

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

Responder Coordenado sob Esquema de Razão Variável (VR) em ratos

Lucas Codina de Souza

São Carlos – SP

2023

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

Responder Coordenado sob Esquema de Razão Variável (VR) em ratos

Lucas Codina de Souza

Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação em Psicologia da Universidade Federal de São Carlos para obtenção do título de mestre em Psicologia

Área de concentração:
Comportamento e Cognição

Orientação: Deisy das Graças de Souza

São Carlos – SP

2023

Trabalho financiado pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES # Número 88887.488501/2020-00, com vigência de 01/03/2020 a 31/05/2022) por meio de bolsa de Mestrado concedida a Lucas Codina de Souza. A pesquisa foi desenvolvida no Laboratório de Psicologia da Aprendizagem (LPA) e é parte do programa de pesquisas 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)



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 do candidato Lucas Codina de Souza, realizada em 29/03/2023.

Comissão Julgadora:

Profa. Dra. Deisy das Graças de Souza (UFSCar)

Prof. Dr. Fábio Henrique Baia (UniRV)

Prof. Dr. Angelo Augusto Silva Sampaio (UNIVASF)

Sumário

Introdução.....	10
Método.....	Erro! Indicador não definido.
Sujeitos	19
Aparato	Erro! Indicador não definido.
Procedimento	20
Pré-treino	21
Esquema de razão variável de reforçamento mútuo.....	Erro! Indicador não definido.
Condição controle.....	Erro! Indicador não definido.
Condição luz 0,2 s	Erro! Indicador não definido.
Condição de extinção.....	Erro! Indicador não definido.
Análise dos dados	Erro! Indicador não definido.
Resultados.....	27
Medidas locais de respostas.....	33
Dados da condição controle.....	44
Dados condição da luz com 0,2 s	50
Dados da condição de extinção	52
Discussão	54
Referências	60

Agradecimentos

Inicialmente agradeço a meus pais, Tadeu e Lucia, pelo constante incentivo em meu caminho de estudos e pelo apoio financeiro durante grande parte de minha vida. Sou grato por sempre ter tido esta rede sólida de auxílio, e pelo entusiasmo constante em volta de minhas conquistas. Nessa coexistência das emoções dos pais com as de seus filhos, sigo compartilhando minhas felicidades com vocês.

Agradeço muito a minha irmã Tayza, a quem sempre me direcionei com admiração, sendo um modelo intelectual o qual tento continuamente seguir. Seus conselhos e ensinamentos me encaminharam para a vida acadêmica, resultado de uma vida de leituras iniciada pelos livros que ela mesma me emprestou em minha infância. Me espelho em seu esforço e na sua visão prática e ativa de mudar o mundo a sua volta. Espero um dia ter domínio sobre a vida assim como você demonstra ter.

Agradeço aos meus amigos do presente e as relações que construí durante os anos de mestrado. Desde minha chegada em São Carlos fui recepcionado por minha antiga amiga Mayuri. Obrigado por ter sido um rosto familiar nesse novo cenário social de minha vida. Sua companhia naqueles primeiros meses foram fundamentais para minha adaptação na nova cidade. Agradeço a Maria, quem me arranhou um quarto para morar no primeiro mês e dividiu tantos momentos comigo enquanto estava em São Carlos, sendo uma relação que sou grato por ter a oportunidade de viver nesses momentos tão difíceis de pós graduação e pandemia. E ao falar da pandemia, preciso pontuar a importância de meus amigos de república, André e Bley, minhas companhias mais fiéis nos meses mais solitários de minha vida. Ter sobrevivido a este período sombrio da história mundial só foi possível por meio da amizade de vocês, levarei para sempre estes momentos que tivemos.

Agradeço a meus professores da graduação, em especial os dois analistas do comportamento, Marcelo e Bravin. A orientação próxima feita por vocês me permitiu desenvolvimentos necessários na minha construção conceitual. Tenho certeza que ter sido orientado nessa organização horizontal, em que minhas opiniões eram consideradas e importantes para as decisões de pesquisa, me concedeu uma importante autonomia, necessária para o trabalho em laboratório. Toda conclusão metodológica e teórica que tenho hoje passou inicialmente pela orientação de vocês, serei sempre grato pelo

conhecimento, pela paciência e pelo incentivo para que eu começassem um mestrado após o final da graduação.

Agradeço meus amigos de laboratório, Rafael e Livia. O Rafael estava presente na primeira vez em que modelamos o comportamento de um rato. Também teve paciência em me acompanhar na adaptação do laboratório. Seguimos até hoje trabalhando juntos e espero que nosso trabalho resulte em bons frutos acadêmicos. Agradeço a Livia pela ajuda no revezamento das coletas, principalmente durante a pandemia. O trabalho laboratorial é cansativo se feito na constância necessária para sua execução ideal. Se não fosse o nosso revezamento de coleta, não sei se teria conseguido completar essa pesquisa com tantas sessões como ela se apresenta atualmente. Também agradeço pela companhia e pelas conversas sobre trabalho, muitas vezes estivemos sós e isolados neste laboratório, fico feliz que conseguimos dar apoio um ao outro durante todo o processo.

Agradeço aos primos da Análise do Comportamento, Lucas e Kalliu Couto. O Lucas me incentivou diretamente em prestar a prova de mestrado na UFSCar em uma conversa que tivemos em Brasília, além de ter fundado esta linha de pesquisa no laboratório o qual atualmente trabalho. Ele também foi responsável pelos meus primeiros momentos no ambiente laboratorial do LPA. Me ensinou como trabalhar com os ratos, como organizar o laboratório antes e depois da coleta e também a analisar os dados obtidos. Se não fosse pela sua influência não teria começado nem concluído este mestrado. Ao Kalliu agradeço principalmente pela oportunidade de intercâmbio na Noruega que tive no final do mestrado. Passei por meu primeiro momento fora de meu país de origem, trabalhando em um laboratório internacional com sujeitos experimentais tão interessantes que são as abelhas. Essa experiência foi única no meu processo acadêmico, agradeço muito pelo nosso trabalho conjunto.

Como agradecimento especial, agradeço ao professor Todorov pela orientação em reuniões semanais durante todo o ano de 2020. Recebi a notícia de seu falecimento em 2021 logo após a conclusão de uma prova e me entristeci profundamente. Serei eternamente grato pela disposição do professor em orientar a minha pesquisa em um momento de tão avançada idade. Eu, tão cru e empolgado, tendo recentemente entrado no mestrado na UFSCar, me deparei com a orientação de um gigante do conhecimento humano. Ele sempre será meu grande exemplo de prática científica e de excelência em

docência pública. Dono de um conhecimento experimental e metodológico assustador, identificando problemas de pesquisa com poucos segundos observando dados de um registro cumulativo. Obrigado por tudo professor.

Por fim agradeço a minha orientadora, professora Dra. Deisy das Graças de Souza. Agradeço muito por ter aceitado me orientar mesmo não me conhecendo, ainda mais nesta área de pesquisa que não era seu interesse direto. Agradeço por todo conhecimento experimental, conceitual, metodológico, administrativo, pessoal e relacional que me passou. Admiro profundamente seu modelo de orientação, principalmente pela sua habilidade humana de se importar verdadeiramente com o bem estar de seus alunos. Foram anos de muito aprendizado, espero poder continuar aprendendo com a senhora.

Mínimo divisor

Cada um deve ser pelo menos dois

Antônio Carlos de Brito (Cacaso)

Souza, L. C. (2023). Responder Coordenado sob Esquema de Razão Variável (VR) em ratos. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação em Psicologia. Universidade Federal de São Carlos, SP, Brasil. 63 p.

Resumo

Cooperação entre dois ou mais organismos tem sido experimentalmente evidenciada como susceptível à seleção por consequências, assim como o comportamento operante individual. Estudos prévios no Laboratório de Psicologia da Aprendizagem da UFSCar observaram o estabelecimento de respostas temporalmente coordenadas, como um tipo de cooperação em duplas de ratos, e investigaram como o responder se distribui sob esquemas de reforçamento em razão fixa e variável com parâmetros iguais (FR10; VR10) e sob variação paramétrica dos efeitos do tamanho da razão (FR). Nesses estudos a consequência só era produzida quando os dois ratos apresentavam o responder definido como coordenado e os esquemas geraram padrões de coordenação similares aos observados com o comportamento de organismos individuais, quando submetidos aos mesmos tipos e parâmetros de esquemas. O padrão do responder individual de cada membro da dupla foi menos regular do que o padrão de coordenação, sugerindo que a contingência programada resultou na seleção do comportamento coordenado como uma unidade operante. Estes foram os primeiros estudos que empregaram esquemas intermitentes na investigação do responder coordenado. A replicação do padrão típico sob outros esquemas pode fornecer novas evidências sobre a cooperação como unidade operante e contribuir para verificar a pertinência e a generalidade do conceito. O presente estudo investigou os efeitos da manipulação paramétrica do tamanho da razão em esquema de razão variável sobre o responder coordenado de duplas de ratos. O critério de coordenação foi definido pela pressão à barra simultânea ($t < 0,5$ s) por ambos os animais de cada dupla. Uma condição controle investigou o “relaxamento” do critério cooperativo de 0,5 s (A), que foi aumentado para 5 s (B) em um delineamento ABABA sob VR 9 (um dos valores da série paramétrica). O estudo ainda avaliou a extinção do comportamento coordenado e o efeito de redução da duração da luz utilizada como *feedback* para respostas coordenadas. Os resultados mostraram o estabelecimento de uma função em formato de U invertido entre tamanho da razão e comportamento (taxas e proporções de respostas coordenadas). Respostas independentes que não pertenceram aos episódios cooperativos não apresentaram mudanças sistemáticas com função do tamanho da razão. A manipulação na duração do intervalo para a coordenação resultou em taxas e proporções de respostas coordenadas maiores em 0,5 s do que em 5 s. A extinção levou à redução do responder individual e coordenado, mas gerou variabilidade entre as duplas quanto ao efeito inicial, que incidiu ora sobre o responder independente, ora sobre o responder coordenado. Esses resultados indicam que a contingência de VR coordenado favoreceu mais diretamente a seleção de respostas coordenadas do que o responder individual, gerando padrões típicos do operante mantido sob esquema de razão variável. Os resultados ampliaram a generalidade do efeito de esquemas de reforçamento sobre o responder coordenado de duplas de ratos e também suscitaram questões sobre aspectos metodológicos que devem ser avaliados em pesquisas futuras.

Palavras-chave: comportamento coordenado, cooperação, esquemas de reforçamento, razão variável, ratos

Souza, L. C. (2023). Coordinated responding under Variable Ratio Schedule (VR) in rats. Psychology Post-Graduation Program, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, SP, Brazil. 63 p.

Abstract

Cooperation between two or more organisms has been experimentally shown to be susceptible to selection by consequences similarly to individual operant behavior. Previous studies in the Laboratory of Psychology of Learning at UFSCar observed the establishment of temporally coordinated responses as a type of cooperation in pairs of rats and investigated the ways in which responding is distributed under fixed ratio (FR) and variable ratio (VR) schedules of reinforcement with equal parameters (FR10, VR10) and with parametric variations of ratio size (FR). In these studies, the consequence was only produced when the two rats emitted responses that were defined as coordinated, and the schedules generated patterns of coordination that were similar to patterns that were observed with the behavior of individual organisms when they were subjected to the same schedule types and parameters. The individual response pattern of each member of the pair was less regular than the coordination pattern, suggesting that the programmed contingency resulted in the selection of coordinated behavior as an operant unit. These were the first studies that used intermittent schedules to investigate coordinated responding. The replication of typical patterns of responding under other schedules of reinforcement may provide new evidence of cooperation as an operant unit and contribute to verifying the relevance and generalizability of this concept. The present study investigated effects of parametric manipulations of ratio size under a VR schedule on coordinated responses of pairs of rats. The coordination criterion was defined as simultaneous lever pressing ($t < 0.5$ s) by both animals of each pair. The control condition investigated lengthening the cooperative criterion from 0.5 s (A) to 5 s (B) in an ABABA design under a VR 9 schedule (one of the parametric series values). The study also evaluated the extinction of coordinated behavior and effects of shortening the duration of light that was used as feedback for coordinated responses. The results showed the establishment of an inverted U-shaped function between ratio size and behavior (i.e., rates and proportions of coordinated responses). Independent responses that did not belong to cooperative episodes did not systematically change as a function of ratio size. Manipulating the duration of the interval for coordination resulted in rates and proportions of coordinated responses that were greater at 0.5 s than at 5 s. Extinction led to a reduction of individual and coordinated responding but generated variability between the pairs in terms of the initial effect, which sometimes focused on independent responding and sometimes on coordinated responding. These findings indicate that the coordinated VR contingency more directly favored the selection of coordinated responses than individual responding, generating typical patterns of the operant that were maintained under a VR schedule. The results extend generalizability of the effect of reinforcement schedules on coordinated responses of pairs of rats and highlight methodological aspects that should be evaluated in future research.

Key words: coordinated behavior, cooperation, schedules of reinforcement, variable-ratio, rats

Introdução

A seleção por consequências mostra-se como um conceito central na base epistemológica behaviorista (Skinner, 1981). Em termos gerais, as respostas emitidas pelo indivíduo são selecionadas por suas consequências, produzidas em interação com o ambiente (Catania, 1999). Caso a probabilidade da resposta voltar ao ocorrer aumente devido à produção de sua consequência, diz-se que esta resposta foi reforçada de acordo com a contingência em vigor.

Nas primeiras investigações experimentais da seleção de respostas por suas consequências, Skinner (1938) verificou o efeito de contingências reforçadoras no estabelecimento do comportamento operante. O desenvolvimento teórico da seleção por consequências se beneficiou de investigações experimentais que exploraram os efeitos de contingências reforçadoras e resultaram no estabelecimento dos esquemas de reforçamento (Ferster & Skinner, 1957). Os esquemas de reforçamento são definidos como arranjos de contingências, com parâmetros específicos para o reforçamento das respostas. Por meio dos esquemas de reforçamento, a Análise do Comportamento se tornou capaz de analisar os efeitos específicos de contingências configuradas de acordo com o interesse de pesquisa, de explorar variações paramétricas nos arranjos de contingências e de empreender análises quantitativas de relações entre parâmetros de reforço e de comportamento (Baum, 1974; Catania & Reynolds, 1968; Commons & Nevin, 1981; Ferster & Skinner, 1957; Herrnstein, 1970; Killeen, 1994; Todorov, 1978).

A atividade de pesquisa de submeter sujeitos experimentais a diferentes esquemas de reforçamento permitiu que a Análise do Comportamento expandisse o conhecimento sobre as diversas relações condicionais entre o que o organismo faz e o ambiente em que age. Apesar de grande parte do desenvolvimento dos esquemas de reforçamento ter se dado no âmbito do comportamento operante individual, pesquisas estabelecendo contingências relacionadas com as respostas de dois ou mais sujeitos (Azrin & Lindsley, 1956; Lindsley, 1966; Schmitt & Marwell, 1968) revelaram a possibilidade de seleção do responder cooperativo pelas consequências contingenciadas a cooperação dos indivíduos.

Hake e Vukelich (1972, p. 333) definiram os principais aspectos de um procedimento de cooperação como: “(1) o reforçamento [do comportamento] de ambos os sujeitos depende, em parte, das respostas de cada sujeito, e (2) o procedimento permite a essas respostas, designadas de respostas cooperativas, resultarem em uma divisão equitativa de respostas e reforços” (tradução do autor)¹. Essa definição de procedimento destaca a importância da dependência entre as consequências e as respostas de ambos os indivíduos, porém não abrange configurações cooperativas com distribuições desiguais dos reforços entre os sujeitos (Blake et al., 2014; Suarez et al., 2021). Nessa direção, entende-se que a divisão dos reforços pode não ser equitativa entre os indivíduos, mas há a necessidade que “cada organismo seja reforçado pela sua participação no esquema cooperativo” (Keller & Schoenfeld, 1950, pp. 357-358) (tradução do autor)². Enquanto houver relação contingente entre as respostas dos sujeitos com suas consequências em uma configuração de cooperação, e ocorrer a seleção destas respostas cooperativas pelos produtos desta interação, verifica-se um procedimento de cooperação

Além desta definição, Hake e Vukelich (1972) também ressaltam que “um aumento nas respostas cooperativas é um indicativo de um efeito da cooperação” (p. 333) (tradução do autor)³. Essa observação denota o aspecto fundamental no estabelecimento de uma contingência relacionada a uma unidade comportamental definida, sendo neste caso uma unidade cooperativa/coordenada. Caso a unidade produza consequências e apresente um aumento em sua taxa de emissão, fica demonstrado o efeito reforçador da contingência programada sobre a unidade de comportamento social.

O conceito de seleção por consequências também é considerado na Biologia, cujo enfoque geral sobre a cooperação enquanto processo objetiva entender os fenômenos envolvidos na seleção desse padrão de comportamentos (Nowak, 2012). Ao utilizarem o “Dilema dos Prisioneiros”, configuração cooperativa na qual indivíduos

¹ “(1) that the reinforcers of both individuals are at least in part dependent upon the responses of the other individual, and (2) that the procedure allows such responses, designated as cooperative responses, to result in an equitable division of responses and reinforcers.” (Hake & Vukelich, 1972, p. 333).

² “each organism must be reinforced for the part it plays in the cooperative scheme.” (Keller & Schoenfeld, 1950, pp. 357-358).”

³ “An increase in cooperative responses is indicative of a cooperation effect.” (Hake & Vukelich, 1972, p. 333).

recebem consequências adversas de acordo com o comportamento de seu par (Rapoport & Chammah, 1965), os biólogos também levam em conta o papel da seleção pelas consequências no estabelecimento da cooperação. O Dilema dos Prisioneiros consiste em uma situação em que dois ou mais indivíduos devem escolher entre cooperar ou delatar (i.e., ir contra) o companheiro. Caso ambos escolham cooperar, em uma configuração com dois sujeitos, a consequência final apresentará maior magnitude do que se ambos delatarem. Porém, caso um indivíduo escolha cooperar enquanto o outro delata, o delator receberá uma consequência de maior magnitude, enquanto o cooperador receberá uma de menor magnitude (Rapoport & Chammah, 1965). Essa configuração clássica auxilia na compreensão de como as consequências afetam a seleção do comportamento cooperativo, além de estabelecer uma situação com a possibilidade de mudanças e testes nas variáveis de interesse (i.e., magnitude das consequências para delator e cooperador; proximidade e histórico de reforçamento entre os pares; etc...) (Jurišić et al., 2012).

Na compreensão inicial da teoria darwinista, a cooperação surge como uma problemática por representar um dilema entre a sobrevivência do organismo pelo aumento individual de suas chances de reprodução, com a seleção de organismos que se empenham na melhora reprodutiva do outro (Gardner & Foster, 2008). Entretanto, pós darwinistas apontaram a importância do comportamento cooperativo para a sobrevivência do grupo, aumentando as chances reprodutivas do indivíduo e de sua comunidade social (Hamilton, 1963; 1964). Essa percepção, apesar do enfoque evolutivo genético, indica como a sensibilidade às consequências individuais e grupais em situações cooperativas influencia na seleção da cooperação enquanto processo. Essa visão se desenvolveu em anos futuros na perspectiva da competição entre grupos, e o efeito da cooperação no aumento das chances reprodutivas na situação de embate entre comunidades (e.g., grupos com membros cooperativos contra grupos com membros não cooperativos) (Gardner & Foster, 2008).

