

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS  
CENTRO DE EDUCAÇÃO E CIÊNCIAS HUMANAS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM PSICOLOGIA

**COMPORTAMENTO COORDENADO E INDIVIDUAL EM DUPLAS DE  
RATOS SOB ESQUEMA DE INTERVALO VARIÁVEL<sup>1</sup>**

Letícia dos Santos

São Carlos – SP

2020

---

<sup>1</sup> Dissertação de Mestrado financiada pela Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP), (Processo #2019/07027-8). A pesquisa também contou com a participação do aluno de iniciação científica e bolsista Marcelo Afonso Keller Ferreira Lima (Processo #2019/22411-9)

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS  
CENTRO DE EDUCAÇÃO E CIÊNCIAS HUMANAS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM PSICOLOGIA

COMPORTAMENTO COORDENADO E INDIVIDUAL EM DUPLAS DE  
RATOS SOB ESQUEMA DE INTERVALO VARIÁVEL

Letícia dos Santos

Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação em Psicologia da Universidade Federal de São Carlos para obtenção do título de mestre em Psicologia, com concentração em Comportamento e Cognição.

**Área de concentração:**

Comportamento e Cognição

**Orientação:** Deisy das Graças de Souza

São Carlos – SP

2020



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS**

Centro de Educação e Ciências Humanas  
Programa de Pós-Graduação em Psicologia

---

**Folha de Aprovação**

---

Defesa de Dissertação de Mestrado da candidata Letícia dos Santos, realizada em 03/03/2021.

**Comissão Julgadora:**

Profa. Dra. Deisy das Graças de Souza

(UFSCar) Prof. Dr. Angelo Augusto Silva

Sampaio (UNIVASF) Prof. Dr. Marcelo

Salvador Caetano (UFABC)

Dissertação financiada Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES; (01/03/2019 a 31/05/2019) por meio de bolsa de Mestrado concedida à Letícia dos Santos e pela Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP; Processo #2019/07027-8, de 01/06/2019 a 28/02/2021). O financiamento da FAPESP também foi fornecido para a participação do aluno de iniciação científica e bolsista Marcelo Afonso Keller Ferreira Lima (Processo #2019/22411-9). A Pesquisa foi desenvolvida no Laboratório de Psicologia da Aprendizagem (LPA) e é parte do programa do Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia sobre Comportamento, Cognição e Ensino/ INCT-ECCE (CNPq, Processo 465686/2014-1; FAPESP, Processo 2014/50909-8; CAPES #8887.136407/2017-00).

## **Agradecimentos**

Eu gostaria de dedicar essa dissertação ao vô Toninho, que esteve e está presente nas minhas lembranças mais genuínas da infância e adolescência. As memórias que tenho deste senhorzinho, alfabetizado aos 20 anos, falando: “estuda, fia, é a melhor coisa que você pode fazer na vida”, guiaram meu coração e meus estudos durante a graduação e pós-graduação, e continuarão guiando para o resto de minha vida.

Essa dissertação de mestrado, assim como todo o meu percurso na Psicologia, não teriam se realizado se não fosse o apoio incondicional dos meus pais, Silene e Wendel, e da minha irmã, Larissa. Obrigada por estarem sempre presentes, do jeito que fosse possível, e por me mostrarem que eu podia seguir com meus sonhos, que vocês estariam lá para me receber em qualquer condição. Às minhas avós, vó Zola e vó Angela, também deixo meu agradecimento pelos terços rezados, velas acesas, os agrados e o amor genuíno por mim.

Agradeço aos meus professores e professoras do curso de Psicologia da UFSCar, que tanto me ensinaram, apresentando como a Psicologia é ampla em sua forma de enxergar o mundo, mas todas essas formas devem ter em comum o cuidado e o respeito às histórias de cada um. Destaco a participação especial do Marcelo e da professora Mariéle, que me iniciaram no mundo da pesquisa científica em Análise do Comportamento, que foi o caminho que me encantou e pelo qual seguirei para enxergar os fenômenos na realidade em que vivo. Sou muito grata e privilegiada pela “adoção” e pelo carinho.

Apoiando o meu interesse pela Ciência e pela Análise do Comportamento, a professora Deisy me aceitou como orientanda desde o terceiro ano da graduação até esta dissertação, e continuará sendo minha mestra quando eu pensar em modelos de desejo e prática de mudanças, em vontade de ensinar e aprender, em compromisso social, em ética,

em dedicação, e em todas as outras coisas que fizeram com que eu me encantasse pelo mundo do qual ela é parte: a ciência psicológica e seu papel social. Minha gratidão por tudo isso e pelos momentos de acolhimento diante de dificuldades pessoais é enorme e eterna.

Agradeço às agências de fomento e incentivo da ciência: CAPES, FAPESP e CNPq, que sustentam o Instituto de pesquisa do qual faço parte, oferecem bolsas para alunos e alunas com interesse em pesquisa (no caso específico deste projeto, a bolsa da FAPESP – Processo #2019/07027-8) e proporcionam condições para que a ciência brasileira seja construída por profissionais que podem se dedicar ao difícil trabalho de produção de conhecimento. Sem dinheiro não se come, e também não se faz ciência.

Dentro do contexto das parcerias deste trabalho, eu não poderia deixar de agradecer o Marcelo Keller, aluno de iniciação científica que tanto me auxiliou para que esta dissertação fosse concluída. Sua disposição em aprender, coletar, analisar dados e discutir sobre o tema foram essenciais para construir os elementos que fazem parte desta dissertação, assim como foi na minha motivação diária em cada dia de escrita, de estudo e de elaborações necessárias para concluir essa etapa.

Sou imensamente grata ao meu n(amor)ado Lucas, que tanto me apoiou e incentivou em momentos de desânimo, e se empolgou comigo nos momentos de alegrias e conquistas. Você é um presente na minha vida.

Outros grandes presentes que ganhei com o mestrado foram as amizades, que foram fonte de apoio, conforto e descontração. Dentre tantas pessoas que encontrei neste caminho, queria mencionar especialmente a Mayara, a Denise e o Rafael, com quem compartilhei muito dessa experiência. Eu não seria justa se não destacasse a Mayara como amiga, parceira, que esteve do meu lado (mesmo distante fisicamente) nos momentos mais tristes e mais felizes que vivi, e viveu comigo como se tudo acontecesse à ela

também. Ter uma amizade para te dar a mão e ir junto com você é como uma loteria da vida, e eu fui felizmente sorteada.

Por último, mas não menos importante, deixo meu agradecimento aos profissionais de saúde, que têm lutado arduamente para a preservação da vida em momento de pandemia sem o devido suporte do Estado. Eu gostaria de ressaltar os psicólogos e psicólogas que têm dado suporte aos sobreviventes desse caos, cheios de demandas, medos, restrições e tantos outros sentimentos intensificados. Um agradecimento em especial à “minha” psicóloga, Vanessa Franchini, que me deu suporte desde muito antes, e viveu comigo todas as etapas da minha vida desde quando iniciei no mundo da pesquisa, me ajudando a passar por momentos muito delicados. Este trabalho não seria concluído se não fosse seu profissionalismo, e também a sua singularidade como uma pessoa extremamente sensível ao outro.

Sozinhos não somos ninguém, e por isso sou grata a cada pessoa que fez parte de algum momento da minha vida até aqui.

## Sumário

Introdução .....	11
Método .....	17
Sujeitos .....	17
Equipamentos .....	17
Procedimento Geral .....	18
Treino pré-experimental .....	19
Definição de respostas coordenadas .....	19
Detalhamento das etapas do procedimento.....	22
Contingência coordenada em esquema de intervalo variável (VI) – Condição Coordenada. ....	22
Contingência individual em esquema de intervalo variável (VI) – Condição Individual. ....	23
Medidas de respostas individuais e coordenadas.....	24
Análise de dados .....	25
Resultados .....	26
Taxa de Reforços .....	26
Taxa global de Respostas (R/Min) .....	28
Taxa de Respostas Cooperativas Coordenadas (R Coord/Min).....	30
Porcentagem de Respostas Coordenadas .....	33
Pausas Pós-Reforço (PRPs) e intervalos entre respostas (IRT) ao longo do intervalo.....	33
Taxa Local de Respostas .....	37
Curvas acumuladas de respostas.....	40
Discussão .....	42
Rerefências.....	49
Anexos .....	52
Anexo 1.....	52
Anexo 2.....	53

dos Santos, L. (2021). Comportamento coordenado e individual em duplas de ratos sob esquema de intervalo variável. Dissertação de Mestrado.. Programa de Pós Graduação em Psicologia. Universidade Federal de São Carlos, SP, Brasil. xx páginas.

## Resumo

O comportamento coordenado de dois ou mais indivíduos está sujeito à seleção pelas consequências do ambiente, do mesmo modo que o comportamento operante individual. Estudos prévios utilizaram um procedimento de interdependência para a investigação da relação resposta-reforço e dos efeitos do tipo de esquema de reforço sobre o comportamento coordenado. Um dos estudos investigou os efeitos da manipulação paramétrica em esquemas de razão-fixa (FR 1, 6, 12, 18, 24, 30, 50 e 70), sobre o desempenho de duplas de ratos, sob duas condições, uma que requeria respostas temporalmente coordenadas dos dois membros de cada dupla e outra em que o reforçador era liberado para respostas individuais independentes (Condição Coordenada *versus* Individual). A Condição Individual forneceu um importante controle, pela medida da distribuição temporal das respostas dos dois ratos de cada dupla que trabalhavam simultaneamente e permitiu identificar ocorrências que atingiriam o critério de coordenação, caso estivesse em vigor. Os resultados mostraram que a função que relaciona a taxa total de respostas ao tamanho da razão teve a forma de U invertido, tanto para respostas coordenadas quanto para as respostas dos sujeitos que trabalharam individualmente, replicando a função obtida com organismos individuais em estudos prévios. As características de respostas coordenadas também replicaram as obtidas com organismos individuais: quanto maior o tamanho da razão, maiores as pausas pós reforço. Considerando a linha de investigação sobre respostas coordenadas e esquemas de reforço, o presente estudo teve por objetivo investigar o comportamento coordenado como função de parâmetros de esquemas de intervalo variável (VI), que gera padrões diferentes do esquema de FR, visando ampliar o entendimento dos processos de seleção de respostas coordenadas entre ratos. Planejado como uma replicação sistemática, em que a principal variável é a taxa do reforço e sua distribuição variável, o estudo explorou os valores VI 5 s, 10 s, 20 s, 40 s, 60 s, 80 s, 120 s, 160 s e 320 s para uma condição com requisito de coordenação entre as duplas, e os valores de VI 5, 10 s, 20 s, 40 s e 80 s para uma condição sem requisito de coordenação entre ratos. Foram empregadas seis duplas de ratos, três para cada condição. Os resultados mostraram que a função que relaciona parâmetros de respostas e taxa de reforços é uma função bitônica, em formato de U invertido: a taxa total de respostas e outras medidas do responder aumentaram com o aumento da taxa de reforços, até atingir um valor assintótico e diminuíram sob taxas mais altas de reforços, quando os intervalos entre reforços sucessivos ficaram muito curtos. Esta função tem a mesma forma relatada em extensa literatura sobre o esquema de VI para respostas individuais, evidenciando que o presente estudo replicou os dados para sujeitos individuais e os estendeu para o comportamento coordenado de duplas de sujeitos operando em conjunto para a obtenção do reforço para cada um. Observou-se, ainda, que a contingência que exigia coordenação teve papel relevante na seleção do responder coordenado entre as duplas, gerando taxas e porcentagens de respostas coordenadas maiores quando comparadas aos dados dos sujeitos expostos ao esquema individual. Os resultados estendem a linha de pesquisa que vem investigando os padrões de responder coordenado mantido sob esquemas intermitentes de reforço.

*Palavras-chave:* comportamento coordenado, esquemas de reforço, intervalo variável, água, ratos

dos Santos, L. (2021). Coordinated and individual behavior of pairs of rats under variable-interval schedule of reinforcement. Master's Thesis. Psychology Post-Graduation Program, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, SP, Brazil. xx pages.

### **Abstract**

The combined behavior of two or more individuals is subject to selection by the consequences of the environment, in the same way as individual operant behavior. Previous studies used an interdependence procedure to investigate the response-reinforcement relationship and the effects of the type of reinforcement schedule on coordinated behavior. One of the studies investigated the effects of parametric manipulation in a fixed-ratio schedule (FR 1, 6, 12, 18, 24, 30, 50, and 70), on the performance of pairs of rats, under two conditions, one that required temporally coordinated responses of the two members of each pair, and another in which the reinforcer was delivered for independent individual responses (Coordinated versus Individual Condition). The results obtained showed that the function that relates the total rate of responses to the size of the reinforcement ratio had an inverted U shape, both for coordinated responses and for the responses of rats that worked individually, replicating the function obtained with individual organisms in previous studies. The coordinated response patterns also replicated those obtained with individual organisms: the higher the ratio of the schedule, the higher was post-reinforcement pauses. Considering researches on coordinated responses and reinforcement schedules, the present study aimed to investigate coordinated behavior as a function of parameters of variable-interval schedules (VI), that generates different patterns from the FR schedules, aiming to increase the understanding of selection processes of coordinated responses among rats. Planned as a systematic replication, where the main variable now is the rate of reinforcement and its variable distribution, the study explored the VI 5, 10 s, 20 s, 40 s, and 80 s intervals for a condition with no coordination requirement among rats, and the VI 5 s, 10 s, 20 s, 40 s, 60 s, 80 s, 120 s, 160 s and 320 s for a condition with a coordination requirement among the pairs, which were compared to each other. Six pairs of rats were used, three pairs for each condition. The results obtained indicated a bitonic function, in an inverted U shape, which relates response rate and reinforcement rate, replicating data from the extensive literature on the VI schedule for individual responses. This function was observed in the global response rates for the Coordinated Condition and Individual Condition, in the rate of coordinated and “equivalent” responses to the coordinated responses, and in the percentage of coordinated responses in both conditions. In addition, it was observed that the contingency of the schedule that required coordination had a relevant role in the selection of the coordinated response among the pairs, generating higher rates and percentages of coordinated responses when compared to the data of the subjects exposed to the individual schedule. The results extend the research line that has been investigating coordinated responses patterns under intermittent schedules of reinforcement.

