



Universidade do Minho
Escola de Psicologia

Joana Marisa Marques Pereira

Escolhas Sequenciais e Simultâneas em Humanos: Processamento Independente ou por Competição?



Universidade do Minho
Escola de Psicologia

Joana Marisa Marques Pereira

**Escolhas Sequenciais e Simultâneas
em Humanos: Processamento Independente
ou por Competição?**

Dissertação de Mestrado
Mestrado Integrado em Psicologia

Trabalho efetuado sob a orientação do
Doutor Marco Alexandre Vasconcelos

outubro de 2015

DECLARAÇÃO

Nome: Joana Marisa Marques Pereira

Endereço Eletrónico: joanahmarisa@sapo.pt

Número do Cartão do Cidadão: 14181925 1zz6

Título Dissertação: Escolhas sequenciais e simultâneas em humanos: processamento independente ou por competição?

Orientador: Doutor Marco Vasconcelos

Ano de Conclusão: 2015

Designação do Mestrado: Mestrado Integrado em Psicologia

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

Universidade do Minho, 16/10/2015

Assinatura: _____

Índice

Introdução	6
Modelos de Competição (<i>ToW</i>)	7
Modelo Sequencial de Escolha (<i>SCM</i>)	8
Semelhanças e Divergências entre os Modelos de Competição (<i>ToW</i>) e o Modelo Sequencial de Escolha (<i>SCM</i>).....	10
O presente estudo.....	11
Método	12
Participantes.....	12
Materiais e Procedimentos.....	12
Análise de dados	17
Resultados	17
Discussão	28
Conclusão.....	30
Referências	31

Agradecimentos

A presente dissertação foi desenvolvida com o apoio e incentivo de várias pessoas que contribuíram quer de uma forma mais direta ou indireta, para a conclusão desta última etapa da minha formação acadêmica.

Gostaria de deixar o meu sincero agradecimento ao Professor Marco Vasconcelos, por todo o apoio, disponibilidade, dedicação e paciência. O desenvolvimento deste trabalho não teria sido possível sem o entusiasmo, apoio constante e partilha de conhecimentos. Ser-lhe-ei eternamente grata por me ter acompanhado ao longo desta fase final. Muito Obrigada Professor!

Aos meus pais e à minha irmã, por estarem sempre presentes e acima de tudo por me darem a possibilidade de chegar até aqui. Pelo apoio, repreensões, amizade e carinho. Por saber que posso sempre contar com vocês para tudo! Obrigada Pai, Obrigada Mãe e Obrigada Cláudia.

A todos os meus amigos e em especial às Saras, às Anas e à Catarina. Por estarem comigo quando mais precisei e por me acompanharem nas dificuldades e peripécias da vida. Pela amizade, pelas loucuras, aventuras, ensinamentos e histórias que ficarão para a vida.

A todas as pessoas que de alguma forma contribuíram também para o meu crescimento enquanto pessoa, quer a nível académico, pessoal e relacional.

Escolhas sequenciais e simultâneas em humanos: Processamento de independente ou por competição?

Resumo

A tomada de decisão é supostamente um processo cognitivo intencional, onde se opta por um de entre múltiplos planos de ação, resultando daí uma escolha final. Para a análise deste processo tiveram-se em consideração dois modelos de escolha: o Modelo de Competição (*ToW*) e o Modelo Sequencial de Escolha (*SCM*). O presente estudo teve como objetivos testar a previsão do SCM quanto à possibilidade de prever escolhas simultâneas a partir das latências observadas em encontros sequenciais. Um outro objetivo foi verificar se os participantes rejeitam as opções menos valiosas em prol de opções mais rentáveis tal como previsto pela *Optimal Foraging Theory*. Utilizou-se uma amostra de 67 participantes divididos em dois grupos, tendo os mesmos experienciado diferentes tipos de encontros (sequenciais e simultâneos) com ordens de apresentação distintas. Os resultados demonstraram que os participantes aprenderam a reconhecer as opções mais valiosas apresentadas durante a tarefa. Tal manifestou-se não só através da rejeição das opções de menor valor em prol de opções mais rentáveis, quer nos encontros sequenciais, quer nos simultâneos, e ainda na ordenação das opções segundo o seu valor percebido. O SCM demonstrou prever relativamente bem as escolhas realizadas pelos participantes, verificando-se contudo uma subestimação sistemática das mesmas.

Palavras-chave: Encontros Sequenciais; Encontros Simultâneos; Modelo de Competição; Modelo Sequencial de Escolha; Humanos.

Sequential and simultaneous choices in humans: Independent or competitive processing?

Abstract

Decision making is supposedly an intentional cognitive process, wherein one of multiple action plans are adopted leading to a final choice. To analyze this process we considered two models of choice: the Competition Model (ToW) and the Sequential Model of Choice (SCM). One of the aims of this study was to test SCM's prediction that we ought to be able to predict simultaneous choices from latencies collected in sequential encounters. Another aim was to test whether participants reject the less valuable options in favor of more profitable one as predicted by the Optimal Foraging Theory. We used a sample of 67 participants divided into two groups, each experiencing the same kinds of encounters (sequential and simultaneous) but with different presentation orders. The results showed that participants learned to distinguish the most valuable options presented during the task. This was evident not only in the rejection of the less valuable options in favor of more profitable ones, both in sequential and simultaneous encounters, but also in the final ranking of options according to their perceived value. The SCM was able to predict fairly well the choices made by the participants, despite a systematic underestimation.

Keywords: Sequential Encounters; Simultaneous Encounters; Competition Model; Sequential Choice Model; Humans.

Introdução

No nosso cotidiano, defrontamo-nos de forma constante e continuada com o processo de tomada de decisão que se constitui muitas vezes como o cerne da atividade cognitiva humana (Azuma, Daily, & Furmanski, 2005). Este processo é descrito por vários modelos como um conjunto de mecanismos que se focam na recolha de informação, estimativa das probabilidades e por último na seleção de uma opção ou curso de ação de entre um conjunto de alternativas (Azuma et al., 2005).

De acordo com Azuma e colaboradores (2005), a tomada de decisão envolve tipicamente um dos seguintes cenários: (a) conhecimento da situação, ou seja, se esta se encaixa num acontecimento típico, o indivíduo escolhe uma solução comum que aplica e que funcionou no passado; (b) se a situação não é comum, o indivíduo procura obter mais informação de forma a fazê-la corresponder a uma experiência anterior, ou; (c) desconhecimento da situação; se a situação é nova, o indivíduo escolhe aquela que considera a melhor ação e implementa-a. Se essa estratégia não funcionar, muda para aquela que considera a segunda melhor opção e assim sucessivamente.

Quando o indivíduo está perante uma situação típica e pretende efetuar uma escolha entre duas ou mais opções de valor conhecido, ocorre tipicamente uma avaliação das experiências prévias levando a maiores latências para agir, comparativamente com situações em que apenas uma opção está disponível (Krebs, Kacelnik, & Taylor, 1978). As latências refletem desta forma, a soma de uma componente motivacional do sujeito para agir com o tempo mínimo de processamento (Kacelnik, Vasconcelos, Monteiro, & Aw, 2011).

A comparação entre opções e avaliação das experiências prévias tem por base o processo de aprendizagem. É através da experientiação de diferentes tipos de opções que se cria uma “biblioteca” de valores subjetivos, sendo atribuído um valor a cada opção. Os valores subjetivos podem ser expressos através das latências e/ou na probabilidade de aceitar a opção encontrada ou rejeitá-la de forma a procurar outras mais rentáveis (Kacelnik et al., 2011). Aceitar ou não uma opção depende da fonte de recompensa apresentada e das restantes opções de fundo (Shapiro, Siller, & Kacelnik, 2008; Kacelnik et al., 2011).

Quando o indivíduo possui um conhecimento insuficiente das opções, torna-se adaptativo distribuir um número inicial de respostas por todas as opções de forma a conhecer o seu valor relativo e, desta forma, otimizar os ganhos futuros. Os custos

exploratórios iniciais irão ser compensados com o decréscimo de erros a longo prazo (Krebs et al., 1978).

Quer o sujeito conheça ou não as opções, o processo de tomada de decisão, culmina na realização de uma escolha. Esta é comumente definida como o resultado de um processo elaborativo, com um consumo de tempo elevado, devido à comparação entre as opções (Hick, 1952).

Espera-se portanto que quantas mais alternativas forem simultaneamente apresentadas, mais demorado e exigente se torne o processo de tomada de decisão, e consequentemente, maior o consumo de tempo devido à avaliação cuidada de cada opção (lei de Hick-Hyman; Hick, 1952; Hyman, 1953). Essa avaliação envolve a ponderação dos prós e contras de cada alternativa para maximizar a rentabilidade da opção escolhida (Vasconcelos, Monteiro, Aw, & Kacelnik, 2010; Kacelnik et al., 2011). A ponderação por sua vez, envolve a atribuição de um valor subjetivo a cada opção, valor esse que depende das propriedades objetivas de cada uma delas. De acordo com Mazur (2010), a velocidade para aceitar uma opção depende do seu valor, isto é, quanto maior o valor da opção, mais rápida será a sua escolha. Duas variáveis que exercem forte influência no valor da opção são, por exemplo, a quantidade de recompensa e o atraso até à obtenção da mesma. Na realidade, estas são duas das variáveis mais estudadas na área do auto-controlo (para uma revisão, ver Madden, & Johnson, 2003).

