



**Universidade do Minho**  
Escola de Psicologia

Ana Catarina Quintão Soares

**Regulação temporal do comportamento  
na tarefa de inversão a meio da sessão**



**Universidade do Minho**  
Escola de Psicologia

Ana Catarina Quintão Soares

## **Regulação temporal do comportamento na tarefa de inversão a meio da sessão**

Dissertação de Mestrado  
Mestrado Integrado em Psicologia

Trabalho realizado sob a orientação do  
**Professor Doutor Armando Machado**  
e do  
**Doutor Marco Vasconcelos**

junho de 2016

## DECLARAÇÃO

**Nome:** Ana Catarina Quintão Soares

**Endereço eletrónico:** a65524@alunos.uminho.pt

**Número do cartão de cidadão:** 13837426

**Título da dissertação:** Regulação temporal do comportamento na tarefa de inversão a meio da sessão

**Orientadores:** Professor Doutor Armando Machado  
Doutor Marco Vasconcelos

**Ano de conclusão:** 2016

**Designação do Mestrado:** Mestrado Integrado em Psicologia

DE ACORDO COM A LEGISLAÇÃO EM VIGOR, NÃO É PERMITIDA A REPRODUÇÃO DE QUALQUER PARTE DESTA TESE/TRABALHO.

Universidade do Minho, \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

**Assinatura:** \_\_\_\_\_

## Índice

Agradecimentos.....	iv
Resumo.....	v
<i>Abstract</i> .....	vi
Introdução.....	7
Método .....	13
Sujeitos.....	13
Equipamento.....	14
Procedimento.....	14
Pré-treino.....	14
Treino I.....	14
Treino II.....	15
Análise de Dados.....	15
Resultados .....	16
Desempenho Médio.....	16
Evolução dos Erros ao Longo do Treino.....	17
Controlo Temporal da Escolha.....	20
Desempenho Individual.....	22
Discussão.....	22
Referências Bibliográficas .....	26

## Índice de Tabelas

Tabela 1. Evolução do padrão de erros de cada pombo das primeiras para as últimas dez sessões com o primeiro IEE a que foi exposto.....	22
---	----

## Índice de Figuras

- Figura 1. Proporção de escolhas  $S_1$  ( $\pm$ EPM) para o grupo 5/10 (à esquerda) e para o grupo 10/5 (à direita) em função de blocos de cinco ensaios. Para cada grupo são apresentados os resultados com IEE de 5 (círculos) e 10 s (triângulos). ..... 16
- Figura 2. Proporção de erros ( $\pm$  EPM) antecipatórios e de perseveração para o grupo 5/10 (painel superior) e para o grupo 10/5 (painel inferior) antes e após a mudança de IEE. Os dados do bloco cinco ao 40 correspondem ao primeiro IEE a que os grupos foram expostos e os dados do bloco 45 ao 80 ao segundo IEE. Os círculos preenchidos representam erros antecipatórios e os círculos abertos representam erros de perseveração..... 18
- Figura 3. Painel superior: Proporção média de erros do grupo 5/10 ao longo de blocos de cinco sessões e de cinco ensaios. Painel Inferior: Proporção média de erros do grupo 10/5 ao longo de blocos de cinco sessões e de cinco ensaios do grupo 10/5. Nas colunas da esquerda e da direita são apresentados os dados obtidos com o IEE de 5 e 10 s, respetivamente..... 19
- Figura 4. Painel superior: frequência média de erros ( $\pm$  EPM) para cada um dos grupos ao longo de blocos de cinco ensaios durante as últimas três sessões do primeiro IEE a que foram expostos e durante as três primeiras do segundo IEE a que foram expostos. Painel inferior: proporção média de erros ( $\pm$  EPM) antecipatórios e de perseveração (círculos preenchidos e abertos, respetivamente) ao longo das últimas três sessões com o primeiro IEE e das primeiras três sessões com o segundo IEE. Os painéis da esquerda e da direita apresentam os dados dos grupos 5/10 e 10/5, respetivamente..... 21

## **Agradecimentos**

Em primeiro lugar quero agradecer ao Professor Doutor Armando Machado por me ter ajudado a descobrir o meu caminho na Psicologia. Obrigada pelas melhores aulas que tive nesta universidade e pelo entusiasmo com que transmite conhecimento.

Obrigada ao Doutor Marco Vasconcelos pela disponibilidade, por acompanhar de perto a evolução deste trabalho e pelos conselhos.

Obrigada aos dois pela vossa dedicação, por me ensinarem tanto e por afinarem o meu sentido crítico. Pelas conversas mais informais, que também elas, contribuíram para o meu crescimento.

Como não poderia deixar de ser, agradeço a todas as pessoas do Laboratório de Aprendizagem e Comportamento Animal, não só pela partilha de conhecimentos, mas também pelos momentos de descontração que me fizeram sentir acolhida. Um obrigada especial à Inês Fortes por ser sempre tão prestável e me ter ajudado.

Aos meus pais, obrigada pela dedicação, pelo carinho e pela compreensão! Ao meu pai por sempre acompanhar a minha vida escolar, pelo interesse e atenção com que me ouviu falar desta dissertação tal como de todas as atividades que fui desenvolvendo durante a minha vida académica. À minha mãe, porque ninguém me sabe confortar nem acalmar os meus anseios como ela.

Ao Pedro pela paciência, por ouvir as minhas preocupações e por valorizar o meu trabalho. Obrigada por acreditares que serei bem-sucedida. Espero que possamos partilhar muitos sucessos.

À Maria Amorim por ter tornado esta jornada mais fácil. Ao Fábio Novo por ter contribuído para me sentir mais em casa nesta universidade. Às minhas madeirenses preferidas, Elisa e Catarina, obrigada pelas gargalhas que ajudaram a tornar mais fácil o último ano. Ao André Silva e à Margarida Gonçalves pelos nossos almoços e conversas.

Por fim, obrigada a muitas outras pessoas que foram contribuindo para o meu crescimento pessoal e profissional e que não estão nomeadas.

## Regulação temporal do comportamento na tarefa de inversão a meio da sessão

### Resumo

Numa tarefa de discriminação simultânea em que as contingências de reforço se invertem a meio da sessão, os pombos tipicamente cometem erros antecipatórios e de perseveração. Estes erros sugerem que ao invés de usarem a presença ou ausência de reforço para decidir a escolha subsequente, os pombos parecem estimar o tempo desde o início da sessão para decidir quando inverter as suas escolhas. Para analisar esta hipótese, 12 pombos foram divididos em dois grupos. Ambos os grupos foram expostos a 40 sessões de uma discriminação simultânea entre dois estímulos visuais, um reforçado na primeira metade de cada sessão ( $S_1$ ) e outro na segunda metade ( $S_2$ ). De seguida, completaram mais 40 sessões iguais às anteriores à exceção da duração do intervalo-entre-ensaios: enquanto o grupo 5/10 experienciou 5 s de intervalo-entre-ensaios nas primeiras 40 sessões e 10 s nas segundas 40, o grupo 10/5 experienciou a ordem inversa. Os resultados mostram que quando o intervalo-entre-ensaios é subitamente aumentado (grupo 5/10) a proporção de erros antecipatórios aumenta ao passo que quando esse mesmo intervalo é subitamente reduzido (grupo 10/5) o mesmo ocorre mas com os erros de perseveração. Este padrão de resultados é consistente com a regulação temporal do comportamento nesta tarefa.

*Palavras-chave:* inversão da escolha, intervalo-entre-ensaios, regulação temporal, ganhar-permanecer/perder-mudar, pombos.

## Timing processes in the midsession reversal task

*Abstract*

Pigeons typically show anticipatory and perseverative errors in the midsession reversal task wherein the contingencies of reinforcement reverse halfway through the session. These errors suggest that pigeons seem to use the time elapsed since the beginning of the session to decide when to reverse their choices instead of using the presence or absence of reinforcement to make the subsequent choice. In order to analyze this hypothesis, 12 pigeons were divided into two groups. Both groups were exposed to 40 sessions of a simultaneous discrimination between two visual stimuli, one reinforced in the first half of the session ( $S_1$ ) and the other in the second half ( $S_2$ ). Then, they completed 40 additional but identical sessions except for the inter-trial-interval duration: While group 5/10 experienced a 5 s inter-trial-interval in the first 40 sessions and a 10 s inter-trial-interval in the second 40 sessions, group 10/5 experienced the reverse order. Results showed that when the inter-trial-interval is suddenly increased (group 5/10), the proportion of anticipatory errors increased whereas when the same interval is decreased (group 10/5) the same occurs, but with the perseverative errors. This pattern of results is consistent with the temporal regulation of behavior in this task.

*Keywords:* midsession reversal, inter-trial-interval, timing, win-stay/lose-shift, pigeons.



### Introdução

Os animais têm de se adaptar constantemente às mudanças do meio em que vivem para garantirem a sua sobrevivência. Exemplos típicos incluem a capacidade de se adaptarem, e por vezes anteciparem, mudanças na distribuição espacial e temporal das suas presas.