Em estudos mais recentes, novas compreensões sobre a importância da ontogenia na seleção da cooperação têm surgido em áreas diversas à Análise do Comportamento (Tomasello, 2020; Tomasello & Cabrera, 2017). Essas leituras, apesar de direcionadas aos processos de desenvolvimento humano e em análises comparativas com macacos, listam as configurações sociais ontogênicas e ontológicas para a seleção

de padrões cooperativos em humanos (Tomasello, 2020). Essa visão expande os efeitos da pressão filogenética e evolutiva no desenvolvimento da cooperação na direção do efeito de contextos cooperativos no comportamento de cooperar. Assimilações da hipótese de interdependência de Tomasello (Tomasello et al., 2012) com a teoria skinneriana da seleção pelas consequências são possíveis a partir do entendimento dos efeitos ambientais na seleção do comportamento cooperativo, tendo como foco o papel da ontogenia na cooperação dos indivíduos.

Como apontado por Benvenuti e Baia (2022), expansões ou releituras do conceito definido como contingência de três termos (antecedente – resposta – consequência) (Skinner, 1953), desde que apoiadas em avanços experimentais ou aproximações de teorias advindas de outras áreas, são necessárias para a sobrevivência da Análise do Comportamento enquanto uma ciência. Estudos experimentais de processos cooperativos e o desenvolvimento de novas análises conceituais em contextos de grupo podem expandir a compreensão sobre a seleção ambiental do comportamento dos organismos. Dessa forma, aponta-se a necessidade de novas pesquisas as quais investiguem as extensões e os limites dos conceitos behavioristas sobre o comportamento cooperativo.

Em um dos primeiros estudos comportamentais em contextos grupais, Azrin e Lindsley (1956) conduziram um dos primeiros experimentos com o objetivo de selecionar respostas cooperativas em humanos. Participaram do estudo 20 crianças, organizadas em duplas. No procedimento, duas crianças se sentavam frente a frente com uma tela divisória entre elas, impossibilitando a manipulação do operando de uma criança pela outra. No tampo da mesa, à frente de cada criança, havia três buracos e um bastão cilíndrico que poderia ser encaixado nos buracos. A resposta cooperativa utilizada exigia o cumprimento de dois requisitos: 1) que cada criança colocasse o bastão em um buraco na mesma posição que o outro (i.e., como se fosse um espelho; supondo-se que as posições fossem numeradas de 1 a 3, se um dos participantes colocasse o bastão na posição 3, o requisito de posição era cumprido se o outro participante colocasse o bastão na mesma posição 3, no seu lado da mesa e não nas posições 1 ou 2); 2) que a distância temporal entre as respostas dos dois indivíduos fosse inferior a 0,04 segundos (critério de simultaneidade das respostas). Caso uma resposta cooperativa ocorresse, uma luz vermelha acendia e ambas as crianças recebiam

uma bala de goma. Essa definição de respostas cooperativa no singular, apesar de produzida por uma resposta de cada indivíduo (duas respostas), foi importante por intitular operacionalmente a coordenação temporal dos participantes como uma resposta cooperativa. O experimento foi realizado em apenas uma sessão experimental, dividida em três condições: 1) 15 minutos de reforçamento das respostas cooperativas; 2) 15 minutos de extinção (sem consequências para o responder cooperativo), e 3) reforçamento das respostas cooperativas até a apresentação de um responder estável por pelo menos 3 minutos. Os resultados demonstram um efeito de reforçamento no aumento das taxas de respostas cooperativas, apontando a seleção da cooperação dos indivíduos pelas consequências produzidas por suas respostas apresentadas simultaneamente nos buracos correspondentes. A suspensão da relação respostas-consequência na condição de extinção reduziu as respostas cooperativas a uma baixa taxa, demonstrando a sensibilidade das respostas à contingência em vigor.

Para além da cooperação, a coordenação dos indivíduos enquanto conceito pode ser entendida como uma sub categoria de cooperação, descrita por uma situação cooperativa em que há um pareamento comportamental, no sentido da presença de comportamentos conjuntos de mais de um indivíduo em uma contingência cooperativa (Schuster, 2001). A coordenação descreve o recorte deste pareamento, com organismos apresentando a coordenação de seus comportamentos para a obtenção de reforços. Desta forma, o estudo de Azrin e Lindsley (1956) pode ser entendido como um experimento de cooperação e de coordenação, devido à distribuição do reforço depender do pareamento comportamental, definido pela proximidade temporal entre as respostas de ambos os sujeitos na situação experimental.

Os estudos de cooperação em humanos tiveram uma retomada a partir da introdução do conceito de metacontingência (Glenn, 1986). A metacontingência define uma relação contingente entre “1) contingências entrelaçadas recorrentes tendo um produto agregado e 2) eventos ambientais ou condições selecionadores” (Glenn et al., 2016, p. 3) (tradução do autor)⁴. Este conceito, que engloba unidade de análise, procedimento e processo (Baia & Sampaio, 2019), possibilita o estabelecimento de relações contingentes entre consequências advindas de um ambiente selecionador e uma

⁴ “A contingent relation between 1) recurring interlocking behavioral contingencies having an aggregate product and 2) selecting environmental events or conditions.” (Glenn et al., 2016, p. 3).

unidade de respostas definida pelo entrelaçamento das contingências envolvidas no episódio social. A relação entre as contingências comportamentais entrelaçadas sensíveis a alterações pelo ambiente selecionador e o produto agregado é descrita pelo termo *culturante* (Hunter, 2012; Glenn, et al., 2016). Baia e Sampaio (2019) elencam o *culturante* como a principal unidade de análise na metacontingência, principalmente pela sua definição caracterizar uma unidade funcional. Segundo os autores, “o termo *culturante* contribui por especificar o que seleciona (consequências culturais) e o que é selecionado (contingências comportamentais entrelaçadas e o produto agregado) em estudos de metacontingência”.

Apesar dos conceitos de cooperação e metacontingência não serem intercambiantes, muitas pesquisas de cooperação podem ser entendidas como pesquisas de metacontingência e *vice-versa*. Com o desenvolvimento de um procedimento experimental para a investigação de metacontingências em laboratório (Vichi, 2004), esta área de pesquisa segue desenvolvendo estudos que demonstram a seleção de unidades “grupais” (i.e., unidades representativas da resposta de dois ou mais indivíduos) pelas suas consequências. Em seu estudo, Vichi (2004) submeteu grupos de quatro participantes a uma tarefa em que deveriam escolher uma coluna em uma matriz 8x8 com símbolos de “+” e “-” em suas células. Após a escolha, o experimentador apontava uma linha da matriz e informava aos participantes se eles haviam ganhado ou perdido os centavos utilizados como consequência na pesquisa. Os indivíduos do grupo deveriam decidir de forma conjunta se repartiriam seus ganhos igualmente ou desigualmente entre os participantes. Apesar da escolha da coluna, o reforço (centavos) só era distribuído caso os participantes houvessem escolhido dividir de forma igualitária (condição A) ou desigual (condição B) na tentativa anterior. Os resultados demonstraram que as escolhas de divisão dos ganhos obedeciam ao critério de reforçamento da condição, ou seja, o entrelaçamento das respostas dos sujeitos neste contexto cooperativo foi sensível as consequências programadas.

Vários esquemas de reforçamento foram analisados em diferentes configurações experimentais nos estudos de metacontingência (Baia, 2008; Toledo & Benvenuti, 2015; Vasconcelos & Todorov, 2015; Vichi et al., 2009). Outros estudos, com diferentes orientações teóricas, incluindo a perspectiva analítico-comportamental, também investigaram processos de cooperação em várias espécies não humanas (e.g.,

Campbell, et al., 2020; de Carvalho et al., 2020; Lattal & Okouchi, 2019; Lopuch & Popik, 2011; Mendres & de Waal, 2000; Plotnik et al., 2011; Skinner, 1962).

Na análise do comportamento, Tan e Hackenberg (2016) utilizaram o critério cooperativo de resposta simultânea ($t < 0,5$ s) semelhante ao utilizado por Lindsley (1966) para investigar a seleção de respostas coordenadas. Estes pesquisadores conduziram três experimentos utilizando a resposta coordenada de pressões à barra simultâneas com duplas de ratos (i.e., os ratos deveriam pressionar a barra – uma para cada rato, com um intervalo entre a resposta de um sujeito e a do outro sujeito inferior a 0,5 s). Os ratos trabalhavam em caixas dispostas lado a lado, separadas por uma barreira de Plexiglass transparente. Os experimentos empregaram esquema de reforçamento contínuo (CRF, do inglês, “*continuous reinforcement*”, também referido como razão fixa 1 ou FR1) e testaram: 1) a comparação de uma condição de reforçamento mútuo com condições acopladas de VT e VI individuais; 2) o efeito de barreiras divisórias diferentes nas respostas da dupla, e 3) a relação de familiaridade entre os ratos da dupla. Os resultados demonstraram diferenças visíveis nas taxas de respostas coordenadas nas condições de reforçamento mútuo em comparação com os esquemas acoplados individuais, indicando a seleção das respostas coordenadas pela contingência utilizada.

de Carvalho et al. (2018), dando continuidade aos estudos de Tan e Hackenberg (2016) deram início a uma linha de pesquisa que investiga a resposta coordenada simultânea em ratos submetidos a esquemas intermitentes de reforçamento. A principal pergunta de pesquisa é se o arranjo de contingências de um esquema intermitente engendra a seleção de unidades coordenadas (as respostas dos dois organismos que atendem o critério de coordenação), e não apenas das respostas individuais de cada rato. Discernir o efeito seletivo sobre a unidade "social" é um problema também nos estudos com reforço contínuo. Os esquemas intermitentes geram padrões comportamentais bem descritos, por isso, poderiam permitir verificar se contingências que requerem coordenação selecionam o padrão para respostas individuais e ou para a unidade de respostas coordenadas. No Experimento 2, relatado no artigo de 2018, os autores utilizaram dois esquemas de razão (razão fixa e razão variável), tendo em vista os padrões típicos gerados pelos dois esquemas, o primeiro constituído por claras pausas pós-reforço, seguidas por taxas altas de respostas até o próximo reforço, enquanto o segundo tende a estabelecer uma taxa alta e relativamente constante ao longo de todo o

intervalo entre reforços. Para cada tipo de esquema, o tamanho da razão foi manipulado, tendo assumido os valores 1, 5 e 10. Os resultados foram analisados a partir da: 1) média das respostas cooperativas de cada par em função dos esquemas utilizados; e 2) média das pausas pós-reforço (i.e., período de tempo entre a apresentação do reforço e a primeira resposta após o reforço) individuais e cooperativas. A seleção da resposta cooperativa foi mostrada pelo aumento da taxa de cooperação e pela presença da pausa pós-reforço no esquema de FR, padrão característico de respostas individuais submetidas a este esquema (Catania, 1999). Os dados de VR também seguiram o padrão esperado pelo esquema, apresentando uma maior taxa de respostas em comparação com o FR e ausência de pausas pós-reforço. Nas comparações entre os resultados obtidos nas contingências cooperativas e individuais, os dados referentes às respostas coordenadas foram mais regulares e sistemáticos de acordo com os esquemas investigados. Esses resultados sugerem que a seleção das respostas cooperativas obedece aos mesmos processos observados na seleção operante de respostas individuais (de Carvalho et al., 2018).

Na mesma linha de pesquisa, de Carvalho et al. (2020) verificaram o efeito de uma progressão paramétrica de valores de FR no padrão de coordenação de duplas de ratos utilizando o mesmo critério cooperativo, pressões simultâneas à barra ($t < 0,5$ s) pelos sujeitos. Os valores de FR foram organizados em uma progressão na seguinte ordem: FR 1, 6, 12, 18, 24, 30, 50, e retorno à FR 9. Além da investigação paramétrica, os autores também conduziram uma condição controle em que o critério de coordenação foi “relaxado” de 0,5 s para 5 s. Como a sequência de FRs reforçava respostas coordenadas com distâncias inferiores a 0,5 s, esperava-se que na condição de relaxamento as taxas de respostas coordenadas fossem inferiores. Os dados mostraram que as taxas e as proporções de respostas coordenadas variaram como função do tamanho da razão no esquema de FR. Essa relação era “representada por uma função no formato de um U invertido bitônico entre as taxas de respostas e tamanhos das razões” (de Carvalho et al., 2020, p. 2), isto é, observou-se um aumento da taxa de resposta nas razões iniciais (FR 1, 6) até o estabelecimento de um pico (FR 12, 18) e a diminuição nos valores finais (FR 50). Essa função ocorre pelo aumento na exigência do número de respostas, esquemas de reforçamento com valores muito altos refletem em um aumento significativo no custo de resposta para a obtenção do reforço. Nos últimos valores, o

padrão obtido em FR se assemelha a contingências de extinção, dado que as duplas cessam o responder devido ao custo para a produção do reforço.

No mesmo laboratório, o padrão de comportamento coordenado gerado por esquemas de intervalo variável (VI) foi investigado. dos Santos (2021) conduziu uma manipulação paramétrica da duração do VI. A progressão delineada incluiu os seguintes valores de VI: 5 s, 10 s, 20 s, 40 s, 60 s, 80 s, 120 s, 160 s e 320 s. Nesse estudo, também foi avaliada a redução do critério de distância temporal máxima entre respostas, de 0,5 s para 0,2 s. Os resultados replicaram os de Carvalho et al., (2020), descrevendo a mesma função bitônica em formato de U invertido na relação entre as taxas de respostas coordenadas e a duração dos intervalos no esquema de VI. Ambos os estudos ampliaram a base empírica que indica que as contingências programadas fortaleceram o responder coordenado como uma unidade operante: as respostas coordenadas foram selecionadas e sua distribuição, como função dos parâmetros dos esquemas, descreve uma função semelhante à observada quando organismos individuais são expostos às contingências definidas por esses esquemas (Killeen, 1994). Além disso, uma análise do comportamento individual dos ratos nas duplas submetidas aos esquemas, mostrou que as respostas individuais, que não entraram nas unidades coordenadas, não mostraram tão claramente os padrões típicos dos esquemas, o que sugere que os efeitos seletivos incidiram, de fato, sobre a unidade coordenada e não sobre o comportamento individual. Contudo, dada a recência desse tipo de investigação, conclusões com melhor embasamento dependem da replicabilidade dos dados e da expansão da base empírica.

Ferster e Skinner (1957) observaram a diminuição do responder em pombos para valores próximos a zero em esquemas de VR com altas razões (e.g., VR 360). Assim como para o FR e o VI, o aumento da razão em esquemas de VR pode produzir decréscimo na taxa de respostas dos sujeitos participantes da contingência, devido à diminuição na taxa de reforçamento. Uma pesquisa que submetesse duplas de ratos em contingências cooperativas a uma progressão crescente de valores do VR poderia descrever a função observada em contingências individuais sob este esquema, dando continuidade às recentes pesquisas de Carvalho et al., (2020) e dos Santos (2021). Dessa forma, o objetivo desta pesquisa foi investigar os efeitos do esquema de razão variável para o responder coordenado de dupla de ratos na função que relaciona a taxa e a

proporção de respostas coordenadas ao tamanho da razão em esquema de razão variável (VR).

Método

Sujeitos

Oito ratos Wistar machos, experimentalmente ingênuos com três meses de idade no início do experimento foram utilizados como sujeitos, alojados em duplas (R78/R79; R80/R81, R82/R83 e R84/R85). Destas quatro duplas, uma (R84/R85) teve sua participação no experimento encerrada por problemas de saúde. Os ratos foram mantidos em uma sala com ciclos claro / escuro de 12 horas, em uma temperatura (~ 23°C) e umidade relativa (~ 50%) aproximadamente constantes, no Laboratório de Psicologia da Aprendizagem na Universidade Federal de São Carlos (UFSCar), São Paulo, Brasil. Os animais foram alocados em pares em caixas de polipropileno (30 cm, 30 cm, e 50 cm). “*Pellets*” de ração ficavam disponíveis *ad libitum*, nas caixas-viveiro e água era provida de acordo com o esquema experimental. Os ratos eram privados de água por aproximadamente 23 horas antes de cada sessão experimental. Os animais em cada par ficavam separados por 30 minutos após o término de cada sessão experimental, e tinham acesso livre à água por um período de tempo de acordo com seu peso corporal em comparação com o peso médio dos últimos cinco dias. O acesso à água variava entre 5 a 60 minutos. Água adicional era provida aos ratos que estivessem com menos de 85% do seu peso no período de livre acesso à água (Treichler & Hall, 1962).

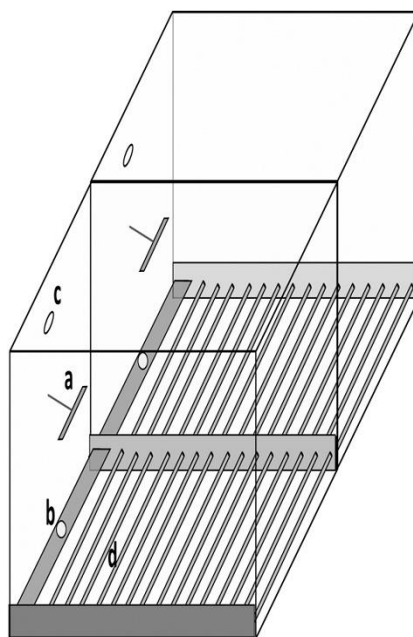
Aparato

Quatro caixas de condicionamento operante foram utilizadas no experimento (24 cm de altura x 26 cm de profundidade x 20.5 cm de largura). As caixas experimentais eram alocadas em pares, uma ao lado da outra, no interior de uma larga caixa acústica de abafamento equipada com exaustores para a ventilação. As caixas operantes eram separadas por uma placa de Plexiglass, de forma que as respostas emitidas por cada sujeito eram visíveis e audíveis para o rato ao lado. Cada caixa era equipada com uma barra de respostas de alumínio (0,3 cm de altura x 0,5 cm de profundidade x 5 cm de largura) sustentado por um arame galvanizado e colocada a 13,5 cm de altura na parede da caixa. A base da caixa de condicionamento era feita de hastes de aço inoxidável. O

acesso à água se dava por um pequeno orifício no piso, localizado abaixo da barra de respostas. A água era disponibilizada por uma concha de aço (0,06 ml) por 2 s, e um diodo emissor de luz branca (LED) estava instalado fora da caixa experimental, 13 cm acima do chão. A Figura 1, retirada de de Carvalho et al., (2018), representa o equipamento utilizado neste estudo. Os eventos experimentais eram controlados e registrados por um computador LG e um notebook Samsung, ambos equipados com o Visual Basic 2010 Express e conectados a um modelo de interface ADU208 USB Relay I/O.

Figura 1

Ilustração Esquemática do Aparato com Duas Câmaras Experimentais Acopladas.



Nota: Imagem representativa do aparato utilizado neste estudo. Imagem retirada de de Carvalho et al., (2018). (a) Barras. (b) Bebedouros onde a água (reforço) era distribuída por uma concha que mergulhava em um repositório de água abaixo do bebedouro. (c) Luz de led. (d) Grades esféricas que compõem o piso. As caixas experimentais eram protegidas por uma câmara de madeira para controle acústico.

Procedimento

Este estudo foi conduzido em cinco fases experimentais. Primeiro, cada um dos pares de ratos era submetido a um pré-treino no qual suas respostas individuais e coordenadas de pressão à barra foram modeladas por aproximações sucessivas de reforçamento diferencial. Na segunda fase foi manipulado o tamanho da razão do

esquema de razão variável (VR) de reforçamento mútuo (VR 6, 9, 12, 15, 18, 25, 35, 50 e 60) para respostas coordenadas, nesta ordem. Nesta fase as respostas coordenadas de cada dupla eram reforçadas de acordo com os requisitos de VR. Cada valor de VR ficava em vigor por ao menos 10 sessões com os dados estáveis por estabilidade visual; atingido o critério, o tamanho do VR era aumentado de acordo com a sequência planejada, até completar o VR 60. Após completar o VR 60, as duplas passaram para a reversão das condições VR 18 e VR 9, nesta ordem. Na terceira fase do procedimento, os sujeitos passaram por uma condição controle de “relaxamento” do critério temporal para a coordenação de respostas ($t < 0,5$ s para $t < 5$ s.). Na quarta fase, o tempo de apresentação da luz foi reduzido de 0,5 s para 0,2 s, para testar os possíveis efeitos da duração da luz, como consequência condicionada, no padrão das respostas coordenadas. Por fim, na quinta fase, cinco sessões de extinção foram conduzidas para verificar o efeito da suspensão do reforço (interrupção da relação respostas-reforço) sobre o padrão de coordenação. A dupla R84 – R85, que apresentou problemas de saúde, teve sua participação encerrada no VR 18 da segunda condição.