É portanto comumente aceite, que atuar face a uma única opção (encontros sequenciais) deverá ser mais rápido do que atuar perante duas ou mais opções (encontros simultâneos), dado que quantas mais opções estão disponíveis, maiores os custos temporais do processo de avaliação (Freidin, Aw, & Kacelnik, 2009; Vasconcelos et al., 2010; Kacelnik et al., 2011).

Este pressuposto é consistente com uma família de modelos comumente conhecida por Modelos de Competição (*Tug-of-War - ToW*). Em contraste, o Modelo Sequencial de Escolha (*Sequential Choice Model - SCM*) desenvolvido no domínio da tomada de decisão em animais não humanos propõe exatamente o oposto. Analisamos em seguida cada uma destas propostas em maior detalhe.

Modelos de Competição (ToW)

Os modelos de competição (e.g. "*Drift Difusion Model*", "*Race Model*") postulam que quando duas ou mais opções estão simultaneamente disponíveis ocorre um processo avaliativo em que o sujeito compara as vantagens e desvantagens de cada

uma com base na informação recolhida em encontros sequenciais (Kacelnik et al., 2011). Neste processo em que há uma avaliação competitiva existem custos temporais devido à computação de um índice de atratividade e consequente classificação das opções, mesmo antes da ação ocorrer. Quando a diferença (ou o rácio) da atratividade excede um determinado limiar, o sujeito parte para a ação, escolhendo o alvo que possui maior valor (Kacelnik et al., 2011). Assim, quando o sujeito se depara com mais do que uma opção (encontros simultâneos) a latência para agir é maior relativamente a situações em que apenas uma opção está presente (encontros sequenciais; Kacelnik et al., 2011). Com o aumento do número de opções, aumenta também o tempo necessário para a realização de uma escolha, pelo que, atuar face a uma única opção será sempre mais rápido e menos exigente do que atuar perante duas ou mais opções (Kacelnik et al., 2011; Aw, Monteiro, Vasconcelos, & Kacelnik, 2012).

Modelo Sequencial de Escolha (SCM)

O *SCM* foi inicialmente proposto por Shapiro, Siller e Kacelnik (2008), tendo-se mostrado muito relevante no contexto da procura de alimento em animais não humanos. Este modelo estabeleceu uma ligação entre duas tradições separadas desde os anos 80: a relevância de escolhas sequenciais em contexto natural (Stephens & Krebs, 1986) e a predominância de escolhas simultâneas em tarefas laboratoriais (e.g. Kolling, Behrens, Mars, & Rushworth, 2012). Por outras palavras, o *SCM* procurou interligar dois contextos frequentemente desconexos: o contexto de seleção e o contexto de teste (Stevens & Stephens, 2003).

No estudo original a partir do qual o modelo se começou a desenvolver (Shapiro, et al., 2008), verificou-se que os estorninhos europeus (*Sturnus Vulgaris*) demoravam mais tempo a aceitar uma única opção apresentada isoladamente, do que quando essa mesma opção aparecia simultaneamente com outra (para um exemplo com ratos, ver Craft, in press). Por conseguinte, Shapiro e colaboradores assumiram que os mecanismos contemporâneos da escolha evoluíram para responder às propriedades estatísticas do ambiente, estando melhor adaptados para encontros sequenciais do que para os raros encontros simultâneos normalmente encontrados em contexto natural. Por outras palavras, os mecanismos de escolha parecem estar idealmente “desenhados” para maximizar as taxas de retorno em situações de escolhas sequenciais com custo para as escolhas simultâneas. Contudo, como estas últimas são raras o custo é insuficiente para

que um mecanismo alternativo dedicado às mesmas evolua (Aw et al., 2012; Vasconcelos et al., 2010).

Em suma, em encontros sequenciais, os animais respondem a dois tipos de informação: à taxa de recompensa obtida quando se comprometem com uma opção, e à taxa média que poderá ser obtida no resto do ambiente, sendo a latência para aceitar a opção uma função decrescente da primeira e uma função crescente da segunda (Shapiro et al., 2008). Do ponto de vista de otimização do desempenho, a própria existência de latências é paradoxal uma vez que reduzem a taxa global de recompensa. Contudo, em contexto laboratorial, estas latências parecem refletir uma tendência para abandonar a opção apresentada e procurar alternativas no ambiente (Kacelnik et al., 2011; Vasconcelos et al., 2010)

Já nos encontros simultâneos, quando são apresentadas, por exemplo, duas opções, o modelo assume que cada opção desencadeia a sua própria latência tal como nos ensaios sequenciais. A opção que atingir o limiar mais rapidamente será escolhida. Importa no entanto salientar que tal não resultará numa preferência exclusiva pela mesma opção, dado que as distribuições de latências se sobrepõem parcialmente. Do ponto de vista matemático, este processo é isomórfico a uma situação de amostragem, em que o animal retira aleatoriamente uma amostra de cada distribuição de latências construídas em encontros sequenciais, sendo a opção escolhida aquela cuja amostra for menor (Kacelnik et al., 2011; Shapiro et al., 2008).

O sujeito seleciona portanto a fonte que gera a menor latência e a opção alternativa é ignorada resultando na censura da expressão da sua latência, uma vez que nunca é expressa. Desta forma, quando duas opções que diferem na atratividade são encontradas, a opção mais atrativa raramente será censurada (Aw et al., 2012).

Em resumo, o *SCM* tem um pressuposto fundamental e conduz a duas previsões. Em termos de pressupostos, assume que as latências em encontros sequenciais são relativas, ou seja, dependem das propriedades objetivas da opção encontrada mas também do seu contraste com as restantes opções presentes no ambiente. As suas previsões podem ser resumidas do seguinte modo:

- a) Deverá ser possível prever escolhas simultâneas com base nas distribuições de latência recolhidas em encontros sequenciais, uma vez que são estas últimas que geram as primeiras.
- b) As escolhas simultâneas devem ser mais rápidas que as escolhas sequenciais devido ao processo de censura particularmente para a opção

menos preferida. Consideremos, por exemplo, uma escolha simultânea entre A e B (sendo A mais rentável que B). Dado que A é melhor que B, A será escolhida mais frequentemente; contudo, nas ocasiões em que B é escolhida, a latência recolhida para B terá de ser menor do que a recolhida para A. Tal significa necessariamente que a primeira foi retirada da cauda esquerda da distribuição de latências e a segunda da cauda direita. O resultado final será que, em média, as latências para escolher B em encontros simultâneos deverão ser mais curtas do que as observadas em encontros sequenciais (Vasconcelos et al., 2010; Vasconcelos, Monteiro, & Kacelnik, 2013).

Um corolário óbvio é que quanto mais opções estiverem simultaneamente disponíveis, maior a rapidez da escolha, dado que cada opção tem uma distribuição independente de latências e a mais curta censura a expressão das opções alternativas (Shapiro et al., 2008).

Concluindo, o *SCM* pressupõe: (a) que a avaliação das opções envolve aprendizagem e que reflete a atratividade de uma opção relativamente às opções alternativas de fundo, (b) que os animais expressam sempre uma latência para agir, latências essas menores em encontros simultâneos, e (c) a possibilidade de prever as preferências entre opções nos encontros simultâneos a partir das latências observadas nos encontros sequenciais (Kacelnik et al., 2011).

Semelhanças e Divergências entre os Modelos de Competição (ToW) e o Modelo Sequencial de Escolha (SCM)

Ambos os modelos propõem o mesmo mecanismo em encontros sequenciais, nomeadamente que os indivíduos atribuem valores às opções com base em fatores experienciados na aprendizagem, particularmente a rentabilidade de cada opção, a rentabilidade das alternativas presentes no mesmo ambiente (Shapiro et al., 2008) e o estado do sujeito no momento da escolha (Kacelnik & Marsh, 2002; Pompilio & Kacelnik, 2005; Vasconcelos & Urcuioli, 2008). Para modelar a forma como a avaliação é traduzida em ação nas situações de escolha, ambos os modelos assumem que quando um indivíduo encontra um estímulo associado com uma fonte de recompensa, um conjunto de neurónios começa a descarregar a uma determinada taxa (estocástica). Essa taxa de descarga está positivamente associada com o valor subjetivo

da opção encontrada, sendo esse valor resultado das aprendizagens anteriores (Kacelnik et al., 2011).

Os modelos divergem contudo, quanto ao mecanismo que opera em encontros simultâneos (Kacelnik et al., 2011). O *SCM* propõe que o mecanismo é o mesmo subjacente aos encontros sequenciais, operando contudo em paralelo (um processo por opção disponível) conduzindo à previsão contraintuitiva de redução das latências sempre que duas ou mais opções são encontradas simultaneamente. Pelo contrário, os modelos de competição propõem um processo deliberativo, em que as qualidades de cada opção são comparadas, processo esse que possui um custo temporal, levando à previsão de um aumento de latências com o aumento de opções disponíveis.