As mudanças comportamentais de adaptação podem resultar da informação fornecida por pistas locais ou globais, ou mesmo uma combinação de ambas. Não é, contudo, claro em que circunstâncias é que cada um deste tipo de pistas exerce um papel dominante na regulação do comportamento. Consideremos, por exemplo, o seguinte cenário: se um animal encontra comida sempre num mesmo local (por exemplo, numa árvore em particular), mas em determinado momento o alimento não está disponível, a ausência de comida (informação local do meio) deverá exercer controlo sobre o comportamento e levar o animal a procurar comida noutra local. Apesar de neste caso específico a melhor estratégia para o animal ser basear-se numa pista local, noutros casos uma pista global pode ser mais informativa, como por exemplo, quando a disponibilidade de comida depende do momento do dia (e.g., aprendizagem de tempo e lugar). Em suma, os animais podem basear-se em diferentes pistas do meio, algumas locais e outras globais como a presença ou a ausência de reforço e a passagem do tempo, respetivamente (Laude, Stagner, Rayburn-Reeves, & Zentall, 2013; Rayburn-Reeves, Molet, & Zentall, 2010).

Existem, contudo, situações em que a adaptação à mudança pode basear-se quer em pistas locais quer em pistas globais. A tarefa de inversão a meio da sessão (TIMS) constitui um exemplo prototípico. Consideremos, por exemplo, uma sessão experimental constituída por 80 ensaios. Em cada ensaio, são apresentados dois estímulos visuais simultaneamente ( $S_1$  e  $S_2$ ), sendo que nos primeiros 40 ensaios, escolhas de  $S_1$  são reforçadas com comida, mas não escolhas de  $S_2$ , enquanto que nos últimos 40, escolhas de  $S_2$  são reforçadas, mas não escolhas de  $S_1$ . Por outras palavras, tal como o nome da tarefa indica, as contingências de reforço são invertidas a meio da sessão. Se estas sessões forem repetidas diariamente, o animal acaba por aprender a inverter as escolhas, podendo, contudo, basear-se em pistas locais ou globais. No primeiro caso, o animal deverá começar por escolher  $S_1$  e mudar para  $S_2$  após o primeiro ensaio não reforçado (uma estratégia conhecida por “ganhar-permanecer/perder-mudar”). No segundo caso, e dado que cada sessão tem uma estrutura temporal fixa, o animal pode estimar o tempo desde o início da sessão e mudar para  $S_2$  quando o tempo estimado atinge o valor usualmente decorrido quando se dá a inversão de contingências.

O primeiro estudo em que foi utilizada a TIMS foi realizado por Cook e Rosen (2010). A tarefa utilizada foi relativamente mais complexa do que a descrita acima. Em vez de usarem discriminações simultâneas ( $S_1$  vs.  $S_2$ ), três pombos (*Columba livia*) foram treinados em discriminações condicionais: em cada ensaio uma amostra visual era apresentada, que podia ser uma de duas cores ( $A_1$  ou  $A_2$ ); depois de bicarem na amostra um determinado número de vezes a amostra desaparecia e dois estímulos de comparação eram apresentados nas teclas laterais. Na primeira metade da sessão, para receber reforço, os pombos deveriam escolher (i.e., bicar) a comparação igual à amostra e, pelo contrário, na segunda metade da sessão, teriam de escolher o estímulo diferente da amostra. Todas as respostas corretas eram reforçadas com comida seguindo-se um intervalo-entre-ensaios (IEE).

Após uma fase inicial em que os animais foram treinados com cores diferentes, iniciou-se um treino de inversão com um par de novas cores. Os resultados mostraram que as escolhas dos animais mudavam progressiva e gradualmente entre a primeira e a segunda metade da sessão. Por outras palavras, mesmo antes da inversão de contingências ocorrer, os animais começavam ocasionalmente a escolher o estímulo comparação diferente da amostra como se estivessem a antecipar uma alteração na estrutura da tarefa (erros antecipatórios); de igual modo, depois da inversão de contingências, os animais continuavam ocasionalmente a escolher o estímulo igual ao estímulo amostra quando este já não era reforçado (erros de perseveração).

Nesta tarefa e assumindo que animais não humanos são incapazes de contar, a estratégia ótima para maximizar o reforço é responder de acordo com as consequências do ensaio anterior (pista local), isto é, usar uma estratégia de “ganhar-permanecer/perder-mudar”. Se um animal é reforçado após escolher determinada opção, deve continuar a escolher a mesma opção e se não receber reforço então deve mudar para a outra opção. Deste modo apenas um reforço é perdido em cada sessão. O padrão de erros apresentado pelos pombos sugere, porém, que as suas escolhas são provavelmente controladas pelo tempo decorrido desde o início da sessão ao invés da pista local mais precisa (i.e., presença vs. ausência de reforço; Cook & Rosen, 2010).

Desde esta primeira demonstração, vários autores têm procurado compreender os fatores que determinam o desempenho nesta tarefa recorrendo preferencialmente à versão simplificada constituída por ensaios de discriminação simultânea ( $S_1$  vs.  $S_2$ ; por exemplo, Laude et al., 2013; McMillan & Roberts, 2012; Rayburn-Reeves, Laude, & Zentall, 2013; Rayburn-Reeves et al., 2010; Rayburn-Reeves, Stagner, Kirk, & Zentall, 2012; Stagner,

Michler, Rayburn-Reeves, Laude, & Zentall, 2012) apesar do efeito já ter sido também demonstrado usando uma tarefa *go/no-go* (McMillan, Sturdy, & Spetch, 2015).

O estudo de Rayburn-Reeves e colaboradores (2010) constitui um exemplo típico. Cada sessão era constituída por 80 ensaios  $S_1$  vs.  $S_2$ , com inversão de contingências no ensaio 41. Um detalhe experimental de notar é que as escolhas corretas ( $S_1$  e  $S_2$  na primeira e segunda metades da sessão, respetivamente) davam acesso a comida durante 1.5 s e de seguida iniciava-se um IEE de 3.5 s; por outro lado, escolhas incorretas ( $S_2$  e  $S_1$  na primeira e segunda metades da sessão, respetivamente) eram imediatamente seguidas por um IEE de 5 s. Por outras palavras, independentemente do nível de desempenho dos animais, cada um dos 80 ensaios iniciava-se exactamente no mesmo momento desde o início da sessão, em todas as sessões. Os resultados desta variação da tarefa mostram que, tal como reportado por Cook e Rosen (2010), os pombos tendem a escolher ocasionalmente o  $S_2$  antes de ser reforçado e continuam a escolher ocasionalmente o  $S_1$  mesmo depois da inversão de contingências. O baixo decréscimo na proporção de respostas em  $S_1$  entre o ensaio 41 e 42 revela baixa sensibilidade dos pombos ao feedback imediato da primeira resposta não reforçada em  $S_1$ .

Entretanto, tem também sido investigado se o tipo de discriminação utilizado pode afetar o desempenho na tarefa. Uma vez que o comportamento natural de procura de comida se baseia na distribuição espacial da mesma, seria de esperar que o desempenho dos animais melhorasse com o uso de uma discriminação espacial na TIMS (Rayburn-Reeves et al., 2012). Por discriminação espacial entende-se uma discriminação em que a distinção entre o estímulo correto vs. incorreto é feita através da sua localização; por exemplo, tecla direita e esquerda independentemente das restantes características do estímulo (cor, forma, etc...). Também é possível combinar vários atributos de um estímulo como, por exemplo, a cor e a localização, formando uma discriminação composta. Nesse caso, um estímulo para ser correto terá de, por exemplo, ser vermelho e estar à direita.

McMillan e Roberts (2012) testaram esta hipótese numa experiência em que comparam o desempenho de pombos numa discriminação visual e numa discriminação composta mantendo constantes todos os outros detalhes experimentais (por exemplo, duração do reforço e do IEE). Na discriminação composta, o  $S_1$  era a tecla esquerda iluminada de vermelho e o  $S_2$  a tecla direita iluminada de verde enquanto na discriminação visual a localização das cores foi aleatorizada. O desempenho dos pombos na tarefa envolvendo uma discriminação visual foi aparentemente controlado pelo intervalo de tempo, mas quando expostos a uma discriminação composta em que a localização espacial é um dos elementos centrais, estes animais parecem adotar uma estratégia próxima da de “ganhar-

permanecer/perder-mudar”. Em suma, de acordo com McMillan e Roberts, o grau com que cada mecanismo é usado parece fortemente afetado pelo tipo de pistas fornecido pela discriminação requerida.

