingiu o critério na sessão 5, o sujeito 7 também atingiu na sessão 5.

Todos os sujeitos concluíram a Fase 2 com maior porcentagem de respostas na barra do alimento palatável, exceto o sujeito 6 com uma porcentagem abaixo de 60%. No caso do sujeito 1, há uma maior porcentagem de respostas pelo palatável imediatamente após a modelagem com uma tendência de queda ao final das 5 sessões. O sujeito 2 passou a emitir maior porcentagem de respostas para o palatável nas últimas três sessões. O sujeito 8 apresentou a maior porcentagem pelo palatável após as sessões de modelagem atingindo ao final 90%. Houve inversão desta preferência do alimento mais consumido em algumas sessões para os sujeitos 4 e 5. É possível identificar que todos os sujeitos, a partir da sessão 6, finalizam a fase com maior porcentagem de respostas na barra do alimento palatável.

O objetivo da Fase 3 foi avaliar o valor reforçador do alimento palatável para os sujeitos, utilizando um esquema de reforçamento concorrente VI 10s - VI 10s. Na Figura 3, está representada a porcentagem de respostas por tipo de alimento (palatável e regular) em um esquema de reforçamento concorrente VI 10s - VI 10s para os sujeitos 1, 2, 7 e 8, que não tiveram exposição precoce ao açúcar (painéis à esquerda), e para os sujeitos 3, 4, 5 e 6, que foram expostos (painéis à direita).

Pode-se observar na Figura 3 que os sujeitos 1, 2, 7 e 8, que não foram expostos precocemente ao açúcar, apresentaram consistentemente uma maior porcentagem de respostas pelo alimento palatável, com exceção do sujeito 1 em algumas sessões. Em

maior número de sessões das 9 finais, a porcentagem de respostas que produziam o alimento palatável esteve acima dos 60% (um dos critérios para definir o alimento preferido).

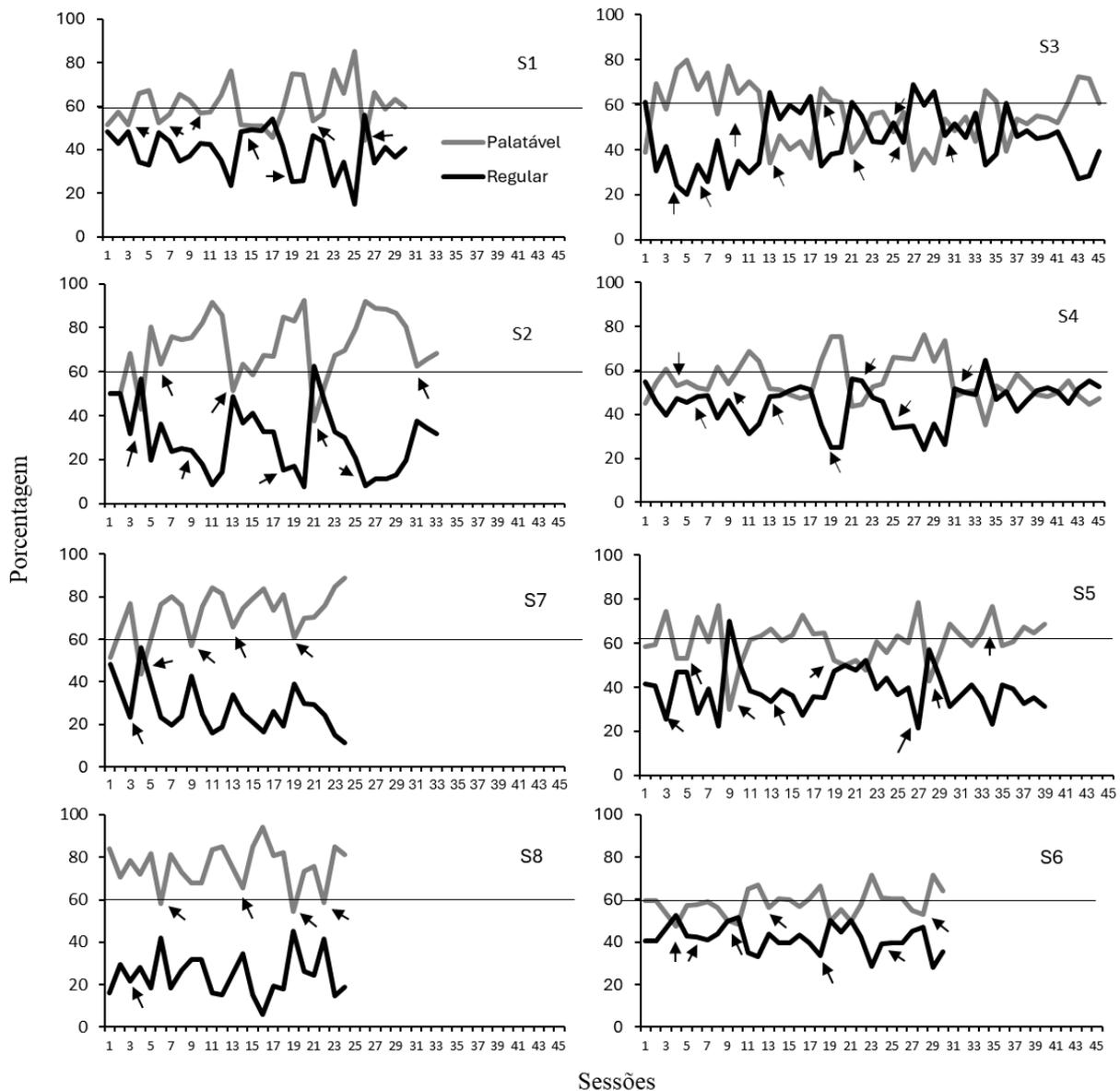
Três sujeitos (2, 7 e 8) atingiram ao menos uma vez um valor próximo ou igual a 90%. Analisando os dados individuais, observamos que o sujeito 2 teve apenas 6 de 33 sessões abaixo do critério. Das 27 sessões que estavam dentro ou acima desse critério, 16 estiveram acima de 70%. O sujeito 7 teve apenas 3 de 24 sessões abaixo de 60% de respostas na barra do alimento palatável, sendo 17 maiores ou iguais a 70. O sujeito 8 apresentou resultados similares, com 3 sessões de 24 abaixo de 60% e 17 acima ou iguais a 70%. Já o sujeito 1 apresentou maior porcentagem de respostas pelo alimento regular entre os sujeitos sem exposição precoce, com 13 de 30 sessões acima ou iguais a 60% de respostas que produziam alimento regular, porém a maioria das sessões a porcentagem de respostas foi maior para o alimento palatável.

Os sujeitos que não foram expostos ao açúcar, além da maior porcentagem pelo palatável apresentada, também levaram menos tempo para atingir o critério de preferência estabelecido, precisaram de menos sessões, de 24 a 33, enquanto os sujeitos com exposição foram de 30 a 45.

Todos os sujeitos em geral apresentaram queda na porcentagem de respostas por algum alimento nas sessões em que houve troca de lado dos alimentos (as setas nos painéis) destacando que há também um período de discriminação de posição em que o alimento está disponível que dura até 3 sessões, em média.

Figura 3

Porcentagem de Respostas por Alimento Palatável e Regular por Sessão do Esquema Concorrente VI 10s - VI 10s (Fase 3) Para os Sujeitos que Não Tiveram Exposição Precoce ao Açúcar (painéis da esquerda) e Para os Sujeitos que Foram Expostos (painéis da direita). As Setas Indicam a Troca de Barra em Que o Alimento Estava Disponível



Nota. A linha que passa pelo ponto 60% marca o valor definido pelo critério de preferência. As setas marcam as sessões em que houve troca de lado dos alimentos

Para os sujeitos, 3, 4, 5 e 6, que tiveram exposição precoce ao açúcar, ao aplicar os critérios de preferência estabelecidos, concluiu-se que todos os sujeitos eventualmente preferiram o açúcar. No entanto, essa preferência foi estabelecida a partir de um número

maior de sessões e com mais alterações ao longo das sessões antes de se estabilizar nas últimas (sujeitos 5 e 6). Em geral, os sujeitos 3, 4, 5 e 6 apresentaram menor porcentagem de respostas pelo açúcar quando comparados aos sujeitos que não tiveram exposição quando é considerada a totalidade das sessões.