O presente estudo

Apesar das suas previsões contraintuitivas, até ao momento o *SCM* tem obtido suporte quer no que concerne ao seu pressuposto (latências relativas; e.g. Shapiro et al., 2008; Vasconcelos et al., 2010) quer no que concerne às suas previsões (e.g. Freidin et al., 2009; Vasconcelos et al., 2010; Vasconcelos, Monteiro, & Kacelnik, 2013). Contudo, o modelo nunca foi testado em participantes humanos, talvez porque muita da literatura da tomada de decisão humana se centre na tomada de decisão perceptiva e não valorativa. Deste modo, dois dos objetivos deste estudo são: (a) compreender como é que os humanos atuam face a encontros simultâneos e sequenciais à medida que vão aprendendo as propriedades das opções apresentadas e; (b) testar a previsão do *SCM* de que é possível prever escolhas simultâneas a partir de latências observadas em encontros sequenciais.

A generalidade dos modelos da procura ótima de alimento propõe que as presas são encontradas de modo aleatório e sequencial pelos predadores, podendo eventualmente ser também encontradas de forma simultânea (Pulliam, 1975 citado por Berc, 1999). No contexto de procura de alimento, quando as oportunidades são encontradas sequencialmente ao invés de simultaneamente, Charnov (1976 citado em Vasconcelos et al., 2010) refere que a taxa de ganho alcançada poderá ser aumentada rejeitando as presas menos rentáveis de forma a procurar outras com maior valor (estratégia especialista), do que aceitando todas as presas encontradas (estratégia generalista). Em contexto natural, espera-se que o sujeito maximize a recompensa, sendo esta a premissa fundamental da "*Optimal Foraging Theory*" (Stephens & Krebs, 1986).

Um outro objetivo deste estudo é verificar se tal como observado por Shapiro, Siller e Kacelnik (2008), os participantes humanos assim como os estorninhos europeus, demoram mais tempo a escolher perante uma única opção, do que quando têm várias opções disponíveis. Por fim, pretende-se verificar se os participantes atuam de acordo com a "*Optimal Foraging Theory*", no que concerne à rejeição de opções menos rentáveis de forma a obter o maior número de pontos possíveis com opções mais valiosas.

Método

Participantes

A amostra foi constituída por 72 participantes, 93.1 % do sexo feminino e 6.9% do sexo masculino, com idades compreendidas entre os 18 e os 37 anos ($M = 20.90$; $DP = 2.95$).

Todos os participantes eram estudantes do Mestrado Integrado em Psicologia da Universidade do Minho, tendo o recrutamento sido efetuado através do sistema de creditação existente na Escola de Psicologia.

A experiência teve início após o preenchimento do consentimento informado pelo participante, cujo objetivo foi dar a conhecer ao mesmo o carácter voluntário da sua participação no estudo, a confidencialidade dos dados recolhidos, bem como a possibilidade de desistir a qualquer momento. Referiu-se ainda que a participação nesta investigação não acarretaria quaisquer custos para o participante.

Para além da creditação associada à participação na experiência, o participante que concluiu a tarefa experimental com o maior número de pontos recebeu um voucher da FNAC.

Este procedimento experimental foi submetido e aprovado pela Comissão de Ética da Universidade do Minho.

Materiais e Procedimentos

A tarefa experimental baseou-se no procedimento desenvolvido por (Kolling, Behrens, Mars, & Rushworth, 2012), para o estudo dos mecanismos neurais das escolhas simultâneas, tendo sofrido as necessárias adaptações para que fosse possível o estudo das escolhas simultâneas e sequenciais. Para tal, utilizou-se um *design* misto, procedendo-se à distribuição dos participantes de forma pseudoaleatória por dois grupos

independentes. O grupo "*Ensaio Forçados*" e grupo "*Ensaio Aleatorizados*" (variável inter-sujeito), doravante designados por Grupo EF e Grupo EA, respetivamente.

O grupo EF iniciou a tarefa com 80 encontros sequenciais consecutivos (i.e., com apenas uma opção disponível; 10 ensaios por cada uma das oito opções utilizadas na tarefa), seguindo-se 280 ensaios de escolha simultânea (10 ensaios para cada par de opções). Já o grupo EA experienciou encontros sequenciais e simultâneos aleatoriamente, com a restrição de não ocorrerem mais do que sete ensaios simultâneos e mais do que dois ensaios sequenciais consecutivamente.

Paralelamente foram também manipuladas variáveis intra-sujeito, dado que todos os participantes: (a) experienciaram encontros sequenciais e simultâneos; (b) experienciaram as mesmas probabilidades de perda de pontos e (c) depararam-se com as mesmas opções.

As opções apresentadas durante a tarefa consistiram em imagens abstratas sem qualquer significado, criadas com recurso ao programa Microsoft Paint®, para que o participante aprendesse através da tarefa experimental qual o valor associado a cada opção.

A experiência decorreu durante blocos de 35 a 45 minutos, variando o tempo despendido para cada participante. A tarefa experimental foi realizada em grupo com um máximo de 6 participantes por bloco. Cada bloco teve uma duração aproximada de 35 a 45 minutos.

Depois de recolhido o consentimento informado e realizado o esclarecimento de eventuais dúvidas, iniciou-se a tarefa experimental, cuja implementação foi completamente computadorizada, recorrendo a um programa escrito em linguagem Visual Basic ®.

A tarefa experimental iniciou-se com o aparecimento de: (a) uma ou duas opções no centro do ecrã, constituindo encontros sequenciais ou simultâneos, respetivamente (dimensões das opções no centro do ecrã: 3.94 x 5.05 cm [l x a]); (b) um botão que permitia rejeitar a ou as opções apresentadas no centro do ecrã (2.65 x 1.32 cm [l x a]); (c) quatro opções alternativas (todas com 1.96 x 2.51 cm [l x a]), também designadas por opções de fundo, diferentes das apresentadas no centro do ecrã. Estas foram utilizadas para substituir a ou as opções apresentadas no centro sempre que o participante escolhesse a opção "rejeitar"; (d) um retângulo azul ou vermelho (ambos com as dimensões: 10.80 x 3.20 cm [l x a]) onde estavam inseridas as opções de fundo, indicando o número de pontos que o participante perderia caso escolhesse a opção

"rejeitar" (10 e 20 pontos, respetivamente para a cor azul e vermelha); e (e) uma barra verde (18.5 x 0.79 cm [l x a]) na parte inferior do ecrã, que aumentava ou diminuía numa área proporcional aos pontos ganhos ou perdidos em cada ensaio, respetivamente. Na parte inferior do ecrã era também apresentado um campo, designado de "*Pontos atuais*" que indicava o número de pontos acumulados pelo participante em cada momento da experiência (ver Figura 1A e 1B).

Na totalidade, foram utilizadas 8 opções com características distintas (todas com 3.94 x 5.05 cm [l x a]), sendo cinco ou seis aleatoriamente selecionadas para cada ensaio (quatro como opções de fundo, e uma ou duas como opções do centro em ensaios sequenciais e simultâneos, respetivamente). Cada opção tinha uma pontuação associada, aleatorizada para cada sujeito, variando entre os 20 e os 90 pontos, em incrementos de 10.

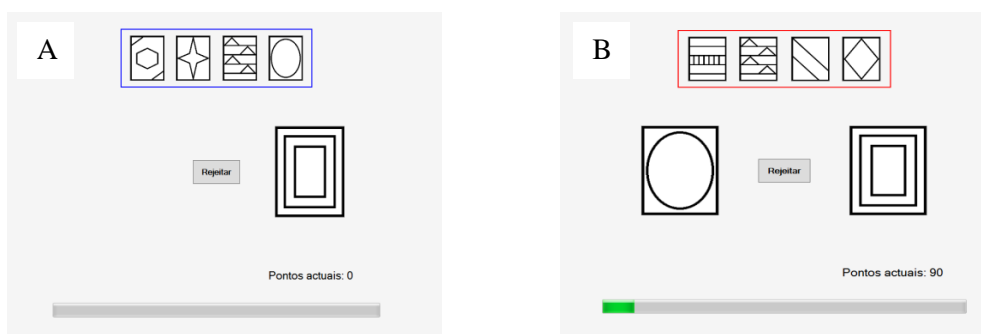


Figura 1. (A) Exemplo de um Ensaio Sequencial: apresentação de uma única opção; (B) Exemplo de um Ensaio Simultâneo: apresentação de duas opções e demonstração dos pontos acumulados pelo participante, através da barra verde.

Em cada ensaio, o participante teve duas alternativas de ação: aceitar a ou uma das opções apresentadas, no centro do ecrã, ou rejeitá-la (s). Para tal, foram utilizadas as teclas F, H e K (teclas equidistantes num teclado QWERTY) que foram assinaladas respetivamente com as letras E (para escolher a opção da esquerda), R (para rejeitar) e D (para escolher a opção da direita).

Quando o participante aceitava a única opção disponível, ou uma das opções apresentadas no centro do ecrã, essa era rodeada por um retângulo verde sinalizando a sua escolha, sendo também atribuída a pontuação correspondente.

Os pontos podiam ser observados através do preenchimento verde da barra na parte inferior do ecrã, e do campo "*Pontos atuais*", que indicavam os pontos

acumulados ao longo de todos os ensaios. Cada vez que o participante preenchesse a barra na sua totalidade (1000 pontos), ganhava um bônus de 50 pontos e a barra voltava ao início. Depois de selecionada a opção, o participante avançava para o ensaio seguinte, existindo um intervalo entre ensaios de 1 segundo.