O desempenho na TIMS tem também sido estudado noutras espécies para além de pombos. Por exemplo, Raburn-Reeves et al. (2012) realizaram um estudo comparativo entre pombos e ratos (*Rattus norvegicus*) recorrendo a uma discriminação espacial. Aos pombos foram apresentadas duas teclas iluminadas de branco e aos ratos foram disponibilizadas duas alavancas (direita e esquerda). Em ambas as espécies, as respostas na tecla/alavanca direita foram reforçadas na primeira metade das sessões e na esquerda na segunda metade. Os resultados obtidos com pombos foram congruentes com as investigações anteriores. Contudo, os ratos parecem escolher quase exclusivamente  $S_1$  durante a primeira metade da sessão (i.e., quase não exibem erros antecipatórios), ocorrendo um decréscimo acentuado de respostas neste estímulo após a inversão (do ensaio 41 para o 42), sugerindo que estes animais são mais sensíveis a pistas locais (i.e., à consequência da sua escolha no primeiro ensaio após a inversão). Outras manipulações, como a variação do ponto de inversão ou a inserção de mais do que uma inversão dentro da mesma sessão confirmaram que esta espécie demonstra elevada sensibilidade ao feedback local, sendo capaz de usar estratégias muito próximas da “ganhar-permanecer/perder-mudar”.

De notar, contudo, que estes resultados que apontam para uma maximização do reforço em ratos foram obtidos apenas com discriminações espaciais. Tal fato levou McMillan, Kirk, e Roberts (2014) a hipotetizar que talvez os ratos mantivessem a orientação corporal durante o IEE usando-a no ensaio seguinte como pista para escolher a opção correta. Para testar esta hipótese, os autores treinaram ratos num labirinto em T, o que permitiu manter a discriminação espacial, mas eliminou a possibilidade de utilização da orientação corporal como pista. Os resultados confirmaram a hipótese uma vez que os ratos cometeram tanto erros antecipatórios como de perseveração, tal como tipicamente observado em pombos.

A TIMS foi também já utilizada com participantes humanos (*Homo sapiens*; Cook, & Rosen, 2010; Rayburn-Reeves, et al., 2010) e os resultados têm mostrado consistentemente que, apesar da ocorrência de alguns erros antecipatórios, a estratégia usada por humanos é próxima da “ganhar-permanecer/perder-mudar”. Esta conclusão é confirmada por estudos em que a localização da inversão deixa subitamente de ser previsível. Tal manipulação deveria levar a um aumento do número de erros se as pistas globais fossem dominantes, mas os participantes humanos parecem adaptar-se facilmente à imprevisibilidade utilizando o primeiro erro para inverter as escolhas (Rayburn-Reeves et al., 2010).

Em virtude das diferenças nos resultados encontrados com pombos, ratos e humanos, Laude, Pattison, Rayburn-Reeves, Michler, e Zentall, (2015) realizaram um estudo comparativo para compreender se as diferenças de desempenho estariam associadas a alguma particularidade da classe dos mamíferos que lhe permitiria potencializar o desempenho na tarefa. Para o efeito, testaram pombos e cães domésticos (*Canis familiaris*) numa TIMS espacial. Os resultados não confirmaram a hipótese de que os cães seriam mais precisos do que os pombos, dado que estes cometeram aproximadamente o mesmo número de erros antecipatórios que os pombos e bastantes mais erros de perseveração, sugerindo assim o recurso a uma estratégia semelhante em ambas as espécies.

Em suma, a grande maioria dos estudos com animais não humanos parece indicar que estes não utilizam, pelo menos exclusivamente, a pista que lhes permitiria maximizar o reforço. Algumas hipóteses têm sido levantadas para explicar este desempenho sub-ótimo, incluindo: (1) interferência na memorização da resposta e consequência do ensaio prévio; (2) estimação temporal do ponto de inversão a partir da experiência em sessões anteriores, e (3) estimação do número de ensaios decorridos até ao ponto de inversão a partir da experiência em sessões anteriores.

Estas hipóteses têm sido testadas recorrendo a várias manipulações. No seguimento da sua primeira experiência, Cook e Rosen (2010), testaram se (a) a variação da quantidade de comida consumida antes da sessão, (b) a inserção de intervalos de tempo vazios antes da inversão das contingências e (c) o momento da inversão de contingências alteraria o comportamento de escolha dos pombos. O nível de saciação não induziu diferenças no desempenho dos animais, mas as manipulações (b) e (c) parecem corroborar a hipótese de que os animais usam a passagem do tempo como pista. Na manipulação (b), verificaram que quanto maior o intervalo vazio inserido antes da inversão, menor a percentagem de respostas de igualar a amostra no momento da inversão sugerindo a existência de um relógio interno que não para durante estes intervalos vazios. Por sua vez, na manipulação (c), os pombos foram testados em sessões cujo número de ensaios era similar, mas com durações diferentes (40, 60 ou 80 minutos), verificando-se que o ponto de inversão da escolha ocorria na duração média da sessão ao invés de ocorrer em função do número de ensaios. Em suma, os resultados apontam mais uma vez para uma regulação temporal do comportamento de escolha.

Muitas outras manipulações têm sugerido a prevalência do controlo temporal nesta tarefa. Rayburn-Reeves et al. (2010), por exemplo, aumentaram a imprevisibilidade do momento da inversão tornando a passagem do tempo uma pista não informativa. Em particular, depois de treinarem pombos numa TIMS visual, Rayburn-Reeves et al. variaram a

localização do ponto de inversão ao longo das sessões, podendo ocorrer no ensaio 10, 25, 40, 55 ou 70 (20 sessões de teste para cada), numa tentativa de desencorajar o uso da passagem do tempo ou do número de ensaios e encorajar o uso do feedback local. Os resultados revelaram o mesmo padrão de erros antecipatórios e de perseveração tipicamente obtido quando a inversão ocorre a meio da sessão. No entanto, quanto mais cedo na sessão ocorria a inversão menos erros antecipatórios e mais erros de perseveração foram observados, ocorrendo o padrão inverso quando a inversão ocorria mais tarde na sessão. De seguida, os autores aumentaram o número de bicadas requeridas para efetuar uma escolha de uma para 20. A hipótese era que, se o problema se devesse à capacidade de memória, o aumento de bicadas requeridas facilitaria a memorização quer do estímulo escolhido quer da consequência da escolha potenciando assim o impacto das pistas locais (reforço vs. ausência de reforço) no comportamento de escolha. Os resultados obtidos foram semelhantes aos encontrados quando apenas uma bicada era necessária, colocando em causa a hipótese da interferência nos processos de memorização.

Outros estudos têm manipulado a duração do IEE (e.g., Laude et al., 2013; McMillan, & Roberts, 2012; McMillan, Sturdy, Pisklak, & Spetch, 2016; Rayburn-Reeves et al., 2013). Rayburn-Reeves et al. (2013), por exemplo, utilizaram uma TIMS espacial para estudar o efeito de três IEE (1.5, 5.0 e 10.0 segundos) em três grupos de pombos numa manipulação inter-sujeito. Os resultados obtidos parecem indicar que o grupo de pombos com menor IEE apresenta um desempenho melhor na tarefa, sendo mais sensíveis à mudança das contingências de reforço uma vez que o decréscimo na percentagem de respostas em  $S_1$  ocorreu quase imediatamente à inversão. Os resultados dos outros dois grupos são consistentes com o padrão de respostas verificado noutros estudos. De seguida, os mesmos autores dividiram os pombos dos grupos 5.0 e 10.0 transferindo metade destes pombos para o grupo com o IEE de 1.5 s. Depois de várias sessões, o desempenho dos pombos transferidos tornou-se idêntico ao dos pombos que pertenciam a esse grupo desde o início suportando as conclusões anteriores que IEE com menor duração facilitam o uso da estratégia “ganhar-permanecer/perder-mudar”.

De notar, no entanto, que as manipulações da duração do IEE acima descritas se baseiam na premissa que a estratégia “ganhar-permanecer/perder-mudar” exige recordar-se quer do estímulo escolhido quer da consequência da escolha, pelo que reduções da duração do IEE devem aumentar a precisão mnésica quando a estratégia “ganhar-permanecer/perder-mudar” é utilizada. Embora este pressuposto esteja correto, reduções do IEE diminuem também a variabilidade no tempo estimado (e.g., Church, 2003) desde o início da sessão

resultando em melhorias no desempenho que se podem assemelhar ao uso da estratégia “ganhar-permanecer/perder-mudar”.

O presente estudo procurou analisar detalhadamente o desempenho de pombos numa TIMS visual recorrendo a um desenho experimental intra-sujeito. Para além de permitir distinguir claramente entre o uso de uma estratégia “ganhar-permanecer/perder-mudar” e o controlo temporal do comportamento, este desenho experimental permite também analisar vários outros aspetos do desempenho de animais na tarefa. Em primeiro lugar, a evolução dos erros ao longo do treino nunca foi devidamente analisada. É esperado que a proporção de erros se concentre na zona próxima ao ponto de inversão à medida que a exposição à tarefa aumenta. Em segundo lugar, a hipótese do controlo temporal das escolhas requer experiência na tarefa para que os sujeitos aprendam a estrutura temporal da mesma, pelo que é possível que o controlo temporal das escolhas seja antecedido por uma estratégia “ganhar-permanecer/perder-mudar”. Em terceiro lugar, a mudança no padrão de erros quando o IEE é alterado nunca foi devidamente analisada. Ora, se o comportamento é controlado por variáveis temporais, deverá ocorrer uma dissociação simples na proporção de erros: quando o IEE é subitamente aumentado, a proporção de erros antecipatórios deve aumentar, enquanto que quando o IEE é subitamente reduzido, deverá ser a proporção de erros de perseveração a aumentar. Por último, importa esclarecer se o padrão de erros antecipatórios e de perseveração reportado na literatura é representativo do desempenho individual de sujeitos. Na literatura são apenas encontrados resultados médios das amostras utilizadas pelo que o padrão de erros antecipatórios e de perseveração pode resultar de vários cenários: (1) os sujeitos cometem ambos os tipos de erros na mesma sessão; (2) os sujeitos cometem ambos os tipos de erros, mas em sessões diferentes; (3) alguns sujeitos cometem apenas erros antecipatórios enquanto outros cometem apenas erros de perseveração, levando a um resultado médio em que ambos estão presentes, e; (4) uma combinação de (1), (2), ou (3).