Observando a totalidade das sessões, é possível observar que os sujeitos 3, 4 e 6, na maior parte das sessões responderam pelo palatável abaixo de 60%, sendo 28/45, 31/45 e 18/30 sessões respectivamente, como pode-se observar na Figura 3, entretanto na maioria das sessões a escolha maior foi pelo açúcar. Notavelmente, os sujeitos 3 e 4 também estiveram, na maior parte das últimas 9 sessões, abaixo de 60% das respostas que produziam açúcar, embora o sujeito 3, nas últimas quatro sessões, apresentou um aumento na porcentagem de respostas pelo palatável, atingindo e ultrapassando 60%, como pode ser observado na Figura 3

Os sujeitos 3 e 4 concluíram a Fase 3 ao atingir o número máximo de sessões (45) sem alcançar o critério de preferência estabelecido por um dos alimentos. Ambos apresentaram as menores porcentagens pelo alimento palatável quando considerada a totalidade de sessões dessa Fase (Figura 3). O sujeito 3 apresentou uma porcentagem média de 55,5% de respostas pelo alimento palatável, enquanto o sujeito 4 apresentou 55,35%. Além disso, foi identificada uma preferência lateral em ambos, ou seja, o alimento no lado preferido apresentava a maior porcentagem de respostas nas sessões, dificultando a identificação precisa do alimento preferido.

Isso nos permite afirmar que, para os sujeitos 3 e 4, a diferença entre o valor reforçador do palatável e do regular era pequena, já que, independentemente do alimento, o que estava no lado preferido recebia mais respostas. Mesmo ao manter o alimento menos preferido no lado preferido, a diferença de respostas entre os dois alimentos foi pouco expressiva. Portanto, a porcentagem média de resposta por alimento da totalidade

das sessões foi utilizada como critério para definir a preferência e, nesse caso, o preferido foi o palatável. Todos os sujeitos encerram a Fase 3 com o alimento palatável definido como preferido

Com o fim da Fase 3, foi iniciada a Fase 4, que teve como objetivo avaliar se a escolha dos sujeitos seria invertida com o aumento da exigência para se obter o alimento mais reforçador e menor exigência para o menos, para isso foi utilizado inicialmente um esquema concorrente CRF-PR3, e após atingir o critério de estabilidade aumentou para CRF-PR7.

Na Figura 4, está representada, nas linhas, a porcentagem de respostas por alimento palatável e regular (eixo da direita) e breakpoint atingido em cada sessão (eixo à direita) em um esquema de reforçamento concorrente PR3-CRF para os sujeitos 1, 2, 7 e 8, que não tiveram exposição precoce ao açúcar, e para os sujeitos 3, 4, 5 e 6, que foram expostos ao açúcar na Fase 4. O alimento definido para ser alocado no PR3 para todos os sujeitos foi o palatável, definido como preferido pelos critérios adotados na Fase 3.

Todos os sujeitos apresentaram na Fase 4 o que podemos chamar de inversão de escolha, com a maior porcentagem de respostas ocorrendo na barra do alimento regular. Todos os sujeitos, com exceção dos sujeitos 5 e 6, apresentaram uma porcentagem de respostas acima de 70% na maior parte das sessões, o oposto do que foi observado na Fase 3. Os menores BPs atingidos foram para os sujeitos 7, 8, 3 e 4, sendo 13 e 10 para os sujeitos 7 e 8, respectivamente, e 7 para os sujeitos 3 e 4.

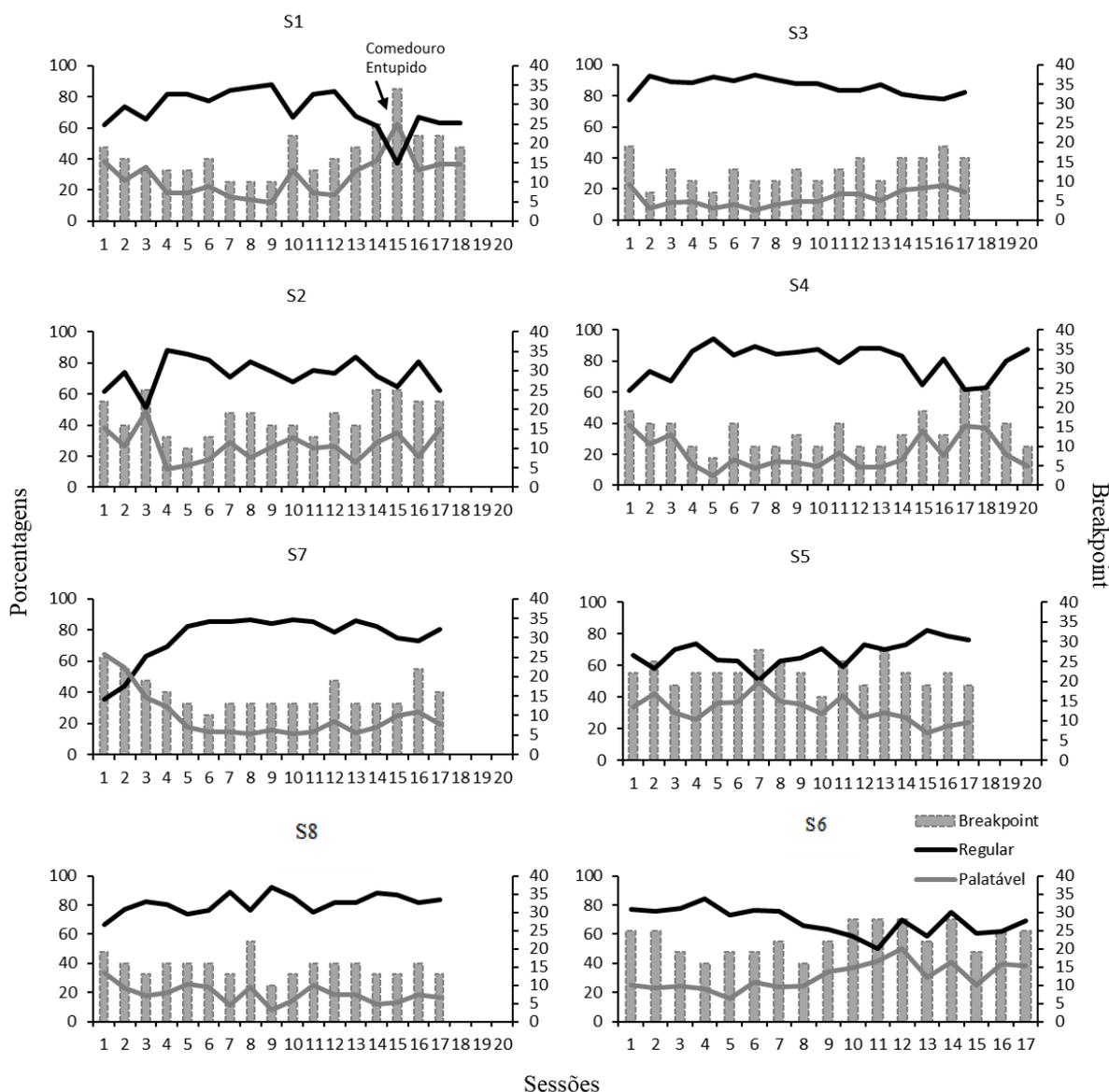
Os valores das respostas pelo alimento regular frequentemente ultrapassaram 60%, chegando a picos acima de 80% no caso do sujeito 2, e mantendo-se consistentemente altas para os sujeitos 7 e 8. Em contraste, as respostas pelo alimento

palatável raramente ultrapassaram 40%, sendo geralmente inferiores a 30% para os sujeitos 7 e 8.