Quando o participante escolhia a opção "rejeitar", podia perder 10 ou 20 pontos dependendo da cor do retângulo que rodeava as opções de fundo (azul ou vermelho, sendo estas equiprováveis). A perda era contudo probabilística, ocorrendo apenas em 70% das rejeições.

Após cada rejeição foi fornecido feedback ao participante (ver Figura 2) e, caso existisse perda de pontos, esses eram subtraídos dos pontos acumulados. A barra verde decrescia numa área proporcional aos pontos perdidos.



Figura 2. Indicação da perda de pontos após a rejeição das opções apresentadas.

Cada rejeição implicava a substituição da ou das opções rejeitadas por uma ou duas opções de fundo em ensaios sequenciais e simultâneos, respetivamente. Nesse caso, a ou as opções rejeitadas ficavam disponíveis como opções de fundo na posição exata das opções aleatoriamente selecionadas para a ou as substituir no centro do ecrã.

Em cada ensaio, o participante podia selecionar a opção "rejeitar" no máximo 10 vezes, tendo assim possibilidade de explorar e procurar novas alternativas mais rentáveis. Depois de rejeitar 10 vezes o participante era forçado a escolher a ou uma das opções apresentadas no centro do ecrã, dado que a opção "rejeitar" era suprimida. Cada ensaio apenas terminava quando o participante escolhesse uma opção.

A tarefa experimental foi dividida em 3 fases:

1. *Fase de treino*

O procedimento experimental teve início com a fase de treino, constituída por 10 ensaios (5 encontros sequenciais e 5 encontros simultâneos, distribuídos aleatoriamente).

O objetivo desta fase foi a familiarização dos participantes com a tarefa, bem como a clarificação de possíveis dúvidas.

Assim, cada participante teve a oportunidade de compreender a dinâmica da tarefa experimental, recorrendo ao uso das teclas correspondentes para aceitar ou rejeitar as opções.

As opções apresentadas nesta fase consistiam nas primeiras letras do alfabeto (de A a H) de forma a não contaminar a aprendizagem do valor das opções a apresentar na fase experimental. Todos os detalhes relativos aos ensaios (rejeições, escolhas, probabilidade de perda) foram exatamente os mesmos já descritos para a tarefa experimental.

2. Fase experimental

A fase experimental foi constituída por 360 ensaios utilizando as 8 opções disponíveis (ver Figura 3).

O valor das opções só foi conhecido ao longo da tarefa experimental. Assim, as primeiras escolhas efetuadas pelos participantes não tiveram por base qualquer tipo de informação. Com o decorrer da tarefa experimental o participante deveria aprender o valor das opções para ir de encontro ao objetivo da experiência, a obtenção do máximo de pontos possíveis. Para tal, o participante deveria rejeitar as opções menos favoráveis em prol das opções que aprendeu como sendo mais rentáveis.

3. Ordenação das opções

O procedimento terminou com uma tarefa de ordenação. As oito opções utilizadas na tarefa foram apresentadas simultaneamente devendo o participante ordená-las de acordo com o valor percebido (1 - opção mais valiosa; 8 - opção menos valiosa; ver Figura 3).

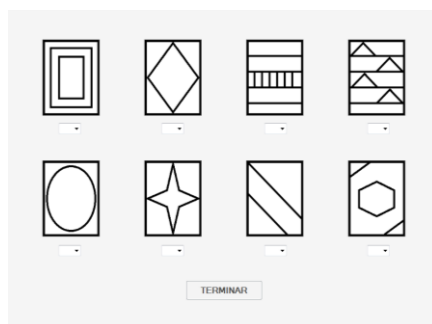


Figura 3. Ilustração de todas as opções apresentadas no decorrer da tarefa experimental para a sua ordenação.

Análise de dados

Dado que o número de pontos máximo, mínimo e médio tem uma componente estocástica, recorreu-se a uma simulação de 10000 sujeitos para determinar o valor do percentil 95 ($P95 = 20100$), pontuação a partir da qual se poderia excluir a realização da tarefa experimental ao acaso. Com recurso a este critério, foram excluídos 5 participantes (três do Grupo EF e dois do Grupo EA), todos com pontuações inferiores a 20100. A amostra passou a ser constituída por 67 participantes (33 do Grupo EF e 34 do Grupo EA).

Para a análise de dados recorreu-se ao programa estatístico IBM®SPSS® v.22, tendo-se realizado análises descritivas e de inferência estatística, como o *Coeficiente de correlação de Pearson (r)*, *Teste t para Amostras Independentes (t)*, *Análise de Variância (ANOVA) para Medidas Repetidas (F)*, *Teste de Kolmogorov-Smirnov (D)*, e também o *Coeficiente de correlação de Kendall's tau (τ)*.

Durante a análise de dados e sempre que existisse violação da esfericidade adotou-se a correção de Greenhouse - Geisser.

Resultados

1. Pontuação

Não foram encontradas diferenças estatisticamente significativas quanto à pontuação obtida por ambos os grupos, $t(65) = .497$, $p = .621$ (Grupo EF: $M = 23792$; $EP = 318$; Grupo EA: $M = 23591$; $EP = 252$).

A Figura 4 mostra que a proporção de pontos acumulados ao longo da sessão foi extremamente semelhante em ambos os grupos.

O teste de Kolmogorov-Smirnov revelou não existirem diferenças ao nível da distribuição de pontos ganhos ao longo da sessão pelos dois grupos, $D = .118$, $p = 1.000$.

A pontuação obtida apenas nos encontros simultâneos (Grupo EF: $M = 18720$, $EP = 345$; Grupo EA: $M = 18351$, $EP = 230$), também não diferiu entre os grupos, $t(56.020) = .893$, $p = .376$, apesar das condições experimentais serem diferentes relativamente à ordem de apresentação dos ensaios.

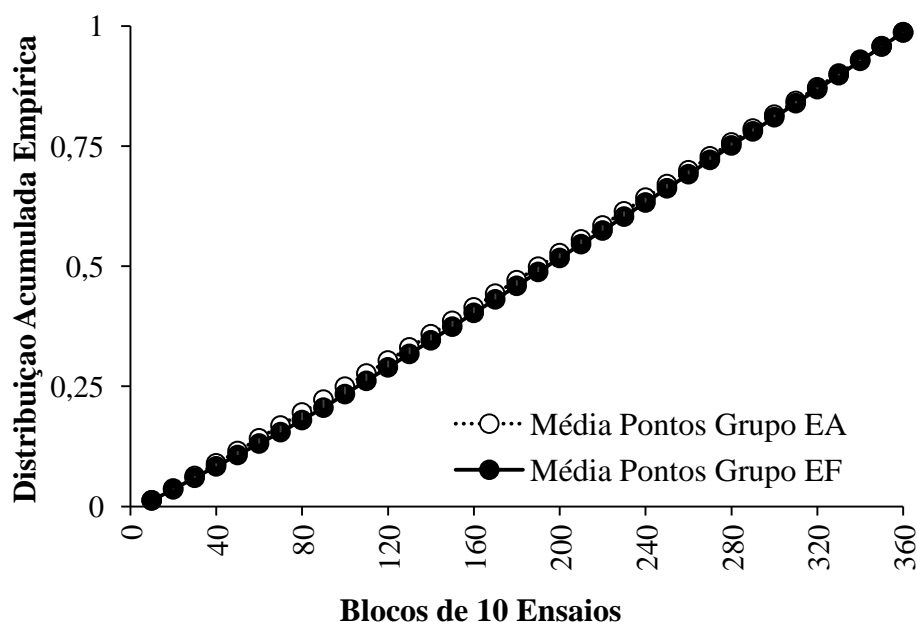


Figura 4. Distribuição acumulada empírica ($\pm EP$) da média dos pontos obtidos por ambos os grupos, EA e EF, ao longo da tarefa experimental.

2. Rejeições

A média do número de rejeições não diferiu entre os grupos, $t(65) = -.263$, $p = .794$ (Grupo EF: $M = 47.8$, $EP = 8.77$; Grupo EA: $M = 51.6$, $EP = 11.43$).

No decorrer do procedimento experimental, os participantes puderam rejeitar a ou as opções do centro em prol das opções de fundo. Tanto nos encontros sequenciais como nos encontros simultâneos, encontrou-se uma correlação negativa estatisticamente significativa entre (a) opção ou opções do centro e o valor médio das opções de fundo ($r = -.484$, $p < .001$ e $r = -.779$, $p < .001$, para os grupos EF e EA, respetivamente). Este resultado foi confirmado por testes inferenciais: verificou-se que, quer nos encontros sequenciais como nos encontros simultâneos, os participantes aprenderam a rejeitar as opções do centro quando as opções de fundo eram mais valiosas. As rejeições no Grupo EF, ocorreram em média quando o valor médio das opções do centro e de fundo eram

de 51.31 e de 55.83 pontos, respetivamente, em encontros sequenciais, $t(31) = -1.741$, $p = .092$, e 44.75 e 59.27 pontos, respetivamente, em encontros simultâneos, $t(27) = -5.246$, $p < .001$. Esta mesma tendência foi observada no Grupo EA, em que os participantes rejeitaram as opções de centro e de fundo quando tinham um valor médio de 41.22 e de 57.25 pontos, respetivamente, em encontros sequenciais, $t(32) = -9.338$, $p < .001$, e de 43.19 e 59.59 pontos, respetivamente em encontros simultâneos, $t(30) = -8.773$, $p < .001$.