Pré-treino

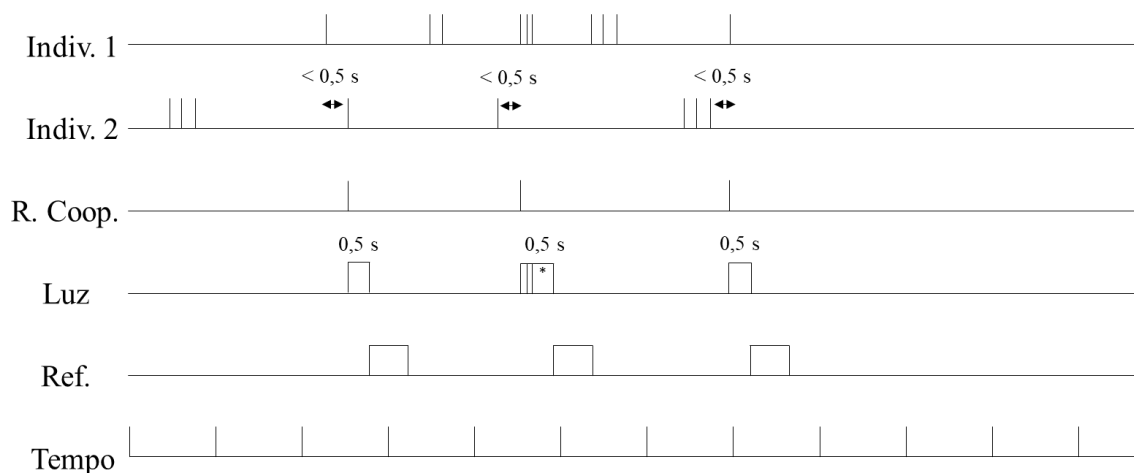
O pré-treino foi dividido em duas partes: modelagem das respostas individuais e modelagem das respostas coordenadas. Cada rato foi inicialmente exposto à modelagem de pressão à barra, seguido por uma sessão de reforçamento contínuo (FR 1), uma sessão de FR 2 e uma sessão de FR 3. Após este treino, cada rato trabalhou individualmente em um esquema de VR 5 por duas sessões e no VR 6 por 10 sessões. Apesar dos ratos estarem dispostos lado a lado durante toda esta condição, as respostas de um sujeito não influenciavam nas consequências para respostas do outro sujeito.

Na segunda parte da condição de pré-treino, as respostas coordenadas foram modeladas. Uma resposta coordenada era definida por duas respostas sucessivas, uma de cada rato, ocorrendo com menos de 0,5 s de distância temporal entre as respostas. A Figura 2 apresenta um diagrama de registro de eventos que ilustra a ocorrência de respostas independentes de cada rato, a ocorrência de respostas coordenadas e os demais eventos da contingência programada. As respostas eram consideradas como independentes caso não ocorresse a resposta de outro rato em ao menos 0,5 s de distância. Dessa forma, toda resposta de um sujeito na ausência da resposta do outro em

0,5 s foi considerada como independente por não pertencer aos episódios de coordenação. Toda vez que o critério de resposta coordenada era atingido, uma luz de LED branco era acesa por 0,5 s. A luz foi programada para iniciar novamente caso qualquer resposta ocorresse durante a sua apresentação. Esta configuração experimental almejava extinguir quaisquer respostas independentes que ocorressem rapidamente após a execução da resposta coordenada, tornando a relação resposta coordenada – reforço mais próxima (cf. de Carvalho et al., 2018). Ao concluir o número de respostas coordenadas exigidas pela razão em vigor e caso nenhuma resposta adicional fosse emitida nos últimos 0,5 s de apresentação da luz, o reforço era distribuído simultaneamente a ambos os sujeitos. Ao fim do pré-treino, os ratos foram expostos a três sessões de reforçamento contínuo das respostas coordenadas, seguidas por uma sessão de FR 2 e uma de FR 3 de reforçamento mútuo. Nessas condições, apenas respostas coordenadas produziam os reforços.

Figura 2.

Registro de Eventos Representando um Episódio de Respostas Coordenadas em CRF



Nota: Cada risco nas secções “Indiv. 1” e “Indiv. 2” representa uma resposta de cada indivíduo. Respostas dos dois sujeitos que ocorressem dentro de um intervalo 0,5 s de distância entre elas se configuravam como uma resposta coordenada (R. Coop.). Toda resposta executada sem que ocorresse a resposta de outro sujeito em até 0,5 s era definida como independente. Uma luz branca (0,5 s) era apresentada como consequência imediata da coordenação; ao término da luz branca, a água (Ref) era apresentada por 2 s. Se qualquer resposta ocorresse enquanto a luz estivesse acesa, sua apresentação permanecia por mais 0,5 s. As respostas que não atingiam o critério de coordenação foram tratadas como respostas independentes na análise de dados. O asterisco indica respostas na luz, reiniciando a apresentação do estímulo. Cada marca

vertical na linha do tempo representa 1 s. No esquema de razão, as respostas coordenadas eram seguidas apenas pela luz, até que fosse cumprido o requisito de n respostas coordenadas, quando a última ocorrência era seguida pela luz e pelo reforço.

Esquema de razão variável de reforçamento mútuo

Nesta fase as respostas coordenadas de cada dupla eram reforçadas de acordo com os requisitos de VR. Um episódio de coordenação de respostas era definido como duas respostas sucessivas, sendo uma de cada rato, com intervalo de tempo entre elas inferior a 0,5 s (Lindsley, 1966). Para obter o reforço nas sessões sob vigência do esquema de VR, os ratos deveriam pressionar coordenadamente a barra de acordo com o tamanho da razão estipulada.

Cada esquema de VR era constituído de 11 valores distribuídos em uma ordem *semi-randômica*. Os valores eram determinados pelo tamanho médio da razão; por exemplo, para o VR 12, os 11 valores eram: 1, 4, 6, 8, 10, 12, 14, 16, 18, 20, 23. Isto significa que sob esta condição, o número de coordenações requeridas para um reforço poderia assumir qualquer desses valores ao longo da sequência e a sequência ia sendo repetida até o final da sessão. A distribuição semi-aleatória organizava os valores para que razões altas dentro dos esquemas não seguissem outras razões altas, seguindo a mesma lógica para razões baixas. Os ratos responderam em pares a todos os valores médios dos esquemas de VR, tendo acesso simultâneo à água caso emitissem o número requerido de respostas coordenadas (reforçamento mútuo). Os sujeitos foram expostos a nove valores médios de VR na seguinte ordem: VR 6, 9, 12, 15, 18, 25, 35, 50 e 60. Para avaliar reversibilidade, os animais foram reexpostos ao VR 18 e ao VR 9, nesta ordem, depois de completarem os esquemas manipulados em ordem ascendente.

As sessões experimentais eram conduzidas durante os sete dias da semana, aproximadamente no mesmo horário. Cada sessão era encerrada com a apresentação de 40 reforços ou com o passar de 30 minutos sem a execução de respostas. O critério de estabilidade foi visual, definido pela ausência de tendências crescentes ou decrescentes nos dados de taxas cooperativas e proporções de respostas cooperativas. Com exceção do esquema de VR 6, que durou 30 sessões, todas as outras condições duraram no mínimo 10 sessões e no máximo 15 sessões. Como a estabilidade era avaliada em relação às últimas três sessões da condição, apenas estes dados foram utilizados na análise.

Condição controle

Para verificar se a performance coordenada estabelecida nos esquemas originais de VR se modificaria com mudanças no critério de cooperação para o reforçamento mútuo, o requisito de distância temporal máxima entre duas respostas (uma de cada rato da dupla) para a definição de um episódio de resposta coordenada foi modificado. Nesta condição controle, um esquema ABABA de reversão foi utilizado. Na Condição A, os sujeitos foram expostos ao VR 9 de forma semelhante à última contingência da condição de razão variável. Na Condição B as duplas continuaram respondendo no esquema de VR 9, porém o requisito temporal de distância entre duas respostas foi aumentado de 0,5 s para 5 s, alteração semelhante à utilizada por de Carvalho et al. (2020) em sua Condição Controle.

Este “relaxamento” do critério para coordenação foi utilizado para verificar se esta variação no parâmetro alteraria ou não os padrões de taxas cooperativas e as proporções de cooperação em uma contingência que podia reforçar respostas temporalmente mais espaçadas (em até 5 s) do que as respostas praticamente simultâneas quando o intervalo era de no máximo até 0,5 s. Além disso, seria possível verificar se as respostas independentes (i.e., não pertencentes às unidades coordenadas) teriam sua frequência reduzida. A definição de resposta coordenada foi mantida na troca da contingência, sendo o critério definido pelo estabelecimento de uma distância temporal máxima entre duas respostas caracterizando uma resposta coordenada. A luz LED e o reforçamento mútuo mantiveram a configuração das condições anteriores. Após a Condição B, os sujeitos retornaram para o VR 9 com 0,5 s de distanciamento temporal entre respostas para o critério cooperativo (Condição A). Ao finalizar a segunda Condição A, as duplas retornaram para a Condição B por pelo menos 20 sessões para verificar se o treinamento estendido poderia diminuir as taxas de respostas coordenadas e as proporções cooperativas em relação às condições originais (i.e., respostas coordenadas com 0,5 s de distância temporal). Por fim, os sujeitos foram expostos a uma última Condição A (VR 9 com o critério de 0,5 s). As mudanças de condições foram implementadas de acordo com a estabilidade verificada por inspeção visual das taxas cooperativas e proporções de respostas coordenadas.

Condição luz 0,2 s

A contingência da última fase da condição controle (Condição A) era o VR 9 com o critério de coordenação de no máximo 0,5 s entre respostas. Nesta condição, assim como em todas as outras condições deste experimento, a luz LED estava em vigor por ao menos 0,5 s após a execução de uma resposta coordenada. Como descrito no início do tópico de método, qualquer resposta dos sujeitos enquanto a luz estivesse acesa adicionava mais 0,5 s de apresentação da mesma, ou seja, o reforço só era distribuído depois de 0,5 s desde a última ocorrência de uma resposta dos ratos com a luz ligada. Para verificar se a duração da luz teria alguma influência no padrão de respostas estabelecido, principalmente em relação à taxa de respostas independentes durante a luz, uma condição foi delineada em que os sujeitos passaram por ao menos 10 sessões de VR 9 com a duração da luz reduzida para 0,2 s. A diminuição da duração da luz para 0,2 s torna a apresentação do LED mais rápida, em comparação com o parâmetro anterior (0,5 s). Essa redução tornaria menor o tempo para a “extinção” das respostas emitidas durante a luz, possivelmente influenciando no padrão de respostas estabelecido.

Condição de extinção

Nesta última condição do experimento as duplas passaram por cinco sessões de extinção: ou seja, suspensão da relação resposta-consequência. Esta condição foi delineada com o objetivo de observar o efeito de uma contingência de extinção nas respostas coordenadas e nas respostas individuais ou independentes dos sujeitos (isto é, respostas que não cumpriam um episódio de coordenação, sendo seguidas por outra ou outras respostas de um mesmo rato, sem o turno do outro). Testar uma condição de extinção em um padrão estabelecido de respostas coordenadas possibilita observar os efeitos desta contingência em um padrão de coordenação já estabelecido por reforçamento e verificar se a extinção de respostas coordenadas seguiria o mesmo padrão de respostas de organismos individuais submetidas à extinção.

Análise dos dados

As respostas emitidas pelos ratos foram classificadas como coordenadas ou como independentes (ver Figura 2). As respostas independentes foram definidas por

respostas não coordenadas emitidas pelos ratos (i.e., respostas que não eram incluídas em qualquer episódio de coordenação). As respostas coordenadas na configuração experimental eram responsáveis pela apresentação da luz LED (e do reforço, quando uma razão era completada), enquanto as respostas independentes não produziam consequências programadas. As taxas globais de respostas coordenadas e independentes foram calculadas pelo total de respostas de cada classificação dividido pela duração da sessão. A proporção de respostas de cooperação foi definida pela razão entre as respostas coordenadas divididas pela soma das respostas independentes de cada rato com as respostas coordenadas ($R_{coop} / [R1+R2+R_{coop}]$, onde R1 e R2 representam as respostas independentes de cada membro da dupla e Rcoop indica respostas coordenadas). Como exemplo: em uma sessão em que o rato A executou 45 respostas independentes, o rato B executou 55, e ambos executaram 100 respostas coordenadas, o resultado da equação seria $100/200 = 0,5$ de proporção cooperativa. Neste cálculo, caso os ratos não executassem qualquer resposta independente durante a sessão, o número de respostas coordenadas seria dividido pelo seu próprio valor, resultando no valor 1 de proporção cooperativa. Esta medida e este cálculo foram selecionados para este estudo de acordo com a sua utilização em de Carvalho et al. (2020).

As análises locais de proporção de respostas cooperativas seguiram o mesmo cálculo descrito anteriormente. Porém, como cada episódio cooperativo ordinal foi analisado separadamente, o número de respostas cooperativas sempre foi o total de respostas cooperativas naquela ordem de resposta (e.g., apenas as primeiras respostas após o reforço; apenas as segundas respostas após o reforço) dividido por essa mesma soma + (R1 independentes nessa posição da resposta coordenada +R2 independentes nessa posição da resposta coordenada). As análises locais foram calculadas com dados das últimas 3 sessões de cada valor do esquema de VR. O objetivo desta análise é observar as proporções e taxas de respostas cooperativas ordenadas de acordo com a sua localidade em cada valor do VR. Por exemplo: os resultados referentes ao ponto 1 de cada VR representam a média das taxas e proporções cooperativas de todas as primeiras respostas em cada um dos 40 valores da razão dentro da sessão (i.e., 40 reforços então 40 valores de VR a serem executados durante a sessão). Nos resultados referentes ao ponto 2 de cada VR, temos todas as segundas respostas destes mesmos 40 valores da razão, e assim em diante para todas as outras respostas coordenadas. Essa análise

possibilita observar padrões relacionados aos efeitos da proximidade do reforço de acordo com a ordem da resposta emitida. A mesma análise demonstrou uma relação entre a ordem das respostas e o padrão de respostas coordenadas no estudo de de Carvalho et al. (2020), no qual as taxas e as proporções cooperativas tendiam a ser maiores nos valores últimos da razão (e.g., se FR 10, as décimas respostas apresentaram maiores valores).

As pausas pós reforço de repostas coordenadas (PRPs) eram calculadas pelo intervalo entre o fim da apresentação da água até a primeira apresentação da luz LED (ou seja, após a ocorrência da primeira resposta coordenada). As PRPs de respostas individuais foram calculadas pelo intervalo entre a apresentação da água e a primeira resposta do rato em questão. Também foram calculados os intervalos entre respostas (IRTs) individuais – o tempo entre cada resposta emitida e a resposta anterior.

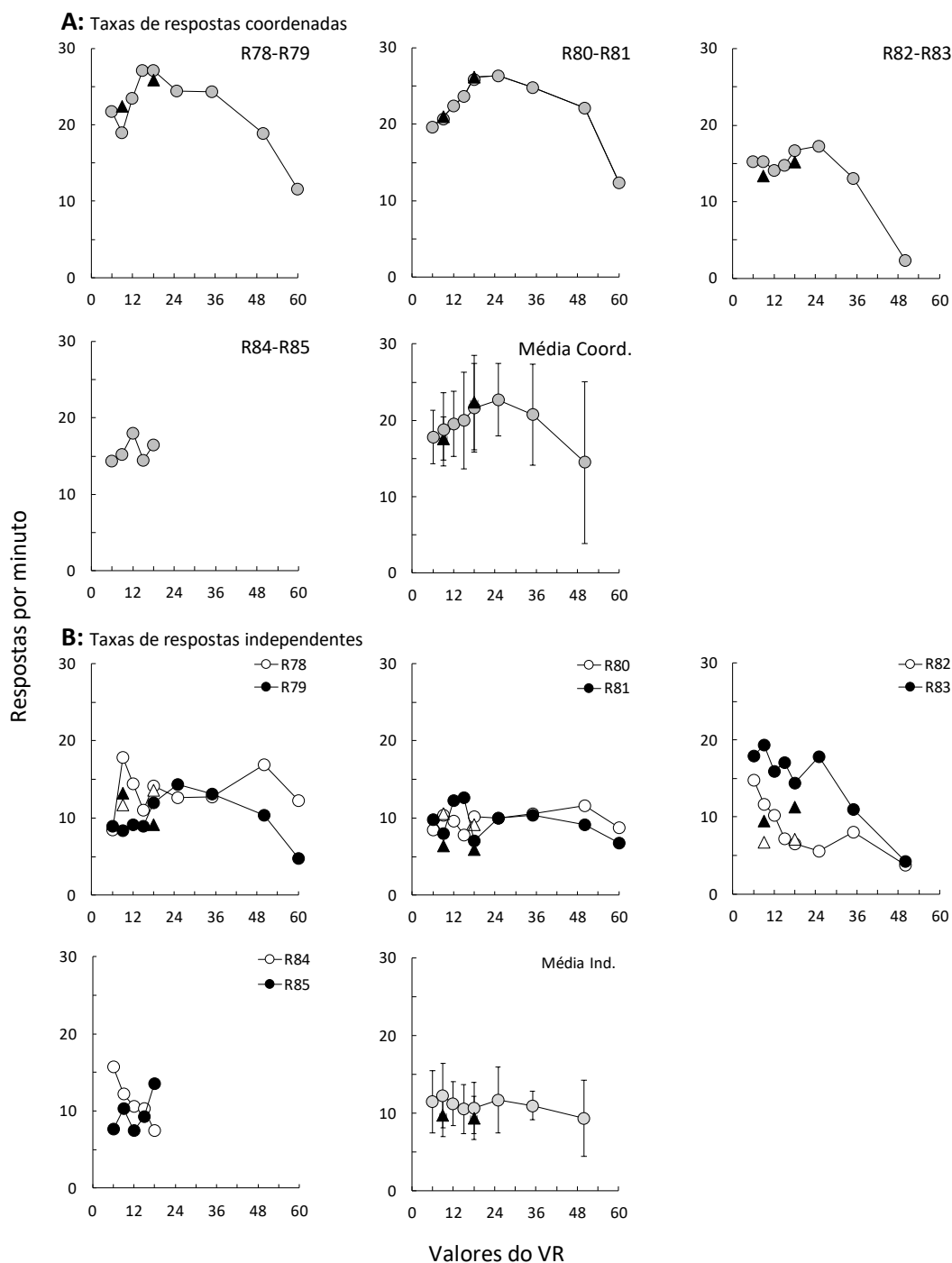
Resultados

A Figura 3 apresenta as taxas totais de coordenadas (painel superior) e de respostas independentes (painel inferior) para todas as díades como função do tamanho da razão variável (VR). As taxas foram calculadas com os dados das últimas três sessões de cada condição. O último gráfico na parte inferior direita de cada painel apresenta as médias e desvios padrões para todas as díades. A dupla R82-R83 não possui dados no valor de VR 60, uma vez que os ratos pararam de responder no VR 50.

Para as taxas de respostas coordenadas, todas as duplas apresentaram uma função em forma de U invertido, isto é, as taxas tenderam a aumentar com o aumento na razão até um certo valor, a partir do qual a tendência tornou-se decrescente. Observa-se aumento na taxa de resposta nas razões iniciais (entre VR 6 e 9), com pico nos valores de VR 15 e 18, seguido por redução na taxa, até que os sujeitos pararam de responder (distensão de razão ou “*ratio strain*”), ou mantiveram taxas muito baixas, em VR 50 e 60. De modo geral, as taxas de respostas coordenadas variaram entre 14 e 22 R/min nas menores razões, aumentaram até valores entre 17 e 28 R/min no pico e diminuíram para valores menores que os observados no início da curva, quando o tamanho da razão chegou a 50 ou 60.