*Key words:* coordinated behavior, schedules of reinforcement, variable-interval, water, rats

## Introdução

O comportamento combinado de dois ou mais indivíduos, assim como o operante de organismos individuais, está sujeito à seleção pelas consequências do ambiente (Keller & Schoenfeld, 1950). A combinação de comportamento, que pode assumir características de uma unidade de análise, é o que denominamos no presente estudo de cooperação, mais precisamente, de coordenação. O comportamento de cooperar pode ser estudado experimentalmente, dentre outras possibilidades, sob o procedimento interdependente, que requer respostas de todos os indivíduos envolvidos no episódio social (permitindo variação no grau de participação de cada membro) para que todos tenham acesso à consequência (Hake & Vukelich, 1972).

Estudos que utilizaram o procedimento de interdependência mostraram aquisição e manutenção dos comportamentos de cada organismo (e.g., Azrin & Lindsley, 1956; Lindsley, 1966; de Carvalho et al., 2018; Łopuch & Popik, 2011; Skinner, 1962; Toledo & Benvenuti, 2015; 2018;) quando a consequência para o comportamento de um dependia também do comportamento do outro. Um desses estudos (Tan & Hackenberg, 2016; Experimento 1) investigou se o comportamento coordenado de três duplas de ratos seria selecionado a partir da contingência de reforçamento mútuo para respostas combinadas temporalmente, ou se a aparente cooperação seria um artefato do controle de consequências sobre respostas individuais (ver Vogler, 1968). Para este, e os próximos estudos que serão descritos, as respostas coordenadas ou cooperativas são definidas como duas respostas consecutivas de pressão à barra, uma de cada rato, com o requisito de um intervalo máximo entre elas de 0,5 s.

Uma condição de linha de base para o comportamento de cooperação (Condição A) foi comparada com outras duas condições planejadas como controle, nas quais não havia o requisito de respostas coordenadas para o reforçamento mútuo (Condições B e

C). As condições foram manipuladas na sequência ABACA. Na Condição A, o comportamento coordenado de pressão à barra da dupla era reforçado sob um esquema de reforçamento contínuo (CRF); na Condição B, foi programado um esquema de tempo variável (VT), ou seja, apresentação do evento reforçador (água) era independente de quaisquer respostas; na Condição C, o requisito para liberação de água para os dois membros da dupla era a ocorrência de apenas uma resposta de um dos sujeitos, após a passagem de um intervalo, que variava ao longo da sessão (i.e., esquema de intervalo-variável [VI]). Os autores observaram uma maior proporção de respostas cooperativas coordenadas (respostas cooperativas coordenadas/total de respostas) na Condição A quando comparada às duas outras condições (Condição B e C). Portanto, a condição em CRF estabeleceu uma relação entre respostas cooperativas coordenadas e consequências reforçadoras, o que não ocorreu nas outras duas condições, indicando o controle da contingência programada sobre o comportamento cooperativo coordenado.

Em um estudo subsequente, de Carvalho et al. (2018; Experimento 1) replicaram e ampliaram os dados de Tan e Hackenberg (2016) ao comparar o responder cooperativo coordenado de duplas de ratos sob o esquema de reforçamento contínuo (FR 1) e dois esquemas intermitentes de reforço: o de razão fixa 10 (FR 10), que tinha como exigência um número fixo de 10 respostas coordenadas das duplas, e o de razão variável 10 (VR 10) em que a dupla tinha acesso aos reforçadores depois de emitidas 10 respostas coordenadas, em média. Apenas as respostas que atendessem ao critério temporal de coordenação eram contabilizadas para o esquema. Os resultados deste estudo mostraram que a taxa e a proporção de respostas cooperativas coordenadas nas condições de reforçamento intermitente foram maiores que os níveis observados sob a condição de reforçamento contínuo (FR 1). Além disso, foram observados padrões nas respostas coordenadas que são característicos dos esquemas explorados, isto é, pausas pós-reforço

seguidas por aceleração abrupta de respostas em FR (padrão denominado como *break-and-run*) e um responder caracterizado por taxa alta e constante no VR (Ferster & Skinner, 1957).

Tan e Hackenberg (2016), assim como de Carvalho et al. (2018) demonstraram a seleção da coordenação, observando como diferentes características das contingências que, no caso, são os esquemas de reforço de razão, geram (selecionam) diferentes padrões de comportamento coordenado. Em esquemas de reforço de razão a principal variável independente é o número de respostas requerido para liberação de reforçadores (e.g., Zeiler, 1977). Estudos que manipularam o requisito de respostas em esquemas de razão para respostas individuais mostraram que à medida que a exigência no número de respostas de FR e VR aumenta, a taxa de respostas sofre um aumento seguido de um decréscimo, isto é, a relação entre taxa de respostas e requisito da razão é uma função bitônica, em forma de U invertido (Bizo & Killeen, 1997; Crossman, Bonem & Phelps, 1987; Killeen, 1969).

Uma primeira exploração paramétrica de respostas coordenadas temporalmente em esquema de reforço de razão foi realizada por de Carvalho et al. (2020) investigando o esquema de razão-fixa. No estudo, respostas coordenadas de pressão à barra de duplas de ratos foram investigadas sob os seguintes parâmetros do esquema de razão-fixa (FR): 1, 6, 12, 18, 24, 30, 50 e 70. As duplas foram colocadas em duas caixas de condicionamento operante arranjadas de maneira adjacente, com cada rato separado por uma placa de acrílico. Cinco duplas de ratos foram expostas aos valores de FR sob contingência para respostas coordenadas, em que a razão do esquema determinava o número de respostas coordenadas requeridas da dupla para liberação do reforço para os dois indivíduos. Os resultados, além de replicar de Carvalho et al. (2018), mostraram que a função que relaciona a taxa total de respostas ao tamanho da razão teve a forma de U

invertido para respostas coordenadas, replicando a função obtida com organismos individuais em estudos prévios (e.g, Bizo & Killeen, 1997; Killeen, 1969). A contingência de coordenação resultou em uma proporção de respostas coordenadas, realizadas pelas duplas, em função do aumento do requisito da razão que se distribuiu de acordo com a função em U invertido. Porém, as respostas independentes, que não contaram como respostas que entraram para a contingência de coordenação, variaram de forma assistemática. As características das respostas coordenadas também replicaram as obtidas com organismos individuais: quanto maior a razão do esquema, maiores as pausas pós reforço. No estudo, também foi realizado uma condição controle, posterior à exposição a todos os valores de FR, que comparou uma contingência de coordenação em FR 9 (A) entre uma contingência em que houve um “relaxamento” do requisito de coordenação para 5 s (B), e foram arranjadas em ordem de exposição ABA, de forma a comparar o efeito do requisito de coordenação entre os próprios sujeitos. Tanto as taxas quanto a proporção das respostas coordenadas foram maiores na condição de coordenação mais restrita, quando comparada à contingência afrouxada, o que indica que os ratos responderam coordenadamente apenas diante da exigência da contingência de coordenação.

Os estudos descritos trazem contribuições importantes relacionadas ao comportamento de cooperação e/ou coordenação de respostas em esquemas de razão, em que a variável crítica é a exigência do número de respostas dos indivíduos. Porém, à medida em que há o aumento do requisito de resposta do esquema, o animal irá aumentar o tempo de engajamento nas respostas até a obtenção do reforço, ocasionando em uma redução na taxa do reforço proporcionada na sessão.

A investigação da coordenação sob o requisito de respostas dos esquemas de reforço de razão revela outro aspecto importante quando falamos de variáveis que afetam

o desempenho do responder individual, que é a taxa de reforços obtidos pela programação de um esquema em uma dada condição. Um esquema adequado para o controle da taxa de reforços é o esquema de intervalo variável (VI), que tem como requisito para a liberação de reforçadores, uma resposta após a passagem de um intervalo de tempo, que, ao longo da sessão, varia em torno de uma média pré-estabelecida.

Catania e Reynolds, em 1968, descreveram a característica de uma curva de taxa de respostas em função da taxa de reforços gerada pelo esquema de VI. O estudo, realizado com pombos, mostrou que, ao explorar uma faixa de intervalos do esquema VI, foi obtida uma função entre as variáveis mostrando que a taxa de respostas aumenta monotonicamente e se aproxima de uma assíntota com o aumento na taxa de reforços (diminuição do intervalo do VI), formando uma curva hiperbólica. Posteriormente, Herrnstein (1970), Heyman e Monaghan (1987), Baum (1993), Killeen (1994), Baum (2015) e Baum e Grace (2020), realizaram estudos e revisões na tentativa de desenvolver um modelo de equação que considerasse, de maneira mais precisa, as variáveis que afetam a relação entre taxa de resposta e taxa de reforço, além de explorarem faixas de intervalos mais amplas que Catania e Reynolds. Estes estudos levaram à observação de que taxas de reforços mais altas geram uma diminuição na taxa de respostas, o quer dizer que, ao invés do aumento seguido de uma assíntota, como proposto por Catania e Reynolds, a curva que relaciona a taxa de resposta e taxa de reforço tem um aumento, até um pico e é seguido de uma queda, formando uma função bitônica (conforme o aumento na taxa de reforço). Essa queda é referida por Baum (1993) como um decaimento (*downturn*) na taxa de respostas em condições de alta taxa de reforços.

Como continuação da recente linha de pesquisa, exemplificada pelos estudos de Tan e Hackenberg (2016) e de Carvalho et al. (2018, 2019, 2020), o presente estudo teve por objetivo conduzir uma replicação sistemática do procedimento de de Carvalho et al.

(2020), investigando respostas coordenadas de duplas de ratos sob um esquema de reforço em VI, com manipulação paramétrica das durações do VI. A pergunta central foi se o desempenho coordenado e o desempenho individual, sob diferentes durações de VI, teriam ou não as características típicas, em termos de taxas e distribuição de respostas e reforços, daqueles observados em estudos que manipularam o esquema de intervalo variável com organismos individuais (e.g., Baum, 1993; Baum & Grace, 2020).

Duplas de ratos foram divididas em dois grupos, ambos expostos ao esquema de VI. As duplas da Condição Coordenada foram submetidas aos esquemas de VI sob contingências em que o fornecimento de consequência para ambos os ratos era dependente da ocorrência de respostas coordenadas (definidas como duas respostas consecutivas de pressão à barra, uma de cada rato, dentro de um intervalo menor ou igual a 0,2 s entre ambas) entre os dois ratos das duplas. Na Condição Individual, por sua vez, os ratos foram submetidos ao mesmo tipo de esquema (VI), porém a consequência para cada rato era dependente apenas de ocorrências de suas próprias respostas individuais, independente do comportamento do outro membro da dupla. Portanto, duas variáveis independentes foram manipuladas neste estudo: uma ocorrendo no nível intra-condição e a outra no nível entre-condições. A variável independente intra-condição foi a duração do intervalo variável. A variável independente entre-condições foi o tipo de resposta requerido para a produção de consequências no esquema de VI, isto é, após o transcurso de cada valor do VI: a primeira resposta individual independente na Condição Individual ou o primeiro episódio englobando duas respostas coordenadas na Condição Coordenada.

## **Método**

### **Sujeitos**

Foram expostos ao procedimento experimental 12 ratos *Wistar* machos provenientes do Biotério Central da Universidade Federal de São Carlos (UFSCar) com três meses de idade no início do experimento. Os ratos foram inicialmente divididos em seis duplas, escolhidas de acordo com a semelhança dos pesos entre eles e, posteriormente, as duplas foram separadas em dois grupos de três duplas cada. As sessões experimentais foram realizadas diariamente.

Os ratos eram mantidos em pares, em caixas de polipropileno (30 cm x 30 cm x 50 cm) com cama de maravalha, no biotério do Laboratório de Psicologia da Aprendizagem (LPA) do Departamento de Psicologia (DPsi) da UFSCar. Cada dupla foi mantida em uma única caixa. Os animais ficaram alojados em uma sala com temperatura média de 23°C e umidade relativa por volta de 50% e, sob um ciclo de 12h/12h claro/escuro, com livre disponibilidade de ração e privação de água de aproximadamente 23h antes das sessões experimentais. Após 10 min do fim da sessão, os ratos tinham de 10 a 60 min de livre acesso à água. O peso dos ratos era registrado diariamente antes das sessões experimentais para o monitoramento da saúde dos animais.

Todas as condições de manejo dos ratos estavam de acordo com os princípios éticos para o uso de animais de laboratório estabelecidos pela Sociedade Brasileira de Ciência em Animais de Laboratório (SBCAL). O experimento foi submetido e aprovado pela Comissão de Ética em Experimentação Animal da Universidade Federal de São Carlos (CEUA/UFSCar; No 1442180419), e seguiu as normas e preceitos elaborados pelo Conselho Nacional de Controle de Experimentação Animal (CONCEA; ver Anexo 2).