A estratégia ótima para maximizar os pontos obtidos envolvia rejeitar mais opções no início da tarefa experimental até que o valor das opções fosse aprendido. A partir daí, as rejeições deveriam ser estratégicas (i.e., ocorrer quando o valor médio de fundo fosse superior ao valor do centro, potencialmente incluindo na ponderação a potencial perda de pontos). A Figura 5 apresenta a distribuição média das rejeições ao longo da sessão para ambos os grupos. Genericamente verifica-se uma tendência decrescente em ambos os grupos, embora bastante mais acentuada no Grupo EF.

O teste de Kolmogorov-Smirnov confirmou existirem diferenças estatisticamente significativas na distribuição das rejeições entre os grupos, $D = 2.121$, $p < .001$.

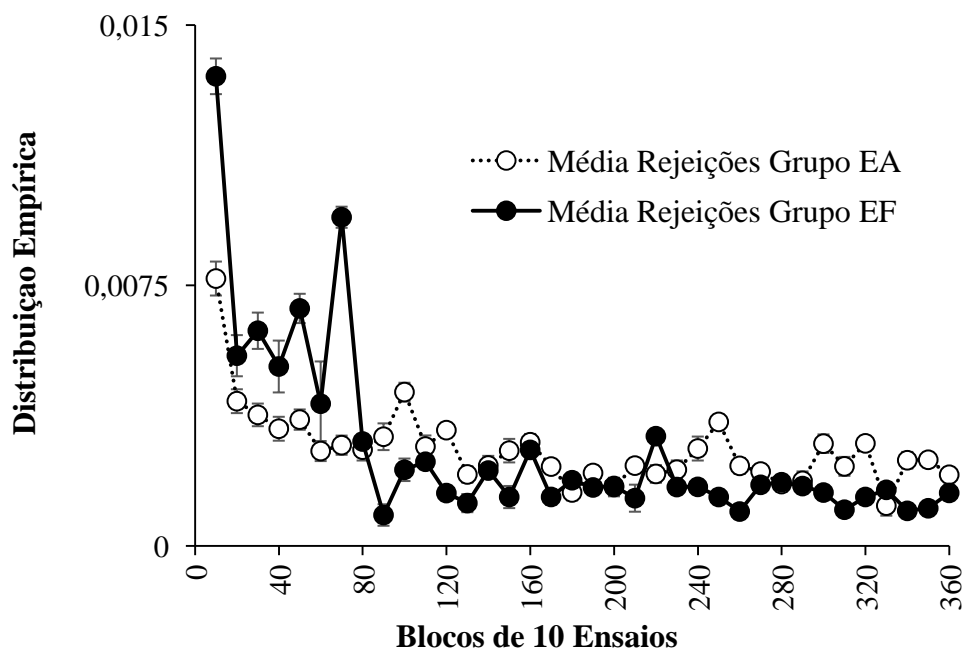


Figura 5. Distribuição empírica (\pm EP) das rejeições efetuadas pelos dois grupos ao longo da tarefa experimental.

3. Correlação entre pontuação e rejeições

Caso os participantes tenham utilizado as rejeições estrategicamente, deveriam aumentar o número de pontos obtidos. Este parece ter sido o caso para o Grupo EF, dado que foi encontrada uma correlação positiva estatisticamente significativa entre os pontos obtidos e o número de rejeições, $r = .536$, $p = .001$. Já no Grupo EA, foi encontrada uma correlação negativa não significativa entre as mesmas variáveis, $r = -.134$, $p = .448$. Considerando a totalidade dos participantes, verificou-se que o número de rejeições não influenciou a pontuação final total, $r = .177$, $p = .152$.

4. Proporção de Escolha

Na Figura 6 é apresentada a proporção média de escolha da melhor opção em cada tipo de escolha simultânea no Grupo EF. O padrão oscilatório observado sugere que a discriminação entre as opções influenciou a escolha: à medida que a diferença entre as opções (ou o rácio da melhor para a pior) de cada par aumentava, melhor o desempenho dos participantes. A Figura 7 apresenta a proporção média de escolha da melhor opção em função das diferenças entre os pontos oferecidos por cada opção. Pode verificar-se uma melhoria do desempenho médio do Grupo EF à medida que a discriminabilidade entre as opções aumentava. Por exemplo, quando a diferença entre as opções é de 70 pontos (encontro simultâneo 20 vs. 90) a proporção média de escolha para este grupo foi de 0.86.

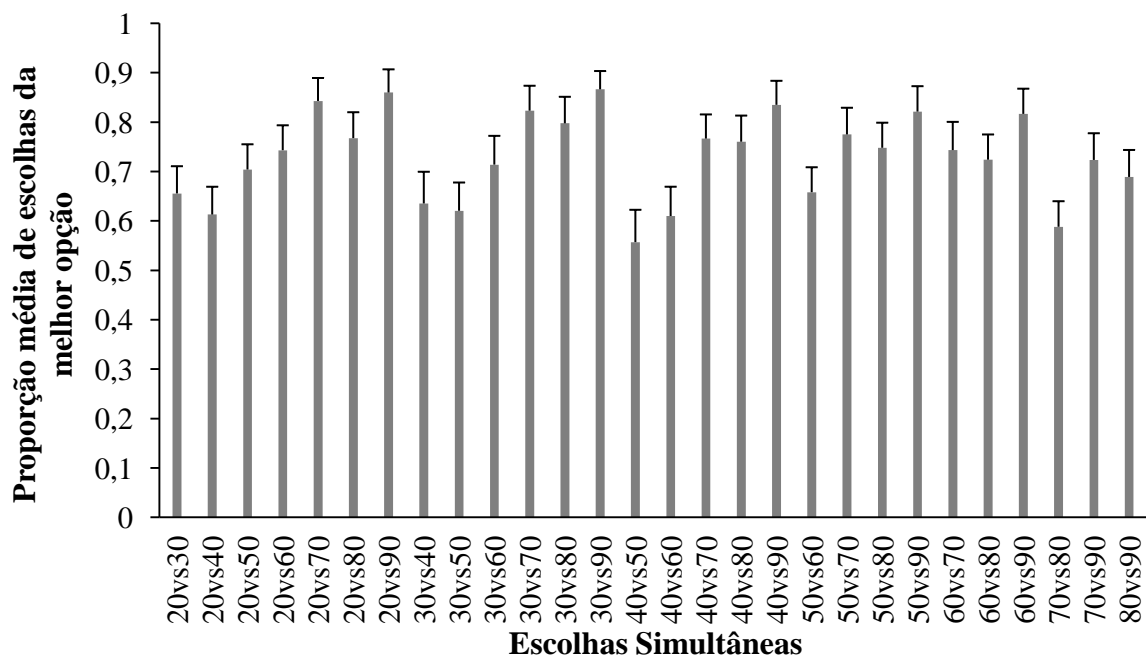


Figura 6. Proporção média (+EP) de escolhas da melhor opção em cada tipo de encontro simultâneo no Grupo EF.

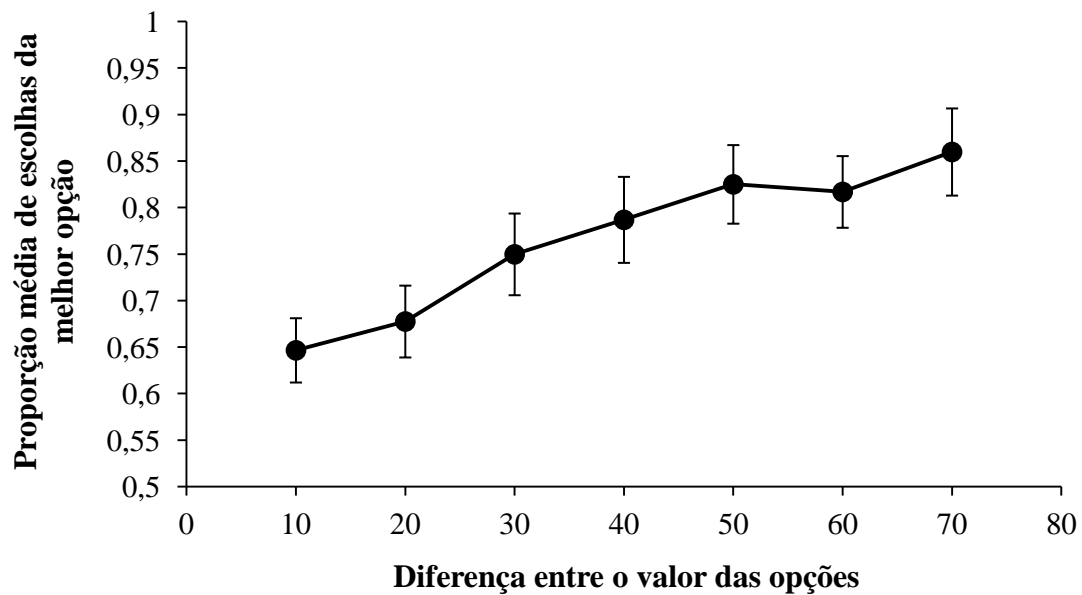


Figura 7. Proporção média (\pm EP) de escolhas da melhor opção em função da diferença de valor entre opções em escolhas simultâneas no Grupo EF.