De forma a cumprir estes objetivos, dois grupos de pombos foram treinados numa TIMS visual. O Grupo 5/10 foi inicialmente treinado com um IEE de 5 s durante 40 sessões, sendo o IEE subitamente aumentado para 10 s nas 40 sessões seguintes. Já o Grupo 10/5 foi inicialmente treinado com um IEE de 10 s sendo depois o IEE subitamente reduzido para 5 s.

## Método

### Sujeitos

Doze pombos (*Columba livia*) ingénuos com pesos entre 80 e 85% do seu peso em alimentação livre participaram na experiência. Todos os pombos foram mantidos em gaiolas

individuais com acesso contínuo a água e *grit* num biotério com temperatura controlada (entre 20° e 22° C) e um ciclo de luz: escuridão de 13:11 horas, sendo as luzes ligadas às oito horas da manhã. A experiência foi conduzida seis dias por semana. Antes do início da experiência os pombos foram pseudo-aleatoriamente divididos em dois grupos de seis pombos.

### **Equipamento**

Foram utilizadas quatro caixas operantes para pombos (Med Associates<sup>®</sup>), cada uma com 30 cm de altura, 29 cm de comprimento e 24 cm de largura. Cada uma das caixas encontrava-se dentro de uma caixa de madeira com uma ventoinha adjacente com o objetivo de proporcionar ventilação e mascarar ruídos externos. O painel central do interior das caixas operantes continha três teclas circulares com 2.5 cm de diâmetro, alinhadas horizontalmente, com 6 cm de distância entre si e a 22.5 cm da grelha metálica do chão da caixa (medido a partir da parte inferior das teclas). Nesta experiência apenas foram usadas as duas teclas laterais iluminadas de verde ou vermelho. Uma abertura (6.2 cm de altura x 6.7 cm de largura) localizada também no painel central, abaixo da tecla central, 4 cm acima da grelha metálica do chão, permitia acesso a comida. Esta abertura era iluminada por uma luz de 7.5 W sempre que o alimentador localizado atrás da mesma era ativado. Embora não utilizadas nesta experiência, cada caixa possuía ainda três luzes de iluminação geral (vermelha do lado esquerdo, branca ao centro e verde no lado direito) no painel oposto ao painel de resposta, 22.5 cm acima do chão e distanciadas 8 cm entre si. Todos os eventos experimentais e o registo de dados foram realizados por um computador pessoal recorrendo ao software ABET II<sup>®</sup> (*Lafayette Instruments*).

### **Procedimento**

**Pré-treino.** Inicialmente todos os animais foram treinados a comer do alimentador. Posteriormente, foram implementadas sessões de *autoshaping* para ensinar os animais a bicar nas teclas iluminadas com verde e vermelho. Para três dos pombos foi necessário efetuar sessões de *shaping* manual pelo método de aproximações sucessivas para os ensinar a bicar nas teclas. Antes de iniciarem a experiência propriamente dita, todos os animais completaram duas sessões de 80 ensaios cada (40 com a luz verde e 40 com a luz vermelha) em que uma bicada era exigida na tecla iluminada em cada ensaio. O objetivo foi garantir que os pombos bicavam igualmente em cada um dos estímulos.

**Treino I.** Esta fase consistiu em 40 sessões com 80 ensaios cada. Cada uma das sessões começava com um reforço gratuito, passando-se em seguida aos ensaios propriamente ditos. Cada ensaio iniciava-se com a iluminação simultânea das duas teclas laterais, uma com



a luz verde, outra com a luz vermelha. Durante os primeiros 40 ensaios, uma cor estava correta ( $S_{1+}$ ) e a outra incorreta ( $S_{2-}$ ), sendo as contingências invertidas a partir do ensaio 41, inclusive ( $S_{1-}$  e  $S_{2+}$ ). No caso de uma bicada na cor correta, as teclas desligavam-se, o alimentador era ativado por dois segundos, iniciando-se em seguida o intervalo-entre-ensaios (IEE). Caso a bicada fosse na tecla incorreta, o reforço era omitido começando imediatamente o IEE.

A duração do IEE dependia do grupo. Para os pombos no grupo 5/10, a soma das durações do reforço e do IEE foi de 5 s, pelo que experienciaram um IEE de 3 s quando escolhiam a cor correta e um IEE de 5 s quando escolhiam a cor incorreta. Já nos pombos do grupo 10/5, a soma das referidas durações foi de 10 s, pelo que experienciaram IEE de 8 e 10 s quando bicavam a cor correta e incorreta, respetivamente.

Para cada pombo, a alocação de cores (verde e vermelho) a cada uma das teclas laterais variou aleatoriamente em blocos de 40 ensaios, tendo cada cor sido apresentada em cada tecla o mesmo número de vezes. O estímulo correto na primeira e segunda metades de cada sessão ( $S_{1+}$  e  $S_{2+}$ ) foi contrabalanceado entre pombos. Para ilustrar, para um determinado pombo, verde era a escolha correta na primeira metade da sessão ( $S_{1+}$ ) e vermelho na segunda ( $S_{2+}$ ). Para um outro pombo, as contingências eram opostas, com vermelho correto na primeira metade ( $S_{1+}$ ) e verde na segunda ( $S_{2+}$ ).

**Treino II.** Esta fase foi em tudo semelhante à fase anterior, com a exceção que os IEE experienciados por cada grupo foram permutados: O grupo 5/10 passou a experienciar um IEE de 10 s e o grupo 10/5 um IEE de 5 s.

### **Análise de Dados**

A análises estatísticas foram realizadas recorrendo ao software *Statistical Package for Social Sciences* (IBM SPSS), versão 22, tendo sido adotada uma taxa de erro tipo I de .05 em todas as comparações estatísticas. Os principais testes estatísticos utilizados foram a Análise de Variância (ANOVA) mista e de medidas repetidas, tendo também sido utilizados testes *t* de student sempre que adequado. Nas análises reportadas foram apenas utilizados os dados de dez dos doze pombos iniciais. Um dos pombos foi excluído dado que não terminou múltiplas sessões e outro por nunca ter terminado o pré-treino. Além destes, um outro pombo (P466), pertencente ao grupo 10/5, foi excluído das análises em estado estável com o segundo IEE uma vez que faleceu após a sessão 16 do treino II.

## Resultados

### Desempenho Médio

A Figura 1 apresenta a proporção média de escolhas do estímulo correto na primeira metade de cada sessão ( $S_1$ ) durante as últimas dez sessões em blocos de cinco ensaios. O painel da esquerda apresenta os dados do grupo 5/10 e o da direita os dados do grupo 10/5, em ambos os casos separados em função do IEE. Os resultados mostram que, em ambos os grupos e com ambos os IEE, os pombos escolheram o estímulo  $S_1$  quase exclusivamente no início das sessões, sendo que a proporção de escolhas  $S_1$  começou a diminuir progressivamente mesmo antes da inversão de contingências e continuou após a mesma. Na parte final das sessões, os pombos escolheram quase exclusivamente o estímulo  $S_2$ . Uma ANOVA mista com o Grupo como fator inter-sujeito e o IEE e Blocos de ensaios como fatores intra-sujeitos revelou apenas a existência de um efeito principal do Bloco de ensaios,  $F(15, 105) = 857.15, p < .001, \eta^2_p = .99$ ; os efeitos principais do Grupo e do IEE não se revelaram estatisticamente significativos,  $F(1, 7) = 0.05, p = .82$  e  $F(1, 7) = 0.53, p = .49$ , respectivamente, o mesmo ocorrendo com todas as interações entre fatores, maior  $F = 1.27, p = .30$ . De particular relevância, foi a inexistência de uma interação significativa entre o IEE e o Grupo,  $F(1, 7) = 1.27, p = .30$ , o que permite concluir que em estado estável a ordem com que cada grupo experienciou os IEE não afetou significativamente o desempenho.