### **Equipamentos**

Foram usadas quatro caixas experimentais de condicionamento operante (26 cm x

24 cm x 20,5 cm), duas pra cada grupo. Para o grupo submetido à contingência cooperativa, as duas caixas experimentais eram alojadas em pares dentro de caixas maiores de isolamento acústico (Figura 1f), com exaustores (Figura 1e), desde o treino pré-experimental de respostas individuais. As caixas eram posicionadas paralelamente uma à outra, separadas por uma parede de acrílico transparente, de forma que as barras de resposta ficassem posicionadas lado a lado (como ilustrado na Figura 1). Para o grupo submetido à contingência individual, cada caixa era alocada individualmente em uma caixa de isolamento acústico.

As caixas de condicionamento operante eram equipadas, cada uma, com uma barra de respostas de aço inoxidável cilíndrica (5 cm x 0,5 cm x 0,3 cm), fixada por uma haste do mesmo material e localizada a 13,5 cm das laterais da caixa (Figura 1a), havendo uma distância de 27 cm entre as duas barras. A água era disponibilizada por meio de uma concha (0,06 ml de água), por 2 s, cujo acesso era permitido por meio de uma abertura circular localizada abaixo de cada barra (Figura 1b). Uma luz LED branca ficava instalada do lado de fora de cada caixa, 13 cm acima do piso (Figura 1c) de hastes de aço inoxidável (Figura 1d), arranjadas paralelamente.

Os procedimentos experimentais eram controlados por um *software* escrito em *Visual Basic 2010 Express* (de Carvalho, 2019), visando o controle automático das variáveis e o registro de dados. Para isso, cada par de caixas fazia conexão com uma interface (modelo ADU208 USB Relay I/O), que, por sua vez, era conectada a um *laptop* (da marca Dell®).

### **Procedimento Geral**

Para a realização de cada sessão, a dupla de ratos era transportada da caixa viveiro até a respectiva caixa experimental, permanentemente definida para cada um antes do início da pesquisa. A disposição das caixas experimentais era diferenciada conforme a

condição experimental: para a Condição Coordenada, as caixas eram dispostas lado a lado, sendo as sessões realizadas, portanto, em uma mesma caixa de isolamento acústico (ver disposição na Figura 1); as sessões do grupo de Condição Individual eram realizadas em caixas experimentais individuais, cada uma alocada em uma caixa de isolamento acústico diferente.

### ***Treino pré-experimental***

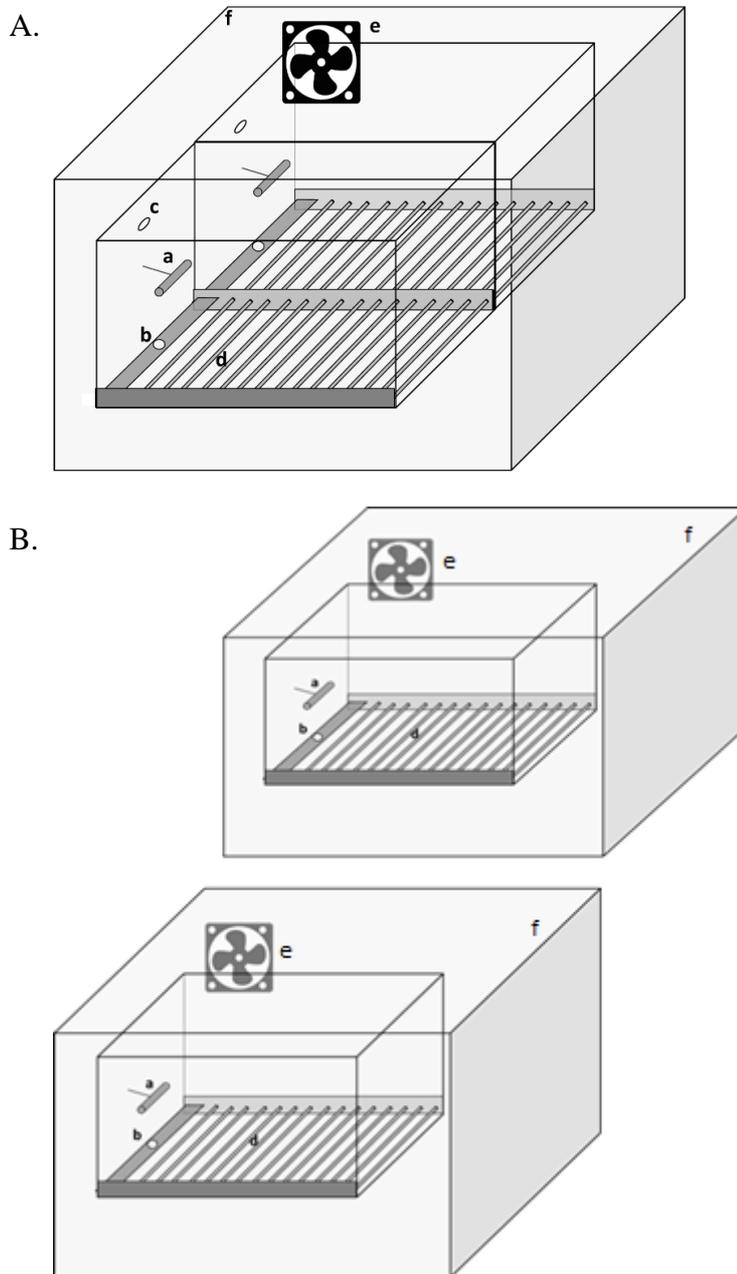
Um treino pré-experimental foi realizado antes da exposição às condições do experimento. Para cada rato, após um treino ao bebedouro, a resposta de pressão à barra foi modelada pelo procedimento de reforço diferencial e aproximações sucessivas (Skinner, 1953; Matos & Tomanari, 2002). Depois que os animais passaram a responder com regularidade, foram realizadas dez sessões diárias, sob esquema de reforço contínuo (CRF ou FR1) que ficava em vigor até que o rato obtivesse 100 reforçadores. A partir de então, duplas de ratos passaram a ser expostas a sessões diárias realizadas simultaneamente, de acordo com a descrição para as duas condições experimentais.

### ***Definição de respostas coordenadas***

Eram definidas como respostas coordenadas duas respostas consecutivas de pressão à barra, uma de cada rato, com o requisito de um intervalo máximo entre elas de 0,2 s. Cada nova resposta de um sujeito iniciava a contagem de tempo; se o segundo sujeito emitisse uma resposta antes de concluído o intervalo de 0,2 s, o circuito da barra era fechado, e essa resposta de coordenação era seguida por apresentação de uma luz por 0,5s.

## Figura 1

Representação esquemática do aparato experimental



*Nota.* A. Dupla de caixas experimentais localizadas lado a lado, separadas uma da outra por um vidro transparente e acondicionadas em uma mesma caixa de isolamento acústico, para a Condição Coordenada. (a) Barras. (b) Bebedouro. (c) Luz LED branca. (d) Piso de hastes de aço inoxidável. (e) exaustor (f) caixa de isolamento acústico.

B. Caixas experimentais para a Condição Individual. Eram usadas duas dessas caixas para que, também nesta condição, cada dupla de ratos trabalhasse ao mesmo tempo, embora em caixas experimentais acondicionados em caixas de isolamento acústico separadas.

O estímulo reforçador (água) era apresentado contingente ao apagar da luz, para a primeira coordenação após transcorrido cada intervalo do esquema de VI. Durante o procedimento, a Condição Coordenada tinha as respostas coordenadas seguidas de luz; no treino pré-experimental e para a Condição Individual, as respostas coordenadas eram medidas, segundo a definição, mas não produziam o acender da luz, nem eram requisito para a liberação do reforço

A escolha do requisito de 0,2 s para respostas cooperativas foi baseada em análises de dados de estudos conduzidos no laboratório da UFSCar. Os dados indicaram que a escolha deste critério, ao invés de 0,5 s (como empregado em estudos prévios no mesmo laboratório), favoreceria uma análise de dados mais limpa, em que é possível separar as respostas coordenadas que são controladas pelo esquema, das que são subproduto das taxas das respostas individuais.

Todos os tempos dos intervalos que compõem cada média de VI foram definidos de acordo com a fórmula de Fleshler e Hoffman (1962), usando uma distribuição com 11 valores. Para os ratos da Condição Individual foram utilizados os mesmos valores de 5 s, 10 s, 20 s, 40 s, 80 s, com reexposição às durações de 20 s e 40 s, como medida de reversibilidade, sendo a exigência para o reforço de cada rato de apenas uma resposta individual após transcorrido cada intervalo do VI, estabelecido em cada condição (os valores previstos eram os mesmos da Condição Coordenada, porém a série não chegou a ser completada, uma vez que o experimento teve que ser interrompido para atender portaria da UFSCar relativa às restrições de acesso devido à pandemia por COVID-19)<sup>2</sup>.

Para ambos os grupos de cada condição, cada valor de VI permaneceu em vigor em sessões diárias até que se observassem desempenhos estáveis, isto é, cada valor de VI era

---

<sup>2</sup> Portaria GR n.º 4380, da Reitoria da UFSCar, de 20/03/2020, que trata da suspensão de aulas e atividades curriculares por tempo indeterminado.

mantido até que o desempenho da dupla se estabilizasse, de acordo com os seguintes critérios: (a) um mínimo de 10 sessões experimentais em cada condição; (b) a ausência de tendências ascendentes ou descendentes na proporção de respostas coordenadas durante as últimas três sessões; e (c) uma variação, entre as últimas três sessões, de no máximo 10% da média da proporção de respostas coordenadas obtidas nessas sessões. A proporção foi calculada usando o total de respostas coordenadas divididas pela soma das respostas independentes de cada rato e o número de respostas coordenadas da dupla.

Em todas as condições, cada sessão experimental era encerrada após a apresentação de 45 reforçadores ou após atingidos 45 min de sessão (o que ocorresse primeiro).

### **Detalhamento das etapas do procedimento**

As seis duplas de ratos foram separadas entre duas condições: três duplas foram destinadas à uma condição na qual a contingência em vigor era para a coordenação de respostas entre os ratos (Condição Coordenada) e as outras três duplas destinadas à condição de contingência em que o VI vigorava para a resposta realizada individualmente por cada rato da dupla.

*Contingência coordenada em esquema de intervalo variável (VI) – Condição Coordenada.* Nesta condição a consequência programada era fornecida ao apagar da luz, após a primeira ocorrência de uma resposta coordenada (unidade constituída de duas respostas, uma de cada rato) logo após decorrido um dos intervalos programados para cada VI. Cada duração média de VI ficava em vigor até a estabilidade e os diferentes valores de duração foram manipulados na seguinte ordem: 5 s, 10 s, 20 s, 40 s, 80 s, 120 s, 160 s, 60 s e 320 s; o intervalo de VI 60 s foi retomado a fim de reestabelecer um responder estável e constante antes do aumento para o VI 320 s e para verificar a reversibilidade das taxas ao longo da função. No VI 60 s coordenado, por exemplo, a água era liberada ao apagar da luz da primeira resposta coordenada que ocorresse depois de

transcorrido cada um dos intervalos que compunham esse esquema e cuja média era 60 s (os 11 valores foram 3, 9, 15, 23, 32, 42, 54, 69, 89, 120 e 203, por exemplo, e sua distribuição ao longoda sessão era sorteada).

O critério para a mudança de um valor de VI para outro correspondia ao critério de estabilidade para mudança de condição descrita no Procedimento Geral. O único valor que não seguiu o critério de estabilidade foi o último realizado, VI 320 s, no qual foram realizadas apenas seis sessões pelas duplas, devido à interrupção das atividades curriculares presenciais na universidade.<sup>3</sup>

*Contingência individual em esquema de intervalo variável (VI) – Condição Individual.* A consequência programada para esta fase era fornecida após a primeira resposta de pressão à barra de cada sujeito experimental que ocorresse após transcorrido cada um dos intervalos que contribuíam para a média programada para cada duração de VI. Os intervalos de VI, também programados na mesma sequência, foram 5 s, 10 s, 20 s, 40 s, 80 s, e um retorno ao VI 20 s e 40 s, para verificar a reversibilidade das taxas ao longoda função. Considerando, por exemplo, uma dupla de ratos (Rato A e Rato B) respondendo sob o VI 40 s, a água para o Rato A era liberada após a primeira resposta de pressão à barra deste rato que ocorresse depois de passado cada um dos intervalos programados. Igualmente, a água para o Rato B era liberada após a ocorrência da primeira resposta de pressão à barra deste rato depois de transcorrido cada um dos intervalos do esquema. Portanto, os esquemas para cada um dos dois ratos eram independentes (individuais).

Apesar da independência entre os esquemas, e dos animais estarem fisicamente separados, em todas as condições de contingência individual, as respostas que atingiam o

---

<sup>3</sup> Portaria GR n.º 4380, da Reitoria da UFSCar, de 20/03/2020

critério de coordenação eram registradas, porém não eram exigidas para liberação da consequência (água). O critério para a mudança de um valor de VI para outro correspondia ao critério de estabilidade para a mudança de condição.