Para o Grupo EA verificou-se também que quanto maior a diferença entre o valor das opções dos encontros simultâneos, maior a proporção de escolha da opção mais valiosa (Figura 8 e 9).

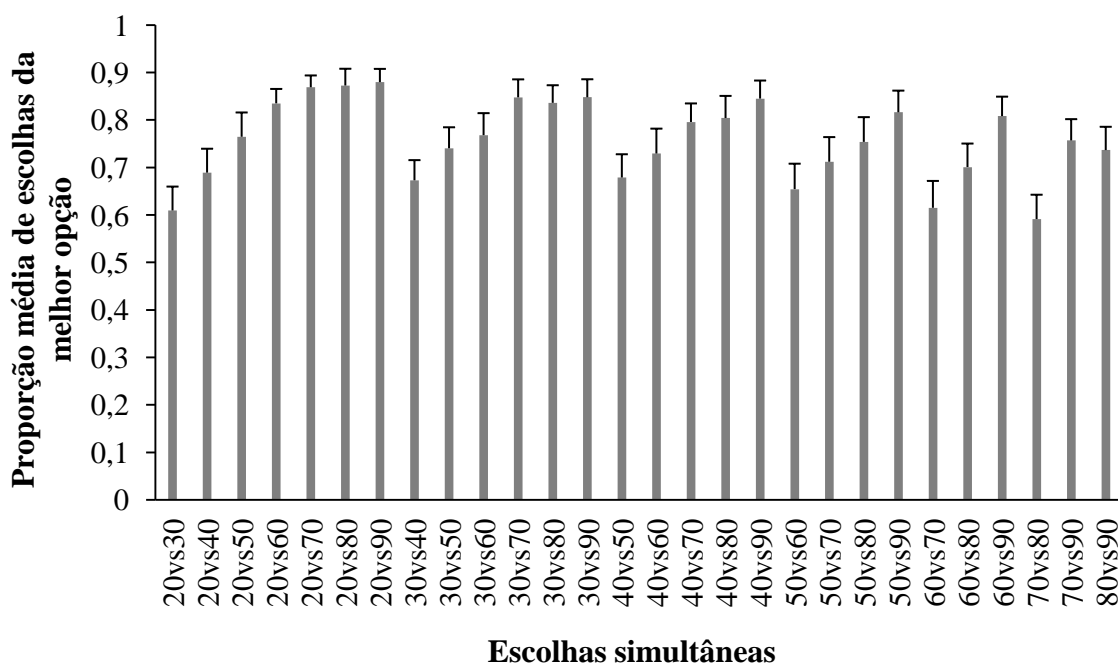


Figura 8. Proporção média (\pm EP) de escolhas da melhor opção em cada tipo de encontro simultâneo no Grupo EA.

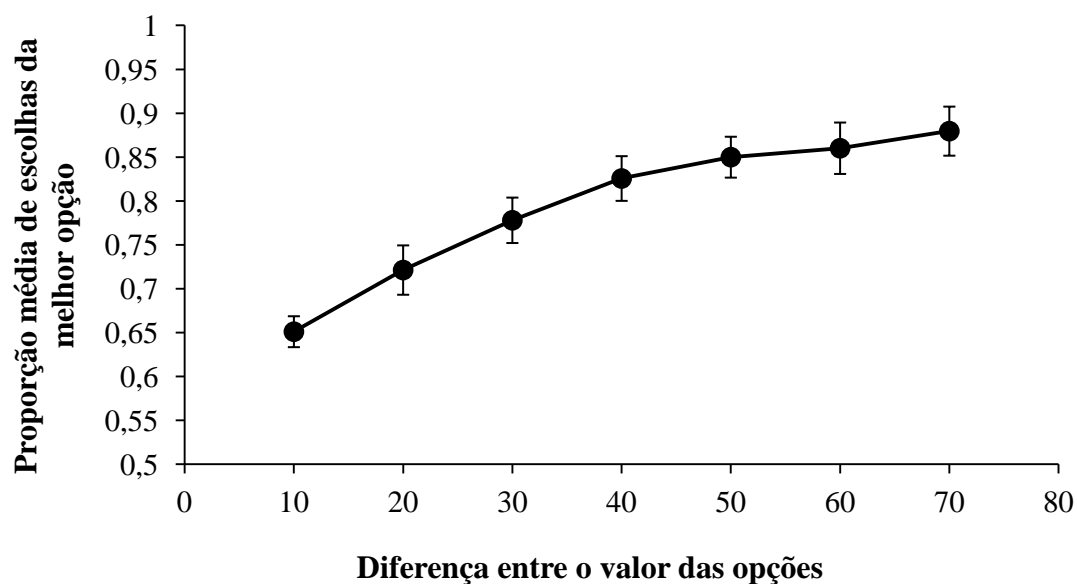


Figura 9. Proporção média (\pm EP) de escolhas da melhor opção em função da diferença de valor entre opções em escolhas simultâneas no Grupo EA.

Uma ANOVA mista com a diferença de valor entre as opções como fator intra-sujeito e grupo como fator inter-sujeito confirmou um efeito estatisticamente significativo da diferença de valor entre as opções, $F(4,762,309.539) = 57.535$, $p < .001$, e a ausência de um efeito significativo do grupo, $F(1,65) = .499$, $p = .529$. Uma análise similar baseada no rácio de valores revelou o mesmo padrão: $F(8,023, 521.509) = 9.694$, $p < .001$ e $F(1,65) = .387$, $p = .536$, respetivamente.

5. Encurtamento das Latências

Constatou-se que à medida que o valor das opções era mais elevado, a latência para a sua escolha era menor em encontros sequenciais (Tabela 1). ANOVAs de medidas repetidas revelaram contudo que o efeito foi significativo apenas o Grupo EA, $F(1,737,55.598) = 3.959$, $p = .030$, e não no Grupo EF, $F(4,369,135.434) = 1.166$, $p = .329$.

Tabela 1. Média das latências (ms) e respetivos EP para a escolha de cada opção no Grupo EF e EA em ensaios sequenciais.

	Pontos							
	20	30	40	50	60	70	80	90
Grupo EF	1523.3	1456.9	1459.8	1478.1	1511.2	1382.9	1450.6	1275.3
(EP)	(113.57)	(117.04)	(119.17)	(116.1)	(133.71)	(113.92)	(131.91)	(83.0)

Grupo EA	1634.8	1534.6	1791.1	1518.4	1159.2	1114.7	1022.8	933.2
(EP)	(173.5)	(152.6)	(400.5)	(145.8)	(69.9)	(86.4)	(60.9)	(45.7)

Comparando as latências encontradas em encontros simultâneas com as encontradas em encontros sequenciais, no grupo EF não foram encontradas diferenças estatisticamente significativas, exceto para as opções 30 e 70. No caso da primeira, uma ANOVA de medidas repetidas revelou um efeito estatisticamente significativo da situação (opção escolhida em encontro sequencial vs. opção não preferida em encontros simultâneos vs. opção preferida em encontros simultâneos), $F(2,40) = 4.509, p = .017$, tendo as comparações subsequentes de pares revelado que as latências recolhidas em encontros simultâneos quando esta opção não era globalmente preferida pelo participante foram marginalmente superiores às recolhidas em encontros sequenciais ($p = .051$). No caso da opção 70, as análises correspondentes revelaram um efeito estatisticamente significativo da situação, $F(1,174,28.187) = 5.465, p = .022$, e encurtamento significativo das latências em encontros simultâneos quando esta era a opção globalmente preferida comparativamente com as latências recolhidas em encontros sequenciais ($p = .031$). Na Figura 10 são apresentadas as latências médias para cada opção separadas por situação (opção escolhida em encontro sequencial vs. opção não preferida em encontros simultâneos vs. opção preferida em encontros simultâneos) para o Grupo E.