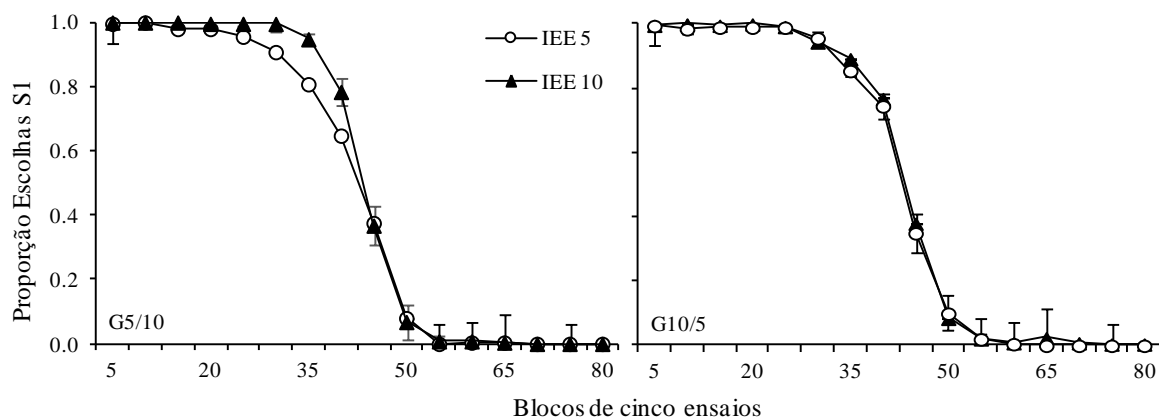


Figura 1. Proporção de escolhas  $S_1$  ( $\pm$ EPM) para o grupo 5/10 (à esquerda) e para o grupo 10/5 (à direita) em função de blocos de cinco ensaios. Para cada grupo são apresentados os resultados com IEE de 5 (círculos) e 10 s (triângulos).

ANOVAs de medidas repetidas realizadas separadamente para cada grupo, revelaram apenas um efeito principal do Bloco de ensaios quer no grupo 5/10,  $F(15, 60) = 338.62, p < .001, \eta^2_p = .99$ , quer no grupo 10/5,  $F(15, 45) = 896.35, p < .001, \eta^2_p = .99$ . O efeito do IEE e da interação entre fatores não se revelou estatisticamente significativo em nenhum dos

grupos,  $F(1, 4) = 1.14, p = .35$  e  $F(15, 60) = 1.16, p = .33$  para o grupo 5/10 e  $F(1, 3) = 1.03, p = .39$  e  $F(15, 45) = 0.26, p = .99$  para o grupo 10/5, respectivamente.

Em suma, os resultados médios obtidos em estado estável replicam o padrão de dados habitualmente relatado na literatura. Apesar de uma inspeção visual do painel esquerdo da Figura 1 poder sugerir um efeito do IEE na proporção de escolhas de  $S_1$  no grupo 5/10, tal não se revelou significativo.

### **Evolução dos Erros ao Longo do Treino**

A Figura 2 apresenta, para ambos os grupos, a evolução da proporção de erros antecipatórios e de perseveração ao longo das sessões com cada IEE. ANOVAs de medidas repetidas com o IEE, Blocos de 5 sessões e Tipo de erros como fatores, realizadas separadamente para cada grupo, revelaram, tanto no grupo 5/10 (painel superior) como no grupo 10/5 (painel inferior), um efeito principal do IEE na proporção de erros,  $F(1, 4) = 50.54, p = .002, \eta^2_p = .93$  e  $F(1, 3) = 66.38, p = .004, \eta^2_p = .96$ , respectivamente. Tal como uma inspeção visual do gráfico sugere, *comparações par a par* confirmaram que a proporção de erros obtida com o primeiro IEE de cada grupo foi significativamente superior à obtida com o segundo (i.e., a proporção de erros no grupo 5/10 foi maior com 5 do que 10 s,  $p = .002$ , e o inverso no grupo 10/5,  $p = .004$ ). Este decréscimo na proporção de erros foi também observado ao longo dos Blocos de sessões quer no grupo 5/10,  $F(7, 28) = 59.27, p < .001, \eta^2_p = .94$ , quer no grupo 10/5,  $F(7, 21) = 28.86, p < .001, \eta^2_p = .91$ . A interação entre IEE e Bloco de sessões foi também estatisticamente significativa em ambos os grupos,  $F(7, 28) = 27.42, p < .001, \eta^2_p = .87$  para o grupo 5/10 e  $F(7, 21) = 16.27, p < .001, \eta^2_p = .84$  para o grupo 10/5. Esta interação deveu-se provavelmente à diferença na proporção inicial de erros com cada IEE. A interação Tipo de erro x Bloco de sessões foi significativa apenas no grupo 5/10,  $F(7, 28) = 3.93, p = .004, \eta^2_p = .50$ ; de fato, este grupo cometeu mais erros antecipatórios nos primeiros dois blocos de sessões com 5 s de IEE e no primeiro bloco com 10 s de IEE. Finalmente, este grupo revelou também uma tripla interação Tipo de erro x Bloco de sessões x IEE,  $F(7, 28) = 4.06, p = .003, \eta^2_p = .50$ . Esta interação sugere que a proporção de cada tipo de erro se altera não só ao longo das sessões, mas também entre os dois IEE utilizados e parece dever-se à diferença entre os tipos de erro observada no início de cada IEE mas não no final.

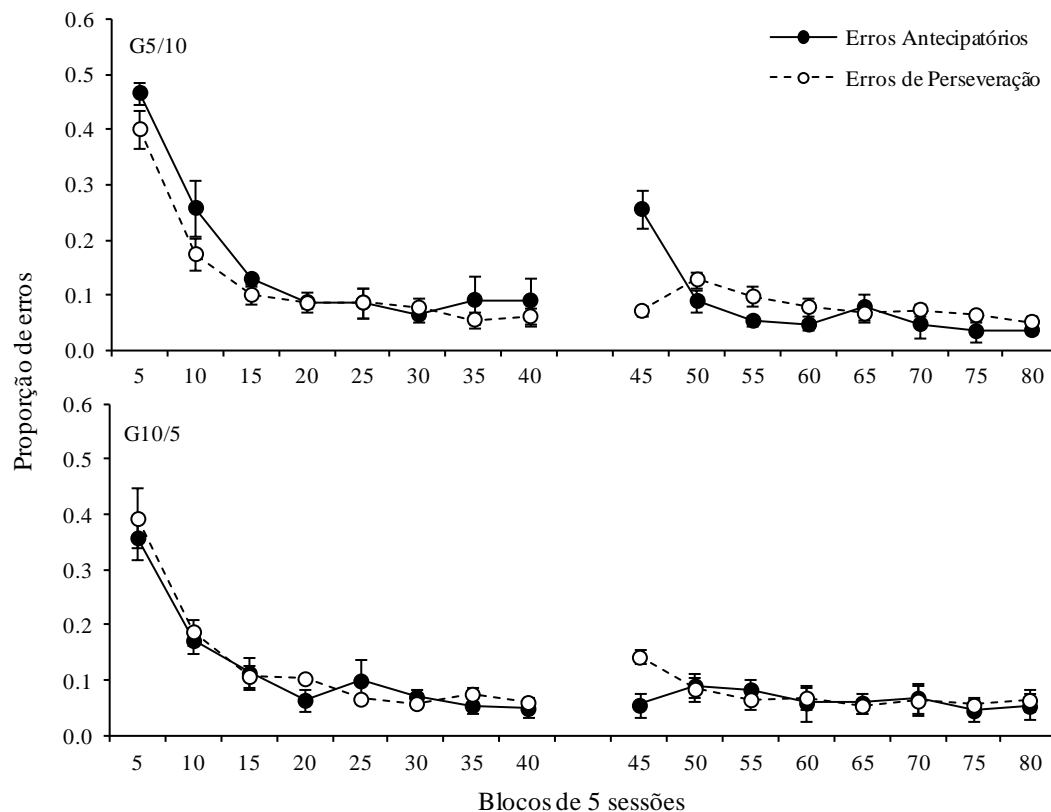
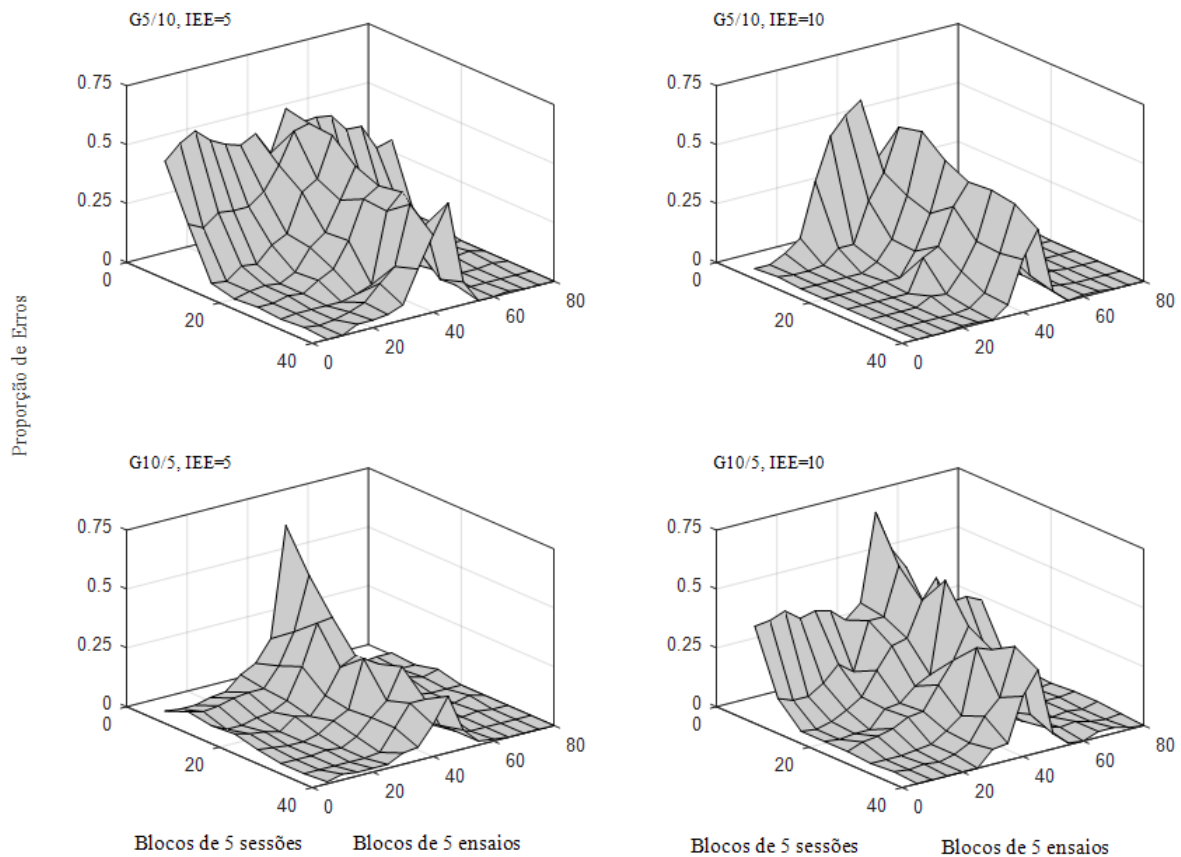