O motivo pelo qual os ratos dessa condição foram expostos a um menor número de condições de intervalos do VI foi devido ao retorno aos valores de VI 20 s e VI 40 s, que foram realizados com um mínimo de 20 sessões, 10 a mais do que estipulado para todo o experimento. O retorno seria realizado para verificar se haveria reversibilidade dos valores já coletados (VI 20 s, 40 s, 80 s), antes de prosseguir com exploração de valores mais altos (VI 120 s, 160 s, 60 s e 320 s), como na Condição Coordenada. O único valor que não seguiu o critério de estabilidade foi o último realizado, a re-exposição ao VI 40 s, no qual foram realizadas entre 16 e 18 sessões pelas duplas, devido à interrupção das atividades curriculares presenciais na universidade, que também impediu a continuação da replicação e a exploração completa da faixa mais alta de valores.

#### ***Medidas de respostas individuais e coordenadas***

Tanto para as duplas trabalhando na mesma caixa, quanto para as duplas trabalhando em caixas individuais, cada resposta de um rato dava início à contagem de tempo que era interrompida e reiniciada toda vez que ocorresse uma nova resposta daquele mesmo rato; se o outro rato da dupla emitisse uma resposta antes que se completassem 0,2 s, esta ocorrência era registrada como uma unidade de resposta coordenada (embora a unidade incluía duas respostas, para conveniência de expressão, a unidade é denominada “resposta coordenada”). Para efeitos de análise, cada resposta de um rato não seguida pela de outro rato, dentro do intervalo de tempo especificado, era registrada como resposta independente. Portanto, do total de respostas emitidas por um rato, algumas eram computadas como parte da unidade coordenada e outras eram contadas como respostas independentes; a partir disso foi possível calcular a proporção de

respostas de cada rato que entrava na unidade coordenada (total de respostas coordenadas divididas pela soma das respostas independentes de cada rato e o número de respostas coordenadas da dupla). Embora a contingência de reforço para respostas coordenadas tenha vigorado apenas para as duplas da Condição Coordenada cujas sessões eram conduzidas na caixa comum (Figura 1A), a contagem de respostas coordenadas também foi feita para os ratos das duplas da Condição Individual que trabalhavam simultaneamente em caixas separadas (Figura 1 B), para fins de comparação. Para estas duplas, as respostas coordenadas serão denominadas “coordenadas equivalentes”.

### **Análise de dados**

As análises foram realizadas levando em consideração os dados das três sessões finais de cada condição, nas quais foi atingido o critério de estabilidade. As medidas de interesse foram: (a) taxas de reforços obtidos e programados em cada valor de VI (o total de reforçadores dividido pelo tempo total de sessão); (b) taxa de respostas coordenadas (o total de respostas coordenadas dividido pelo tempo de sessão); (c) taxa de respostas globais (o total de respostas individuais e coordenadas de cada sujeito, dividido pelo tempo total de sessão); (d) a proporção de respostas coordenadas, que corresponde ao número total de respostas coordenadas divididas pela soma das respostas independentes de cada rato e o número de respostas coordenadas da dupla; (e) intervalo entre respostas; e (f) pausa pós-reforço.<sup>4</sup>

Na descrição do procedimento, a variável independente do estudo – valores do VI – foi descrita de acordo com sua forma nominal, definida pelo valor dos intervalos (e.g., VI 5 s, VI 10 s, VI 20 s, VI 40 s e VI 80 s). Para fins de análise dos dados, a representação

---

<sup>4</sup> Esquemas de intervalo variável tendem a gerar responder relativamente constante, sem pausas acentuadas após a liberação de reforço; a medida e análise de pausas constitui um indicador adicional para verificar se os valores empregados geraram, de fato, padrões sem pausas ou se pausas eventuais variaram ou não como função de parâmetros do VI.

desta mesma variável será feita em formato de taxa de reforço obtido (ref/min), que é a variável crítica e determinante para medir respostas relacionada à manipulação do VI, além de estar de em consonância com a forma que a literatura da área apresenta os dados.

## **Resultados**

A relação entre VIs nominais e a taxa de reforços programados e obtidos é apresentada no Anexo 1 e a taxa de reforços programados é ilustrada no Eixo X da Figura 2.

### **Taxa de Reforços**

A taxa de reforços (ref/min) é crítica para a compreensão das diferentes medidas do responder. A Figura 2 apresenta a taxa média de reforços programados (60 s/duração do VI) e obtidos (reforços liberados/minuto), calculada a partir das últimas três sessões da fase de estabilidade de todos os ratos expostos à Condição Individual e de todas as duplas expostas à Condição Coordenada, em cada duração do intervalo do VI (ver Anexo 1). Como mostra a curva de reforços programados (círculos cheios), a programação do VI na faixa escolhida (de 5 a 320 s) gerou uma função decrescente com redução acentuada na taxa de reforços até o VI 20 s e uma redução cada vez menor a partir do VI 40 s.

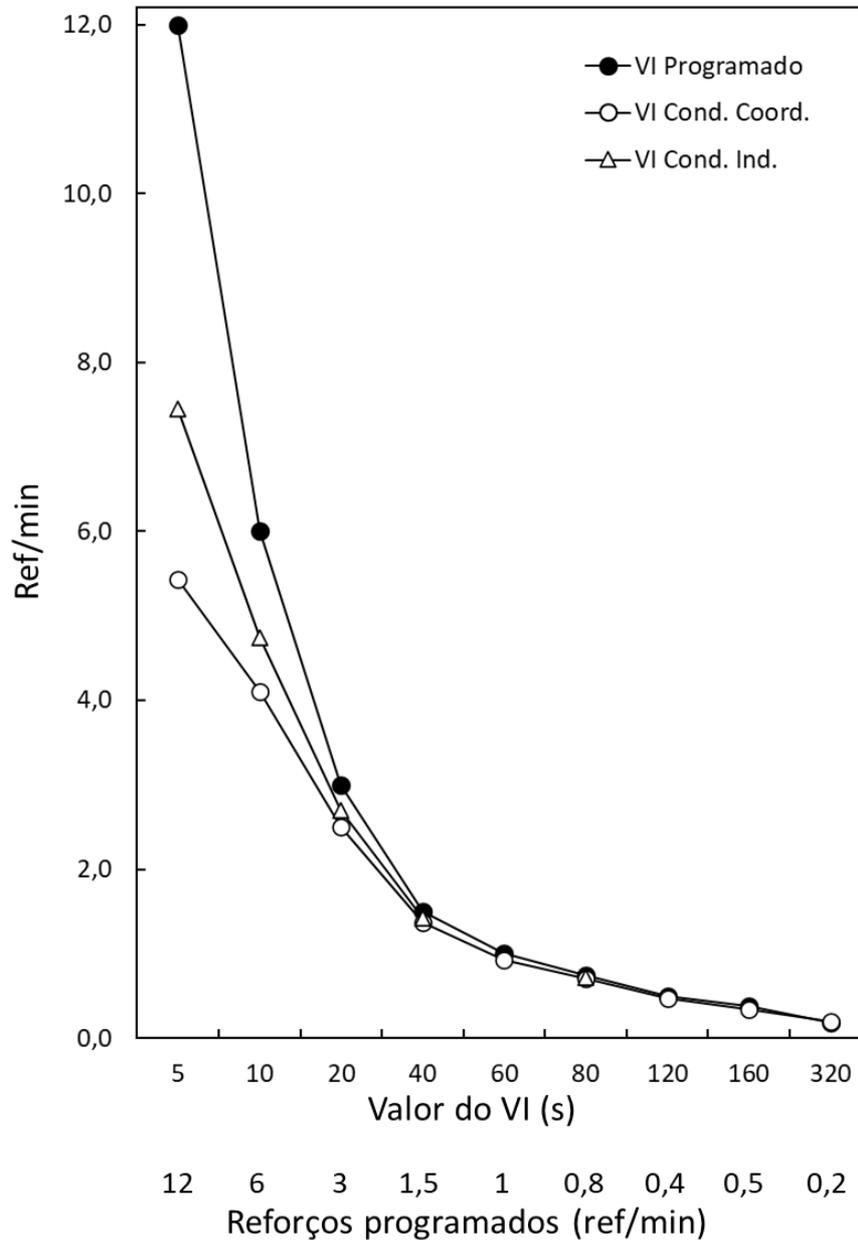
As curvas para reforços obtidos mostram a mesma forma geral da função para reforços programados, porém fica evidente que, nos menores valores do VI, para os ratos em ambas as condições, a interferência de outras variáveis (como o acender da luz, tempo de coleta do reforço) é mais significativa dentro de intervalos menores, fazendo com que os ratos não atingissem a mesma taxa dos reforços programados. A perda foi maior para os ratos da Condição Coordenada, sugerindo que eles demoravam mais para cumprir o requisito do esquema do que os ratos na Condição Individual.

Observa-se uma variação, de uma média de 5,4 ref/min para os ratos da Condição Coordenada em VI 5 s, para 0,2 Ref/min em VI 320 s, e de 7,5 ref/min para 0,7 Ref/min

de VI 5 s para VI 80 s para os ratos da Condição Individual.

**Figura 2**

*Taxa de reforços programados e taxa média de reforços obtidos*



*Nota.* Taxa de reforços programados (círculos cheios) e taxa média de reforços obtidos (ref/min) nas condições Coordenada (triângulos vazios) e Individual (círculos vazios), em função da duração média do esquema de intervalo variável.

As maiores diferenças encontradas entre os ratos da Condição Coordenada e Individual foram no VI de menor valor para todos os ratos (e.g., média de 5,0 ref/min na contingência coordenada e 7,9 ref/min na contingência individual em VI 5 s).

A distribuição de respostas como função da duração do VI (e da taxa de reforços obtidos por minuto) é mostrada na Figura 3.

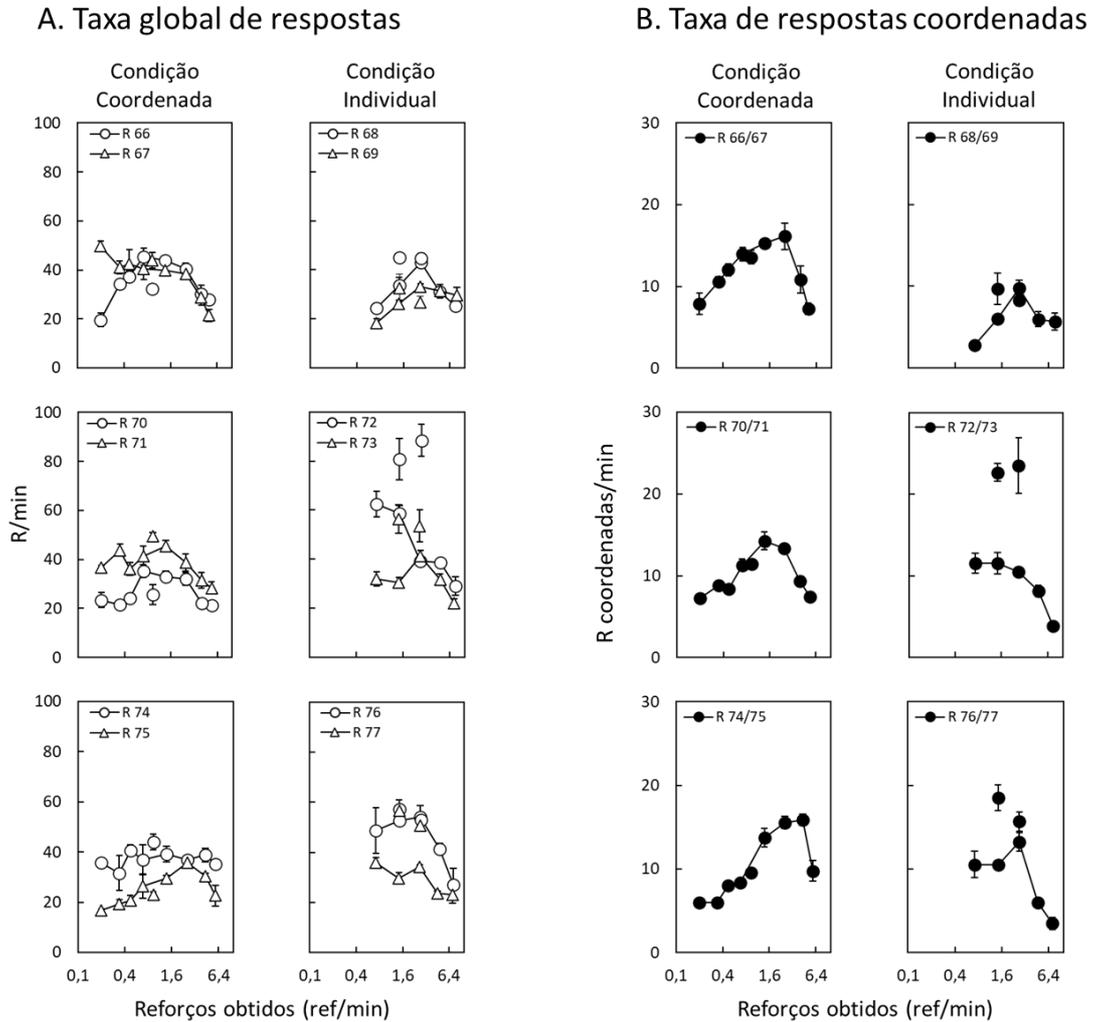
### **Taxa global de Respostas (R/Min)**

A Figura 3A apresenta a média da taxa global de respostas das últimas três sessões estáveis para cada rato nos intervalos do VI. Essa taxa foi calculada considerando-se o número total de respostas de cada rato (coordenadas, que atenderam a contingência de coordenação, e independentes, que não atenderam a contingência), divididas pelo tempo total de sessão. Dados dos ratos expostos à Condição Coordenada são apresentados no Painel A esquerdo e, da Condição Individual, no Painel A direito. Para ambas as condições o Eixo X representa a taxa de reforços obtidos (ref/min) em ordem crescente, e o Eixo Y representa a taxa de respostas (R/min).