Os BPs atingidos, que refletem a motivação para obter o alimento palatável, variaram entre 16 e 22 para os sujeitos 1 e 2, nas últimas 6 sessões que foram as consideradas para o cálculo do critério de estabilidade dessa fase. O sujeito 1 apresentou um evento de entupimento do comedouro do regular na sessão 15, o que possivelmente afetou seu BP nesta sessão, que atingiu o valor de 34. O sujeito 7 exibiu BPs variando entre 13 e 22, também nas últimas 6 sessões, enquanto o sujeito 8 apresentou os valores 13 e 16; os dois apresentaram valores de BP gerais inferiores aos dos sujeitos 1 e 2.

Figura 4

Porcentagem de Respostas por Alimento Palatável e Regular (eixo à esquerda) e Breakpoints (eixo à direita) em Sessões do Esquema de Reforçamento Concorrente PR3-CRF (Fase 4) Para os Sujeitos 1, 2, 7 e 8 (painéis à esquerda) que não Tiveram Exposição Precoce ao Açúcar, e Para os Sujeitos 3, 4, 5 e 6 (painéis à direita), que Foram Expostos Ao Açúcar.



Os sujeitos 3, 4, 5 e 6, que tiveram acesso precoce ao açúcar, apresentaram também uma tendência consistente de escolha pelo alimento regular em comparação ao alimento palatável. Em todas as sessões, a porcentagem de respostas pelo alimento regular foi mais alta, geralmente acima de 60%.

Os BPs, variaram entre 10 e 28 ao longo das sessões e nas 6 sessões finais consideradas para o cálculo da estabilidade. Embora os picos nos BPs em algumas sessões possam refletir flutuações pelo alimento palatável, a tendência geral mostrou uma maior porcentagem de respostas pelo alimento regular. Especificamente, o sujeito 3 e 4 apresentaram porcentagens de respostas baixas e com os BPs da barra do palatável variando entre 10 e 19 e entre 10 e 25, respectivamente.

Os sujeitos 5 e 6 tiveram respostas pelo alimento regular frequentemente acima de 60%, com BPs variando entre 10 e 28 e 19 e 28, respectivamente. Os picos nos BPs costumam acompanhar uma queda na porcentagem de respostas na barra do regular, como nas sessões 7 e 11 (Figura 4), mas a preferência geral pelo alimento regular é evidente. Houve uma consistência nas respostas pelo alimento regular, com algumas variações refletindo uma preferência elevada e constante.

Em resumo, todos os sujeitos apresentaram maior escolha pelo alimento regular, e menor pelo alimento palatável, mostrando que ao se alterar a contingência de reforçamento, aumentando a exigência para um alimento até então mais “preferido”, há uma reversão da escolha, evidenciada pela alteração na porcentagem de respostas, de um alimento anteriormente menos escolhido.

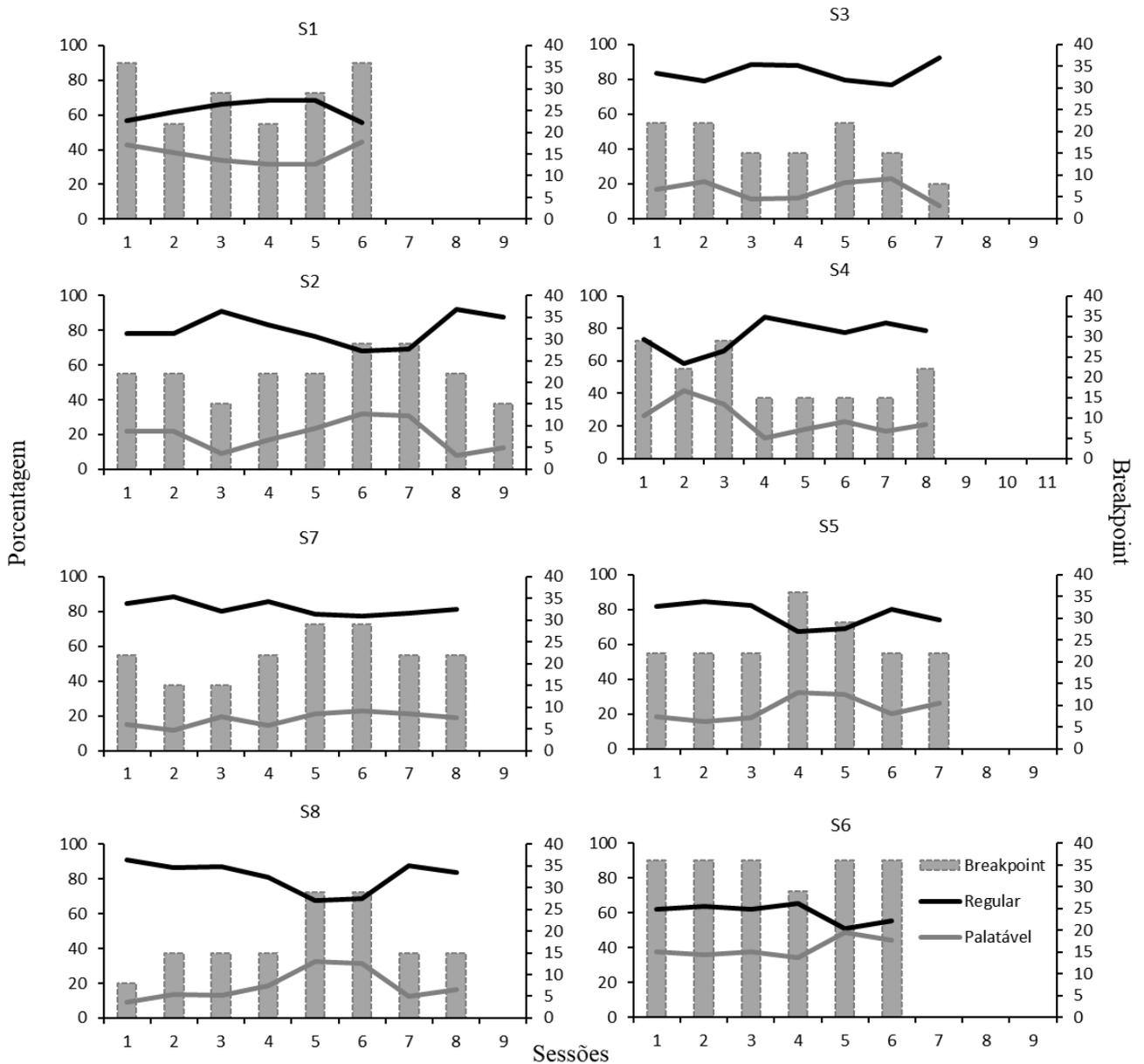
Na Figura 5, estão representadas as porcentagens de respostas por tipo de alimento (palatável e regular) em um esquema de reforçamento concorrente PR7-CRF (Fase 4) para os sujeitos 1, 2, 7 e 8, que não tiveram exposição precoce ao açúcar, e para os sujeitos 3, 4, 5 e 6, que foram expostos ao açúcar. As linhas indicam a porcentagem de respostas para cada tipo de alimento ao longo das sessões, enquanto as colunas mostram os breakpoints (BP) atingidos em cada sessão.

O objetivo em PR7-CRF foi o mesmo de PR3-CRF e o critério de estabilidade para encerramento também foi mantido. Os resultados obtidos quando o esquema de reforçamento é alterado para PR7/CRF, aumentando a exigência do número de repostas para produção do alimento palatável, são semelhantes ao do PR3.