Figura 2. Proporção de erros ( $\pm$  EPM) antecipatórios e de perseveração para o grupo 5/10 (painel superior) e para o grupo 10/5 (painel inferior) antes e após a mudança de IEE. Os dados do bloco cinco ao 40 correspondem ao primeiro IEE a que os grupos foram expostos e os dados do bloco 45 ao 80 ao segundo IEE. Os círculos preenchidos representam erros antecipatórios e os círculos abertos representam erros de perseveração.

Embora a Figura 2 confirme que a proporção de erros diminuiu ao longo do treino, a sua distribuição dentro de cada sessão deverá também ter sido alterada à medida que o treino progrediu. Para analisar se tal foi de fato o caso, a Figura 3 apresenta a evolução da proporção de erros ensaio a ensaio ao longo das sessões, separada por IEE. Os painéis superior e inferior apresentam os dados dos grupos 5/10 e 10/5, respetivamente. Em geral, pode observar-se que nas primeiras sessões os pombos de ambos os grupos começaram por cometer erros indiferenciadamente ao longo dos ensaios, mas à medida que as sessões avançaram a proporção de erros diminuiu, concentrando-se na zona de inversão das contingências (ensaio 41). Este padrão é particularmente evidente no primeiro IEE experienciado por cada grupo, 5 s no grupo 5/10 (painel superior esquerdo) e 10 s no grupo 10/5 (painel inferior direito). Estes resultados demonstram que a eventual emergência de controlo temporal nesta tarefa não é precedida pelo uso de uma estratégia “ganhar-permanecer/perder-mudar”.

Uma ANOVA de medidas repetidas com Blocos de 5 sessões e de 5 ensaios como fatores revelou que o grupo 5/10, quando exposto a um IEE de 5 s, reduziu significativamente

a proporção de erros ao longo do treino tal como relevado por um efeito principal estatisticamente significativo do Bloco de sessões,  $F(7, 28) = 52.42, p < .001, \eta^2_p = .93$ . O efeito principal do Bloco de Ensaio foi também significativo,  $F(15, 60) = 23.34, p < .001, \eta^2_p = .85$ , confirmando que a distribuição média de erros não foi aleatória ao longo dos ensaios. Porventura mais importante, a interação entre os fatores foi também significativa,  $F(105, 420) = 2.26, p < .001, \eta^2_p = .36$ , o que confirma que a concentração dos erros na zona da inversão de contingências emergiu progressivamente ao longo das sessões. Os resultados obtidos quando este mesmo grupo foi exposto a um IEE de 10 s foram similares: observaram-se efeitos principais do Bloco de sessões e de ensaios,  $F(7, 28) = 17.54, p < .001, \eta^2_p = .81$  e  $F(15, 60) = 60.72, p < .001, \eta^2_p = .94$ , respetivamente, bem como uma interação significativa,  $F(105, 420) = 5.08, p < .001, \eta^2_p = .56$ .



*Figura 3.* Painel superior: Proporção média de erros do grupo 5/10 ao longo de blocos de cinco sessões e de cinco ensaios. Painel Inferior: Proporção média de erros do grupo 10/5 ao longo de blocos de cinco sessões e de cinco ensaios do grupo 10/5. Nas colunas da esquerda e da direita são apresentados os dados obtidos com o IEE de 5 e 10 s, respetivamente.

No que concerne ao grupo 10/5, apesar de se observar que os erros no primeiro IEE experienciado (10 s) se distribuem nas primeiras sessões ao longo de todos os ensaios é já observável um pico. Tal como no grupo 5/10, também neste grupo se encontrou uma diferença significativa na proporção de erros ao longo das sessões quer no primeiro IEE treinado,  $F(7, 28) = 34.98, p < .001, \eta^2_p = .90$ , quer no segundo,  $F(7, 21) = 2.77, p = .03, \eta^2_p = .48$ . Observou-se também em ambos os casos um efeito principal do Bloco de ensaios,  $F(15, 60) = 69.01, p < .001, \eta^2_p = .95$  e  $F(15, 45) = 32.98, p < .001, \eta^2_p = .92$ , quando o IEE foi de 10 e 5 s, respetivamente. Por último, o efeito de interação foi apenas significativo com o primeiro IEE,  $F(105, 420) = 2.28, p < .001, \eta^2_p = .36$ , uma vez que o decréscimo na proporção de erros foi acompanhado de uma concentração dos mesmos na zona de inversão. Quando o IEE foi alterado para 5 s, a interação não foi significativa dado que os erros se encontravam já concentrados perto, embora não exatamente na zona de inversão,  $F(105, 315) = 1.08, p = .31$ .

### **Controlo Temporal da Escolha**

De forma a analisar a hipótese da regulação temporal da escolha nesta tarefa, consideramos apenas as três sessões imediatamente antes e depois da mudança do IEE. Recorde-se que a regulação temporal da escolha prevê que, quando o IEE é aumentado, como no Grupo 5/10, a proporção de erros antecipatórios deve aumentar enquanto que quando o IEE é reduzido, como no grupo 10/5, deverá ser a proporção de erros de perseveração a aumentar. O painel superior da Figura 4 apresenta a frequência média de erros ao longo de blocos de cinco ensaios para o grupo 5/10 (painel superior esquerdo) e para o grupo 10/5 (painel superior direito). Em ambos os casos podemos observar uma deslocação da curva de erros do primeiro para o segundo IEE treinado, sendo contudo o sentido dessa deslocação dependente do grupo. Tal como previsto pela hipótese da regulação temporal, observou-se um aumento do número de erros antecipatórios, mas não de perseveração no grupo 5/10 e o padrão oposto no grupo 10/5.