Como tendência geral, a taxa global de respostas (Painel 3A) na Condição Coordenada mostrou-se uma função bitônica em U invertido da taxa de reforços, isto é, a taxa de respostas aumentou à medida que aumentava a taxa de reforços (e diminuía a duração do VI), permaneceu relativamente alta em valores assintóticos na faixa de aproximadamente 0,5 a 2,5 ref/min e diminuiu nas maiores taxas de reforços (4,1 e 5,4 ref/min). Ocorreram exceções, como a do sujeito R67 que mostrou uma taxa alta no menor valor reforço (0,2 ref/min) e de R71 e R74, que mantiveram as respostas em uma taxa aproximadamente constante dentro de uma pequena faixa de variação nas taxas de reforço entre 0,5 e 0,2 ref/min.

### Figura 3

#### Taxa global de respostas e taxa de respostas coordenadas



Nota. A. Taxa global de respostas (R/min) nas condições Coordenada (coluna esquerda) e Individual (coluna direita) e B. Taxa de repostas coordenadas (R Coord/min) na Condição Coordenada (coluna esquerda) e taxa de repostas coordenadas "equivalentes" na Condição Individual (coluna direita; repostas coordenadas "equivalentes" foram medidas, mas não requeridas para a liberação do reforço). Os dados das duplas como função da taxa de reforços obtidos (notar o Eixo X em escala logarítmica de base 10) nas Condições Coordenada e Individual. Cada ponto é a média das três sessões finais de cada duração do VI. A duração do VI foi manipulada em ordem ascendente; marcadores isolados (vazios no Painel A e cheios no Painel B) representam durações manipuladas em ordem descendente, depois de completada a série inicial. As barras de erros são os desvios.

Os ratos da Condição Individual não chegaram a ser expostos às menores taxas de reforços, mas na faixa de valores do VI em comum às duas condições, suas curvas replicam as observadas sob a contingência de coordenação, mostrando taxas altas de respostas na faixa de reforços intermediários e redução do responder sob altas taxas de reforços (que vai de 4,7 a 7,5 ref/min). A exceção foram dois sujeitos: R72, que teve um aumento acentuado de respostas sob as taxas de reforços 1,4 e 0,7 ref/min (referentes ao VI 40s e 80s, respectivamente); e R77, que também teve um aumento na taxa mais baixa de reforços.

A taxa global de respostas variou entre 17 e 50 R/min para os ratos da Condição Coordenada e entre 18 e 70 R/min para os ratos da Condição Individual, que mostraram uma variação maior entre os sujeitos.

Depois de completada a série inicial, alguns valores de VI foram manipulados em ordem descendente, para verificar se ocorria reversibilidade da função (pontos isolados). Para os sujeitos da Condição Coordenada, as taxas de respostas foram próximas às obtidas na série inicial. Para os ratos submetidos à Condição Individual o retorno aos intervalos de VI 20s e 40s produziu taxas de respostas semelhantes à primeira exposição aos valores para os ratos R68/69 e R76, enquanto para os sujeitos restantes, a taxa de respostas foi maior do que a obtida na primeira exposição ao esquema.

### **Taxa de Respostas Cooperativas Coordenadas (R Coord/Min)**

A Figura 3B apresenta a taxa de respostas coordenadas (R Coord/min) em função da taxa de reforços obtidos para os ratos expostos à Condição Coordenada (Painel esquerdo) e à Condição Individual (Painel direito).

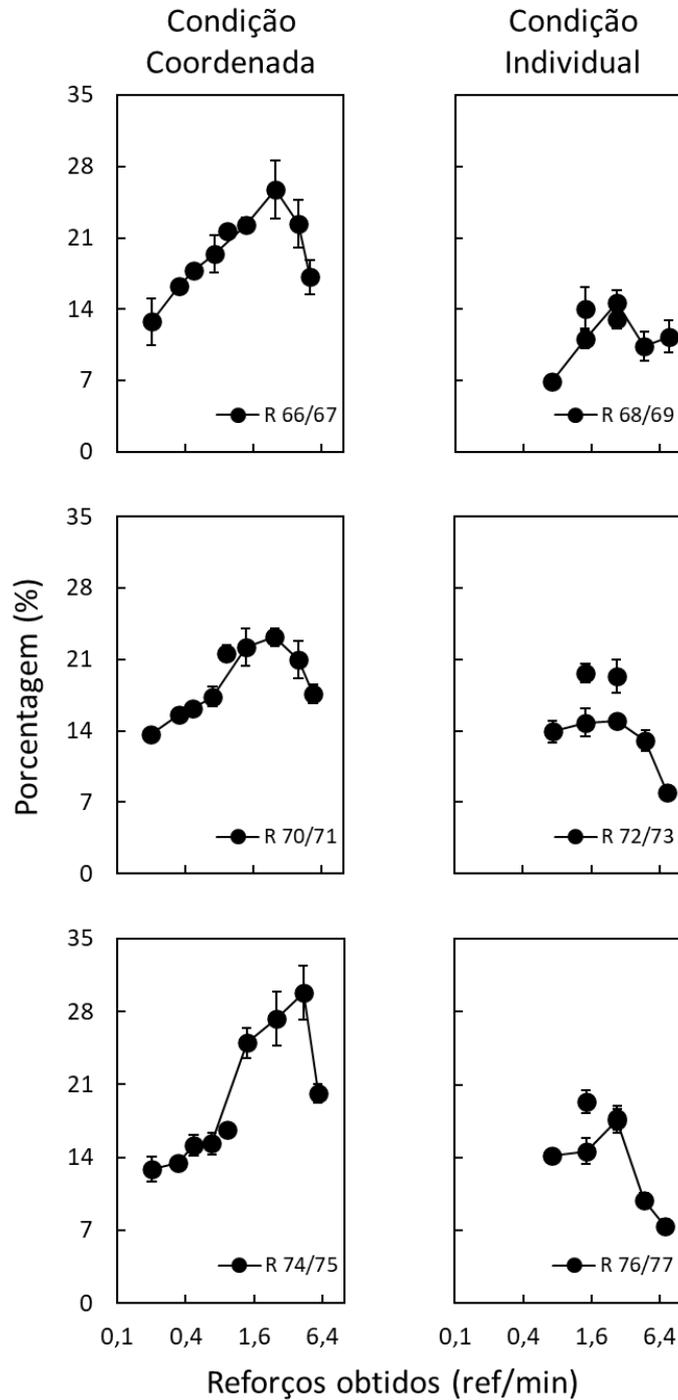
A função que relaciona taxa de respostas coordenadas à taxa de reforços, em ambas as condições, replica, de modo geral, a de taxa global de respostas. As taxas de respostas aumentam à medida que aumentam os reforços, passando a apresentar queda progressiva

com o aumento da taxa de reforços nas duas ou três maiores taxas, formandouma função bitônica em formato de U invertido. Note que, para as duplas da Condição Individual, a taxa de respostas é "equivalente" às respostas coordenadas (uma vez que foram medidas, mas não havia uma contingência em vigor nessa condição). Embora as funções das duas condições mostrem tendências similares sob as diferentes taxas de reforço manipuladas, quando considerada a mesma faixa de intervalos as taxas de respostas coordenadas foram maiores para as duplas sob contingência de coordenação (variação de 7 a 16 R Coord/min) do que sob contingência individual (variação de 2 a 13 R Coord/min). Na Condição Coordenada, o retorno ao VI 60s produziu taxas de coordenação de valor aproximado à média dos valores obtidos na faixa entre 0,7 e 1,4 ref/min (VI 80 s e 40 s). Para os ratos da Condição Individual, a reexposição ao VI 20 s e VI 40 s produziu um valor aproximado ao obtido na primeira exposição para a dupla R68/69. Para o restante dos sujeitos desta condição, as taxas de coordenação obtidas na segunda exposição foram maiores do que na primeira, e ainda maiores do que as duplas da Condição Coordenada.

Para cada sujeito, a taxa global de respostas agrega tanto respostas que atenderama contingência de coordenação quanto as respostas que não atenderam. A porcentagem de respostas coordenadas é apresentada na Figura 4; para os sujeitos da Condição Individual é apresentada a proporção de coordenadas "equivalentes", isto é, respostas que teriam atendido o critério de coordenação, se estivesse em vigor.

**Figura 4**

*Porcentagem de respostas coordenadas e coordenadas “equivalentes”*



*Nota.* Porcentagem de respostas coordenadas (esquerda) e coordenadas “equivalentes” em função da taxa de reforços obtidos (notar Eixo X em escala logarítmica de base 10). Cada ponto é a média das três sessões finais de cada duração do VI. Marcadores isolados representam durações manipuladas em ordem decrescente, depois de completada a série inicial. As barras de erros são os desvios padrão da média.

### **Porcentagem de Respostas Coordenadas**

A porcentagem de respostas coordenadas, apresentada na Figura 4, foi calculada em função da taxa de reforços obtidos (ref/min). O cálculo foi feito a partir da divisão das respostas coordenadas da dupla pelas respostas independentes de cada rato + número de respostas coordenadas da dupla multiplicado por 100. A forma da função para porcentagem de coordenação (selecionada do conjunto de respostas na sessão) é a mesma apresentada para os dois tipos de taxas de respostas apresentados nas figuras anteriores (formato de U invertido), assim como foram similares os resultados para os pontos de retomada de VI (Figura 3 e Figura 4).

Considerando-se as duas condições e a mesma faixa de VIs a que todos os sujeitos foram expostos (VI 5 s ao 80 s), a porcentagem de respostas coordenadas das duplas de Contingência Coordenada foi maior (variação de 13 a 30%) do que a as duplas de Contingência Individual (variação de 7 a 19%).

### **Pausas Pós-Reforço (PRPs) e intervalos entre respostas (IRT) ao longo do intervalo**

A programação de um esquema de intervalo variável gera taxas de respostas (e, portanto, intervalos entre respostas ou IRTs) relativamente constantes ao longo do tempo, sem evidências de pausas pós-reforço acentuadas, como é típico dos esquemas fixos, por exemplo (Catania, 1998; Ferster & Skinner, 1957); contudo, isso se aplica a uma duração particular do VI. Como neste estudo a duração do VI foi manipulada e foram obtidas taxas de respostas tanto maiores quanto maior a taxa de reforços (até um certo ponto, depois do qual a taxa diminuiu), e tendo em vista o objetivo de comparar os dados com os de FR, pareceu importante verificar se seria observada a ocorrência de pausas quando a apresentação do reforço se tornasse mais rara, e se o tempo entre a liberação do reforço e a primeira resposta (pausa) seria ou não diferente do tempo entre respostas ao longo do

intervalo (IRTs).

A Figura 5 apresenta os resultados dessas análises: as pausas pós-reforço no Painel A e os intervalos entre respostas ou IRTs (excluídas as pausas) no Painel B. Em cada painel são apresentados os dados das duas condições – Coordenada e Individual, indicadas acima de cada coluna. A linha pontilhada representa a linha de tendência dos dados, dada por uma função potência, apresentada na parte inferior direita de cada gráfico, incluindo o coeficiente de determinação (quanto maior o  $R^2$ , entre 0 e 1, mais explicativo é o modelo linear, ou seja, melhor ele se ajusta à amostra).

O painel 5A mostra que ocorreram pausas pós-reforço e que a duração das pausas foi uma função inversa da taxa de reforços: quanto maior a densidade de reforços, menores foram as pausas, em todas as situações: para respostas independentes e coordenadas, sob ambas as condições experimentais; contudo, pausas maiores foram observadas na Condição Coordenada, quando comparada com a Condição Individual e os dados mostraram maior variabilidade entre as respostas coordenadas "equivalentes" (ou não coordenadas, de fato) na Condição Individual. A variação na duração das pausas para ambas as condições foi de 2,5 a 27,6 s para as respostas independentes e de 3,5 a 32,9 s para respostas coordenadas. O  $R^2$  sugere uma relação de moderada a forte entre as variáveis de pausa pós-reforço e taxa de reforço (0,66 a 0,75), exceto para as respostas coordenadas "equivalentes" (0,24).