Figura 3

Taxas Totais e Taxas Médias de Respostas (R/Min) Independentes para os Dois Ratos de cada Díade, e Taxas de Respostas Coordenadas e suas Médias para as Quatro Díades.

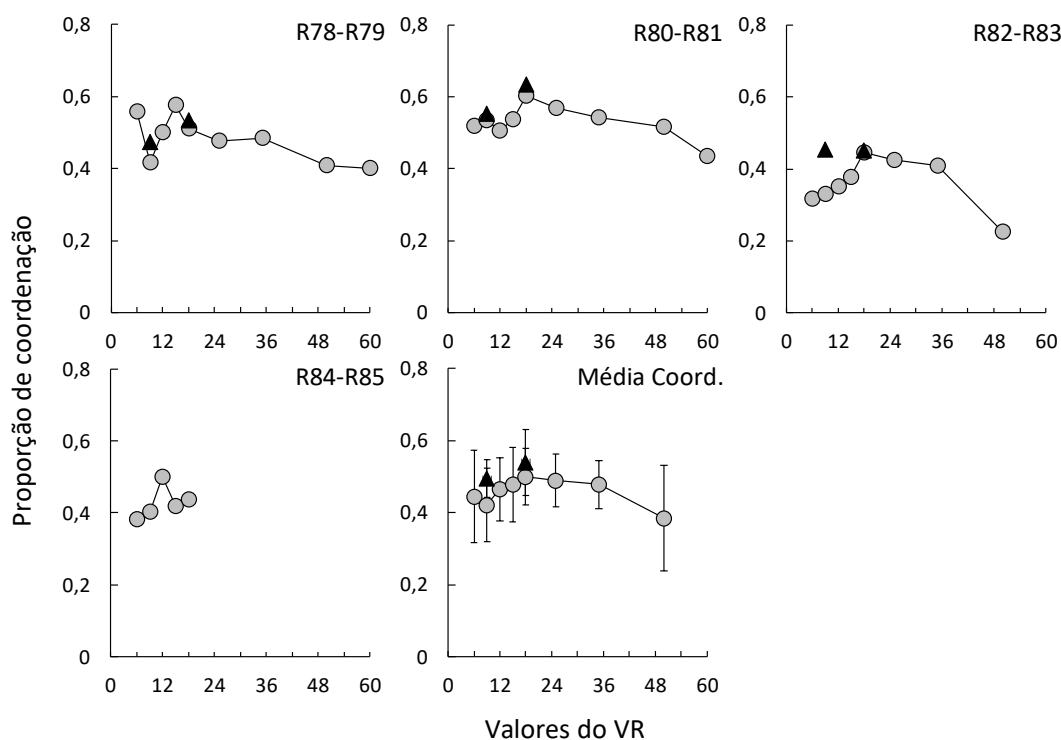


Nota: O último gráfico em cada painel mostra a média das respostas coordenadas para cada dupla. As barras de erro representam os desvios padrão. Triângulos representam dados de replicação.

Em relação às respostas independentes, duas duplas (R78-R79, R80-R81) mantiveram taxas ao redor de 10 R/min, sem tendência sistemática a mudanças com o aumento no tamanho da razão. A dupla R82-R83 apresentou uma diminuição progressiva das respostas independentes, principalmente o sujeito R82. Esse padrão acompanhado do aumento na taxa de respostas coordenadas (painel A) e no aumento da proporção de coordenação (Figura 4) indica efeito da seleção das respostas coordenadas pelas consequências produzidas. A diminuição das respostas independentes não ocorreu como um padrão da seleção das respostas coordenadas para todas as duplas, sendo que estas respostas não diminuíram sistematicamente para todos os sujeitos.

Figura 4:

Proporções de Cooperação das Últimas Três Sessões para cada Dupla e Média das Duplas (Painel Inferior Direito).



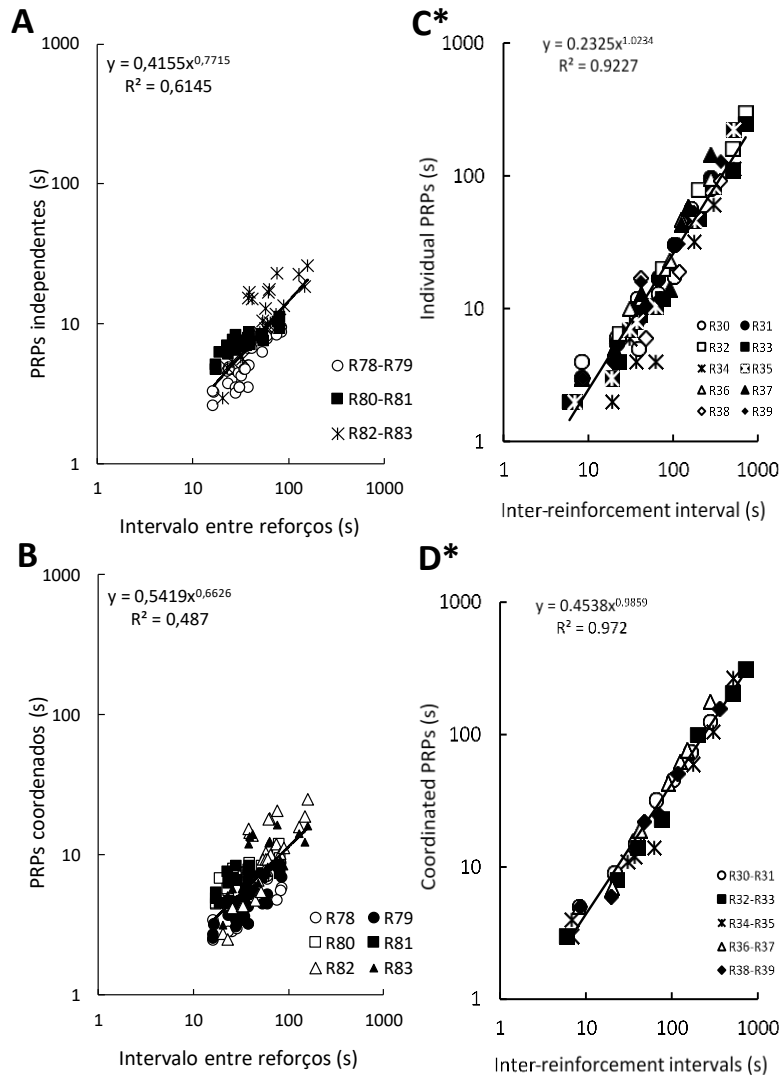
Nota: Os triângulos pretos representam dados de replicação. O último gráfico na coluna direita apresenta a média das duplas. As barras de erro representam os desvios padrão.

A Figura 4 apresenta a proporção de respostas cooperativas como função do tamanho da razão. A proporção de respostas variou entre aproximadamente 0,2 e 0,7 e apresentou a mesma função observada nas taxas de respostas coordenadas, com seu pico localizado próximo à VR 18. A forma da função foi replicada entre todas as duplas. Na figura é possível observar um aumento das proporções nos valores baixos de VR, alcançando uma taxa na qual os pontos de dados permaneceram assintóticos até uma diminuição nos maiores valores do VR. Todas as duplas apresentaram um aumento nas condições de replicação (VR 9 e 18) representados pelos triângulos pretos nos gráficos.

A Figura 5 apresenta a pausa pós-reforço (PRP) para as respostas independentes e coordenadas de acordo com os intervalos entre reforços (IRI) para cada condição. Foi calculada a mediana das pausas das últimas três sessões. A média dos intervalos entre reforços foi calculada como a recíproca das taxas de reforçamento de cada uma das últimas três sessões. Ambos os gráficos foram plotados em coordenadas logarítmicas mostrando a relação entre as PRPs e os IRIs. A linha tracejada na diagonal representa uma linha de tendência em potência. As equações em ambos os gráficos representam os cálculos advindos destas linhas de tendências. Os painéis C e D mostram a mesma análise retirada de de Carvalho et al. (2020). Os resultados dessa pesquisa anterior estão representados nesta figura para uma comparação direta entre os resultados para o esquema de razão fixa naquele estudo e razão variável no presente estudo. Essa análise retornou um valor R^2 de 0,6145 para os PRPs coordenados, e 0,487 para os independentes, ambos inferiores aos obtidos por de Carvalho et al. (2020). Este resultado é esperado pois em esquemas de VR há uma menor relação entre os intervalos de reforçamento e as pausas pós reforço dos sujeitos. Observando os valores máximos obtidos, nota-se a presença de PRPs significativamente mais curtos no VR do que no FR.

Figura 5:

Pausas Pós-Reforço (PRP) Individuais e Coordenadas em Função dos Intervalos Entre Reforços Obtidos.



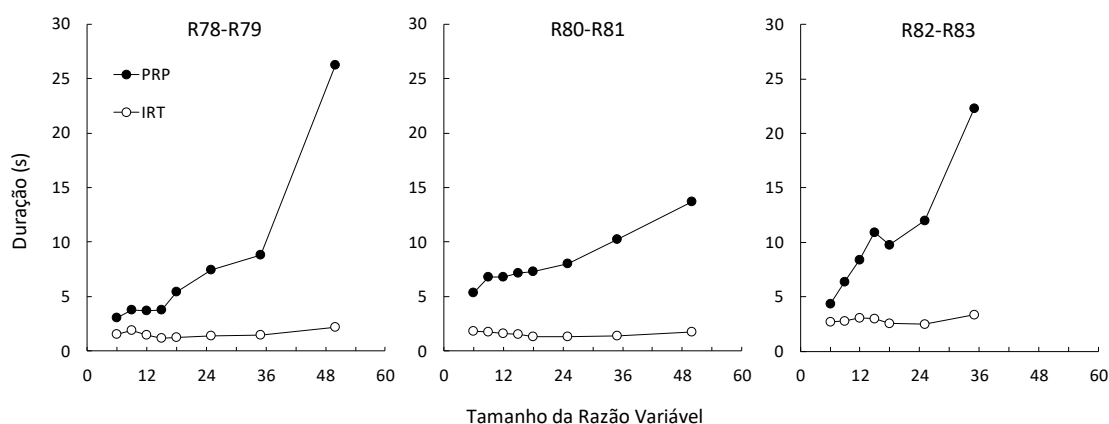
Nota: O painel A apresenta os dados relativos às respostas independentes. O painel B apresenta os dados das taxas coordenadas. O lado direito da figura, painéis C e D, foram retirados de de Carvalho et al. (2020) e se referem ao esquema de razão fixa (FR).

Na Figura 6 as PRPs e os IRTs coordenados são apresentadas para cada uma das duplas em relação a cada valor do esquema de VR. Foram calculadas as médias das três sessões finais de cada condição. As duplas R78-R79 e R80-R81 apresentam dados até o VR 50, já a dupla R82-R83 possui dados até o VR 35 pois parou de responder no VR 50. Nos PRPs, observa-se uma tendência crescente das pausas, à medida que aumenta o

tamanho da razão. Com exceção da condição de VR 18 para a dupla R82-R83, todas as outras PRPs foram superiores nas condições subsequentes em relação à anterior. Em contraste, as médias de IRTs permaneceram relativamente constantes nas menores razões e mostraram aumento nas últimas duas ou três razões. Outra diferença notável entre os dados de pausas e IRTs foi o tamanho dos valores obtidos. Enquanto a duração das pausas chegou a valores maiores que 20 s, os IRTs se alocaram entre 1 e 4 segundos de duração. Essa diferença nas durações mostra que o aumento da razão afetou as pausas e os IRTs de formas diferentes: as pausas aumentaram substancialmente de acordo com o aumento do tamanho da razão, enquanto os IRTs permaneceram curtos, mostrando aumentos somente nos últimos valores de razão e, mesmo assim, os IRTs foram similares às pausas de menor razão. O esquema de razão variável não gera pausas tão longas quantos as geradas por razão fixa de tamanho equivalente (Catania, 1999; Crossman et al., 1987; Ferster & Skinner, 1957; Schlinger et al., 2008), mas os dados do presente estudo mostraram que quanto maior o VR, maior a pausa pós-reforço, ao passo que os intervalos entre respostas permaneceram relativamente estáveis (isto é, ao longo da razão os ratos respondem em ritmo aproximadamente constante), exceto nos valores extremos. Essa diferenciação entre pausas e IRTs será objeto de discussão.

Figura 6:

Pausas Pós Reforços (PRPs) e Intervalos entre Respostas (IRTs) em Segundos para cada Dupla como Função das Sequências de Respostas em cada Esquema de VR



Nota: Os pontos pretos representam os PRPs e os pontos brancos os IRTs das duplas.

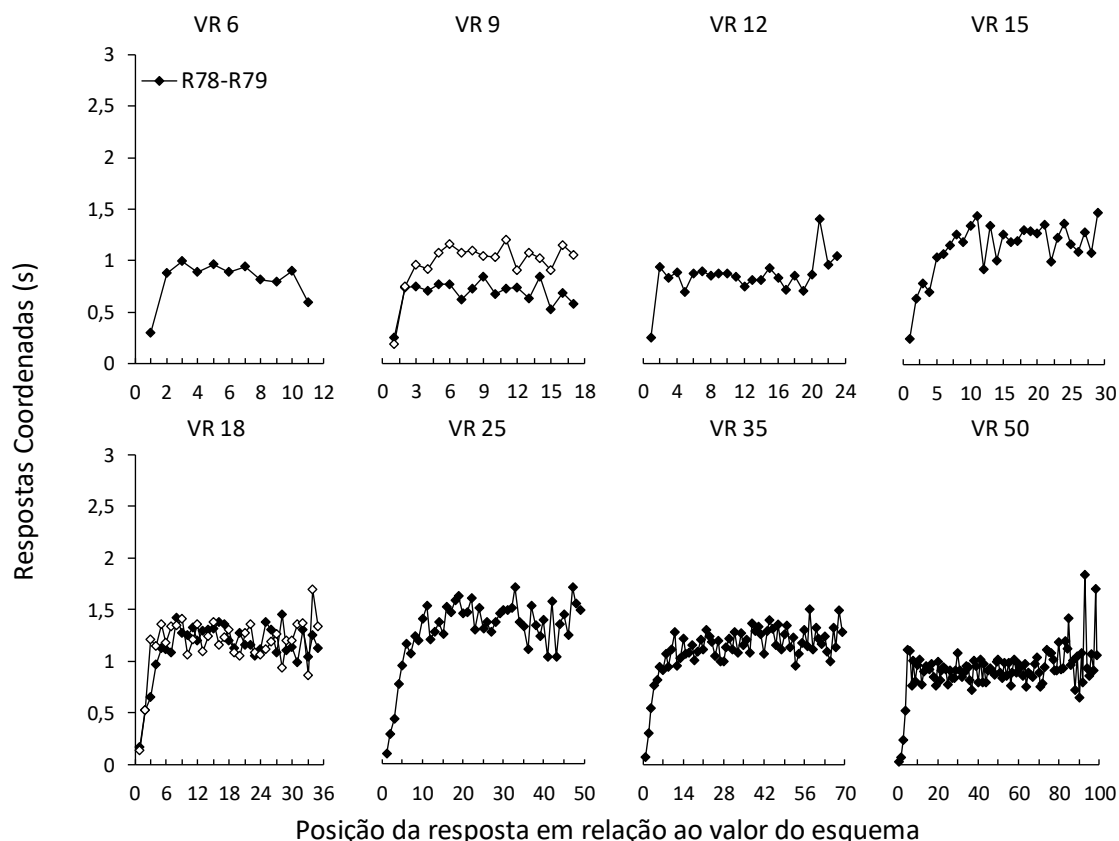
Medidas locais de respostas

As próximas análises dão enfoque a como o responder coordenado ocorreu em instâncias locais da sessão. As Figuras 7, 8, 9 e 10 mostram as taxas de respostas e as proporções de coordenação de acordo com a localização da resposta dentro do valor do esquema. Sendo assim, para dados relativos aos pontos “1” no eixo x dos gráficos, os cálculos foram feitos para todas as primeiras respostas (i.e., a primeira resposta após o reforço). A mesma lógica se aplica para as outras localizações no eixo, ou seja, os dados alocados no rótulo “2” serão sempre as segundas respostas (i.e., a resposta sucessiva após a primeira resposta depois da obtenção de um reforço). Diferente do FR, o VR apresenta valores variáveis dentro do esquema. Dessa forma, cada posição no VR possui um número diferente total de respostas. Exemplificando, como as sessões encerravam com 40 reforços, sempre temos 40 respostas no eixo x “1”, pois a primeira resposta sempre ocorre independentemente do valor na lista do VR. Porém o último valor no eixo de cada figura, ocorre apenas 4 vezes durante uma sessão, pois condizem com o maior valor dentro da lista média do VR.

As análises locais são importantes para observar a performance de coordenação em relação à distância do reforço. Na mesma análise, de Carvalho et al., (2020) mostrou que as taxas de respostas coordenadas e a proporção de coordenação eram maiores na última resposta do valor do FR (i.e., a resposta que sempre produz o reforço). Como característica da contingência em VR, não temos um número fixo de respostas para a obtenção do reforço, de forma com que a última resposta a produzir o reforçador muda ao decorrer da sessão. Além disso, a lista de VR utilizada neste experimento também garantia que o reforço poderia ser produzido por 1 resposta, ao menos 4 vezes durante a sessão. Essa configuração tem como efeito uma imprevisibilidade na distribuição do reforço, e conseqüentemente uma semelhança na probabilidade de cada resposta ser reforçada. Como referência para o cálculo, apenas as sessões estáveis foram utilizadas (i.e., as últimas 3 sessões da condição). A Figuras 10 mostra os dados isolados da dupla que não concluiu o experimento (R84-R85).

Figura 7:

Médias das Taxas de Respostas Coordenadas (R/S) para A Dupla R78-R79 como Função da Posição de Cada Resposta



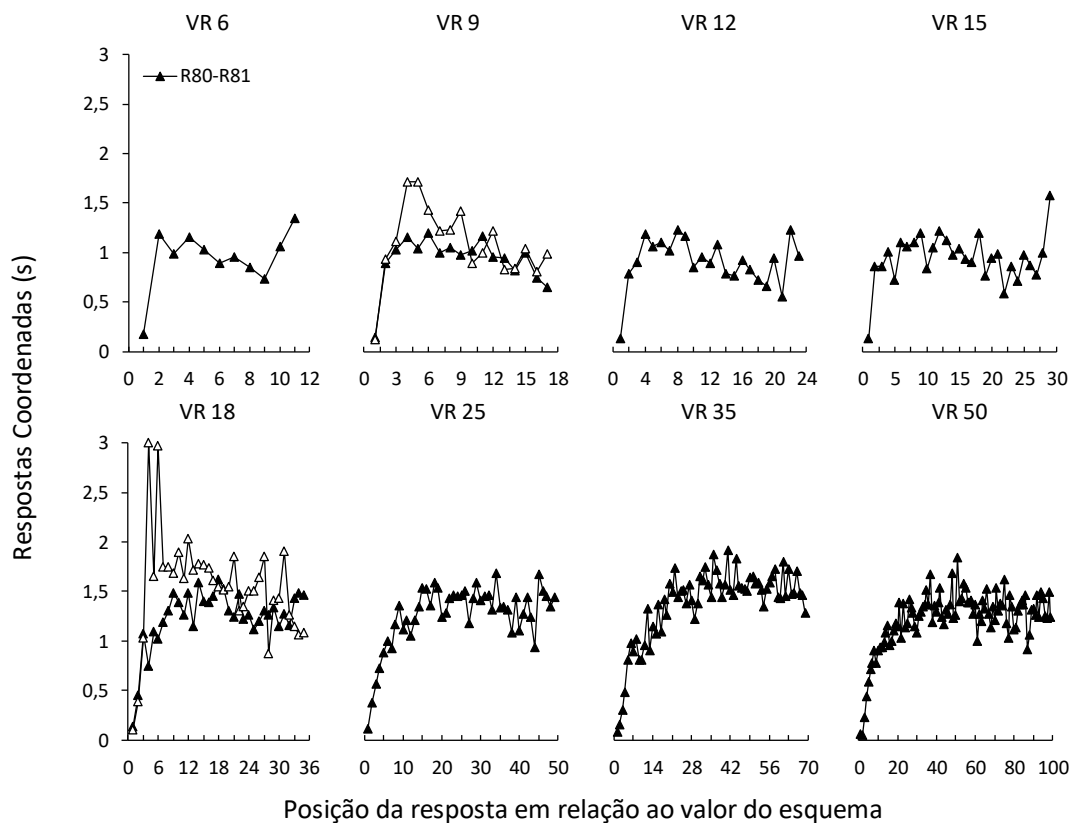
Nota: Os pontos brancos representam as sessões de replicação. Os dados relativos à VR 60 não foram apresentados devido às baixas taxas de respostas. Os rótulos dos valores de VR indicam os gráficos abaixo.