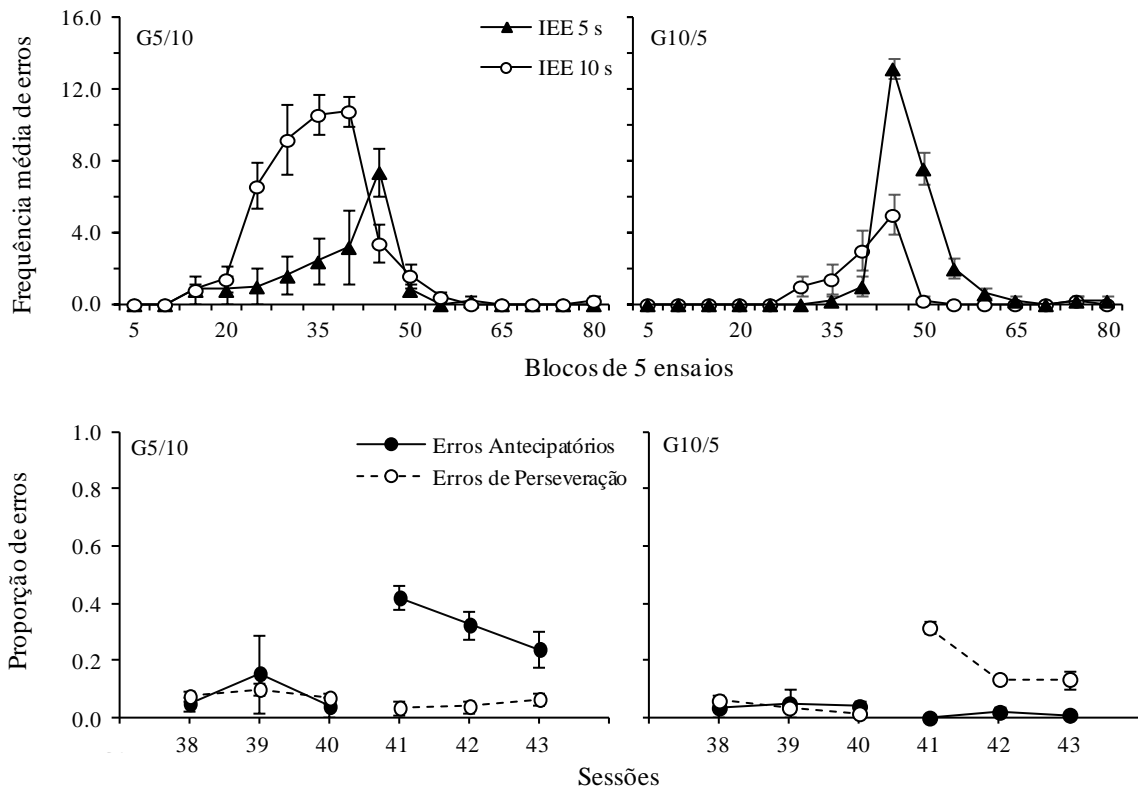


Figura 4. Painel superior: frequência média de erros ( $\pm$  EPM) para cada um dos grupos ao longo de blocos de cinco ensaios durante as últimas três sessões do primeiro IEE a que foram expostos e durante as três primeiras do segundo IEE a que foram expostos. Painel inferior: proporção média de erros ( $\pm$  EPM) antecipatórios e de perseveração (círculos preenchidos e abertos, respetivamente) ao longo das últimas três sessões com o primeiro IEE e das primeiras três sessões com o segundo IEE. Os painéis da esquerda e da direita apresentam os dados dos grupos 5/10 e 10/5, respetivamente.

O painel inferior da Figura 4 mostra a evolução dos erros antecipatórios e de perseveração sessão a sessão na zona em que os IEE foram alterados (as três sessões imediatamente antes e depois da mudança). No grupo 5/10 (painel inferior esquerdo), observa-se um aumento significativo da proporção média de erros antecipatórios nas primeiras três sessões com um IEE de 10 s comparativamente com as três últimas sessões com um IEE de 10 s,  $t(4) = -2.79$ ,  $p = .05$ ,  $d = 1.25$ , mas uma redução marginalmente significativa na proporção de erros de perseveração,  $t(4) = 2.69$ ,  $p = .06$ ,  $d = 1.27$ . Por outro lado, o grupo 10/5 (painel inferior direito) apresenta o padrão inverso, isto é, um aumento significativo da proporção de erros de perseveração quando o IEE é reduzido de 10 para 5 s,  $t(4) = -16.06$ ,  $p < .001$ ,  $d = 4.70$ , mas nenhuma alteração significativa nos erros antecipatórios,  $t(4) = 1.35$ ,  $p = .25$ . Estes resultados corroboram assim a impressão obtida através da inspeção visual das deslocações das distribuições de erros, confirmando a hipótese de controlo temporal da escolha.

### Desempenho Individual

Com o intuito de analisar se o padrão médio de desempenho aqui encontrado e comumente reportado na literatura é representativo do desempenho individual, comparamos os tipos de erros cometidos por cada pombo, nas primeiras e últimas 10 sessões do primeiro IEE experienciado (Tabela 1). Em ambos os grupos, todos os pombos cometeram erros antecipatórios e de perseveração em cada uma das 10 primeiras sessões. Pelo contrário, existe alguma variabilidade entre pombos nos tipos de erro cometidos nas últimas 10 sessões: embora todos os pombos cometam ambos os tipos de erro em pelo menos algumas sessões, tem também sessões em que cometem apenas erros antecipatórios ou de perseveração, ou mesmo nenhum erro.

Tabela 1.

Evolução do padrão de erros de cada pombo das primeiras para as últimas dez sessões com o primeiro IEE a que foi exposto.

Padrão de erros	Grupo 5/10					Grupo 10/5					
	P157	P283	P342	P519	P967	P161	P466	P724	P737	P918	
Primeiras 10 sessões	Apenas antecipatórios	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Apenas de perseveração	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Ambos	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	
Últimas 10 sessões	Apenas Antecipatórios	0.90	0	0	0.20	0.10	0	0.10	0	0.10	0.30
	Apenas de perseveração	0	0.60	0.50	0	0.40	0.40	0.60	0.40	0.30	0.50
	Ambos	0.10	0.30	0.50	0.80	0.30	0.60	0.30	0.60	0.60	0.10

Estes dados sugerem que com o decorrer do treino ocorre uma mudança no padrão de erros cometidos. Embora inicialmente, todos os pombos cometam ambos os tipos de erros em todas as sessões, em estado estável o panorama é diferente: continuam a existir de fato sessões com ambos os tipos de erros, mas ocorrem também sessões em que apenas um ou nenhum tipo de erro está presente. Em suma, embora a Figura 1 sugira um padrão em que ambos os tipos de erro ocorrem em todas as sessões, tal é na realidade um artefacto induzido pela análise do desempenho médio.

### Discussão

Pretendeu-se com este estudo compreender os mecanismos usados por pombos numa tarefa em que as contingências de reforço são invertidas a meio da sessão. Em particular,



através da manipulação da duração do IEE, pretendeu-se compreender se os pombos usam a passagem do tempo como pista para inverter as suas escolhas na TIMS. Os objetivos subsidiários incluíram analisar a evolução dos erros ao longo do treino, investigar se um eventual controlo temporal da escolha é precedido por uma estratégia “ganhar-permanecer/perder-mudar” e por último compreender se o padrão de erros antecipatórios e de perseveração tipicamente reportado na literatura é representativo do desempenho individual.

Os resultados médios da proporção de escolhas  $S_1$ , em estado estável, replicam em ambos os grupos os resultados que têm sido reportados na TIMS em pombos (e.g., McMillan & Roberts, 2012; McMillan et al., 2014; Rayburn-Reeves et al., 2010). Tal como no estudo de Rayburn-Reeves et al. (2013), não se observou qualquer diferença nas curvas médias da proporção de escolhas de  $S_1$  obtidas com os dois IEE, muito embora Rayburn-Reeves e colaboradores tenham manipulado o IEE inter-sujeitos e tenham utilizado uma discriminação espacial. Tomados em conjunto, estes dados sugerem que independentemente do tipo de discriminação (visual ou espacial) e do tipo de manipulação do IEE (intra- ou inter-sujeitos), os pombos não apresentam melhorias no desempenho com o IEE menor, pelo menos quando o seu limite mínimo é de 5 s. Contudo, no estudo de Rayburn-Reeves et al., verificam-se melhorias no desempenho quando o IEE é reduzido para 1.5 s o que segundo os autores, sugere que durações muito curtas impedem a emergência de comportamentos de interferência. Se a causa da melhoria do desempenho com o IEE de 1.5 s se dever realmente à falta de tempo para iniciar comportamentos de interferência seria esperado que esta melhoria ocorresse também numa TIMS visual. Porém, Laude et al. (2013) compararam a modalidade da discriminação (visual vs. espacial) e a duração do IEE (1.5 s vs. 5 s) tendo apenas encontrado melhorias no desempenho com uma discriminação espacial e o IEE mais curto (1.5 s). Assim, a melhoria no desempenho dos pombos parece dever-se a uma interação da discriminação espacial com o IEE mais curto e não apenas ao fato do IEE ser particularmente curto.

A Tabela 1 permite compreender melhor a origem dos dados médios apresentados na Figura 1. No primeiro bloco de 10 sessões, os pombos cometem ambos os tipos de erros em todas as sessões provavelmente porque não aprenderam ainda a estrutura das mesmas. Pelo contrário, nas últimas 10 sessões, quando o desempenho dos pombos está estável, existe uma grande variabilidade quer entre pombos quer entre sessões mostrando que, tal como mencionado anteriormente, a curva média observada é pelo menos parcialmente um artefacto da média, não representando em muitos casos o desempenho em sessões individuais. Apesar de todos os pombos apresentarem sessões em que cometem ambos os tipos de erros, apenas

para quatro dos dez pombos estas são a maioria das sessões. É de notar que alguns pombos apresentam sessões nas quais não cometem nenhum erro (e.g., o pombo P967 em duas das dez últimas sessões). A existência de sessões sem erros pode significar que alguns animais são mais precisos a estimar a passagem do tempo do que outros, mas nunca pode ser usada como evidência do uso do reforço ou da sua ausência para alterar o comportamento uma vez que tal estratégia requer a ocorrência de pelo menos um erro. Em suma, os dados apresentados na Tabela 1 corroboram a hipótese de que a curva média da proporção de escolhas  $S_1$  se deve à combinação de sessões em que ocorrem ambos os tipos de erros com sessões em que ocorrem apenas um ou nenhum tipo de erro. Será pertinente, no futuro, verificar se esta variabilidade está presente quando são feitas outras manipulações e se ela é evidência de que existem pombos com maior predisposição para antecipar e outros para perseverar.