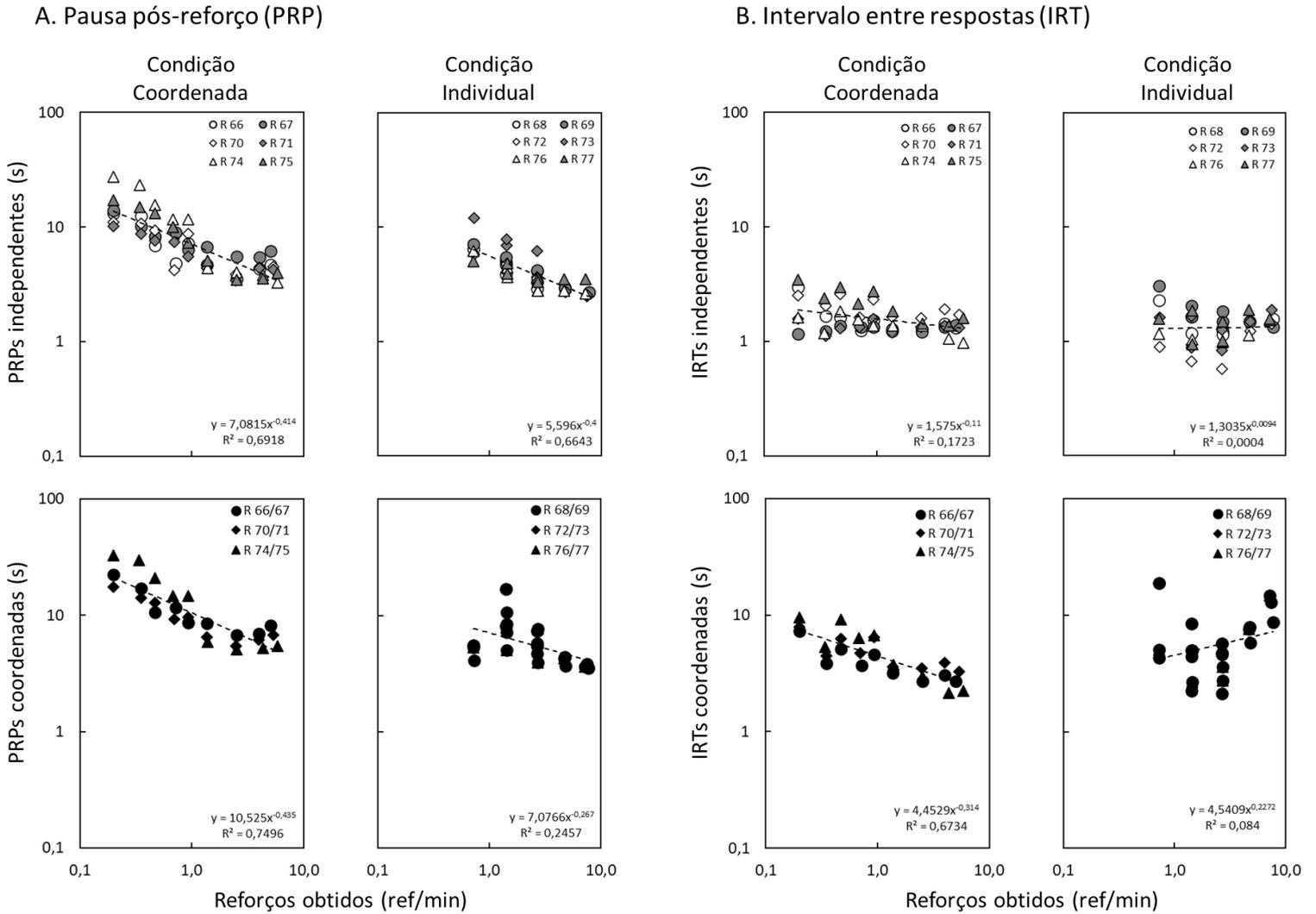
Dada a ocorrência de pausas e o fato de que sua duração variou com a taxa de reforços, era importante verificar se os sujeitos estavam discriminando a liberação do reforço como ocasião para a ausência de outro reforço imediatamente depois (isto é, como um S-, sinalizando um período de extinção) ou se estavam apenas espaçando o responder (o que resultava em taxas de respostas mais baixas sob baixas taxas de reforços). Os dados de IRTs no Painel 5B mostram que, para o intervalo entre respostas coordenadas (painel

inferior), a distribuição de intervalo entre respostas também foi uma função inversa da taxa de reforços ( $R^2 = 0,67$ ) na Condição Coordenada. Os IRTs das respostas coordenadas "equivalentes" para a Condição Individual apresentaram uma função com tendência diferente do padrão das outras, e com alta variabilidade ( $R^2 = 0,08$ ). A variação na duração dos IRTs coordenados foi de 2,1 a 18,8 s para as respostas coordenadas e equivalentes, considerando as condições Coordenada e Individual.

Para o intervalo entre respostas independentes, para o qual ficou clara a diferença entre as pausas (Painel A): os IRTs independentes tenderam a se distribuir de maneira uniforme, com variação entre 0,9 a 3,0 s para respostas em ambas as condições, e não foi afetada pela distribuição de reforços (com  $R^2 = 0,17$  para a Condição Coordenada e 0,0004 para a Independente), ao contrário do que ocorreu com as pausas, que foram afetadas pela taxa de reforços nos períodos após o reforço (como pode ser visto na tendência das pausas independentes). A variação na duração das PRPs nesta condição foi de 2,5 a 27,6 s para as respostas independentes (que não atingiram o critério de coordenação), e de 3,5 a 32,9 s para respostas coordenadas (entre ambas as condições do estudo). Neste caso, pausas e IRTs diferiram na forma da função e os valores dos ITRs tenderam a ficar próximos dos valores de pausas.

**Figura 5**

*Pausa pós-reforço (PRP) e intervalo médio entre Respostas (IRT)*



*Nota.* A. Pausa pós-reforço (PRP: média) e B. Intervalo médio entre respostas (IRT) das respostas independentes (linha superior) e coordenadas (linha inferior), como função da taxa de reforços obtidos (ref/min) nas Condições Coordenada e Individual. Notar Eixo X e Y em escala logarítmica. Cada ponto é a média das três sessões finais de cada duração do VI. A linha de tendência (pontilhada) é descrita por uma função potência. Os dados do coeficiente de determinação ( $R^2$ ) e a função são mostradas na parte inferior de cada gráfico.

## **Taxa Local de Respostas**

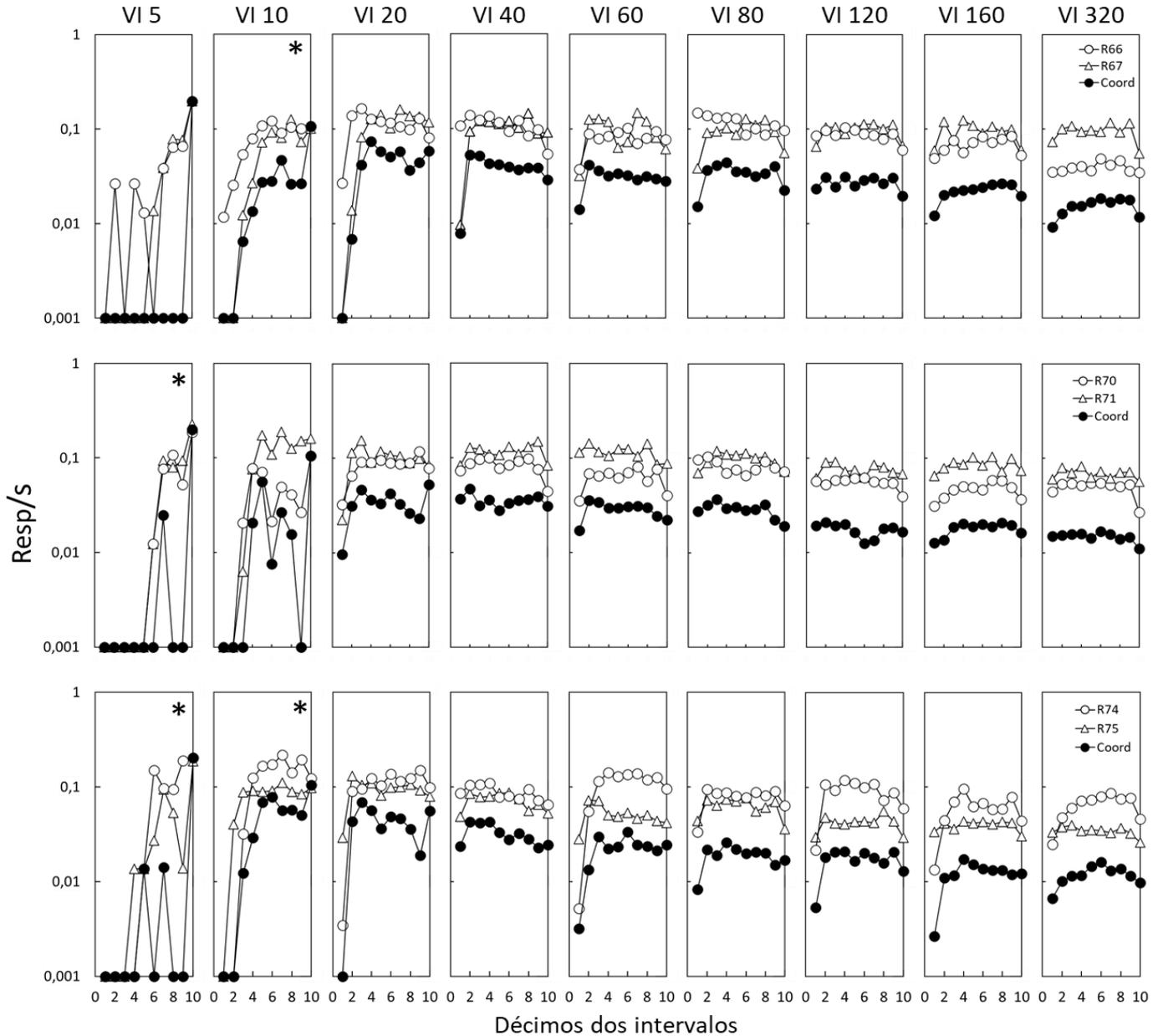
A Figura 6 apresenta as taxas locais de respostas coordenadas (R Coord/s) em função da distribuição das respostas intra-intervalos do VI (os intervalos de cada VI foram divididos em dez partes, em todos os valores de VI, o que foi chamado de décimos de intervalos equivalentes ao VI) para as duplas da Condição Coordenada, o que mostra a distribuição de respostas de cada rato da dupla e as respostas coordenadas em de acordo com a média de intervalos de cada VI . Os dados de cada dupla são apresentados nos painéis horizontais e as colunas apresentam os valores de VI em ordem crescente (o valor de reexposição ao VI 60 s é apresentado seguindo a ordem de aumento dos intervalos). O Eixo X representa os décimos do intervalo e o Eixo Y representa a taxa de respostas (Resp/min) em escala logarítmica. Os marcadores vazios representam os dados das taxas de respostas de cada membro da dupla e os marcadores preenchidos representam as taxas de respostas coordenadas da dupla. Em alguns casos, a taxa de respostas coordenadas ultrapassa a taxa de respostas individuais no último décimo de intervalo (a ocorrência desta situação foi sinalizada por asteriscos no canto superior direito dos gráficos); isso ocorreu devido à limitação temporal do registro da resposta, em que a resposta que inicia um episódio de coordenação fica registrada no décimo de intervalo anterior àquele em que o reforço é apresentado, isto é, o episódio coordenado entra para a contagem do reforço anterior.

De modo geral, as taxas médias de respostas locais individuais foram ligeiramente mais baixas nos últimos valores da duração do VI, com diferenças de taxa de respostas entre os sujeitos de uma mesma dupla por todos os valores do esquema. Os dados de VI 40 s até VI 320 s apresentam um padrão semelhante na distribuição da taxa de respostas individuais para as três duplas, com aumento da taxa no início do intervalo (com exceção do sujeito R66 no valor de VI 80 s, em que iniciou com taxa mais alta) e sua manutenção

até o final do intervalo, momento no qual há uma ligeira queda. O mesmo padrão que ocorreu para as taxas de respostas coordenadas. No VI 5 s a distribuição da taxa de respostas locais individuais para as três duplas foi próxima de zero no início do intervalo, com pico de respostas ao final do intervalo, o que ocorreu também para as respostas coordenadas. Os dados do VI 10 s e VI 20 s apresentam padrão semelhante, com o início do responder individual abrupto e crescente, e manutenção da velocidade das repostas até o fim do intervalo, o que também ocorre para o responder coordenado, mas com maior variação de respostas durante os intervalos quando comparados às respostas individuais. De maneira geral, a função que as taxas de respostas coordenadas assumem ao longo do intervalo de cada VI é bastante compatível com a função das respostas individuais entre os sujeitos da mesma dupla; quando há uma variação significativa para um dos sujeitos da dupla nas taxas de respostas individuais, essa variação é refletida nas taxas de respostas coordenadas.

**Figura 6**

*Taxa local (média) de respostas independentes e coordenadas*



*Nota.* Taxa local (média) de respostas independentes e coordenadas (Resp/s) em função dos décimos de intervalo equivalentes ao valor do VI programado para as duplas da Condição Coordenada. Notar Eixo Y em escala logarítmica de base 10. Os gráficos posicionados horizontalmente representam os dados de uma dupla e, em colunas, estão os valores do VI. Os marcadores abertos representam taxas de respostas independentes e os círculos fechados representam as taxas de respostas coordenadas de cada dupla. Em casos que a taxa de respostas coordenadas ultrapassa a taxa de respostas individuais no último décimo de intervalo, tiveram a ocorrência sinalizada por asteriscos no canto superior direito dos gráficos. Cada ponto é a média das três sessões finais estáveis de cada VI.