Nas Figuras 7, 8 e 9 é possível observar que não há uma função predominante nos dados entre condições e duplas. Apesar das respostas alocadas na primeira posição possuírem usualmente taxas de respostas menores, o que é esperado devido ao efeito da pausa pós reforço, não há um aumento crescente até a última posição do valor do VR. As taxas das respostas nas posições entre a primeira e última resposta apresentam valores semelhantes, quase como uma reta, apesar do grande número de pontos. Este padrão pode ser entendido como o efeito do VR nas probabilidades de cada resposta coordenada em sua ordem nominal ser reforçada. Como o VR distribui reforços em valores variáveis de razão, a taxa é indiferente nas posições das respostas que não as

primeiras ou as últimas. O efeito observado era esperado de acordo com a configuração das contingências utilizadas.

Figura 8:

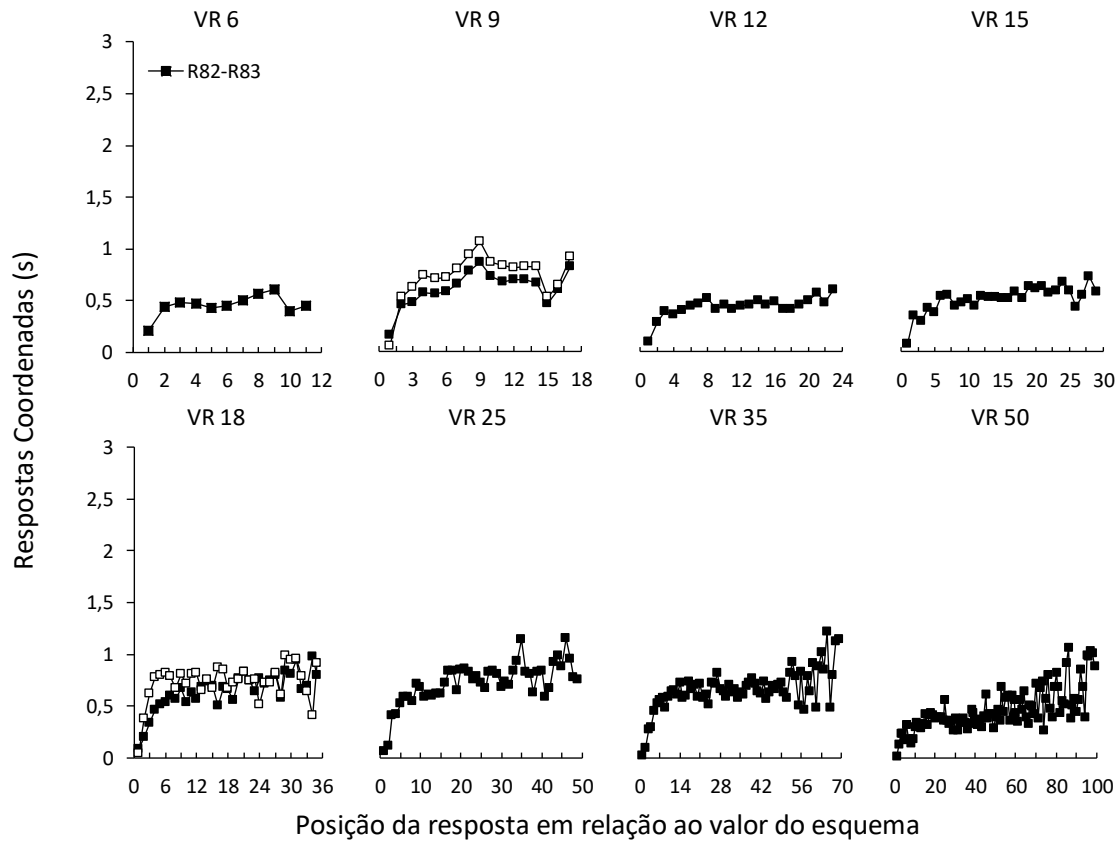
Médias das Taxas de Respostas Coordenadas (R/S) para A Dupla R80-81 como Função da Posição de Cada Resposta



Nota: Os pontos brancos representam as sessões de replicação. Os dados relativos à VR 60 não foram apresentados devido às baixas taxas de respostas. Os rótulos dos valores de VR indicam os gráficos abaixo.

Figura 9:

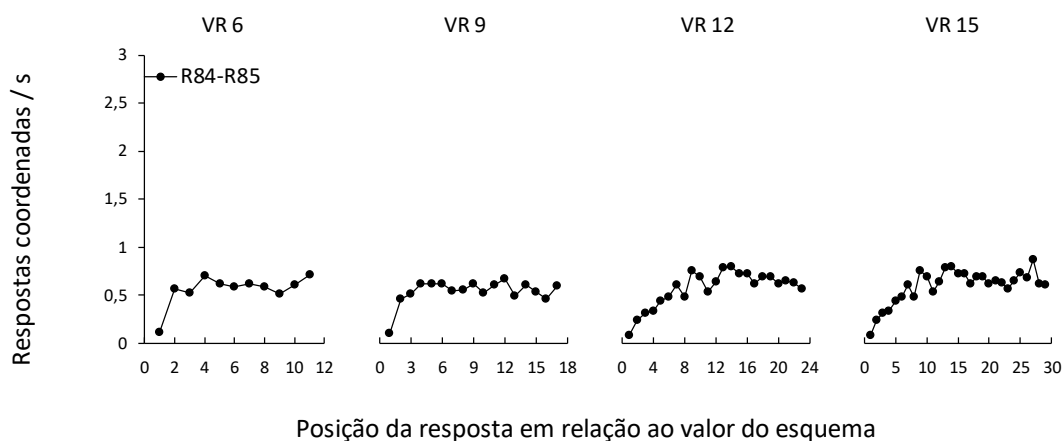
Médias das Taxas de Respostas Coordenadas (R/S) para a Dupla (R82-R83) como Função das Sequências de Respostas em cada Esquema de VR.



Nota: Os pontos brancos representam as sessões de replicação. Os dados relativos à VR 60 não foram apresentados devido às baixas taxas de respostas. Os rótulos dos valores de VR indicam os gráficos abaixo.

Figura 10:

Médias das Taxas de Respostas Coordenadas (R/S) para a Dupla (R84-R85) como Função das Sequências de Respostas em cada Esquema de VR



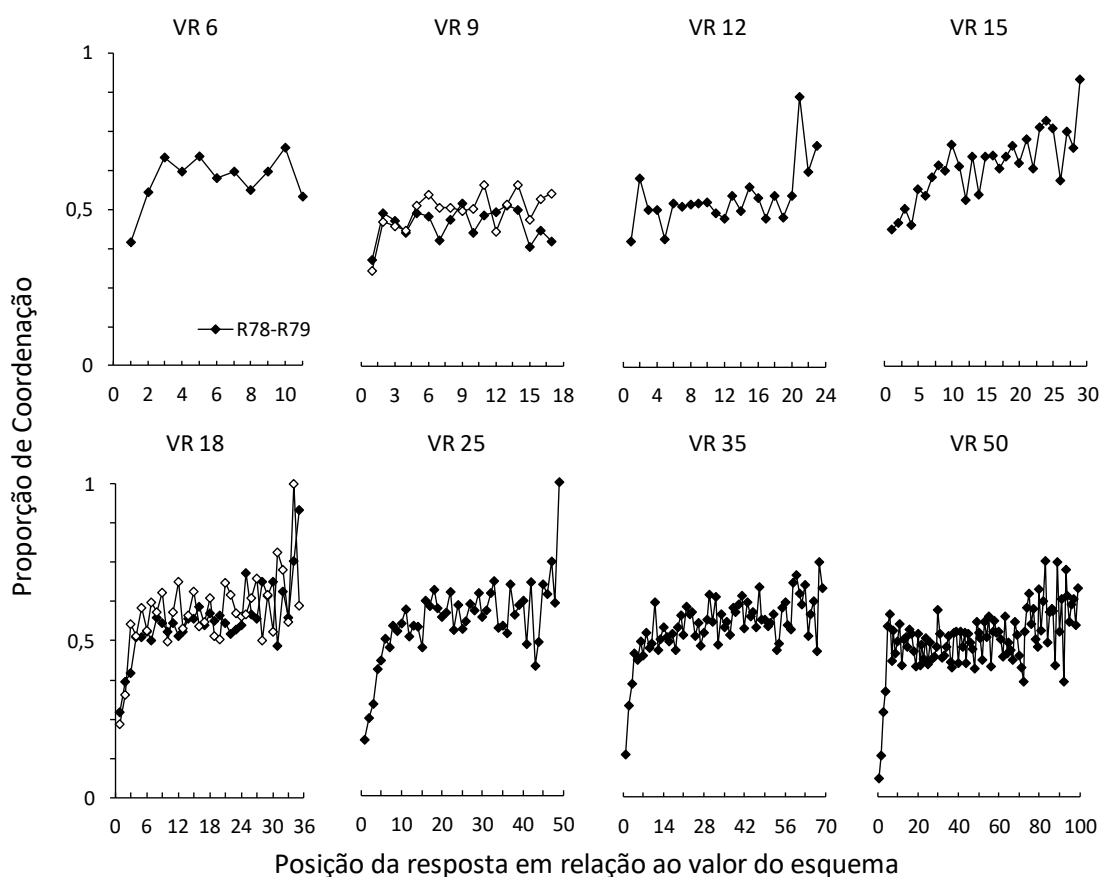
As Figuras 11, 12, 13 e 14 apresentam a proporção de respostas coordenadas ($R_{coop}/R_{coop} + independentes$) obtidas nas respostas sucessivas para completar cada VR. Essas proporções também foram calculadas com base nos dados das sessões estáveis de cada VR. Os dados relativos ao VR 60 também não foram apresentados pois nesta condição as taxas globais de respostas coordenadas diminuíram, com taxas locais próximas ao zero nos valores extremos do VR 60 (e.g., 119 respostas para um reforço). A Figura 15 apresenta dados retirados de de Carvalho et al., (2020). Os resultados da pesquisa de FR estão representados nesta figura para uma comparação direta entre os efeitos de diferentes esquemas no responder coordenado.

Semelhante às taxas de respostas locais (R/s) mostradas nas Figuras 7, 8, 9 e 10, as proporções de coordenação (Figuras 11, 12, 13 e 14) não apresentaram mudanças sistemáticas entre as condições. Apesar de alguns gráficos apresentarem a menor proporção no primeiro valor ordinal, assim como nos resultados de de Carvalho et al. (2020), este resultado não foi sistemático para os valores do VR. Este dado também era esperado pelas diferenças de configuração dos esquemas de VR em comparação aos esquemas de FR (i.e., previsibilidade do reforço). A proporções das respostas coordenadas alocadas na primeira posição (i.e., primeiras respostas) do VR quase sempre apresentaram proporções superiores as observadas no FR. Este resultado indica como a performance de coordenação foi afetada pelas pausas pós reforço no FR de de

Carvalho et al., (2020) e também mostram como no VR essa mesma performance foi menos afetada. A semelhança na probabilidade de cada resposta coordenada ser reforçada no VR provavelmente teve como efeito maiores proporções nas primeiras respostas após cada reforço. Os dados referentes às sessões de replicação (pontos brancos) apresentaram proporções semelhantes ou superiores aos esquemas originais. Para a dupla R82-R83 na replicação do VR 9 é possível observar o aumento das proporções de coordenação na replicação deste valor de VR.

Figura 11:

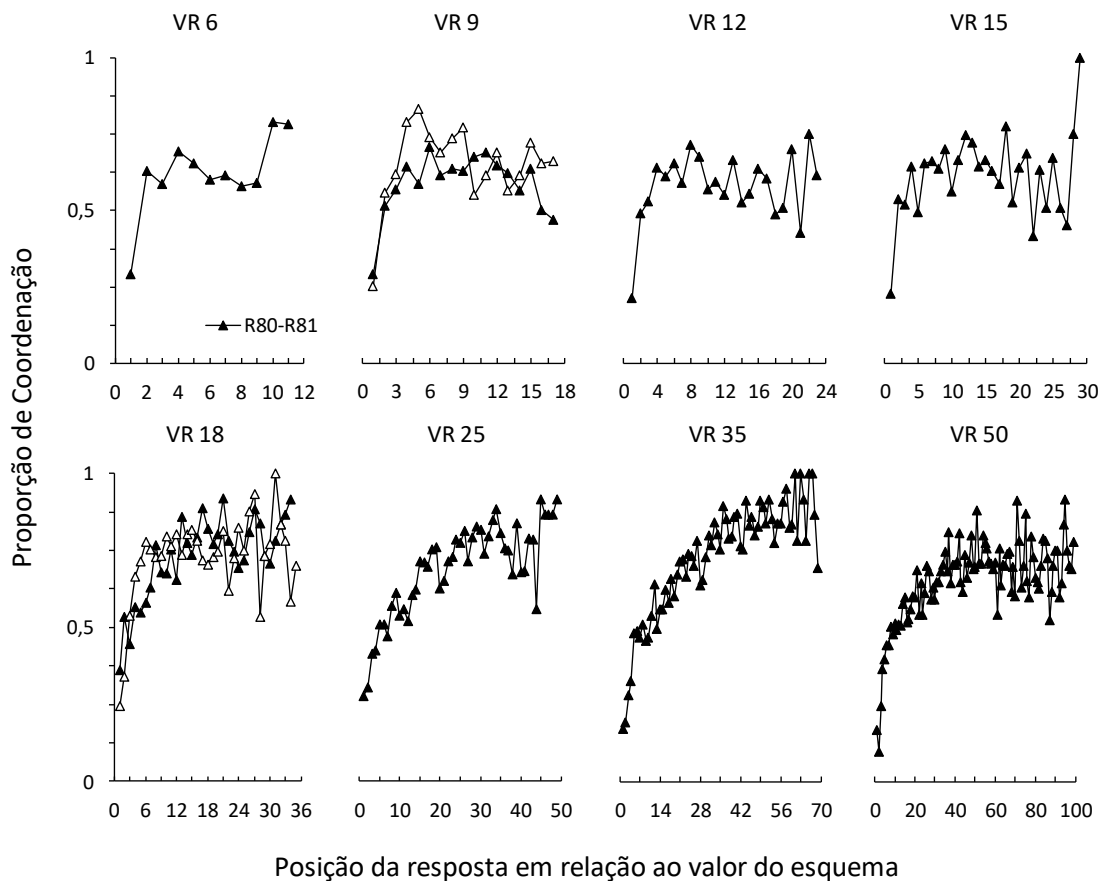
Médias das Proporções de Coordenação para a Dupla R78-R79 em Função das Sequências de Resposta em cada Valor do VR.



Nota: Os pontos brancos representam dados das sessões de replicação. Os dados relativos à VR 60 não foram apresentados devido às baixas taxas de respostas. Os rótulos dos valores de VR indicam os gráficos abaixo.

Figura 12:

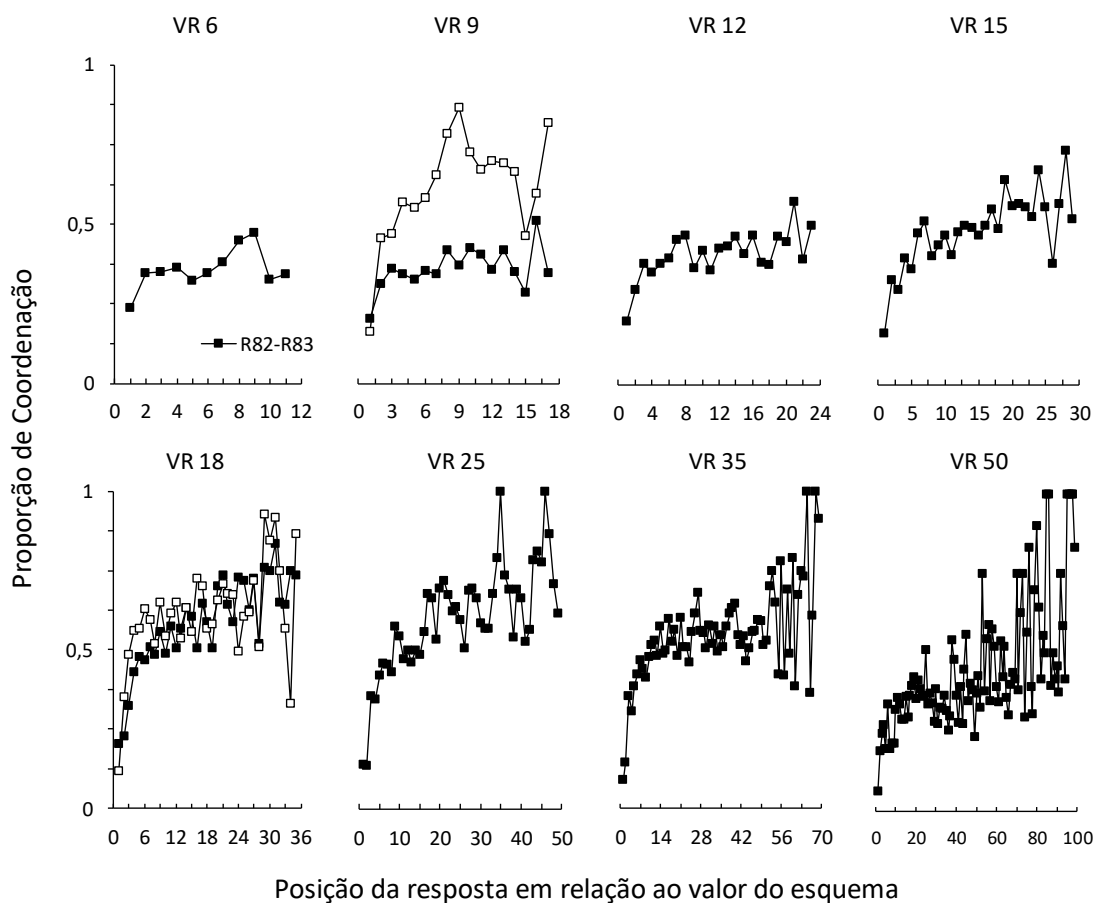
Dados das Médias das Proporções de Coordenação para cada Valor do VR para a Dupla R80-R81.



Nota: Os pontos brancos representam dados das sessões de replicação. Os dados relativos à VR 60 não foram apresentados devido às baixas taxas de respostas. Os rótulos dos valores de VR indicam os gráficos abaixo.

Figura 13:

Dados das Médias das Proporções de Coordenação para cada Valor do VR para a Dupla R84-R85.



Nota: Os pontos brancos representam dados das sessões de replicação. Os dados relativos à VR 60 não foram apresentados devido às baixas taxas de respostas. Os rótulos dos valores de VR indicam os gráficos abaixo.