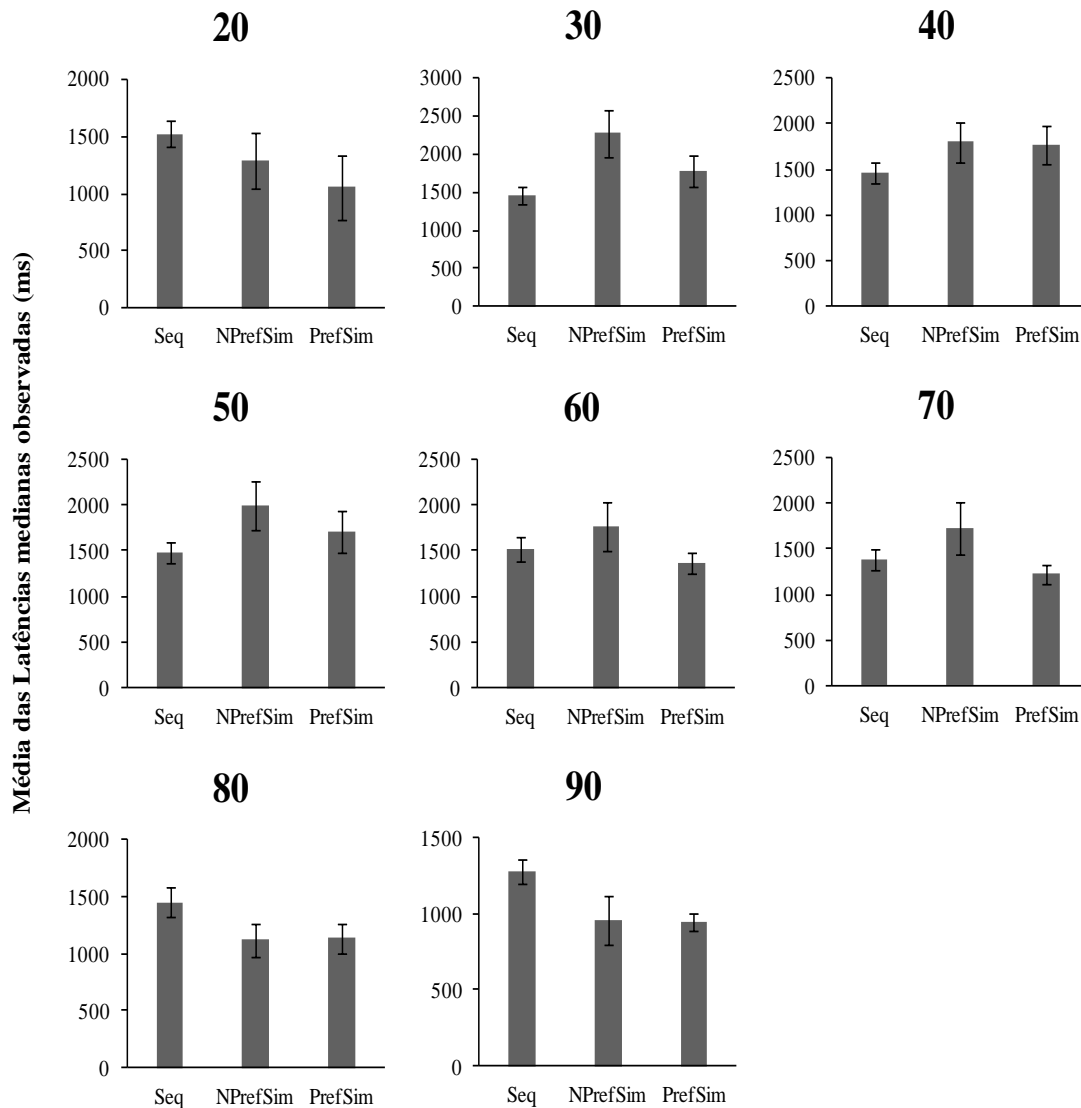


Figura 10. Média das latências (ms) (\pm EP) do Grupo EF, para a escolha das diferentes opções em diferentes tipos de encontros (Seq: Encontro Sequencial; NPrefSim: Escolha da opção não preferida nos encontros simultâneos; PrefSim: Escolha da opção preferida nos encontros simultâneos).

No grupo EA, ANOVAs de medidas repetidas revelaram apenas um encurtamento das latências em encontros simultâneos na opção 20, $F(2,38) = 9.795$, $p < .001$, com as latências recolhidas em encontros simultâneos quando esta opção foi globalmente preferida menores que as latências recolhidas em encontros sequenciais, $p = .010$. Em contraste, foi encontrada evidência para um aumento de latências nos encontros simultâneos nas opções 30, 40, 60, e 70, menor $F = 8.495$, $p = .003$. Na Figura 11 são apresentadas as latências médias para cada opção separadas por situação. Em suma, não foi possível confirmar a previsão do SCM relativa ao encurtamento de

latências em encontros sequenciais, uma vez que no grupo EA as latências tenderam a ser superiores em encontros simultâneos do que em encontros sequenciais, indo de encontro às previsões do modelo ToW.

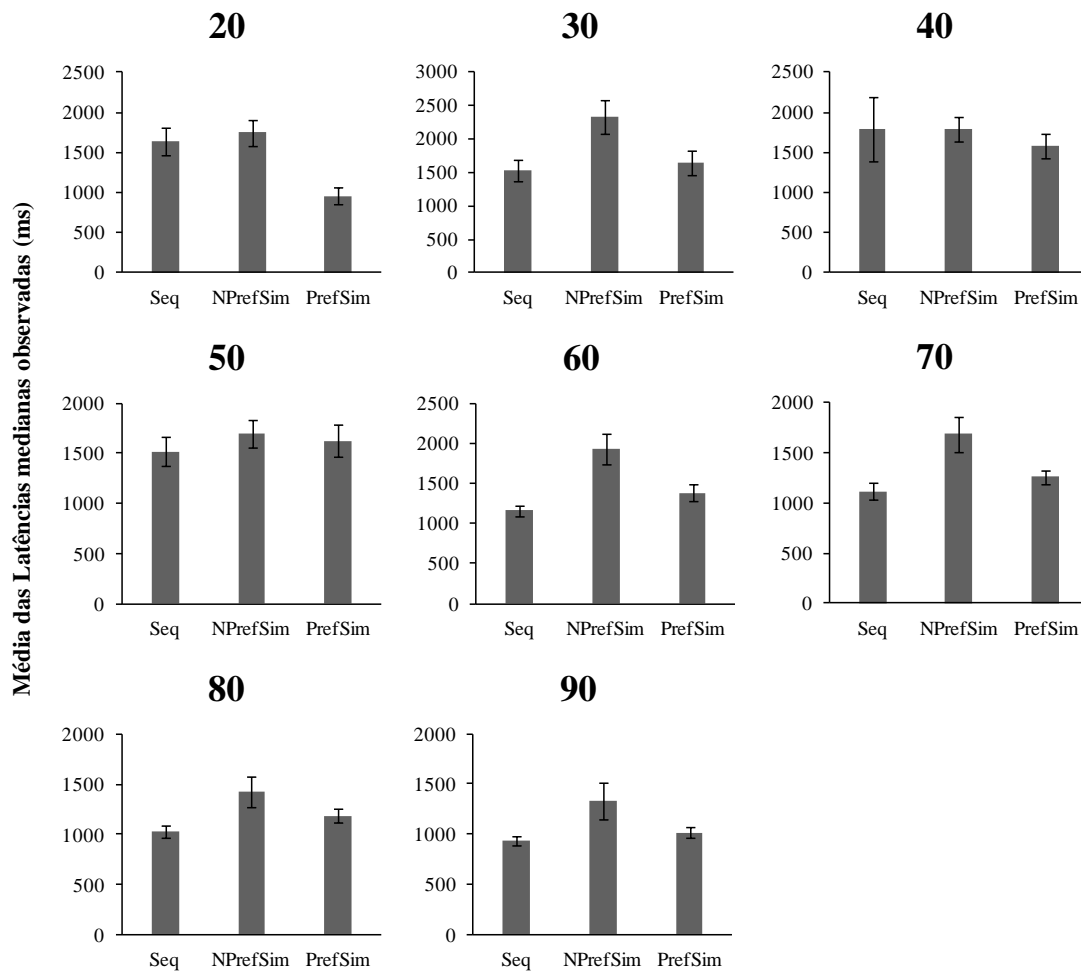


Figura 11. Média das Latências (ms) (\pm EP) do Grupo EA para a escolha das diferentes opções em diferentes tipos de encontros (Seq: Encontro Sequencial; NPrefSim: Escolha da opção não preferida nos encontros simultâneos; PrefSim: Escolha da opção preferida nos encontros simultâneos).

6. Previsão do Modelo

Para prever a escolha em cada ensaio simultâneo, utilizaram-se as últimas quatro latências recolhidas em ensaios sequenciais com cada opção. A regra de decisão baseou-se nas duas médias dos referidos quatro ensaios por opção: a opção que obtivesse a latência média mais baixa nos ensaios sequenciais precedentes seria a escolhida.

A Figura 12 apresenta a preferência real e a preferência prevista pelo modelo para os Grupos EF e EA.