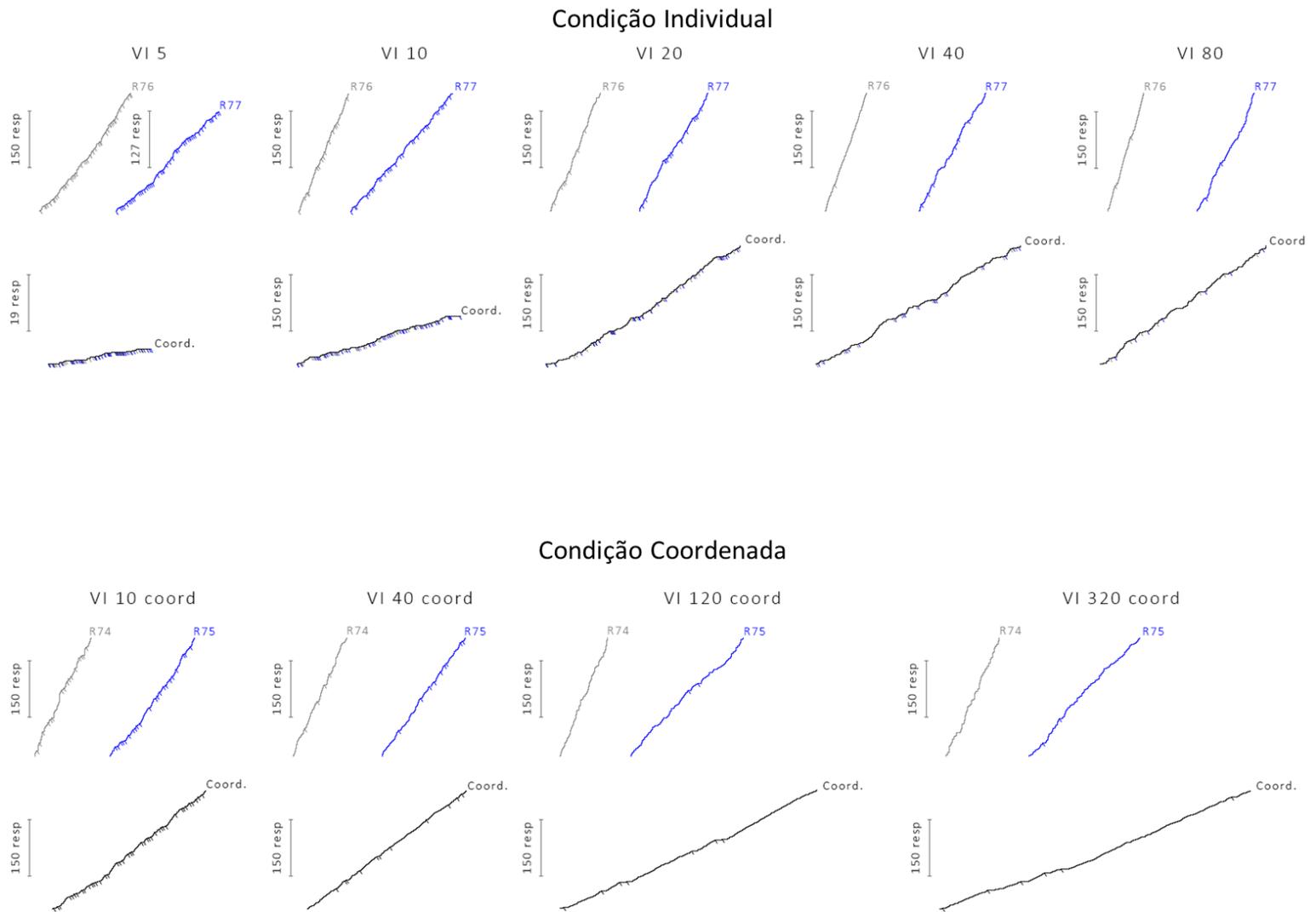
### **Curvas acumuladas de respostas**

A Figura 7 apresenta uma amostra de curvas acumuladas de respostas para cada duração do intervalo variável (VI) para as duplas da Condição Individual (não foram incluídas curvas de reexposição ao VI 20 s e VI 40 s), e dos intervalos VI 10 s, 40 s, 120 e 320 s das duplas da Condição Coordenada. É possível observar um padrão de respostas relativamente constante para a maioria das curvas ao longo da sessão sem a ocorrência de pausas pós-reforço acentuadas, isto é, as curvas mostram o padrão típico do esquema de VI.

Com o aumento do VI na Condição Individual, observa-se um aumento da inclinação das curvas (e, portanto, das taxas) de respostas individuais para os ratos, o que também ocorre para as curvas de respostas coordenadas (ou equivalentes às respostas coordenadas). As curvas equivalentes às respostas coordenadas, no entanto, têm padrões irregulares na velocidade das respostas ao longo da sessão (que podem ser notadas pelas “barrigas” ou “depressões” nas curvas), ocasionadas pela velocidade inconstante no responder coordenado, e sem relação com a consequência. Para os ratos da dupla da Condição Coordenada, nos intervalos mais altos (VI 120 s e 320 s) a inclinação das curvas de cada sujeito e da coordenação entre eles diminui, o que implica numa queda na velocidade das respostas nos VIs de maior valor. Uma diferença notável entre as curvas de respostas coordenadas entre ambas as condições, é que a da Condição Coordenada apresenta uma maior constância na velocidade do responder, ainda que seja possível observar pausas (principalmente nos VIs de intervalos maiores), as linhas que representam essas respostas não apresentam características como “barrigas” ou “depressões” no decorrer da sessão (que confirma as análises mostradas na Figura 5).

## Figura 7

*Amostras de curvas acumuladas de respostas das duplas*



*Nota.* Amostras de curvas acumuladas de respostas das duplas da Condição Individual (painel superior) e da Condição Coordenada (painel inferior). As curvas cinzas e azuis na linha superior de cada condição representam as respostas de cada rato da dupla; as curvas pretas na linha inferior representam as respostas que atingiram o critério de coordenação (isto é, representam uma unidade de duas respostas consecutivas em estreita proximidade temporal).

## Discussão

O presente experimento foi realizado com o objetivo de avaliar os efeitos da manipulação paramétrica da duração do esquema de intervalo variável (VI) sobre o responder coordenado de duplas de ratos expostos às contingências com e sem requisitos de coordenação (respostas interdependentes temporalmente próximas versus respostas independentes). A utilização desse tipo de esquema, em que a variação da distribuição de reforços não está associada à quantidade de respostas emitidas pelo sujeito e não favorece a discriminação temporal, gera padrões no responder relativamente constantes, e torna possível a investigação da relação direta entre taxa de respostas e taxa de reforços, variáveis importantes para entender tanto o responder individual, como o responder coordenado.

No que se relaciona às diferenças da ocorrência de taxas de respostas coordenadas ou equivalentes entre as condições Coordenada e Individual do estudo, observou-se que a contingência do esquema que exigia coordenação teve papel relevante na seleção do responder coordenado entre as duplas, gerando taxas e porcentagens de respostas coordenadas maiores quando comparadas ao esquema de contingência individual, conforme foi mostrado por de Carvalho et al. (2018, 2019, 2020). Os resultados estendem a linha de pesquisa que vem investigando os padrões de responder coordenado mantido sob esquemas intermitentes de reforço.

Os resultados mostraram que as taxas de respostas foram uma função bitônica, em formato de U invertido da taxa de reforços, replicando dados obtidos com organismos individuais e discutidos, entre outros, por Baum (1993) e replicados por Baum e Grace (2020), que descrevem a curva de VI com as seguintes características: “(a) um aumento com aceleração negativa nas respostas com taxas de reforço abaixo de 5 ref/min; (b) uma melhora nas taxas de respostas nas taxas médias e altas de reforço, acima de 5 ref/min e;

(c) uma desaceleração na taxa de respostas nas maiores taxas de reforços”. Neste estudo o mesmo tipo de função foi encontrado para as taxas globais de respostas (Figura 3A), tanto para a Condição Coordenada quanto para a Condição Individual (cf., Baum & Grace, 2020). A função também foi observada para a taxa de respostas coordenadas e “equivalentes” às coordenadas (Figura 3B), apesar da variação da taxa de respostas entre as condições (respostas equivalentes às coordenadas com menor valor). A função também foi replicada nos dados de porcentagem de respostas coordenadas em ambas as condições, mas com as mesmas características de diferença entre os valores (Figura 4).

Embora a forma da função esteja mais evidente para os sujeitos da Condição Coordenada, isto é, com características mais fiéis às descritas na literatura para o VI (e.g., Baum & Grace, 2020), na Condição Individual foi possível encontrar padrões semelhantes aos descritos na literatura, com variações assistemáticas. É preciso considerar, no entanto, que o planejamento experimental não foi completado para os sujeitos na Condição Individual, devido à interrupção do estudo, e que a falta de continuidade na exploração de taxas de reforço menores (valores de VI mais altos) resultou em uma diferença que deve ser considerada ao se comparar as funções nas duas condições.

As características das curvas sob taxas de reforço específicas (como os pontos de mudança da função nos pontos abaixo e acima de 5 ref/min) descritas por Baum (1993), contudo, diferiram das registradas neste estudo. Na literatura sobre exploração paramétrica do VI os estudos foram conduzidos com pombos como sujeitos experimentais (e.g., Baum, 1993; Baum & Grace 2020; Catania & Reynolds, 1968; Herrnstein, 1970), implicando características físicas e de arranjo experimental (as respostas medidas são bicadas em discos) que permitem a emissão de mais respostas por minuto quando comparados aos ratos, sujeitos deste experimento (que, no caso, tem o responder

definido por pressões à uma barra). Além disso, os estudos mencionados exploraram durações do VI em uma faixa muito mais ampla do que a manipulada neste estudo (e.g. Baum & Grace, 2020; VI 1 s a VI 1024 s).

No que concerne à replicação sistemática do responder coordenado sob esquemas intermitentes, a função bitônica encontrada para o VI também replica aquela descrita para o responder coordenado em razão fixa (de Carvalho et al., 2020), também investigado com ratos. As taxas de respostas geradas pelos esquemas, ao serem comparadas, também tiveram um efeito semelhante entre os esquemas: o FR em contingência de coordenação gerou taxas de respostas coordenadas que variaram entre a média de 5 a 20 R coord/min, enquanto o VI gerou taxas de respostas coordenadas entre 7 a 16 R coord/min, com variação ligeiramente menor do que no FR, mas ainda bastante próximas.

Em geral, dado que esquemas de VI geram taxas relativamente estáveis de respostas (e.g., Ferster & Skinner, 1957), os estudos não analisam pausas pós-reforço de maneira detalhada. Mas dado o interesse na replicabilidade dos dados de razão (de Carvalho et al., 2020) para o VI, as pausas também foram analisadas. Os dados de VI mostraram que a duração das pausas foi uma função inversa da taxa de reforços: quanto maior a densidade de reforços, menores foram as pausas, nas duas condições experimentais; portanto, quando se compara a similaridade na forma da função, os dados de VI replicam os de FR; por outro lado, a comparação dos valores nominais entre os estudos, mostra que as pausas foram menores no VI do que no FR. Em de Carvalho et al.(2020), a faixa de valores da razão foi do FR1 ao FR 50, resultando em intervalos entre reforços na faixa de 5 s a 1000 s (por inspeção visual do dado), que foram arranjados em função da média da duração das pausas pós-reforço; isto é, o aumento das pausas pós- reforço nos dados de FR foram registradas com um aumento sistemático até o valor de VI que corresponderia a VI 1000 s; além de apresentar um coeficiente de variação na função dos dados de  $R^2 = 0,9$ , isto

é, com menor variação quando comparada ao VI, em que o coeficiente atingiu 0,7 na contingência de coordenação e foi explorado até o intervalo de VI 320 s.

Apesar de algumas particularidades, os achados dos padrões de pausa pós-reforço também são comparáveis aos descritos por Baum e Grace (2020). Uma questão importante era discernir se as pausas eram um padrão de respostas indicador de discriminação do reforço como sinalizador de um período sem reforço (extinção) ou se eram parte do responder geral ao longo de toda a sessão; isto é, com VIs longos, quando as taxas de reforços ficavam muito baixas, as taxas de respostas também diminuíram, como mostrado na Figura 3, o que implica necessariamente em aumento nos intervalos entre respostas (IRTs). Para as duplas da Condição Coordenada, (ver Figura 5, painéis A e B) os dados de respostas coordenadas e independentes, tanto as PRPs quanto os IRTs foram uma função inversa da taxa de reforços, e com os IRTs variando em uma faixa de menor valor que as PRPs. Para os ratos da Condição Individual, os mesmos dados (PRP e IRT) de respostas independentes apresentaram uma distribuição de menor valor dos IRTs quando comparadas às PRPs e, para os dados de coordenação equivalente, observou-se as PRPs como uma função inversa da taxa de reforços, e os IRTs com uma função levemente ascendente para o aumento da taxa de reforços, porém ambos os dados variaram em uma mesma faixa de valores. Portanto, a análise comparativa das pausas e dos intervalos entre respostas, mostrou uma distribuição geral de valores de PRPs maiores que IRTs para os dados das duplas da Condição Coordenada, indicando um nível de presença de discriminação do reforço. Para os indivíduos da Condição Individual, as PRPs independentes tiveram faixa maior de duração que os IRTs independentes, indicando um nível de discriminação do reforço para as respostas independentes; porém, valores de PRPs e IRT de respostas equivalentes às coordenadas, com variação de valores dentro de uma mesma faixa, indicando para a ausência de discriminação do reforço

relacionado às respostas coordenadas.

A análise de dados da taxa local de respostas dos sujeitos da Condição Coordenada (Figura 6) revelou que a distribuição de respostas pelos intervalos de cada duração do VI apresentou um padrão semelhante entre as três duplas para os VIs de menor intervalo (maior taxa de reforço), nos quais os animais emitiram poucas respostas (ou nenhuma resposta) no início do intervalo (o que confirma os dados de pausas) e, a partir da passagem de metade do intervalo, passaram a responder com taxas sistematicamente altas e uniformes. Os padrões também se repetiram entre as duplas a partir do VI 20 s, em que ocorreu um aumento da taxa de respostas no início do intervalo, que se manteve em uma mesma faixa de variação, até uma ligeira diminuição ao final. O dado para a taxa local de respostas coordenadas demonstrou padrões semelhantes e com menos variações ao longo dos intervalos. Os dados referentes às duplas da Condição Individual não puderam ser analisados devido às limitações no registro de eventos localizados para estas duplas, que foram dadas pela incongruência dos eventos experimentais com os dados gerados.