Figura 14:

Dados das Médias das Proporções de Coordenação para cada Valor do VR para a Dupla R84-R85.

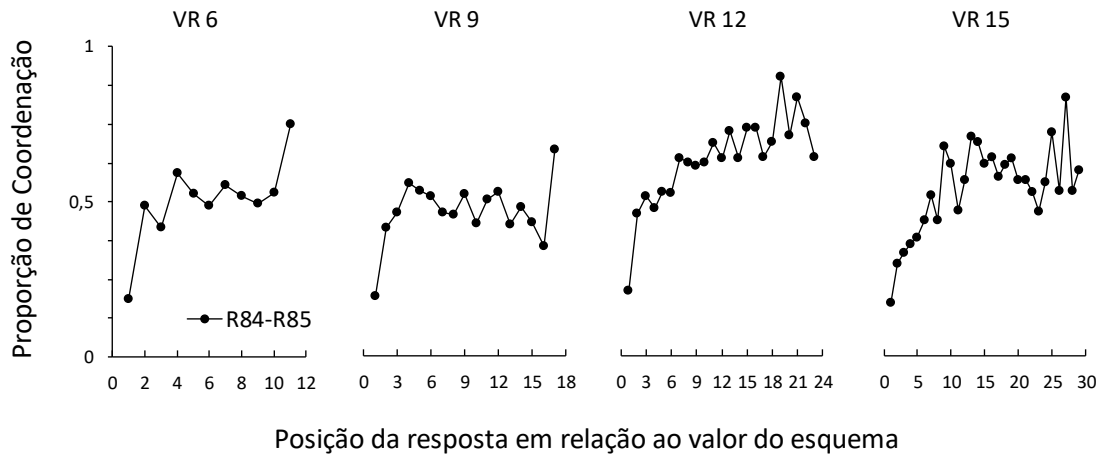
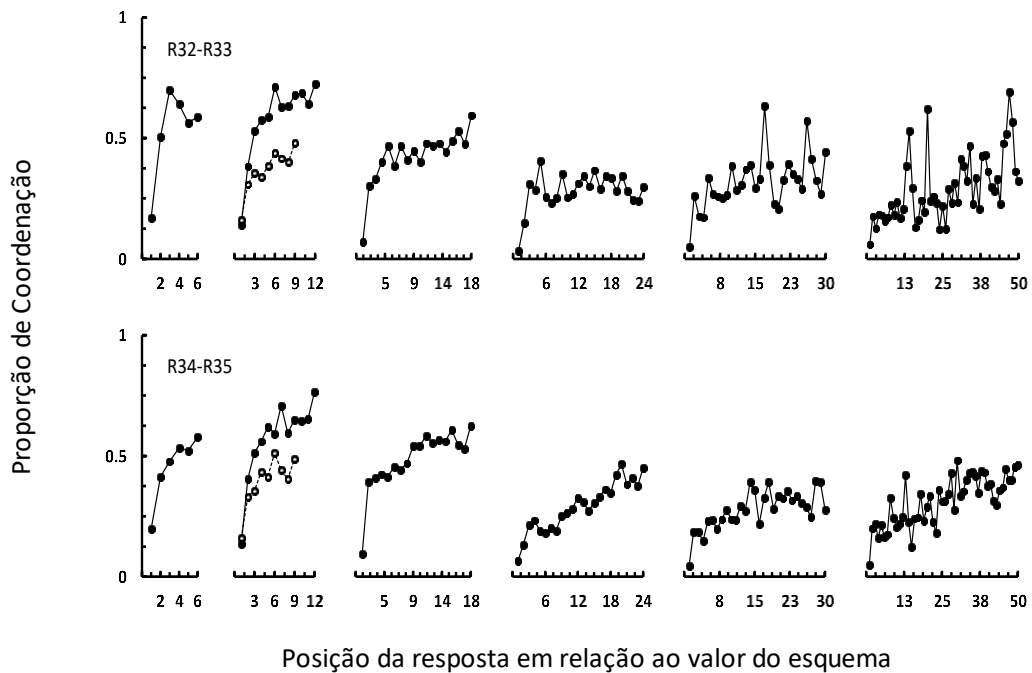


Figura 15:

Dados das Médias das Proporções de Coordenação para cada Valor do FR para as Duplas R32-R33 e R34-R35 de de Carvalho et al., (2020).



Nota: Dados retirados de de Carvalho et al., (2020) sob a vigência de esquemas de FR.

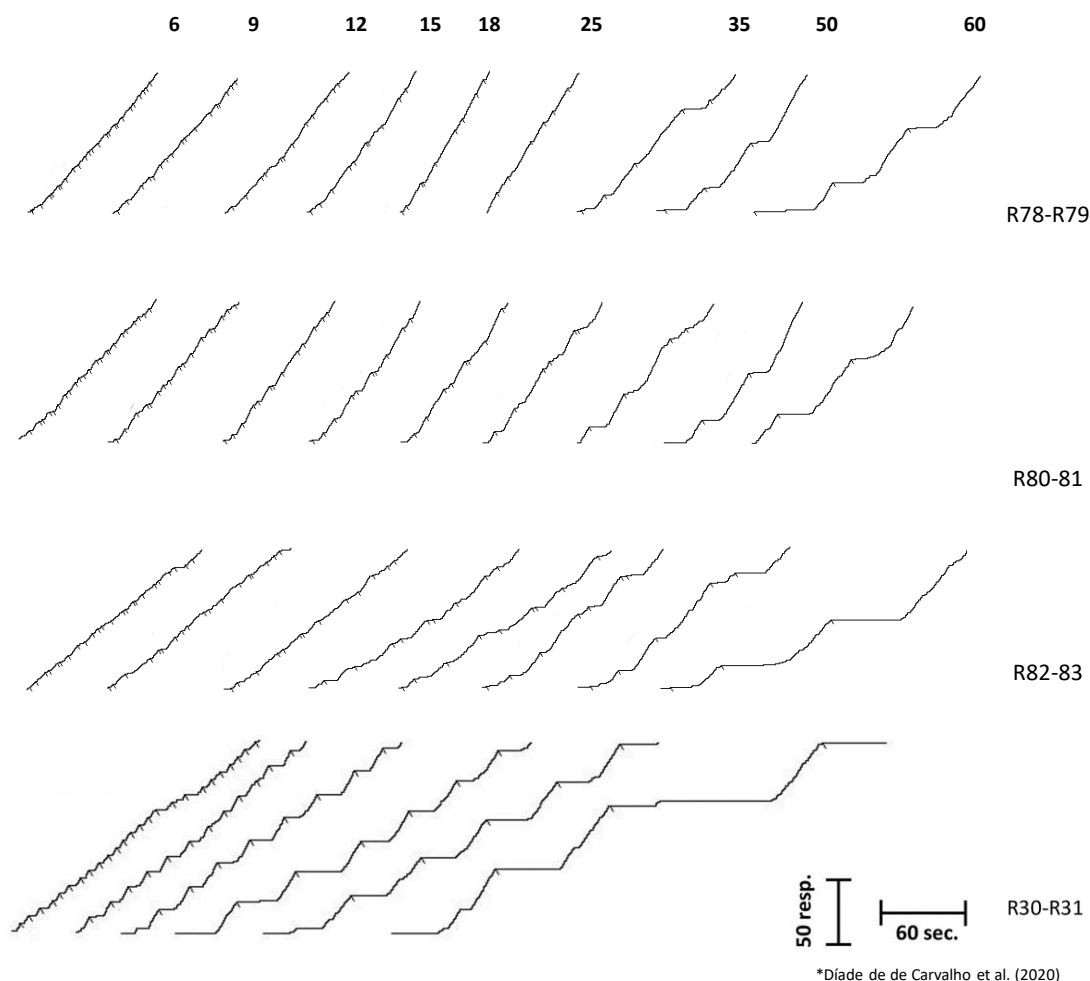
A Figura 16 apresenta uma amostra de registros cumulativos típicos das respostas coordenadas para cada dupla em cada valor do VR. As linhas estão ordenadas de acordo com a progressão do VR (VR 6, 9, 12, 15, 18, 25, 35, 50, 60). Cada gráfico se refere a um valor do esquema e apresenta apenas as primeiras 150 respostas coordenadas de cada dupla (i.e., a primeira secção do registro, antes do gráfico “resetar”). As sessões de replicação e as sessões da condição controle não são mostradas neste gráfico. Os registros cumulativos foram selecionados das sessões com valores de proporção de coordenação próximo ao valor médio relativo a todas as sessões de cada valor do esquema.

Os registros mostram que todas as duplas apresentaram uma taxa de respostas coordenadas estáveis nos menores valores do esquema de razão variável (VR 6, 9, 12, 15, 18 e 25), com poucas pausas e uma taxa de respostas alta e regular. A partir do VR 35, algumas pausas (períodos sem repostas) começaram a aparecer no registro cumulativo, geralmente iniciadas a partir de um reforço; raramente uma pausa era iniciada no meio de uma razão. No VR 50 o responder coordenado passou a apresentar longas pausas e um padrão pouco estável de respostas. No valor de VR 60, todas as duplas pararam de responder em alguma sessão da condição. O critério utilizado para definir o término das sessões nesta condição era a ausência de respostas em 30 minutos durante a sessão. Na parte de baixo da figura os dados de uma dupla de de Carvalho et al. (2020) em FR são apresentados.

Em comparação com os dados obtidos em VR, é possível perceber que as respostas coordenadas no FR apresentavam pausas pós reforços desde as primeiras condições, resultado esperado dado a configuração do esquema de FR. No VR, apenas após o valor de VR 35 pausas pós reforço começaram a aparecer nos registros. Todas as duplas apresentaram padrões semelhantes de respostas coordenadas. Os padrões exibidos eram esperados de acordo com os efeitos do esquema de razão variável no estabelecimento do padrão de respostas. Apesar deste esquema de reforçamento selecionar pausas pós reforço curtas, o aumento da razão teve como efeito o aparecimento de longas pausas sem responder. Por fim, nas razões mais altas as respostas das duplas aproximaram-se de zero.

Figura 16:

Registros Cumulativos de Respostas Típicos para cada Dupla nos Valores do VR.



Nota: Cada linha representa as respostas coordenadas relativas a um valor do VR (na ordem: VR6, 9, 12, 15, 18, 25, 35, 50 e 60). As reflexões diagonais da caneta representam as apresentações dos reforçadores. Os nomes de cada dupla estão no canto direito inferior dos registros. O último registro cumulativo apresenta os dados de uma dupla de de Carvalho et al. (2020) em FR.

Dados da condição controle

Nas comparações entre as condições com a configuração de coordenação padrão ($t < 0,5$ s) com a condição controle ($t < 5$ s), apenas as respostas coordenadas ocorridas com a distância entre as respostas dos ratos inferior a 0,5 s foram consideradas. Dessa forma, as taxas e proporções cooperativas utilizadas nas análises da condição controle

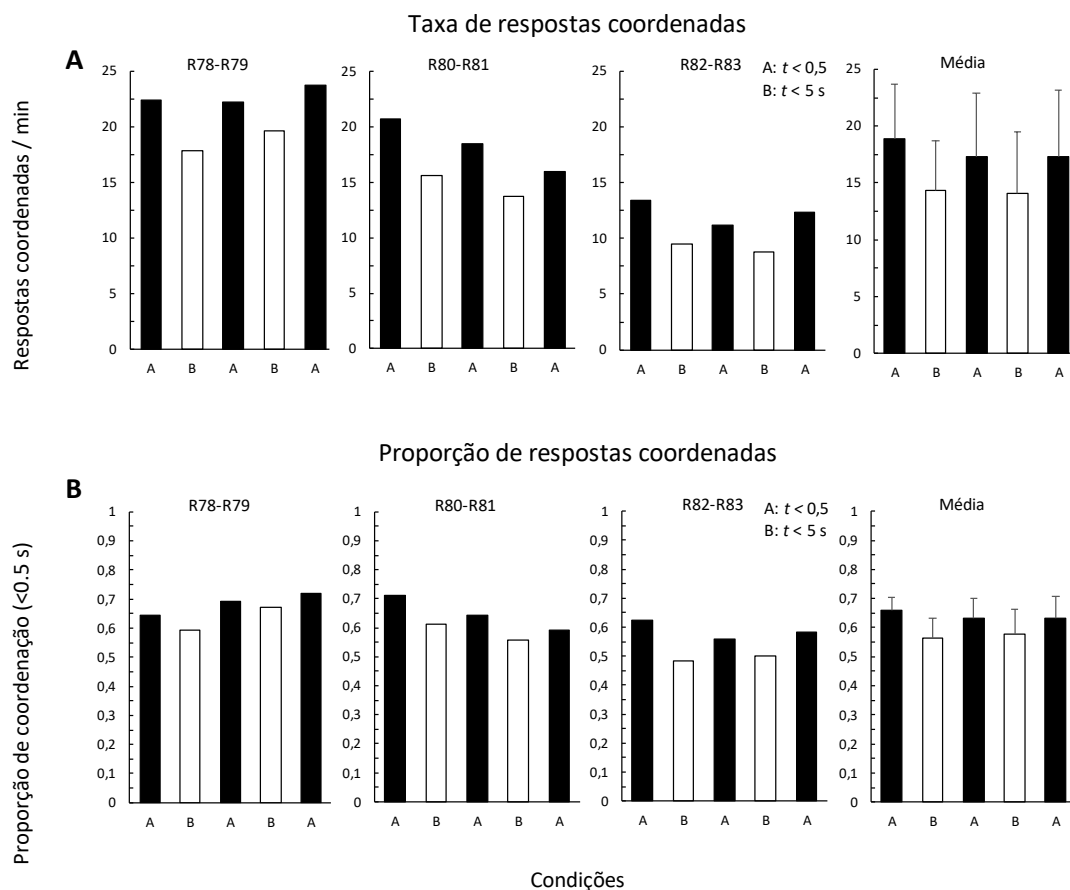
foram apenas respostas coordenadas semelhantes às apresentadas no esquema original. Esta escolha de análise permite observar as mudanças no padrão cooperativo estabelecido previamente (i.e., $t < 0,5$ s). Caso as taxas de respostas e as proporções de coordenação fossem analisadas pelo critério de reforçamento “ $t < 5$ s” não seria possível identificar as alterações no padrão originalmente estabelecido. Como o critério da condição controle foi “relaxado”, facilitando a coordenação, as taxas e proporções neste critério interessam menos ao objetivo da pesquisa em comparação com os efeitos do relaxamento no responder coordenado sob o critério “ $t < 0,5$ s”.

A Figura 17 apresenta a média das taxas de respostas coordenadas (painel superior) e a média das proporções de coordenação (painel inferior) para cada díade nas últimas três sessões das condições experimentais e controle de VR 9 conduzidas de acordo com o delineamento ABABA, onde A corresponde a VR 9 e respostas coordenadas entre 0 e 0,5 s e B corresponde a VR 9 e respostas coordenadas entre 0 e 5 s. O último gráfico à direita de cada painel representa a média dos dados para todas as duplas. As taxas de respostas coordenadas foram superiores na Condição A, com o critério temporal mais estrito ($< 0,5$ s) e as diferenças foram replicadas nas diferentes exposições a cada condição. As proporções de respostas cooperativas também tenderam a ser maiores na Condição A, com exceção da segunda condição controle da dupla R78-R79 e a primeira condição controle da dupla R80-R81. Um teste não paramétrico Friedman ($\alpha = .05$) mostrou diferença significativa para as taxas de respostas coordenadas ($n = 5$) = 10.133, $p = 0.38$. Para as proporções de coordenação, o resultado não foi significativo = 7.467, $p = .113$.

A Tabela 1 apresenta as taxas de reforçamento nas condições de VR 9 A e B. As taxas de reforçamento foram um pouco superiores nas condições controle (B). Essa diferença sugere que a diminuição na taxa de respostas coordenadas e nas proporções de cooperação nessa condição ocorreram devido a mudança na contingência de reforçamento (i.e., mudança no critério de cooperação), não sendo explicada por diferenças nas taxas de reforçamento.

Figura 17:

Taxas de Respostas Coordenadas e Proporções de Coordenação para cada Díade nas Condições Experimentais (A) e Controle (B).



Nota: Os dados representam a média das últimas três sessões de cada condição. O gráfico à direita de cada painel representa a média de todas as duplas. As barras de erro representam os desvios padrão. As legendas dos rótulos A e B estão no gráfico da dupla R82-R83.

Além das figuras de comparação entre as taxas e proporções de respostas cooperativas, as Figuras 18, 19 e 20 apresentam a distribuição de frequências relativas dos intervalos entre respostas, calculadas como a média dos intervalos das últimas três sessões em cada VR nesta condição controle. Essa medida leva em conta todos os intervalos entre respostas dos sujeitos da dupla, sendo o episódio das duas respostas coordenado ou não. As frequências relativas médias apresentam os intervalos de tempo em que as respostas sucessivas dos ratos estão alocadas. Nestas figuras, as barras pretas

representam as sessões nas condições experimentais ($t < 0,5$ s) e as barra brancas representam as sessões nas condições controle ($t < 5$ s).

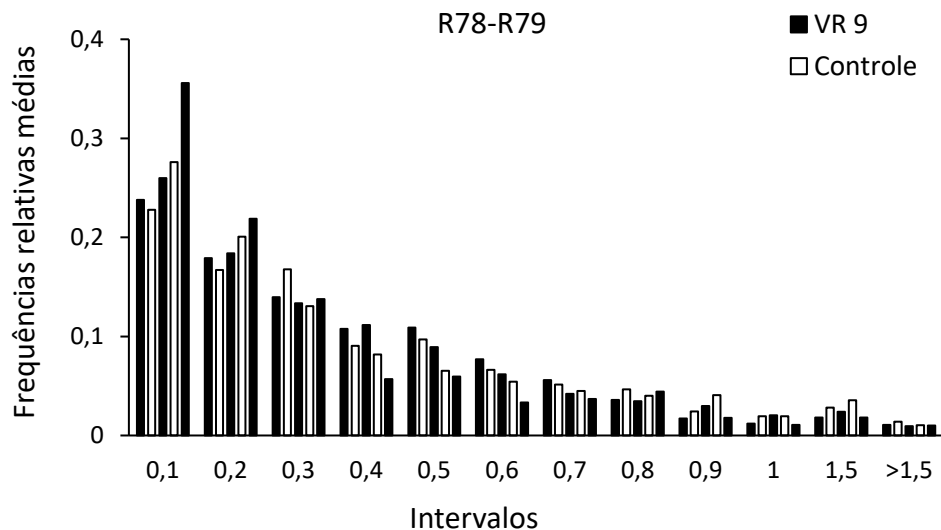
Tabela 1:

Taxa de Reforçamento (Rf/Min) para cada Dupla nas Condições A (Intervalo < 0,5 S entre as Duas Respostas de um Episódio Cooperativo) e B (Intervalo < 5 S entre as Duas Respostas de um Episódio Cooperativo) com VR 9.

Díade	Condição				
	A	B	A	B	A
R78-R79	2.5	2.7	2.5	2.7	2.9
R80-R81	2.3	2.4	2.1	2.2	1.9
R82-R83	1.5	1.7	1.3	1.5	1.3
<i>M</i>	2.1	2.2	1.9	2.2	2.0

Figura 18:

Frequências Relativas Médias dos Intervalos entre Respostas nas Condições Experimentais e Controle da Condição de Relaxamento para a Dupla R78-R79.