Os sujeitos mantiveram uma porcentagem de respostas alta e clara pelo alimento regular, em alguns casos, até maior que no esquema PR3, notavelmente os sujeitos 2 e 3, aumentaram de 62% para 87 e 82 para 91, respectivamente.

Figura 5

Porcentagem de Respostas por Alimento Palatável e Regular (eixo da esquerda) e Breakpoint (eixo à direita) Para os Sujeitos 1, 2, 7 e 8, que Não Tiveram Exposição Precoce ao Açúcar, e Para os Sujeitos 3, 4, 5 e 6, que Foram Expostos, em Sessões do Esquema de Reforçamento Concorrente PR7-CRF (Fase 4)



Com exceção do sujeito 1 e 6 que atingiram um BP de 36, todos os sujeitos apresentaram valores próximos aos do PR 3 nas sessões que estiveram em torno de 22. São estes dois sujeitos os que também apresentaram menor preferência pelo regular se

comparados aos outros nesse mesmo esquema. O 1 e 6 tiveram 55% de respostas na última sessão, enquanto os demais as porcentagens estiveram entre 78% e 92%.

Na Figura 6, os gráficos box plot (diagramas de caixa) representam a distribuição dos BPs dos sujeitos 1, 2, 7 e 8 e dos sujeitos 3, 4, 5 e 6 em PR3 (painéis superiores) e PR7 (painéis inferiores). A caixa central dos gráficos mostra o intervalo interquartil (IQR), que inclui os 50% centrais dos valores dos BPs. A linha horizontal dentro da caixa representa a mediana dos BPs, que é o valor central dos dados, enquanto a média é indicada por um "X" dentro da caixa.

As linhas que se estendem da caixa, conhecidas como whiskers (bigodes de gato), mostram a extensão dos dados do primeiro quartil ¹⁰(Q1, é o ponto abaixo do qual 25% dos dados se encontram) ao terceiro quartil (Q3, ponto abaixo do qual 75% dos dados se encontram). O intervalo interquartil (IQR) é a diferença entre Q3 e Q1 e representa a faixa central de 50% dos dados.

No PR3, para os sujeitos 1, 2, 7 e 8, a mediana dos BPs é de aproximadamente 16, com a maioria dos valores da caixa entre 13 e 20, e whiskers variando de 10 a 25, além de um outlier significativo com valor de 34, que é o valor obtido na sessão do sujeito 1 em que houve entupimento do comedouro. Para os sujeitos 3, 4, 5 e 6, a mediana dos BP é de 19, com a maioria dos valores entre 13 e 25, e whiskers variando de 8 a 28, sem outliers. A faixa maior de whiskers para os sujeitos 3, 4, 5 e 6, indica uma maior dispersão dos BPs, essa parece ser reflexo das variações intra sujeito, em especial o sujeito 3 e 4 que tiveram valores de BPs consideravelmente mais baixos que os sujeitos 5 e 6,

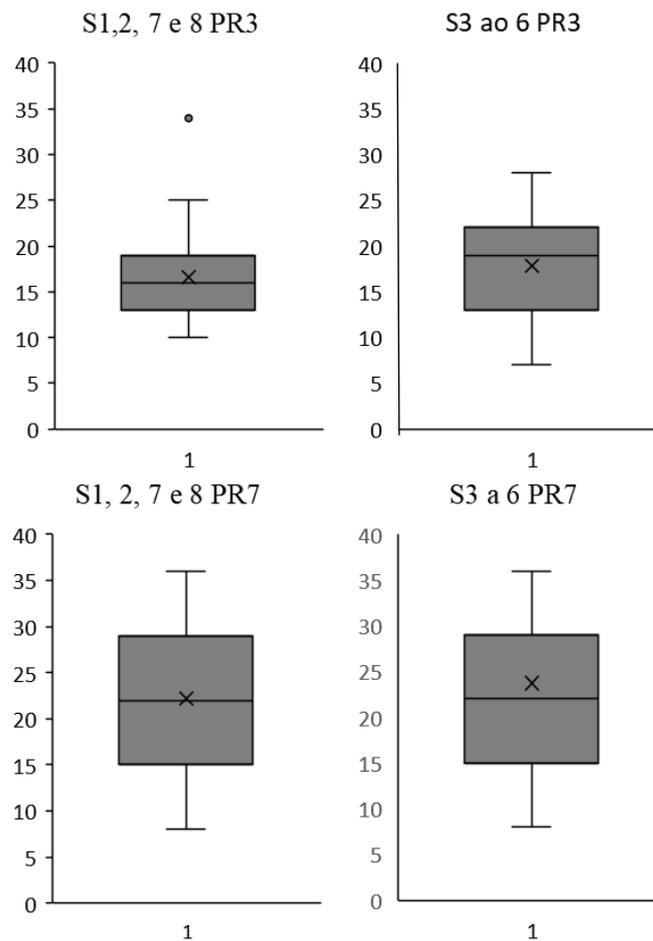
¹⁰ O menor valor é maior ou igual ao primeiro quartil (Q1) menos 1,5 vezes o intervalo interquartil (IQR) e o maior valor é menor ou igual ao terceiro quartil (Q3) mais 1,5 vezes o IQR.

consequentemente aumentando a dispersão do gráfico desses sujeitos em relação aos sujeitos 1, 2, 7 e 8

No PR7, tanto para os sujeitos 1, 2, 7 e 8 quanto para os sujeitos 3, 4, 5 e 6, a mediana dos BP é de aproximadamente 22. A maioria dos valores está entre 15 e 30, com whiskers variando de 10 a 35. Não há outliers significativos presentes no PR7.

Figura 6

Distribuição dos BPs dos Sujeitos em PR3 (painéis superiores) e PR7 (painéis inferiores). A caixa Central dos Gráficos Mostra o Intervalo Interquartil (IQR), que Inclui os 50% Centrais dos Valores dos BPs. A Linha Horizontal Dentro da Caixa Representa a Mediana dos BPs, que é o Valor Central dos Dados, Enquanto a Média é Indicada por um "X" Dentro da Caixa.



Comparando os resultados dos esquemas PR3 e PR7, observamos que a mediana dos BP aumentou de 16 para 22 nos sujeitos 1, 2, 7 e 8, e de 19 para 22 nos sujeitos 3, 4,

5 e 6, refletindo o aumento do PR. O IQR também aumentou, sugerindo uma maior variabilidade nos BPs conforme a exigência aumentou. As whiskers indicam uma faixa mais ampla de valores no PR7 em comparação com o PR3, especialmente para os sujeitos 1, 2, 7 e 8, refletindo uma maior dispersão nos BPs.

Em resumo, os sujeitos, independentemente da exposição precoce ao açúcar, alcançaram BPs similares nos esquemas PR3 e PR7, com uma maior variabilidade e dispersão de valores durante o PR3 para os sujeitos que tiveram exposição precoce ao açúcar na infância e maior dispersão no PR7 para todos os sujeitos.

DISCUSSÃO

Efeitos da exposição precoce ao açúcar podem ser diversos. Foram analisados inicialmente possíveis alterações no peso e no consumo dos sujeitos experimentais. Na Fase 1, observou-se diferenças no ganho de peso quando analisamos os sujeitos considerando as ninhadas a que pertenciam. Isso quando comparamos os sujeitos da mesma ninhada sendo os sujeitos 1, 2, 3 e 4 da primeira ninhada e 5, 6 e 7 da segunda ninhada. O sujeito 8, foi de uma terceira ninhada e teve o peso mais baixo dentre todos os sujeitos.