A taxa de reforços obtidos foi menor do que a taxa programada, o que é esperado, uma vez que alcançar a taxa programada exigiria uma perfeita sincronia entre a disponibilização do reforço, resposta que o libera e o seu consumo. Por essa razão é comum que as análises sejam realizadas com a frequência de reforços obtidos. Contudo, nesse estudo cabe notar que a taxa de reforços obtidos tendeu a ser menor na Condição Coordenada do que na Condição Individual e a diferença foi especialmente grande nos menores valores de VI (ver Figura 2); isto sugere que qualquer pequeno atraso em alcançar o requisito de coordenação, assim como a presença da luz que sinalizava a coordenação de respostas, tinha como resultado um aumento no intervalo médio entre reforços (o que pode ter resultado em aumento de intervalo na média do VI, tornando-a maior do que a programada).

As variáveis relacionadas ao planejamento das condições experimentais foram diferentes entre o presente estudo e o utilizado por de Carvalho et al. (2020). O registro de respostas coordenadas considerou um requisito temporal de coordenação menor que 0,5 s, para a configuração de uma resposta coordenada, diminuindo o valor para 0,2 s; tal mudança pode resultar na diminuição da abrangência de respostas acidentalmente coordenadas e, portanto, diminuição de respostas que pudessem ser considerada um subproduto do efeito do esquema. O presente estudo, apesar de não planejar uma condição controle para a comparação do efeito do esquema na exigência de respostas coordenadas intra-sujeitos, possibilitou a comparação e replicação das respostas do esquema de VI entre-sujeitos e entre-condições.

Uma limitação importante neste experimento foi o fato de que a quantidade e a faixa de durações de VI foi menor na Condição Individual. Ainda assim, em termos de função entre parâmetros do responder e parâmetros de reforço, a maioria dos dados mostrou replicabilidade entre condições e também com dados de outros estudos, o que sugere que os dados são generalizáveis.

Ao mostrar que o responder coordenado é sensível não só às consequências, mas também à sua distribuição de acordo com o esquema de intervalo variável, o estudo contribui para ampliar a base empírica que vem mostrando que as respostas combinadas de dois organismos para obter uma consequência podem funcionar como uma unidade de análise do comportamento social – sendo selecionadas da mesma maneira que respostas individuais (Azrin, & Lindsley, 1956; de Carvalho et al., 2018, 2019, 2020; Łopuch, & Popik, 2011; Tan & Hackenberg, 2016). Contudo, tendo em vista a programação de uma contingência que reforça exclusivamente a emissão de respostas coordenadas, as porcentagens deste tipo de resposta, quando relacionada ao total emitido pela dupla, não passa dos 30%, um valor que pode ser considerado baixo diante dos requisitos

programados do experimento. Esses dados abrem espaço para que pesquisas explorem contingências com requisitos de coordenação que possam ser mais eficientes em gerar porcentagens maiores de respostas coordenadas, não necessariamente utilizando esquemas de reforço. Dentre as possibilidades podemos sugerir que a mudança na topografia da resposta exigida para a configuração de uma resposta coordenada, um encadeamento de respostas entre indivíduos, estudo de variáveis que podem ser discriminativas em relação ao episódio de coordenação, entre outros.

A investigação de variáveis que afetam o responder combinado de duplas de sujeitos operando em conjunto para a obtenção do reforço para cada um, considerado como unidade de comportamento, podem ser relevantes na busca por contingências que aumentem a probabilidade de emissão deste comportamento quando ele for considerado benéfico (em episódios de cooperação, por exemplo). O acesso às consequências reforçadoras por todos os indivíduos envolvidos do episódio é benéfico tanto para a manutenção da sobrevivência de organismos (e. g., obtenção de alimento para animais de um mesmo grupo), quanto para outros tipos de ganhos sociais, que afetam não só um indivíduo, mas a comunidade da qual ele faz parte, como tem sido o caso de estudos que exploram o comportamento de pessoas diante do dilema do uso de recursos não-renováveis (e. g., Koomen, & Herrmann, 2018). Portanto, estudos que investigam a relação entre respostas de caráter social e o reforçamento deste tipo de comportamento (considerados complexos) podem contribuir para o conhecimento de variáveis eficientes na elaboração de contingências que têm por objetivo gerar episódios cooperativos para um bem comum.

## Rerefências

- Azrin, N. H., & Lindsley, O. R. (1956). The reinforcement of cooperation between children. *Journal of Abnormal and Social Psychology*, 52, 100–102. doi: 10.1037/h0042490.
- Baum, W. M. (1993). Performances on ratio and interval schedules of reinforcement: data and theory. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 59(2), 245-264. doi: 10.1901/jeab.1993.59-245
- Baum, W. M. (2015). The role of induction in operant schedule performance. *Behavioural Processes*, 114, 26-33. doi: 10.1016/j.beproc.2015.01.006
- Baum, W. M. & Grace, R. C. (2020). Matching theory and induction explain operant performance. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 113(2), 390-418. doi: /10.1002/jeab.583
- Bizo, L. A., & Killeen, P. R. (1997). Models of ratio schedule performance. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, 23(3), 351-367. doi: doi.apa.org/journals/xan/23/3/351.pdf
- Catania, A. C., & Reynolds, G. S. (1968). A quantitative analysis of the responding maintained by interval schedules of reinforcement. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 11(3), 327-383. doi: 10.1901/jeab.1968.11-s327
- de Carvalho, L. C. (2019). Coop\_SofR. (4ª Versão). [Software de Computador]. São Carlos, SP: UFSCar.
- de Carvalho, L. C., dos Santos, L., Regaço, A., Barbosa, T. B., Silva, R. F., de Souza, D. G., & Sandaker, I. (2018). Cooperative responding in rats maintained by fixed- and variable-ratio schedules. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 110(1), 105-126. doi: 10.1002/jeab.457
- de Carvalho, L. C., dos Santos, L., Regaço, A., & de Souza, D. G. (2019). Effects of response-reinforcer relations on the maintenance of coordinated responding under schedules of simultaneous reinforcement. *Mexican Journal of Behavior Analysis*, 45, 382-397. doi: 10.5514/rmac.v45.i2.75573
- de Carvalho, L. C., dos Santos, L., Regaço, A., Couto, K. C., de Souza, D. G., & Todorov, J. C. (2020). Cooperative responding in rats: II. Performance on fixed-ratio schedules of mutual reinforcement. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 114, 291-307. doi: 10.1002/jeab.628
- Crossman, E. K., Bonem, E. J., & Phelps, B. J. (1987). A comparison of response patterns

- on fixed-, variable-, and random-ratio schedules. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 48(3), 395-406. doi: 10.1901/jeab.1987.48-395
- Ferster, C. B., & Skinner, B. F. (1957). *Schedules of reinforcement*. Appleton-Century-Crofts.
- Fleshler, M., & Hoffman, H. S. (1962). A progression for generating variable-interval schedules. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 5(4), 529-530. doi: 10.1901/jeab.1962.5-529
- Hake, D. F., & Vukelich, R. (1972). A classification and review of cooperation procedures. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 18, 333-343. doi: 10.1901/jeab.1972.18-333
- Heyman, G. M., & Monaghan, M. M. (1987). The effect of changes in the response requirement and deprivation on the parameters of the matching law equation: New data and review. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, 13, 384-394. doi: 10.1037/0097-7403.13.4.384
- Herrnstein, R. J. (1970). On the law of effect. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 13(2), 243-266. doi: 10.1901/jeab.1970.13-243
- Keller, F. S., & Schoenfeld, W. N. (1950). *Principles of Psychology*. Appleton Century Crofts.
- Killeen, P. (1969). Reinforcement frequency and contingency as factor in fixed-ratio behavior. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 12(3), 391-395. doi: 10.1901/jeab.1969.12-391
- Killeen, P. (1994). The mathematical principles of reinforcement. *Behavioral and Brain Sciences*, 17, 105-172. doi: 10.1017/S0140525X00033628
- Lindsley, O. R. (1966). Experimental analysis of cooperation and competition. In T. Verhave (Ed.), *The experimental analysis of behavior: Selected readings* (pp. 470–501). Appleton-Century-Crofts.
- Łopuch, S., & Popik, P. (2011). Cooperative behavior of laboratory rats (*Rattus norvegicus*) in an instrumental task. *Journal of Comparative Psychology*, 125(2), 250-253. doi: 10.1037/a0021532.
- Matos, M. A., & Tomanari, G. Y. (2002). *A análise do comportamento no laboratório didático*. Manole.
- Skinner, B. F. (1962). Two “synthetic “social relations.” *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 5, 531-533. doi: 10.1901/jeab.1962.5-531
- Tan, L., & Hackenberg, T. D. (2016). Functional analysis of mutual behavior in

- laboratory rats (*Rattus norvegicus*). *Journal of Comparative Psychology*, *130*(1), 13-23. doi: /10.1037/com0000015
- Toledo, T. F. N., & Benvenuti, M. F. L. (2015). Efeitos da exigência de desempenhos entrelaçados sobre linha de base em esquemas simples de reforço. *Revista Brasileira de Análise do Comportamento*, *11*(2), 184-194. doi: dx.doi.org/10.18542/rebac.v11i2.1971
- Vogler R. E. (1968). Possibility of artifact in studies of cooperation. *Psychological reports*, *23*(1), 9–10. doi: 10.2466/pr0.1968.23.1.9
- Zeiler, M. (1977). Schedules of reinforcement: the controlling variables. In W. K. Honig & J. E. R. Staddon (Eds.), *Handbook of operant behavior* (pp. 201-232). Prentice-Hal

## Anexos

### Anexo 1.

#### Taxa de reforços programados e obtidos

Tabela 1

Taxas de reforços programados e obtidos na Condição Coordenada e Individual

VI (s)	Tx. de Ref. Programada	Taxa de Reforço Obtida										
		Condição Coordenada				Condição Individual						
		R 66/67	R 70/71	R 74/75	Média	R 68	R 69	R 72	R 73	R 76	R 77	Média
5	12,0	5,0	5,4	5,9	5,4	7,6	7,9	7,6	7,3	7,3	7,1	7,5
10	6,0	4,0	4,0	4,3	4,1	4,7	4,8	4,8	4,8	4,8	4,5	4,7
20	3,0	2,5	2,5	2,5	2,5	2,7	2,7	2,7	2,7	2,7	2,7	2,7
40	1,5	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4
60	1,0	0,9	0,9	0,9	0,9							
80	0,8	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7
120	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5							
160	0,4	0,4	0,4	0,3	0,3							
320	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2							

## Anexo 2.

### Certificado de aprovação do Comitê de Ética no Uso de Animais

Pró Reitoria  
Pesquisa

Comissão de Ética no Uso de Animais  
Universidade Federal de São Carlos



## CERTIFICADO

Certificamos que a proposta intitulada "Comportamento coordenado e individual em duplas de ratos sob esquema de intervalo variável", protocolada sob o CEUA nº 1442180419 (ID 001239), sob a responsabilidade de **Leticia dos Santos e equipe; Deisy das Graças de Souza; Lucas Couto de Carvalho** - que envolve a produção, manutenção e/ou utilização de animais pertencentes ao filo Chordata, subfilo Vertebrata (exceto o homem), para fins de pesquisa científica ou ensino - está de acordo com os preceitos da Lei 11.794 de 8 de outubro de 2008, com o Decreto 6.899 de 15 de julho de 2009, bem como com as normas editadas pelo Conselho Nacional de Controle da Experimentação Animal (CONCEA), e foi **aprovada** pela Comissão de Ética no Uso de Animais da Universidade Federal de São Carlos (CEUA/UFSCAR) na reunião de 11/06/2019.

We certify that the proposal "Coordinated and individual behavior in pairs of rats under variable interval schedule", utilizing 20 Heterogenics rats (20 males), protocol number CEUA 1442180419 (ID 001239), under the responsibility of **Leticia dos Santos and team; Deisy das Graças de Souza; Lucas Couto de Carvalho** - which involves the production, maintenance and/or use of animals belonging to the phylum Chordata, subphylum Vertebrata (except human beings), for scientific research purposes or teaching - is in accordance with Law 11.794 of October 8, 2008, Decree 6899 of July 15, 2009, as well as with the rules issued by the National Council for Control of Animal Experimentation (CONCEA), and was **approved** by the Ethic Committee on Animal Use of the Federal University of São Carlos (CEUA/UFSCAR) in the meeting of 06/11/2019.

Finalidade da Proposta: [Pesquisa](#)

Vigência da Proposta: de [06/2019](#) a [01/2020](#) Área: [Psicologia](#)

Origem: [Biotério Central da UFSCar](#)

Espécie: [Ratos heterogênicos](#)

sexo: [Machos](#)

idade: [1 a 3 meses](#)

N: [20](#)

Linhagem: [Wistar](#)

Peso: [200 a 400 g](#)

Local do experimento: Laboratório de Psicologia da Aprendizagem (Departamento de Psicologia UFSCar)

São Carlos, 17 de junho de 2019

Profa. Dra. Luciana Thie Seki Dias  
Presidente da Comissão de Ética no Uso de Animais  
Universidade Federal de São Carlos

Profa. Dra. Cleoni dos Santos Carvalho  
Vice-presidente da Comissão de Ética no Uso de Animais  
Universidade Federal de São Carlos