Em relação à evolução dos erros ao longo do treino, era previsto que os erros se distribuíssem inicialmente de forma indiferenciada ao longo dos vários ensaios de uma sessão e que, com a continuação do treino, estes se fossem localizando na zona de inversão de contingências (ensaio 41). Este padrão foi claramente encontrado neste estudo (ver Figura 3), demonstrando que antes de aprenderem a estrutura temporal da tarefa os pombos não fazem uso da estratégia “ganhar-permanecer/perder-mudar”.

Por fim, a manipulação intra-sujeito da duração do IEE permitiu mostrar claramente que o comportamento de escolha dos pombos nesta tarefa é controlado pela passagem do tempo, simultaneamente descartando hipóteses incompatíveis como a estimação do número de ensaios até à inversão de contingências. De fato, dependendo se o IEE passa para metade ou para o dobro, as distribuições de erros obtidas com os dois IEE deslocam-se em sentidos opostos (ver Figura 4): como previsto pela hipótese da regulação temporal, no primeiro caso ocorre um aumento dos erros de perseveração e no segundo um aumento dos erros antecipatórios. Pelo contrário, caso os pombos estimassem o número de ensaios decorridos, a alteração da duração do IEE não deveria induzir qualquer mudança no desempenho. Em suma, a deslocação das funções de erro mostra com clareza que o comportamento dos pombos é fortemente regulado pela passagem do tempo nesta tarefa.

Tendo por base a hipótese que talvez o custo associado ao uso da passagem do tempo (pista global) não fosse o suficiente forçar o uso da uma pista local como o reforço, Rayburn-Reeves, e Zentall (2013) usaram sequências de cinco ensaios em que o ponto de inversão era variável, mas mais uma vez os resultados indicaram o uso de uma pista global. Não obstante, seria interessante observar o desempenho dos pombos quando o número de ensaios é diminuído. Este facto aumentaria necessariamente o custo de resposta, uma vez que as

oportunidades para obter reforço diminuiriam. Outra forma de aumentar o custo de cada resposta seria transportar a tarefa para uma caixa operante mais longa do que as tipicamente utilizadas (e.g., com o triplo do tamanho) aumentando assim o custo energético direto dos erros.

Ao contrário do que acontece nas tarefas de aprendizagem de tempo e lugar (e.g., Wilkie e Willson, 1992) em que a maximização do reforço depende diretamente da capacidade de estimar a passagem do tempo, na TIMS era de esperar que os animais fossem capazes de usar o reforço ou a sua ausência (i.e., informação não ambígua sobre o resultado da sua escolha) para maximizar o número de reforços obtidos. Por outras palavras, enquanto na aprendizagem de tempo e lugar a estimação do tempo decorrido constitui a estratégia ótima, na TIMS esta mesma estratégia conduz a perdas significativas de reforço. A razão para a utilização da estimação temporal em ambas as tarefas permanece por esclarecer, mas é consistente com a hipótese avançada por vários autores que os animais usam a passagem do tempo como uma das pistas primordiais para organizar o seu comportamento (e.g., Balsam, Drew, & Gallistel, 2010; Staddon & Cerutti, 2003).

O próximo passo será compreender como os modelos formais de *timing* (e.g., Learning-to-Time, Machado, 1997; Machado, Malheiro, & Erlhagen, 2009; Scalar Expectancy Theory, Gibbon, 1977) podem dar conta do padrão de respostas tipicamente observado nas várias manipulações da TIMS. Será também interessante verificar se nesta tarefa emergem alguns dos vieses previstos por estes modelos. Por exemplo, ambos os modelos preveem deslocamentos na curva de respostas quando as probabilidades de reforço em  $S_1$  e  $S_2$  são manipuladas diferencialmente. As eventuais implicações da TIMS para os modelos formais de *timing* estão ainda por compreender.

**Referências Bibliográficas**

- Balsam, P. D., Drew, M. R., & Gallistel, C. R. (2010). Time and associative learning. *Comparative Cognition & Behavior Reviews*, 5, 1-22. doi:10.3819/ccbr.2010.50001
- Church, R. M. (2003). A concise introduction to scalar timing theory. In W. H. Meck (Ed.), *Functional and neural mechanisms of interval timing* (pp. 3-22). Boca Raton, FL, US: CRC Press.
- Cook, R., & Rosen, H. (2010). Temporal control of internal states in pigeons. *Psychonomic Bulletin & Review*, 17(6), 915-922. doi:10.3758/PBR.17.6.915
- Gibbon, J. (1977). Scalar expectancy theory and Weber's law in animal timing. *Psychological Review*, 84(3), 279-325. doi:10.1037/0033-295X.84.3.279
- Laude, J., Pattison, K., Rayburn-Reeves, R., Michler, D., & Zentall, T. (2015). Who are the real bird brains? Qualitative differences in behavioral flexibility between dogs (*Canis familiaris*) and pigeons (*Columbia livia*). *Animal Cognition*, 19(1), 163-169. doi:10.1007/s10071-015-0923-8
- Laude, J., Stagner, J., Rayburn-Reeves, R., & Zentall, T. (2013). Midsession reversals with pigeons: visual versus spatial discriminations and the intertrial interval. *Learning & Behavior*, 42, 40-46. doi:10.3758/s13420-013-0122-x
- Machado, A. (1997). Learning the temporal dynamics of behavior. *Psychological Review*, 104(2), 241-265. doi:10.1037/0033-295X.104.2.241
- Machado, A., Malheiro, M., & Erlhagen, W. (2009). Learning to time: A perspective. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 92(3), 423-458. doi:10.1901/jeab.2009.92-423
- McMillan, N., Kirk, C., & Roberts, W. (2014). Pigeon (*Columbia livia*) and rat (*Rattus norvegicus*) performance in the midsession reversal procedure depends upon cue dimensionality. *Journal of Comparative Psychology*, 128(4), 357-366. doi:10.1037/a0036562
- McMillan, N., & Roberts, W. (2012). Pigeons make errors as a result of interval timing in a visual, but not a visual-spatial, midsession reversal task. *Animal Behavior & Processes*, 38(4), 440-445. doi:10.1037/a0030192
- McMillan, N., Sturdy, C. B., Pisklak, J. M., & Spetch, M. L. (2016). Pigeons perform poorly on a midsession reversal task without rigid temporal regularity. *Animal Cognition*, 19(4), 855-859. doi:10.1007/s10071-016-0962-9
- McMillan, N., Sturdy, C. B., & Spetch, M. L. (2015). When is a choice not a choice? Pigeons fail to inhibit incorrect responses on a go/no-go midsession reversal task. *Journal of*

- Experimental Psychology: Animal Learning and Cognition*, 41(3), 255-265.  
doi:10.1037/xan0000058
- Rayburn-Reeves, R., Laude, J., & Zentall, T. (2013). Pigeons show near-optimal win-stay/lose-shift performance on a simultaneous-discrimination, midsession reversal task with short intertrial intervals. *Behavioural Processes*, 92, 65-70.  
doi:10.1016/j.beproc.2012.10.011
- Rayburn-Reeves, R., Molet, M., & Zentall, T. (2010). Simultaneous discrimination reversal learning in pigeons and humans: anticipatory and perseverative errors. *Learning & Behavior*, 39, 125-127. doi:10.3758/s13420-010-011-5
- Rayburn-Reeves, R., Stagner, J., Kirk, C., & Zentall, T. (2012). Reversal learning in rats (*Rattus norvegicus*) and pigeons (*Columbia livia*): Qualitative differences in behavioral flexibility. *Journal of Comparative Psychology*, 127(2), 202-211.  
doi:10.1037/a0026311
- Rayburn-Reeves, R., & Zentall, T. (2013). Pigeons use of cues in a repeated 5-trial sequence, single reversal task. *Learning & Behavior Journal of Comparative Psychology*, 41(2), 138-147. doi:10.3758/s13420-012-0091-5
- Staddon, J. E. R., & Cerutti, D. T. (2003). Operant conditioning. *Annual Review of Psychology*, 54(1), 115-144. doi:10.1146/annurev.psych.54.101601.145124
- Stagner, J., Michler, D., Rayburn-Reeves, R., Laude, J., & Zentall, T. (2012). Midsession reversal learning: why do pigeons anticipate and perseverate? *Learning & Behavior*, 41, 54-60. doi:10.3758/s13420-012-0077-3
- Wilkie, D., & Willson, R. (1992). Time-place learning by pigeons, *Columbia livia*. *Journal of the experimental analysis of behavior*, 57(2), 145-158.