A diferença de peso na Fase 1, foi mais pronunciada enquanto o açúcar estava presente no ambiente (para os sujeitos com acesso precoce) para 3 sujeitos, os sujeitos 3, 5 e 6. O ganho de peso dos sujeitos expostos ao açúcar (exceto o 4) foi maior até o fim da Fase1. Em contraste, os sujeitos não expostos ao açúcar apresentaram um ganho de peso constante e estável durante toda a Fase 1, possivelmente por terem somente acesso a um tipo de alimento (regular) nessa Fase.

Ao longo das Fases 3 e 4, os sujeitos que tiveram acesso precoce ao açúcar consistentemente estiveram de 15-20 gramas acima do peso dos sujeitos não expostos e

excluindo-se o sujeito 4. Houve alteração no consumo na caixa viveiro ao longo dessas duas fases, possivelmente por conta do consumo na caixa operante, em que os sujeitos tinham acesso as pelotas de 45 mg dos dois alimentos.

Frazier et al. (2008) observaram na fase de acesso ilimitado para seus sujeitos que a mera exposição ao açúcar não resultou em uma diferença de peso significativa. Também afirmaram que camundongos raramente ficam obesos apenas com acesso ao açúcar. O uso de outra espécie na presente pesquisa pode, portanto, ter impactado nesse ganho de peso inicial.

É importante observar que na primeira ninhada, apenas um sujeito (3) apresentou maior peso na Fase 1, o que indica que a diferença de peso pode não ser consistente entre todos os sujeitos expostos ao açúcar. Na segunda ninhada, a comparação foi limitada, pois havia apenas um sujeito sem exposição (7) em contraste com dois sujeitos expostos (5 e 6). Com um número pequeno de sujeitos, não se pode descartar a influência de outras variáveis não controladas que poderiam estar afetando o ganho de peso. Portanto, a ampliação do número de sujeitos em pesquisas futuras é crucial para determinar se o açúcar é realmente o fator determinante para a diferença de peso observada durante a exposição precoce ao açúcar.

Como apontado por Alvarenga et al. (2021) a obesidade é multifatorial e um desses fatores é a genética. As diferenças entre as ninhadas ajudam a observar esse componente na presente pesquisa. Os sujeitos da segunda ninhada iniciaram consideravelmente mais leves (50 gramas em média) que os da primeira ninhada, e terminaram a Fase 1 mais pesados que os da primeira ninhada. Proporcionalmente, o ganho de peso dos sujeitos da segunda ninhada foi maior que o dos sujeitos da primeira ninhada no mesmo período. Com um maior número de sujeitos e ninhadas distintas,

fatores genéticos podem ser melhor explorados ou descartados nas análises, dependendo da hipótese testada.

Na Fase 5, a disponibilidade de biscoitos altamente palatáveis levou a um aumento no consumo calórico e ganho de peso maior. Todos os sujeitos apresentaram maior ganho de peso durante a Fase 5 em relação às fases anteriores, com as curvas de peso mais acentuadas sendo observadas nos sujeitos 5, 6 e 7. Esses sujeitos terminaram a Fase 5 com 494, 496 e 472 gramas, respectivamente, e dois dos sujeitos mais pesados ao final desta fase foram aqueles que tiveram acesso precoce ao açúcar. Esse resultado é congruente com Rhen et al. (2022) e Corwin e Buda-Levin (2004), que destacam a importância de alimentos hiper palatáveis ricos em gordura para o ganho de peso e padrões alimentares similares ao binge em camundongos e ratos.

Além disso, os 4 sujeitos com o maior peso ao final da Fase 5 foram os sujeitos 3, 5, 6 e 7 ou seja, dos 4 mais pesados, 3 tiveram acesso precoce ao açúcar (Figura 1). Este aumento no consumo calórico por meio da maior ingestão de biscoito (ver apêndice A para informações nutricionais dos alimentos) no lugar da ração, e consequente aumento de peso sugere que a exposição precoce ao açúcar pode favorecer um maior consumo de alimentos altamente palatáveis e hipercalóricos quando estes estão disponíveis. Esse dado é consistente com Frazier et al. (2008) que mostram uma influência da exposição precoce no consumo alimentos palatáveis ricos em açúcar e gordura na vida adulta. Com exceção dos sujeitos 4 e 7, o primeiro, consumiu quantidades similares de ração e biscoito durante a Fase 5 (Figura 1) Destaca-se que o sujeito 7 embora tenha sido o terceiro mais pesado, teve um peso inferior aos sujeitos 5 e 6, da mesma ninhada.

Os resultados da Fase 2, de condicionamento da resposta operante, mostram que dois dos sujeitos não expostos ao açúcar (1 e 8) precisaram de mais sessões para adquirir a resposta operante de pressão à barra, indicando uma maior dificuldade na aquisição da

resposta em comparação com os sujeitos expostos ao açúcar, uma vez que os sujeitos 1 e 8 precisaram da modelagem. A não necessidade de modelagem para todos os sujeitos expostos pode ser atribuída à familiaridade prévia com o estímulo reforçador, no caso, o alimento palatável. Isso sugere que a história de exposição a diferentes tipos de alimentos pode ter um impacto significativo na aquisição de respostas operantes cujo reforço é alimentar. Esta possível hipótese exige que experimentos sejam feitos controlando sistematicamente esta variável.

Esse padrão de comportamento pode ser explicado pela história de exposição precoce ao alimento palatável, que pode ter exercido um maior controle entre a resposta e o reforço palatável, pôr o estímulo já ser conhecido para os sujeitos e ter valor reforçador. E, por ser um estímulo novo para os sujeitos sem exposição, ainda não ter seu valor reforçador estabelecido.

Leite et al. (2019) destacam a importância de considerar a ordem de apresentação dos alimentos na caixa operante e o tipo de alimento, já que esses fatores parecem influenciar a escolha e a avaliação do valor reforçador. Os dados da Fase 2 sugerem que possivelmente o acesso precoce ao açúcar na caixa viveiro também impacta na seleção de respostas operantes quando dois alimentos são disponibilizados em esquema concorrente CRF-CRF, nas cinco últimas sessões.

Além disso, na Fase 2, ambos os grupos tiveram contato com os dois alimentos (ração e açúcar) como consequência das respostas de pressão à barra desde o início da fase. E todos encerraram a fase com maior porcentagem de respostas pelo alimento palatável, embora o sujeito 1 tenha apresentado a menor porcentagem de respostas por esse alimento quando comparado com os outros. Sugerindo que a apresentação simultânea dos dois alimentos garante uma preferência pelo alimento palatável consistente, ao contrário da seleção apenas com um tipo de alimento em ambas as barras

como apontado por Leite et al. (2015, 2016), em que sujeitos que tiveram uma história de condicionamento operante com o açúcar como único alimento oferecido na caixa experimental demonstraram uma preferência evidente por esse alimento. Em contraste, aqueles que foram expostos apenas ao alimento regular na caixa experimental apresentaram respostas inconsistentes, dificultando a determinação de uma preferência clara. (Leite et al., 2019)

Em termos de implicações, os dados da Fase 2 sugerem que a familiaridade prévia com o alimento palatável devido à exposição precoce ao açúcar pode facilitar a aquisição de respostas operantes. Considerando que isto ocorreu com dois dos quatro sujeitos, seriam necessários novos estudos que avaliassem os efeitos da exposição precoce sobre a aquisição de respostas para avaliar se diferenças na aquisição da resposta operante de pressão a barra quando dois alimentos forem utilizados como consequência dessas respostas, em comparação com sujeitos não expostos são replicadas.

Após a seleção da resposta operante, a Fase 3 teve como objetivo avaliar a preferência utilizando um esquema concorrente VII0S-VII10S, onde ambos os alimentos estavam disponíveis. Os resultados dessa fase revelaram que todos os sujeitos eventualmente preferiram o açúcar utilizando os critérios estabelecidos para identificar a preferência.