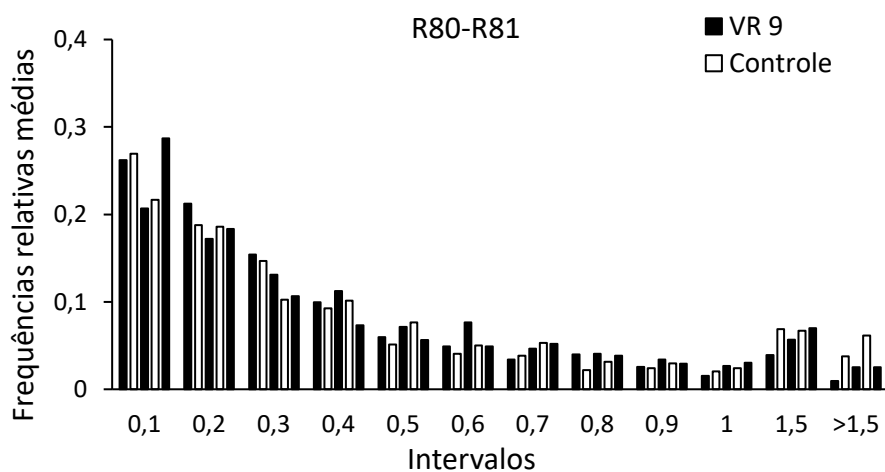


Nota: As barras pretas representam intervalos registrados nas condições experimentais quando ao critério de coordenação temporal ($t < 0,5$ s). As barras brancas representam intervalos registrados nas condições controle ($t < 5$ s).

Nas Figuras 18, 19 e 20 deve-se entender que os intervalos registrados em barras pretas com tempos inferiores a 0,5 s eram em sua maioria reforçados, quando faziam parte de episódios coordenados. Já nas barras brancas, intervalos entre respostas dos sujeitos inferiores a 5 s eram reforçados. A frequência relativa de intervalos entre respostas com tempos superiores a 5 s foi baixa em ambas as condições e não está inserida no eixo x dos gráficos. O eixo x representa os intervalos das distâncias entre respostas. O rótulo “0,1” do eixo x das figuras, por exemplo, apresenta a frequência relativa média de intervalos entre respostas de 0 s a 0,1 s. O rótulo “0,2” representa intervalos entre 0,1 e 0,2 s. E dessa forma para todos os outros valores no eixo.

Figura 19:

Frequências Relativas Médias dos Intervalos entre Respostas nas Condições Experimentais e Controle da Condição de Relaxamento para a Dupla R80-R81.

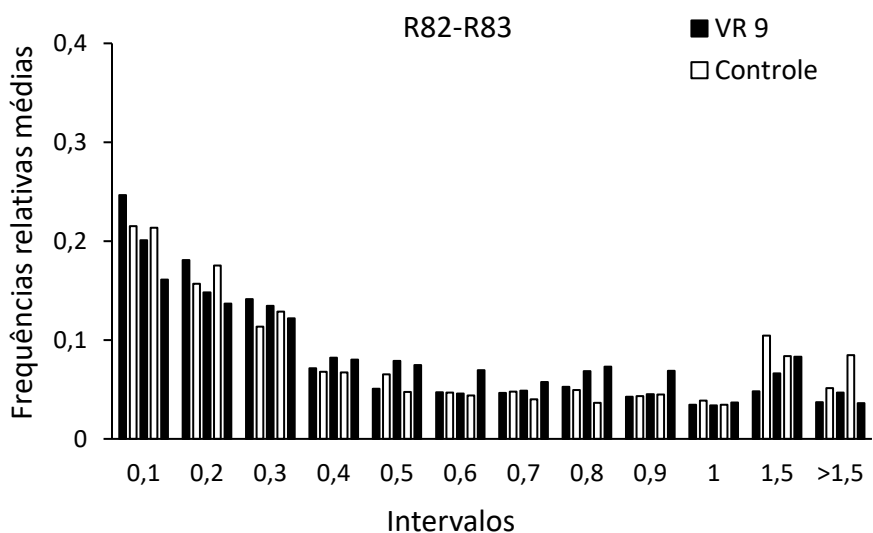


A análise das frequências relativas médias dos intervalos entre respostas foi realizada com o interesse de avaliar se ocorreria algum deslocamento nos intervalos entre respostas devido à mudança do critério de cooperação. Ao aumentar o critério cooperativo de tempo máximo entre respostas de 0,5 s para 5 s, os intervalos entre respostas poderiam se deslocar dos intervalos até 0,5 s para intervalos superiores. Ao analisar as três figuras citadas, nenhuma mudança sistemática drástica foi observada na comparação entre condições. É possível perceber uma frequência relativa média relativamente maior nos intervalos de 0,1 para as duplas na condição experimental em relação à condição controle. Para duas duplas (R80-R81 e R82-R83) um maior número

de respostas com intervalo superior a 1,5 s foi observado nas condições controle. Apesar da presença destes dois efeitos, a diferença entre as condições foi pequena em grande parte dos intervalos analisados. Esse resultado sugere que mesmo com a mudança no critério cooperativo para 5 s, as respostas coordenadas continuaram ocorrendo com intervalos inferiores a 0,5 s para as duplas. Em todas as duplas, a maior parte das respostas coordenadas ocorreu com intervalos inferiores a 0,1 s. Este dado pode ser explicado pela alta taxa de respostas presente nos esquemas de VR e pelo histórico de reforçamento no critério de $t < 0,5$ s. Uma condição controle que reforçasse um critério excludente ao utilizado durante as sessões experimentais poderia evitar a sobreposição dos dados.

Figura 20:

Frequências Relativas Médias dos Intervalos entre Respostas nas Condições Experimentais e Controle da Condição de Relaxamento para a Dupla R82-R83.

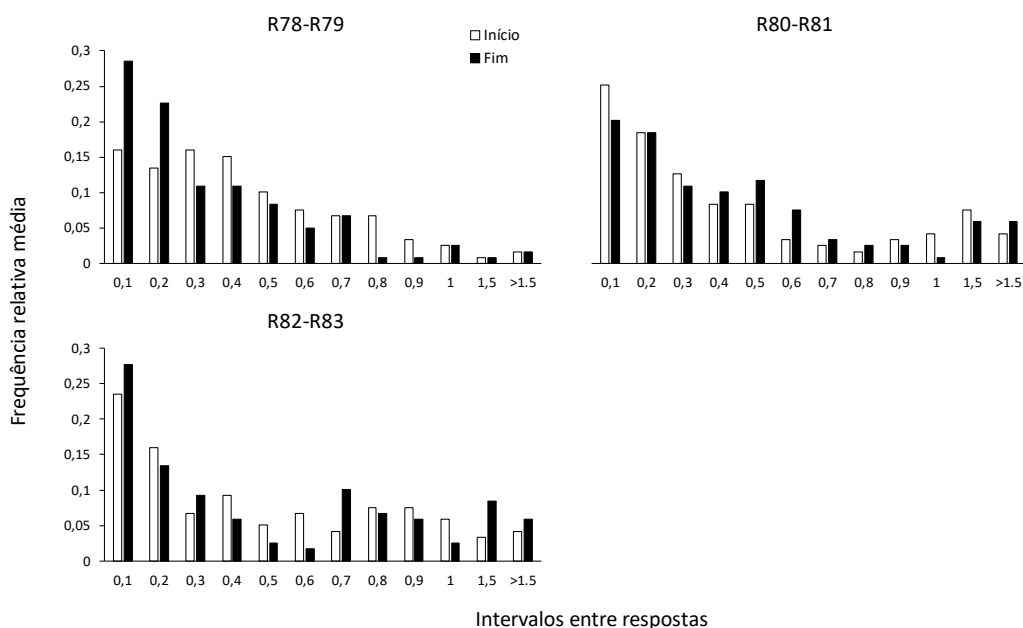


Além das análises de frequências relativas médias dos intervalos entre respostas por condições, a Figura 21 mostra uma comparação semelhante durante a primeira sessão do primeiro relaxamento. Os gráficos estão separados em relaxamento início (30% dos primeiros intervalos entre respostas) e relaxamento fim (30% dos últimos intervalos entre respostas) da primeira sessão do primeiro relaxamento. Nessa análise

pode se observar a alocação dos intervalos entre respostas durante os momentos iniciais e finais da sessão.

Figura 21:

Frequências Relativas Médias dos Intervalos entre Respostas na Primeira Sessão do Relaxamento para Todas as Duplas



Nota: Cada dupla está separada em um gráfico. As barras brancas representam as 30% primeiras respostas da sessão. As barras pretas representam as 30% últimas respostas da sessão.

Assim como nas análises entre condições, não foi possível ver um deslocamento significativo dos intervalos entre respostas no decorrer da sessão. As frequências relativas médias também se concentram no intervalo até 0,1 s, indicando uma alta taxa de respostas com curtos intervalos entre elas. Apesar de um moderado aumento nos intervalos superiores a 1,5 s, não houve mudança sistemática nos intervalos entre respostas.

Dados condição da luz com 0,2 s

Para verificar o efeito da luz LED configurada como produto das respostas coordenadas, uma condição de dez sessões com o tempo da luz reduzido de 0,5 s para

0,2 s foi executada. Nesta condição, ainda estava em vigor o esquema VR 9. Além da luz ser o produto do responder coordenado e anteceder o reforço, a configuração experimental utilizada ditava que qualquer resposta executada pelos sujeitos durante a apresentação da luz reiniciaria seu intervalo. Dessa forma, caso os ratos continuassem respondendo após a execução de uma resposta coordenada e do aparecimento da luz, este estímulo continuaria sendo apresentado até a ausência de respostas por 0,2 s.

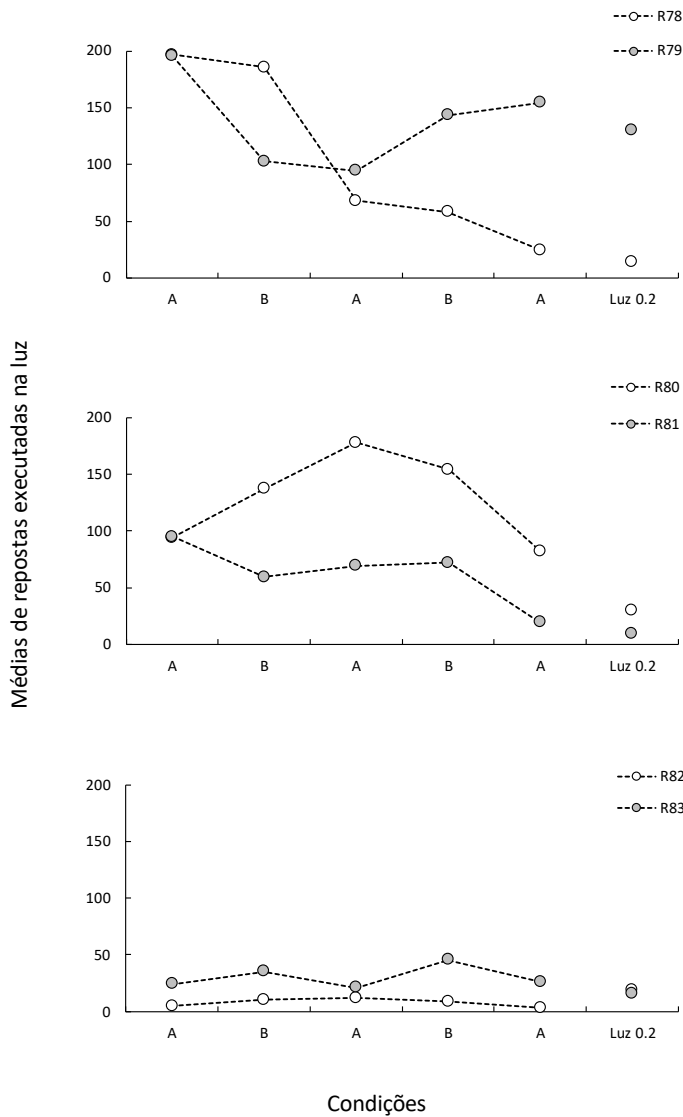
A Figura 22 apresenta as médias de respostas totais executadas durante o decorrer da luz para cada rato nas condições experimentais e controle da condição de relaxamento (com a condição luz 0,5s) e na condição de luz com 0,2 s (o último ponto no eixo X) As médias foram calculadas das últimas três sessões de cada condição. Toda resposta executada enquanto a luz estivesse acesa foi contabilizada neste cálculo. A única consequência para o responder enquanto a luz estivesse acesa era reiniciar o intervalo da luz, atrasando a obtenção do reforço. Não houve mudança nas configurações experimentais em relação à luz entre as condições experimentais e controle da condição de relaxamento. Essa análise foi feita apenas para esta condição pois o programa utilizado não registrava o número de respostas durante a luz, devido a estas respostas não entrarem nos cálculos utilizados. Dessa forma, o registro das respostas durante a luz começou durante a condição A (VR 9 com critério de coordenação de $t < 0,5$ s). Esta figura revela que nas sessões analisadas o total de respostas na luz foi alto para duas duplas (R79-R79 e R80-R81). A dupla R82-R83 apresentou um número total de respostas na luz inferior aos outros sujeitos, condizente com sua taxa de respostas baixa.

Apesar do número de respostas totais executadas durante a luz ser inferior na condição 0,2 s para duas duplas, não foi possível observar mudanças sistemáticas na nova configuração do intervalo da luz utilizado. Esse dado pode sugerir que a maior parte das respostas executadas durante a luz ocorrem nos primeiros 0,2 s do aparecimento da luz. Esse padrão é provavelmente observado devido à alta taxa de respostas selecionada pelos esquemas de VR. O alto número de respostas na luz pode sugerir um problema metodológico na utilização da configuração experimental de resetar o intervalo da luz a partir de qualquer resposta dos sujeitos. Esperava-se que esta configuração “punisse” as respostas executadas na luz devido à consequência do atraso do reforço. Observa-se, porém, a permanência de um alto número de respostas

executadas na luz acesa. As taxas de respostas coordenadas e as proporções cooperativas não apresentaram mudanças na condição da luz com 0,2 s em relação as outras condições. Por este motivo, as análises destas medidas não estão presentes neste tópico.

Figura 22:

Média de Respostas Totais Executadas Durante a Luz nas Sessões da Condição Controle e na Condição Luz 0,2 S.



Nota: Cada gráfico representa uma dupla. Cada cor dos pontos representa um sujeito da dupla.

Dados da condição de extinção

Após as dez sessões na condição de luz com 0,2 s de duração, as díades foram expostas a cinco sessões de extinção de 30 minutos. Essa condição buscou avaliar o efeito da extinção nos padrões de respostas estabelecidos. O maior interesse na análise destes dados era observar eventuais mudanças nas taxas de respostas independentes e coordenadas durante o período de extinção.

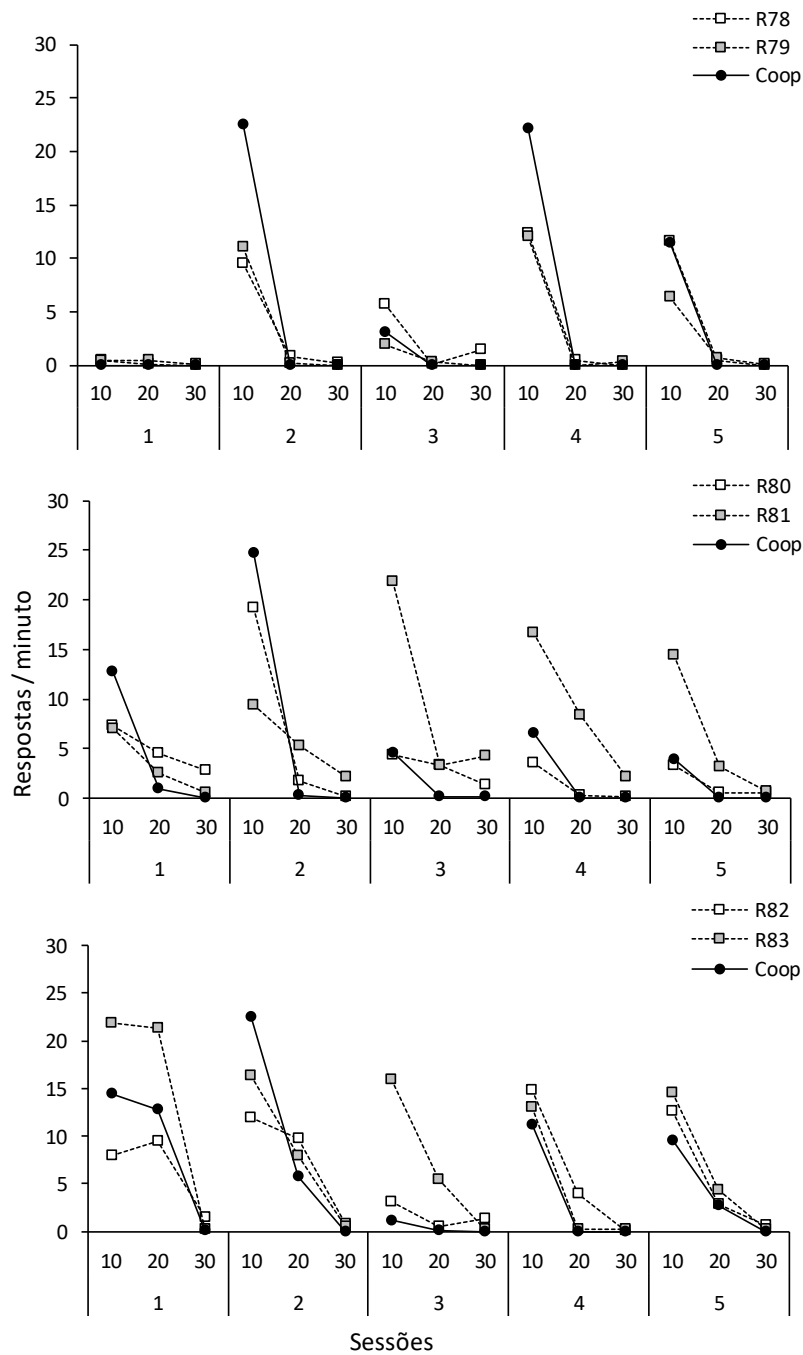
A Figura 23 apresenta uma análise das taxas de respostas por minuto independentes e coordenadas em blocos de dez minutos nas cinco sessões de extinções. As análises em blocos de tempo são úteis para observar a mudança nas taxas de respostas com o decorrer do período de extinção, permitindo analisar o processo, ou seja, as mudanças ao longo das sessões e entre sessões.

De modo geral, exceto pela primeira sessão a dupla R78-R79, que apresentou problemas técnicos e os sujeitos não responderam, observa-se, para todas as duplas, taxas de respostas mais elevadas no início da sessão e decréscimo nos dois intervalos seguintes, o efeito típico de extinção intrasessão. O padrão se manteve ao longo das sessões, mostrando que até a quinta sessão, os sujeitos continuaram respondendo e coordenando as respostas, isto é, ocorreu recuperação do responder até a 5ª. sessão.

Em uma análise mais detalhada, não foi possível observar relações sistemáticas entre a diminuição das taxas de coordenação e taxas de respostas independentes. Na dupla R78-R79, as taxas de respostas coordenadas se mantiveram superiores às independentes em quase todas as sessões, com exceção da sessão 3. A dupla R82-R83 variou nas duas primeiras sessões em relação a qual taxa de respostas era superior, coordenadas ou independentes. Para esta dupla, a partir da sessão 3, todas as taxas de respostas coordenadas foram inferiores às taxas de respostas independentes. Nas duas primeiras sessões de extinção da dupla R80-R81 as taxas de respostas coordenadas foram superiores às independentes, analisando-se os dez primeiros minutos da sessão. Após a sessão 3, a taxa de respostas coordenadas se apresenta inferior à taxa de respostas independentes de um dos ratos (R81). Enquanto este sujeito apresentou altas taxas de respostas independentes, seu par (R80) apresentou uma queda na sua taxa de respostas a partir da sessão 3. Para todas as duplas, as taxas de respostas independentes e coordenadas nos últimos 10 minutos da sessão (categoria 30) foram próximas a zero.

Figura 23:

Taxas de Respostas por Minutos em Blocos de 10 Minutos nas 5 Sessões de Extinção para cada Dupla.