Os sujeitos expostos precocemente ao açúcar (3, 4, 5 e 6) mostraram maior variação na porcentagem de respostas pelo alimento palatável, que ficava abaixo de 60% em algumas sessões (Figura 3) e uma influência da posição do alimento foi identificada para os sujeitos 3 e 4, indicando uma menor diferença no valor reforçador entre os alimentos disponíveis. Em contraste, os sujeitos não expostos ao açúcar (1, 2, 7 e 8), com exceção do sujeito 1 (que quando comparado aos sujeitos sem exposição apresentou mais

sessões com valores abaixo de 60%) apresentaram consistentemente porcentagens mais elevadas de respostas pelo alimento palatável, se comparados aos sujeitos sem exposição.

Os achados são comparáveis aos de Frazier et al. (2008), que na fase de preferência de sacarose, observaram que os camundongos consumiram mais sacarose do que água comum, mas aqueles sem a história de acesso precoce ingeriram maior quantidade de água com sacarose. Na presente pesquisa, todos os sujeitos responderam mais na barra do alimento palatável, e os sujeitos sem acesso precoce ao açúcar apresentaram maiores porcentagens de respostas pelo alimento palatável ao longo da Fase 3. Embora a resposta operante de pressão à barra seja diferente da resposta de beber da garrafa, temos aqui uma medida operante direta da escolha dos sujeitos, ao invés da medida indireta de consumo utilizada por Frazier et al. (2008).

Corwin e Buda-Levin (2004) e Corwin et al. (2011) discutiram como a exposição limitada a alimentos hiper palatáveis pode aumentar o consumo dos sujeitos, apresentando um desempenho de consumo similar ao do binge, mesmo quando não privados. Isso pode explicar a maior porcentagem de respostas pelo alimento palatável dos sujeitos não expostos ao açúcar na Fase 3, já que seu contato com açúcar foi sempre limitado à caixa operante no período da sessão, enquanto os sujeitos expostos já haviam tido uma experiência anterior de acesso sem limitação temporal.

Em termos de implicações, os dados da Fase 3 sugerem que a exposição precoce ao açúcar pode diminuir a motivação e a preferência por alimentos palatáveis, especialmente quando são exigidas respostas operantes de pressão a barra, além de respostas de consumo e medidas indiretas. Pesquisas futuras devem considerar essas medidas diretas e indiretas, como diferentes esquemas de reforçamento e a história de exposição alimentar podem afetar a escolha alimentar e a avaliação do valor reforçador dos alimentos. Também, é importante investigar como a variação na posição dos

alimentos pode influenciar as escolhas alimentares e o valor atribuído aos diferentes tipos de reforçadores. Avaliar o impacto da familiaridade com o alimento reforçador e o contexto de apresentação pode ajudar a entender melhor as complexidades do comportamento alimentar (Alvarenga et al., 2021) e as possíveis intervenções para alterar preferências alimentares prejudiciais a indivíduos com predisposições genéticas as DCNTs. (*Obesity and Overweight*, 2021).

Concluída a Fase 3, a Fase 4 se iniciou. Nela foi avaliado o impacto do custo de resposta no valor reforçador dos alimentos. Durante esta fase, todos os sujeitos apresentaram porcentagens de resposta mais altas para a barra do CRF (reforçamento contínuo) que era consequenciada com alimento regular, e menores porcentagens de resposta para a barra do PR (razão progressiva), onde o alimento palatável estava disponível. O oposto do que foi visto na Fase 3, em que todos os sujeitos preferiram o alimento palatável.

Este resultado corrobora com os achados de Leite et al. (2013), que mostraram que a exigência de um maior número de respostas pode diminuir o valor reforçador de um alimento palatável. E mostra que independentemente da história de alimentação precoce, alterações nas contingências de reforçamento atuais, podem mudar a escolha dos sujeitos.

Assim como Frazier et al. (2008), em que não foram observadas diferenças nos BPs entre os sujeitos expostos e não expostos ao açúcar na infância, quando as sessões foram realizadas sem privação. Na presente pesquisa o resultado geral dos sujeitos não mostrou diferenças significativas entre as duas condições dos sujeitos, como pode ser observado na Figura 6. Exceto por uma maior amplitude do IQR para os sujeitos expostos durante o PR3.

No entanto, ao contrário de Frazier et al. (2008), que não apresentam dados individuais, as Figuras 4 e 5 mostram os dados individuais dos 8 sujeitos. Nessas figuras, é possível observar que os sujeitos 3 e 4, que foram expostos precocemente ao açúcar, apresentaram os menores BPs, enquanto os sujeitos 5 e 6 apresentaram os maiores. A maior amplitude no gráfico de diagrama de caixa entre os sujeitos 3, 4, 5 e 6 não se deve a um padrão comum de respostas, onde todos os sujeitos responderiam de forma similar e atingiriam BPs parecidos. Em vez disso, essa amplitude reflete uma maior discrepância entre os sujeitos, com alguns apresentando respostas baixas (sujeitos 3 e 4) e outros respostas altas (sujeitos 5 e 6). Essa variação individual altera a amplitude no gráfico de grupo (Figura 6), já que a combinação de sujeitos com baixos e altos BPs resulta em uma maior dispersão dos dados.

Na Fase 4, uma diferença em relação aos sujeitos de Frazier et al. (2008) foi o valor dos BPs atingidos pelos nossos sujeitos (Figura 6), que foi maior, com uma média de 16 no PR3 e 24 no PR7, enquanto os de Frazier et al. (2008) tiveram uma média próxima a 5. É importante considerar que as alterações em relação ao procedimento original do estudo de Frazier et al. (2008) podem ter sido responsáveis por essa mudança nos resultados observados na Fase 4. A substituição da fase de preferência por sacarose na Fase 3 por uma fase com esquemas concorrentes VI-VI, que produzem um padrão estável e constante no responder operante dos sujeitos, pode ter afetado o desempenho na Fase 4. Isso ocorre porque os sujeitos vieram de uma fase em que o responder constante e alternado era mais reforçado do que o responder em apenas uma barra (Pierce & Chaney, 2004).

A duração de cada PR bem como o acréscimo de um critério de estabilidade para a Fase 4, remoção da barra inativa por uma barra em que um esquema CRF operava e as respostas a ela eram conseqüenciadas com alimento regular, podem ter influenciado os

resultados. O PR3 teve maior duração devido ao tempo mais curto das sessões (60 minutos) e ao período prolongado de exposição a um esquema de reforçamento de intervalo na fase anterior, assim assegurando que os sujeitos tivessem oportunidades suficientes para se adaptar ao esquema de razão progressiva. O que por sua vez, pode ter favorecido uma maior quantidade de respostas na barra do PR ao longo de toda a Fase 4.

Além disso, nessa pesquisa não foi utilizada privação, pois o objetivo era avaliar comportamentos que favorecessem a obesidade devido a mera exposição precoce ao açúcar. Como e já foi amplamente discutido por Hagan e Moss (1997), Hagan et al (2002), Corwin e Buda-Levin (2004, Leite Leite et al (2022) e Rehn et al (2022) períodos de restrição e realimentação com alimentos palatáveis são determinantes para um maior consumo e poderiam impactar os resultados, além de a restrição não permitir avaliar um ganho de peso similar ao da obesidade.

Pesquisas futuras deveriam empregar o procedimento de privação para comparação com o período que Frazier et al. (2008) utilizaram privação. Seria interessante também, comparar diferentes alimentos em esquema de reforçamento progressivo não concorrente, testando primeiro com um alimento, após estabilização com outro alimento. Assim seria possível responder se após uma história de exposição precoce ao açúcar e uma preferência identificada em VI, ela se manteria em um PR com uma opção de alimento por vez.

Sendo assim, os resultados mostram que a preferência por alimentos palatáveis em esquema concorrente VI-VI pode mudar quando um maior custo de resposta é exigido para um alimento até então preferido e uma alternativa menos preferida, mas com menor custo de resposta está disponível.