Nota: Cada gráfico se refere a uma dupla. Os quadrados brancos e cinzas representam as respostas independentes de cada indivíduo. Os círculos pretos representam as taxas de respostas coordenadas de cada dupla.

Discussão

Como este estudo deu continuidade a uma linha de pesquisa, o procedimento geral foi delineado com base nas pesquisas anteriores de de Carvalho et al. (2018; 2020) e Tan e Hackenberg (2016). As configurações experimentais empregadas nesta pesquisa seguem o padrão estabelecido por estes estudos e continuado no Laboratório de Psicologia da Aprendizagem na UFScar (dos Santos, 2021). O critério cooperativo de simultaneidade nas respostas ($t < 0,5$) se apresenta como uma das possibilidades utilizadas na investigação da seleção de respostas coordenadas em duplas de ratos. A distribuição do reforço após o tempo estabelecido de apresentação da luz, na ausência de respostas neste intervalo, também foi uma configuração anteriormente investigada nestes outros estudos.

O objetivo desta pesquisa foi observar a seleção de respostas coordenadas em duplas de ratos sob manipulação paramétrica do tamanho do esquema de razão variável (VR). Apesar deste esquema de reforçamento ter sido investigado por outras pesquisas (de Carvalho et al., 2018), uma progressão paramétrica de razões do esquema permitiria descrever a função que relaciona taxa de respostas e tamanho da razão e poderia revelar resultados úteis às áreas sobre comportamento social e esquemas de reforçamento. Como este estudo foi realizado de forma próxima à pesquisa de de Carvalho et al., (2020), que manipulou parametricamente o tamanho da razão fixa, algumas perguntas relativas ao estabelecimento do padrão coordenado em VR em comparação FR também poderiam ser respondidas.

O VR foi utilizado como esquema de reforçamento para verificar o efeito de um esquema com pausas pós-reforço (PRPs) curtas no padrão de responder cooperativo. Com a hipótese de que as respostas independentes poderiam se concentrar nos períodos de pausa pós-reforço da coordenação, verificar um padrão estabelecido com PRPs curtos poderia trazer respostas sobre a permanência das respostas independentes nestas contingências cooperativas. Além disso, os resultados das condições responsáveis por verificar o relaxamento do critério cooperativo e a diminuição do tempo da luz poderiam ajudar no delineamento de novas pesquisas.

A partir das primeiras análises das taxas médias de respostas coordenadas e proporções de cooperação em relação aos valores de VR, é possível verificar a seleção de um padrão cooperativo. A presença da função de U invertido nas taxas de respostas

coordenadas representa um dado esperado na seleção operante de respostas sob a vigência de valores de esquemas de VR (Kileen, 1994). Este padrão foi observado nas taxas de respostas coordenadas e esteve ausente nas taxas de respostas independentes. Verificar o efeito desta contingência nas respostas coordenadas das duplas, enquanto as respostas independentes não apresentaram mudanças sistemáticas, demonstra o efeito do reforço na diferenciação da coordenação das díades. Este resultado replicou outras verificações que utilizaram esquemas diferentes em seus experimentos (de Carvalho et al., 2020; dos Santos, 2021). Observando as Figuras 2 e 3, os resultados mostram o aumento das taxas e proporções de cooperação enquanto as taxas de respostas independentes se mantiveram estáveis ou diminuíram. Estes dados no conjunto indicam a seleção de uma performance cooperativa pela diferenciação do responder coordenado transcrito no aumento das taxas e proporções.

Nas análises de pausa pós reforço das respostas coordenadas em relação ao intervalo entre reforços, observa-se uma relação entre essas duas variáveis nas respostas coordenadas. Esta relação não ocorreu nas respostas independentes. Em comparação com os dados obtidos por de Carvalho et al. (2020), as PRPs observadas neste estudo possuem valores muito menores. Esta diferença era esperada pelas características próprias dos esquemas em comparação (FR e VR). A Figura 6 mostrou a diferença do efeito do aumento da razão nos IRTs em comparação com os PRPs. Apesar do VR selecionar um padrão operante com PRPs curtos, a distribuição do reforço afeta com maior intensidade a primeira resposta após o reforçamento do que as respostas gerais. Essa afirmação se baseia no aumento progressivo dos PRPs de acordo com a razão, enquanto os IRTs foram mantidos estáveis e com baixas durações. Ou seja, as pausas são ocasionadas pelo reforço e como tal, aumentaram com o tamanho da razão, mas uma vez que a pausa é interrompida, as respostas passam a ser emitidas com taxas relativamente altas e regulares, independentemente do tamanho da razão.

Os dados de taxas de respostas coordenadas e proporções de cooperação locais não apresentaram um padrão sistemático. Devido à configuração da contingência do esquema de VR, a distribuição do reforço possui pouca previsibilidade (dado que não havia um momento fixo para a apresentação do reforço). Essa indiferença foi retratada pelas figuras de análises locais e comparada com os resultados obtidos por de Carvalho et al. (2020). Enquanto no FR as taxas e proporções cooperativas possuíam valores

maiores na localidade da última da razão (i.e., última resposta na ordem do valor fixo do esquema), no VR estes dados não foram sistemáticos. Como diferença entre os dois esquemas, as proporções obtidas no primeiro valor do VR foram majoritariamente superiores às obtidas no FR. Esse dado indica que a imprevisibilidade do reforço afetou a performance geral de cooperação, principalmente nas respostas seguidas da obtenção do reforço. Esse efeito apresentou maior intensidade no esquema de FR. Devido à distância fixa entre a primeira resposta coordenada e a obtenção do reforço no FR, os padrões cooperativos das primeiras respostas seguidas do reforçamento apresentaram baixas proporções de cooperação. Estas figuras também mostram o efeito do PRPs nas taxas de respostas coordenadas locais. Nestes gráficos, as respostas localizadas na primeira posição (i.e., primeira resposta após o reforço) sempre tiveram uma menor taxa.

Os registros cumulativos mostram o padrão de respostas coordenadas selecionadas pelos esquemas de VR. Os valores iniciais (VR 6, 9, 12, 15, 18, 25) apresentaram altas taxas de respostas com PRPs curtos. A partir do VR 35, PRPs maiores foram executados. Este efeito sinaliza a mudança do padrão de respostas em valores altos do esquema. A diminuição da taxa de reforçamento e o aumento do custo de resposta para a obtenção de um reforço na condição de VR 60, reduziu as respostas dos sujeitos a zero. Todas as duplas pararam de responder em alguma sessão na razão 60 do VR. Ferster e Skinner (1957) observaram o mesmo efeito, em nível individual, dos valores altos de VR contingentes às respostas de bicar o disco de pombos. Apesar do VR ser descrito como um esquema sem PRPs, altas exigências na razão das respostas necessárias para o reforçamento estabelecem pausas longas no responder dos sujeitos.

A condição controle empregada neste estudo foi uma replicação da mesma condição utilizada por de Carvalho et al. (2020). Os resultados obtidos nesta dissertação replicam os dados observados por estes pesquisadores. As taxas e proporções de respostas coordenadas com distância entre respostas inferior a 0,5 s foram superiores nas condições experimentais (VR 9 com critério de $t < 0,5$ s) em comparação com as condições de relaxamento (VR 9 com critério $t < 5$ s). A replicação destes dados denota o efeito da mudança do critério cooperativo no padrão de respostas coordenadas. Essa

mudança no esquema foi suficiente para diminuir as taxas e proporções cooperativas investigadas nas sessões anteriores na condição controle.

As figuras de frequências relativas médias dos intervalos entre respostas dos sujeitos demonstram uma concentração dos intervalos nos valores inferiores a 0,5 s, mesmo na condição controle. Este resultado sugere que a alta taxa de respostas coordenadas selecionada pelos esquemas de VR influenciam no intervalo entre respostas dos sujeitos. Além disso, a história de reforçamento das duplas se resume pela exposição prolongada ao critério de $t < 0,5$ s, padrão que se manteve na condição controle. A semelhança nos intervalos entre respostas nas condições experimentais comparadas às condições controle revelam uma possível problemática da utilização de um relaxamento do critério o qual ainda reforce as respostas que obedecem ao critério anteriormente reforçado (0,5 s). Entende-se que, na condição controle, respostas coordenadas com intervalos entre respostas inferiores a 0,5 s continuaram sendo reforçadas. Uma investigação futura poderia delinear uma condição controle que não reforce as respostas coordenadas de forma semelhante à condição experimental.

Os dados de médias das respostas totais executadas durante a apresentação da luz de “*feedback*” revelaram um alto número de respostas para duas duplas. Este resultado pode indicar problemas experimentais na utilização desta configuração da contingência. Apesar das respostas na luz serem consideradas como não participantes da contingência programada, cada emissão dessas respostas atrasava a distribuição do reforço em 0,5 s. Em primeira análise, essa configuração deveria “punir” as respostas emitidas pela consequência de atraso na obtenção dos reforçadores. A presença de um alto número de respostas na presença da luz pode sinalizar alguma indiferença no responder. Pesquisas futuras deverão avaliar os efeitos desta contingência e discutir a necessidade da luz de “*feedback*” na instalação e manutenção do responder coordenado. Apesar deste estímulo ter sido introduzido como um possível reforçador condicionado para as respostas coordenadas, altas taxas de respostas em uma contingência a qual atrasa a obtenção do reforço podem indicar algum problema metodológico no delineamento experimental.

Assim como os estudos anteriores de cooperação em ratos (de Carvalho et al., 2018; 2020; dos Santos 2021; Lopuch & Popik, 2011; Tan & Hackenberg, 2016) e os estudos experimentais de metacontingência (Vasconcelos & Todorov, 2015; Vichi,

2004; Toledo & Benvenuti, 2015; Toledo et al., 2015), esta pesquisa também demonstra a possibilidade da seleção de uma unidade coordenada pelas suas consequências. Estudos que buscaram semelhanças na seleção de unidades coordenadas com processos anteriormente verificados em nível individual, observaram o estabelecimento de um padrão de respostas coordenadas semelhantes às observadas no comportamento individual. Nesta pesquisa, a presença da função bitônica em formato de U invertido na relação entre taxas de respostas e valores da razão, e o padrão do responder coordenado nos registros cumulativos selecionados da forma esperada por uma contingência de VR individual, demonstram semelhanças no processo de diferenciação das respostas coordenadas e individuais.

Acrescentada aos estudos anteriores do mesmo laboratório, esta dissertação expande as verificações paramétricas de esquemas de reforçamento no responder coordenado de duplas de ratos. Essa linha de pesquisa investigou e disponibilizou na literatura três estudos paramétricos descrevendo a função que relaciona taxa de respostas e parâmetros de reforço sob os esquemas de FR (de Carvalho et al., 2020), FI (dos Santos, 2021; dos Santos et al., submetido) e VR. As três pesquisas demonstram replicações entre si da seleção de respostas coordenadas em duplas de ratos. Estes estudos também demonstraram semelhanças no processo de seleção de unidades cooperativas em relação às unidades operantes individuais.

As investigações experimentais de processos cooperativos e a utilização da metacontingência como um procedimento experimental têm indicado a seleção de unidades grupais por suas consequências. Parâmetros cooperativos definidos como requisitos para a obtenção de reforços, demonstram o estabelecimento de um padrão de respostas fruto da interação de dois ou mais indivíduos com o ambiente. Pesquisas futuras que investigarem outros processos conhecidos pela literatura operante individual em respostas coordenadas podem continuar respondendo questões sobre a relação condicional de unidades grupais e suas consequências.

Referências

- Azrin, N. H., & Lindsley, O. R. (1956). The reinforcement of cooperation between children. *The Journal of Abnormal and Social Psychology*, 52(1), 100. doi: 10.1037/h0042490
- Baia, F. H. (2008). *Microssociedades no laboratório: o efeito de consequências ambientais externas sobre as contingências comportamentais entrelaçadas e seus produtos culturais*. Dissertação (Mestrado em Ciências do Comportamento) - Universidade de Brasília, Brasília.
- Baia, F. H., & Sampaio, A. A. (2019). Distinguishing units of analysis, procedures, and processes in cultural selection: notes on metacontingency terminology. *Behavior and Social Issues*, 28(1). doi.org/10.1007/s42822-019-00017-8.
- Baum, W. M. (1974). On two types of deviation from the matching law: Bias and undermatching. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 22(1), 231–242. <https://doi.org/10.1901/jeab.1974.22-231>
- Benvenuti, M., & Baia, F. (2022). Comportamento e seleção pelas consequências: a análise do comportamento no Brasil entre o dogma e a ciência. *Psicologia USP*, 33(2), 1-12.
- Campbell, M. W., Watzek, J., Suchak, M., Berman, S. M., & de Waal, F. B. M. (2020). Chimpanzees (*Pan troglodytes*) tolerate some degree of inequity while cooperating but refuse to donate effort for nothing. *American Journal of Primatology*, 82(1), e23084. doi.org/10.1002/ajp.23084
- Catania, A.C. (1999). *Aprendizagem: Comportamento, Linguagem e Cognição*. Porto Alegre: Artes Médicas Sul, 4.ed.
- 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. <https://doi.org/10.1901/jeab.1968.11-s327>
- Commons, M. L., & Nevin, J. A. (1981). Quantitative analyses of behavior: Vol. 1. *Discriminative properties of reinforcement schedules*. (Eds.). Cambridge, MA: Ballinger.
- 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:
- de Carvalho, L. C., dos Santos, L., Regaço, A., Barbosa, T. B., da 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., 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* (3), 291-307. doi: 10.1002/jeab.628.
- de Toledo, T. F. N., Benvenuti, M. F. L., Sampaio, A. A. S., Marques, N. S., dos Anjos Cabral, P. A., de Souza Araújo, L. A., Machado, L. R., & Moreira, L. R. (2015). Free culturant: A software for the experimental study of behavioral and cultural selection. *Psychology & Neuroscience*, *8*(3), 366–384. <https://doi.org/10.1037/pne0000016>.
- 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.
- dos Santos, L., Lima, M.A. K. F., da Silva, R.F., de Souza, D.G., & de Carvalho (Submetido). Coordinated and individual responding in pairs of rats under variable interval schedules. *Learning and Motivation*.
- Ferster, C. B., & Skinner, B. F. (1957). *Schedules of reinforcement*. Appleton-CenturyCrofts.
- Gardner, A., & Foster, K. R. (2008). *Ecology of social evolution*. In J. Korb & J. Heinze (eds.). Springer-Verlag.
- Glenn, S.S. (1986). Metacontingencies in Walden Two. *Behavior Analysis and Social Action*, *5*(1,2). doi.org/10.1007/BF03406059
- Glenn, S.S. et al. Toward consistent terminology in a behaviorist approach to cultural analysis. *Behavior and Social Issues*, *25*, 11-27. doi.org/10.5210/bsi.v25i0.6634
- 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
- Hamilton W. D. (1963) The evolution of altruistic behaviour. *The American Naturalist* *97*, 354–356.
- Hamilton, W. D. (1964). The genetical evolution of social behaviour, I and II. *Journal of Theoretical Biology*, *7*, 1–52. [https://doi.org/10.1016/0022-5193\(64\)90039-6](https://doi.org/10.1016/0022-5193(64)90039-6).
- 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.
- Jurišić, M., Kermek D., & Konecki, M. (2012) A review of iterated prisoner's dilemma strategies. *Proceedings of the 35th International Convention MIPRO*, Opatija, Croatia, 1093-1097.
- Killeen, P. (1994). The mathematical principles of reinforcement. *Behavioral and Brain Sciences*, *17*, 105-172. doi: 10.1017/S0140525X00033628.

- Lattal, K. A., & Okouchi, H. (2019). Some Dimensions of the Operant Social Behavior of Animals. *Mexican Journal of Behavior Analysis*, 45(2). <https://doi.org/10.5514/rmac.v45.i2.75570>
- Lindsley, O. R. (1966). Experimental analysis of cooperation and competition. In Tom Verhave (Ed.), *The experimental analysis of behavior*. New York: Appleton-Century-Crofts, 470-501.
- Łopuch, S., & Popik, P. (2011). Cooperative behavior of laboratory rats (*Rattus norvegicus*) in an instrumental task. *Journal of Comparative Psychology*, 125(2), 250-253. <https://doi.org/10.1037/a0021532>
- Mendres, K. A., & de Waal, F. B. M. (2000). Capuchins do cooperate: The advantage of an intuitive task. *Animal Behaviour*, 60(4), 523-529. <https://doi.org/10.1006/anbe.2000.1512>.
- Nowak, M. A. (2012). Evolving cooperation. *Journal of Theoretical Biology*, 299, 1-8. <https://doi.org/10.1016/j.jtbi.2012.01.014>.
- Plotnik, J. M., Lair, R., Suphachoksakun, W., & de Waal, F. B. M. (2011). Elephants know when they need a helping trunk in a cooperative task. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 108, 5116–5121. doi: 10.1073/pnas.1101765108
- Rapoport, A., & Chammah, A. M. (1965). *Prisoner's Dilemma*. University of Michigan Press, Ann Arbor, MI.
- Schlinger, H. D., Derenne, A., & Baron, A. (2008). What 50 years of research tells us about pausing under ratio schedules of reinforcement. *The Behavior Analyst*, 31(1), 39-60. doi: <https://doi.org/10.1007/BF03392160>.
- Schmitt, D. R., & Marwell, G. (1968). Stimulus control in the experimental study of cooperation. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 11(5), 571-574. doi: 10.1901/jeab.1968.11-571
- Schuster, R. (2001). Cooperative coordination as a social behavior: Experiments with an animal model. *Human Nature*, 13(1), 47-83. <https://doi.org/10.1007/s12110-002-1014-5>.
- Skinner, B. F. (1938). *The behavior of organisms*. New York: Appleton-Century-Crofts.
- Skinner, B. F. (1953). *Science and human behavior*. New York: Free Press.
- 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.
- Skinner, B. F. (1981). Selection by consequences. *Science*, 213(4507), 501–504. <https://doi.org/10.1126/science.7244649>.

- 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.
- Todorov, J.C. (1978). La sistematización de datos empíricos sin (o casi sin) el auxilio de una teoría. In: P. Speller. (Org.). *Análisis de la conducta*. (1ed., pp. 107-123). Cidade do México: Trillas.
- 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
- Tomasello, M. (2020). The adaptive origins of uniquely human sociality. *Philosophical Transactions of the Royal Society B*, 375. 20190493. <http://dx.doi.org/10.1098/rstb.2019.0493>.
- Tomasello, M., Gonzalez-Cabrera, I. (2017). The Role of Ontogeny in the Evolution of Human Cooperation. *Human Nature*, *28*, 274–288. <https://doi.org/10.1007/s12110-017-9291-1>.
- Tomasello, M., Melis, A. P., Tennie, C., Wyman, E., & Herrmann, E. (2012). Two key steps in the evolution of cooperation: The interdependence hypothesis. *Current Anthropology*, *53*(6), 673–692.
- Treichler, F. R., & Hall, J. F. (1962). The relationship between deprivation weight loss and several measures of activity. *Journal of Comparative and Physiological Psychology*, *55*(3), 346-349. <https://doi.org/10.1037/h0047676>
- Vasconcelos, I.G., & Todorov, J.C. (2015). Experimental analysis of the behavior of persons in groups: selection of an aggregate product in a metacontingency. *Behavior and Social Issues*, *24*, 111–125 (2015). <https://doi.org/10.5210/bsi.v24i0.5424>
- Vichi, C. (2004). *Igualdade ou desigualdade em pequeno grupo: Um análogo experimental de manipulação de uma prática cultural*. Dissertação de mestrado. São Paulo: Pontifícia Universidade Católica de São Paulo.
- Vichi, C., Andery, M. A. P. A., & Glenn, S. S. (2009). A metacontingency experiment: The effects of contingent consequences on patterns of interlocking contingencies of reinforcement. *Behavior and Social Issues*, *18*, 41-57. doi.org/10.5210/bsi.v18i1.2292.