Além disso, os resultados chamam a atenção para a facilidade e aumento de ganho de peso que ocorrem quando sujeitos têm acesso a alimentos hiper palatáveis ricos em açúcar e gordura, e não tem acesso a rodas de atividade, mostrando uma relação clara entre a disponibilidade de alimentos hipercalóricos e baixa atividade física.

REFERÊNCIAS

- American Psychiatric Association. (2022). *Diagnostic and statistical manual of mental disorders* (5th ed., text rev.).
- Alvarenga, M. S., Dahás, L., & Moraes, C. H. C. (Orgs.). (2021). *Ciência do comportamento alimentar*. Manole.
- Catania, A. C., (1999). *Aprendizagem: Comportamento, Linguagem e Cognição* (4º [Learning]). Artmed. ISBN 85-7307-553-8
- Catania, A. C., & Reynolds, G. S. (1968). A quantitative analysis of the responding maintained by interval schedules of reinforcement. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 11(3 Pt 2 Suppl), 327. <https://doi.org/10.1901/jeab.1968.11-s327>
- Costa, C. E. (2016). *Progression*. Disponível em: <https://www.caecosta.com.br/software-progression>.
- Corwin, R., & Buda-Levin, A. (2004). Behavioral models of binge-type eating. *Physiology & Behavior*, 82(1), 123–130. <https://doi.org/10.1016/j.physbeh.2004.04.036>
- Cousins, M. S., Sokolowski, J. D., & Salamone, J. D. (1993). Different effects of nucleus accumbens and ventrolateral striatal dopamine depletions on instrumental response selection in the rat. *Pharmacology Biochemistry and Behavior*, 46(4), 943–951. [https://doi.org/10.1016/0091-3057\(93\)90226-J](https://doi.org/10.1016/0091-3057(93)90226-J)
- Cowin, R. L., Avena, N. M., & Boggiano, M. M. (2011). Feeding and reward: Perspectives from Three Rat Models of *Binge eating*. *Physiology & Behavior*, 104(1), 87–97. <https://doi.org/10.1016/j.physbeh.2011.04.041>
- Dimitriou, S. g., Rice, H. b., & Corwin, R. l. (2000). Effects of limited access to a fat option on food intake and body composition in female rats. *International Journal of*

Eating Disorders, 28(4), 436–445. [https://doi.org/10.1002/1098-108X\(200012\)28:4<436::AID-EAT12>3.0.CO;2-P](https://doi.org/10.1002/1098-108X(200012)28:4<436::AID-EAT12>3.0.CO;2-P)

Fairburn, C. G., & Brownell, K. D. (2013). *Eating Disorders and Obesity, Second Edition: A Comprehensive Handbook*. Guilford Publications.

Ferster, C. B., Nurnberger, J. I., & Levitt, E. B. (1996). The control of eating. 1962. *Obesity Research*, 4(4), 401–410.

Frazier, C. R. M., Mason, P., Zhuang, X., & Beeler, J. A. (2008). Sucrose Exposure in Early Life Alters Adult Motivation and Weight Gain. *PLoS ONE*, 3(9), e3221. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0003221>

Giel, K. E., Bulik, C. M., Fernandez-Aranda, F., Hay, P., Keski-Rahkonen, A., Schag, K., Schmidt, U., & Zipfel, S. (2022). *Binge eating disorder*. *Nature Reviews Disease Primers*, 8(1), 1–19. <https://doi.org/10.1038/s41572-022-00344-y>

Hagan, M. M., & Moss, D. E. (1997). Persistence of binge-eating patterns after a history of restriction with intermittent bouts of refeeding on palatable food in rats: implications for bulimia nervosa. *The International Journal of Eating Disorders*, 22(4), 411–420. [https://doi.org/10.1002/\(sici\)1098-108x\(199712\)22:4<411::aid-eat6>3.0.co;2-p](https://doi.org/10.1002/(sici)1098-108x(199712)22:4<411::aid-eat6>3.0.co;2-p)

Hagan, M. M., Wauford, P. K., Chandler, P. C., Jarrett, L. A., Ryabak, R. J., & Blackburn, K. (2002). A new animal model of binge eating: Key synergistic role of past caloric restriction and stress. *Physiology & Behavior*, 77(1), 45–54. [https://doi.org/10.1016/S0031-9384\(02\)00809-0](https://doi.org/10.1016/S0031-9384(02)00809-0)

Haththotuwa, R. N., Wijeyaratne, C. N., & Senarath, U. (2020). Chapter 1 - Worldwide epidemic of obesity. Em T. A. Mahmood, S. Arulkumaran, & F. A. Chervenak (Orgs.), *Obesity and Obstetrics (Second Edition)* (p. 3–8). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-817921-5.00001-1>

- Herrnstein, R. J. (1961). Relative and absolute strength of responses 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>
- Leite, E. F. C., Terhoch, G. B., & Almeida, P. E. M. (2022). Compulsão Alimentar em Ratas: Uma Replicação Sistemática de Hagan e Moss (1997). *Acta Comportamentalia: Revista Latina De Análisis Del Comportamiento*, 30(4). Recuperado a partir de <https://www.revistas.unam.mx/index.php/acom/article/view/83981>
- Leite, E. F. C., Almeida, P. E. M., & Guedes, M. L. (2019). Modelos experimentais de alterações no comportamento alimentar. Em Gioia, P. S. & Azoubel, M. S. (Orgs.) *Estudos em Análise do Comportamento e Saúde*: CRV. doi 10.24824/978854443290.7.
- Leite, E. F. C., Lopes, L. C. M., Almeida, P. E. M. & Guedes, M. L. (2013). Magnitude do reforço e ordem de exposição ao alimento: uma investigação de variáveis que alteram o valor reforçador de ração regular e palatável. (Artigo publicado 25 na página do 23º encontro de IC da PUC-SP/2014). In http://www4.pucsp.br/ic/23encontro/artigos_premiados_da_22a.html.
- López-Espinoza, A., Martínez, A. G., Díaz, F., Franco, K., Aguilera, V., Gurí Hernandez, S., Cárdenas-Villalvazo, A., & Magaña, C. R. (2010). Inhibition of binge eating by changes of feeding context. *Revista Mexicana de Análisis de La Conducta*, 36(2), 185–197. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0185-45342010000200013&lng=es&nrm=iso&tlng=en
- Lima, B. (2022). *Acompanhadas pelo SUS, mais de 340 mil crianças brasileiras entre 5 e 10 anos possuem obesidade*. Ministério da Saúde. Recuperado 22 de maio de 2023, de <https://www.gov.br/saude/pt-br/assuntos/noticias/2022/setembro/acompanhadas-pelo-sus-mais-de-340-mil-criancas-brasileiras-entre-5-e-10-anos-possuem-obesidade>

- Mais da metade dos brasileiros estava com sobrepeso em 2021.* (2022, April 8). Agência Brasil. <https://agenciabrasil.ebc.com.br/saude/noticia/2022-04/mais-da-metade-dos-brasileiros-estava-com-sobrepeso-em-2021>
- Moraes, B. A., & Almeida, P. E. de M. (2018). An interventional proposal for binge eating among individuals who have undergone bariatric surgery. *Psicol. Teor. Prát*, 329–342. http://pepsic.bvsalud.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1516-36872018000300013
- Obesity and overweight.* (2021). World Health Organization. <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/obesity-and-overweight>
- Orsso, C. E., Colin-Ramirez, E., Field, C. J., Madsen, K. L., Prado, C. M., & Haqq, A. M. (2020). Adipose Tissue Development and Expansion from the Womb to Adolescence: An Overview. *Nutrients*, 12(9), 2735. <https://doi.org/10.3390/nu12092735>
- Pierce, W. D., & Cheney, C. D. (2004). Choice and preference. In *Behavior analysis and learning* (3^a ed., pp. 235-268). Psychology Press.
- Reiss, S., & Havercamp, S. (1996). The sensitivity theory of motivation: Implications for psychopathology. *Behaviour Research and Therapy*, 34(8), 621–632. [https://doi.org/10.1016/0005-7967\(96\)00041-1](https://doi.org/10.1016/0005-7967(96)00041-1)
- Rehn, S., Raymond, J. S., Boakes, R. A., & Leenaars, C. H. C. (2022). A systematic review and meta-analysis of animal models of binge eating - Part 1: Definitions and food/drink intake outcomes. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*, 132, 1137-1156. <https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2021.10.036>
- Roane, H. S. (2008). On The Applied Use of Progressive-Ratio Schedules of Reinforcement. *Journal of Applied Behavior Analysis*, 41(2), 155–161. <https://doi.org/10.1901/jaba.2008.41-155>

- Rowland, N. E. (2007). Food or fluid restriction in common laboratory animals: balancing welfare considerations with scientific inquiry. *Comparative Medicine*, *57*(2), 149–160.
- Snyckerski, S., Laraway, S., Huitema, B. E., & Poling, A. (2004). The effects of behavioral history on response acquisition with immediate and delayed reinforcement. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, *81*(1), 51–64.
<https://doi.org/10.1901/jeab.2004.81-51>
- Wang, L., Martínez Steele, E., Du, M., Pomeranz, J. L., O'Connor, L. E., Herrick, K. A., Luo, H., Zhang, X., Mozaffarian, D., & Zhang, F. F. (2021). Trends in Consumption of Ultraprocessed Foods Among US Youths Aged 2-19 Years, 1999-2018. *JAMA*, *326*(6), 519–530. <https://doi.org/10.1001/jama.2021.10238>
- Wojnicki, F. H. E., Babbs, R. K., & Corwin, R. L. W. (2010). Reinforcing efficacy of fat, as assessed by progressive ratio responding, depends upon availability not amount consumed. *Physiology & Behavior*, *100*(4), 316–321.
<https://doi.org/10.1016/j.physbeh.2010.03.004>

APÊNDICE A
INFORMAÇÕES NUTRICIONAIS DOS ALIMENTOS

- Pelotas de ração 45 mg da caixa operante (Bioserv® Dustless precision pallets- rodent grain-based diet)

Ingredientes: Milho moído, flocos de banana, farelo de soja desengordurado, farelo de glúten de milho, trigo moído, farelo de glúten de milho, farinha de peixe, feno desidratado de alfafa, caseína, soro de leite em pó, sacarose, frutose, dextrose, polpa de beterraba desidratada, óleo de soja, gordura animal suína (preservada com BHA), levedura de cerveja desidratada, mistura mineral, mistura de vitaminas, estearato de magnésio, DL-metionina, cloreto de colina, propionato de sódio, ácido ascórbico, caulino

Tabela nutricional (%/gr): Proteínas: 25,4%

Carboidratos: 64,5%

Gorduras: 10,1%

Proteínas	25,4%/gr
Carboidratos	64,5%/gr
Gorduras	10,1%/gr
Total de calorias	3,35 kcal/gr

- Pelotas de açúcar (Bioserv® sucrose dustless precision pallets 45mg): Ingredientes: Sacarose, dextrose, estearato de magnésio, silicato de cálcio, óleo mineral.

Tabela Nutricional(%/gr):

Proteínas	0,0 %/gr
Carboidratos	98,7 %/gr
Gorduras	1,3%/gr
Total de calorias	3,84 kcal/gr

- Ração regular da caixa viveiro (NUVILAB CR – 1 AUTOCLAVÁVEL):

Ingredientes: milho integral moído, farelo de soja, farelo de trigo, carbonato de cálcio, fosfato bicalcico, óleo de soja degomado, cloreto de sódio (sal comum), vitamina A, vitamina D3, vitamina E, vitamina K3, vitamina B1, vitamina B2, vitamina B6, vitamina B12, niacina, pantotenato de cálcio, ácido fólico, biotina, cloreto de colina, sulfato de ferro, sulfato de manganês, sulfato de zinco, sulfato de cobre, iodato de cálcio, selenito de sódio, sulfato de cobalto, lisina, metionina, B.H.T.

Níveis de garantia por kg: umidade máxima 125g; proteína bruta mínima 220 g; extrato etéreo mínimo 40g; matéria mineral máxima 90g; matéria fibrosa máxima 70g; cálcio mínimo 10g e máximo 14g; fósforo mínimo 8.000 mg.

Vitaminas por kg: vitamina A mínimo 13.000 UI; vitamina D3 mínimo 2.000UI; vitamina E mínimo 34 UI; vitamina K3 mínimo 3mg; vitamina B1 mínimo 5mg; vitamina B2 mínimo 6mg; vitamina B6 mínimo 7mg; vitamina B12 mínimo 22 mg; niacina mínimo 60mg; ácido pantotênico mínimo 20mg; ácido fólico mínimo 1mg; biotina mínimo 0,05 mg; colina mínimo 1.900 mg.

Minerais por kg: sódio mínimo 2.700 mg; ferro mínimo 50mg; manganês mínimo 60mg; zinco mínimo 60mg; cobre mínimo 10mg; iodo mínimo 2mg; selênio mínimo 0,05mg; cobalto mínimo 1,5mg; fluor máximo 80mg.

Aminoácidos por kg: lisina mínimo 12g; metionina mínimo 4.000mg.

Aditivos por kg: BHT 100mg.

- Açúcar em cubos da caixa viveiro (União):

Ingredientes: Açúcar refinado em cubos

Tabela Nutricional 6gramas/2 cubos

Carboidratos	100%
Total de calorias	24 kcal/6gr (4 kcal/Gr)

- Biscoitos amanteigados (Butter cookies Santa Edwirges):

Ingredientes: Farinha de trigo enriquecida com ferro e ácido fólico, açúcar, gordura vegetal, manteiga, sal, ovo em pó, emulsificante (lecitina de soja), fermentos químicos em pó (bicarbonato de sódio e bicarbonato de amônio) e aromatizantes.

Informações Nutricionais:

Porção de 30 g Valor energético 142 kcal; Carboidratos 19 g (6% VD*); Proteínas 2,5 g; Gorduras totais 6,2 g; Gorduras saturadas 2,9 g; Gorduras trans 0 g; Fibra alimentar 0,9 g; Sódio 60 mg

Informações Nutricionais (por grama)

	Grain pellets	Sugar pellets	Quimtia	Açúcar União	Biscoitos Edwiges	Unidade
Calorias	3.35	3.84	3.39	4.00	4.73	cal/g
Carboidratos	0.54	0.95	0.54	1.00	0.63	g
Gorduras	0.04	0.01	0.04	0.00	0.21	g
Proteína	0.21	0.00	0.22	0.00	0.08	g
Fibra	0.04	0.00	0.07	0.00	0.03	g
Sódio	3.41	0.00	-	0.00	2.00	mg

APÊNDICE B

FOLHAS DE REGISTRO

Folhas de Registro (fase 1, 2 e pesagem)

Sujeitos	Peso em gr	Ração deixada caixa viveiro	Sobra de Ração na caixa viveiro	Açúcar deixado	Sobra Açúcar	Respostas na barra esquerda	Respostas na barra direita	Sobra açúcar	Sobra ração	Pelotas de sacarose 45 mg	Pelotas de ração regular 45 mg
1											
2											
3											
4											
5											
6											
7											
8											

Folha de Registro Fase 3 e 4

Sujeitos	Peso em gr	Consumo em gr na caixa viveiro	Respostas na barra esquerda	Respostas na barra direita	Sobra açúcar	Sobra ração	FR máximo atingido	Pelotas de sacarose 45 mg	Pelotas de ração regular 45 mg
1									
2									
3									
4									