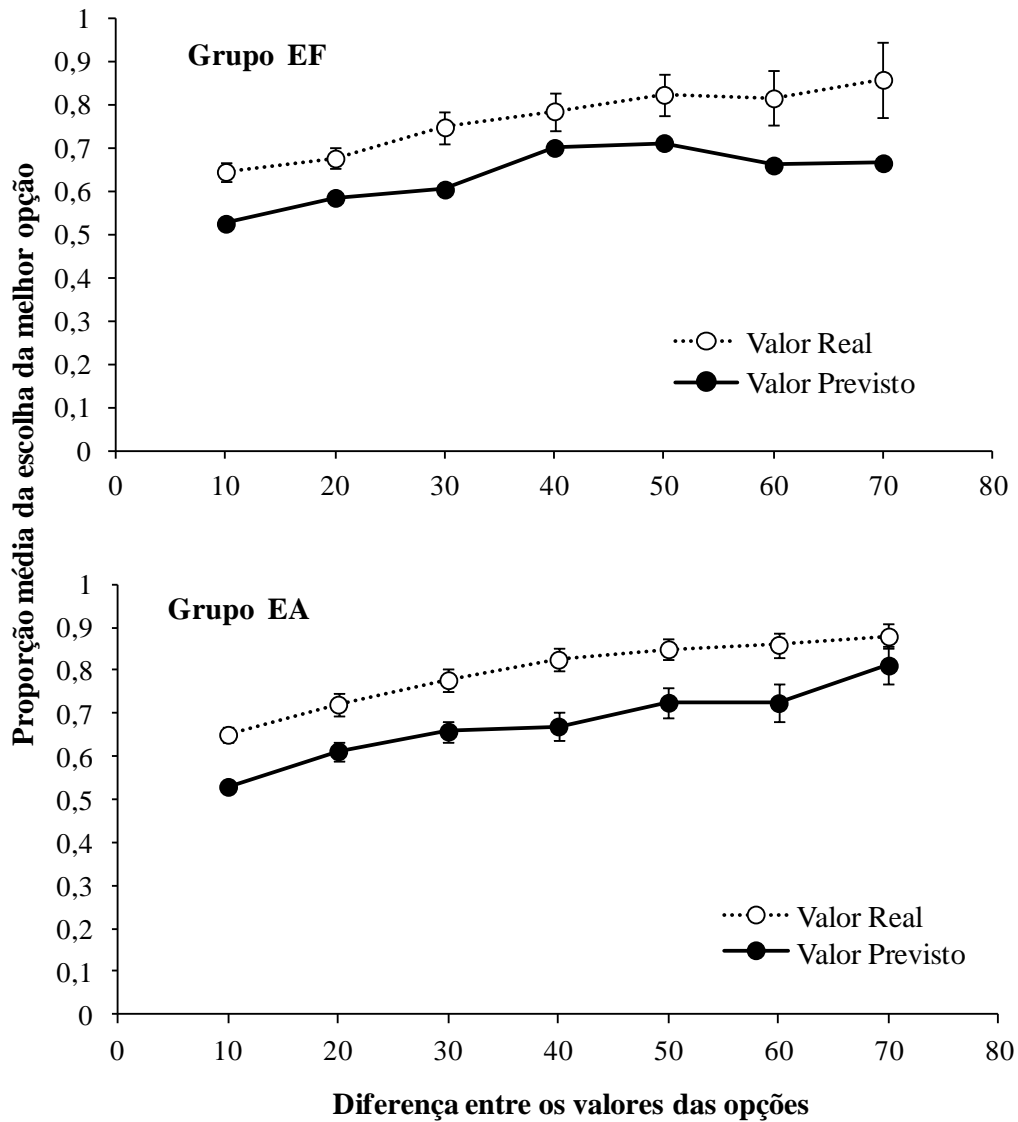


Figura 12. Proporção média real e prevista de escolha da melhor opção (\pm EP) para o Grupo EF e Grupo EA.

Em geral, verifica-se que o *SCM* prevê bastante bem as escolhas em ambos os grupos embora sistematicamente a subestime. No entanto, as correlações entre os dados reais e as previsões do modelo foram fortes e significativas: $r = .875$, $p < .001$ e $r = .955$, $p = .001$ para os grupos EF e EA, respetivamente.

Convém também realçar que se trata de um modelo sem parâmetros livres e que na tarefa implementada a diferença entre encontros sequenciais e simultâneos se atenuou: em ambos os casos os participantes possuíam pelo menos duas alternativas de ação (rejeitar ou aceitar uma opção). Em implementações anteriores, os encontros sequenciais envolviam apenas um curso de ação possível (i.e., aceitar a opção apresentada).

7. Correlação entre o valor real das opções e o valor aprendido

Na fase final da tarefa experimental foi pedido aos participantes que ordenassem as opções por valor crescente de valor (1 - opção mais valiosa, 8 - opção menos valiosa). Recorreu-se a correlações de *Kendall's tau* para analisar a relação entre o ranking real das opções e o ranking efetuado por cada sujeito. A Figura 13 apresenta a distribuição dos valores da correlação para ambos os grupos.

No Grupo EF, 3 participantes obtiveram uma correlação perfeita, ou seja, a atribuição dos valores subjetivos correspondiam de forma exata aos valores reais e 24 uma correlação positiva estatisticamente significativa. A média da correlação para o Grupo EF foi de 0.69, $EP = 0.06$, variando as correlações entre -.5 e 1.

No Grupo EA, 6 participantes obtiveram uma correlação perfeita, e 23 obtiveram uma correlação positiva estatisticamente significativa. A média da correlação para o Grupo EA foi de 0.55, $EP = .09$, variando entre -.79 e 1.

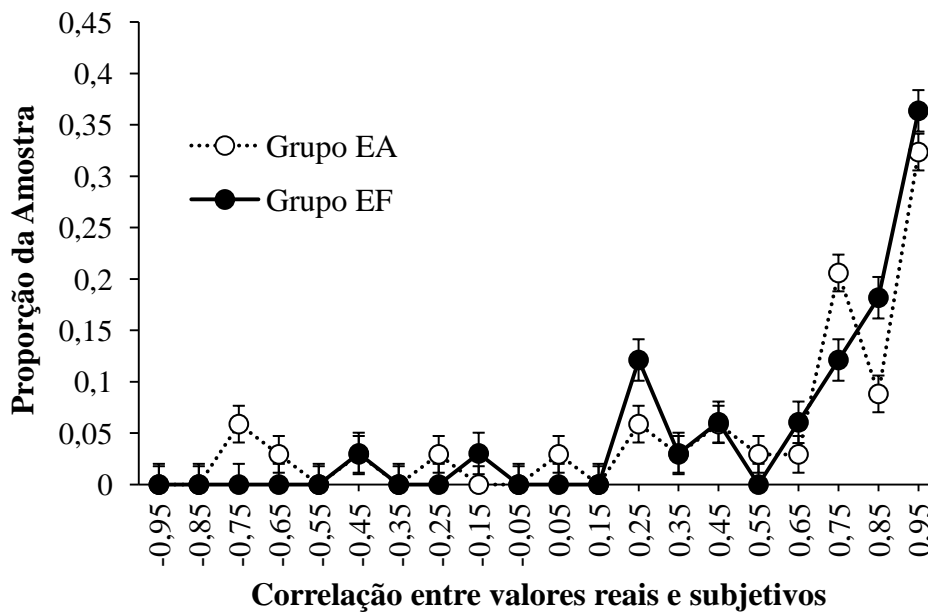


Figura 13. Distribuição empírica dos valores da correlação de Kendall's tau ($\pm EP$) entre valores reais das opções e o ranking efetuado pelos sujeitos para ambos os grupos. Nota:

no eixo abcissas, foram utilizadas classes com uma amplitude de 0.1, sendo cada classe representada pelo seu valor médio.

8. *Correlação entre pontos ganhos na tarefa experimental e ranking do valor das opções*

Para esta análise, foi inicialmente calculado o desvio absoluto observado em cada participante na sua tarefa final de ordenação das opções. Por exemplo, se para a opção com ranking real de 4, o participante indicasse o ranking 2, teria um desvio de 2 pontos. Do mesmo modo, se indicasse o ranking 6, o desvio seria também de 2 pontos. O valor do desvio para cada participante correspondeu à soma dos desvios absolutos para cada opção.

Através de coeficientes de correlação de Pearson, verificou-se que quanto menor o desvio absoluto, maior o número de pontos obtidos pelos participantes em ambos os grupos, $r = -.692$, $p < .001$ (Grupo EF: $r = -.785$, $p < .001$; Grupo EA: $r = -.646$, $p < .001$). Verificou-se também um desvio absoluto menor para o Grupo EF ($M = 7.39$; $EP = 1.32$) comparativamente com o Grupo EA ($M = 9.55$, $EP = 1.72$), contudo esta diferença não se revelou estatisticamente significativa, $t(65) = -.994$, $p = .324$.

Discussão

O presente estudo teve como objetivos a compreensão do processo de tomada de decisão em humanos, face a encontros sequenciais e simultâneos, tendo em consideração dois modelos de escolha (Modelo de Competição, *ToW*, e Modelo Sequencial de Escolha, *SCM*). Para tal testaram-se as previsões do *SCM* de forma a compreender se existe ou não um encurtamento das latências face a encontros simultâneos e ainda, se há a possibilidade de prever a escolha das opções preferidas em encontros simultâneos, através das latências em encontros sequenciais. Um outro objetivo deste estudo foi verificar se ocorreu a aprendizagem do valor das opções e consequente maximização da pontuação através da rejeição das opções menos valiosas, validando o princípio da "*Optimal Foraging Theory*".

Em primeiro lugar, parece claro que os participantes aprenderam o valor das opções, tanto nos ensaios simultâneos como nos sequenciais. Os participantes rejeitaram as opções do centro em prol das opções de fundo, quando as últimas eram mais rentáveis, confirmando um dos pressupostos da "*Optimal Foraging Theory*". Apesar do

Grupo EF ter tido a possibilidade de explorar o meio com todas as opções sequenciais na fase inicial da tarefa experimental, não ocorreu uma aprendizagem mais rápida do valor das opções, não se manifestando uma diferença entre os grupos ao nível dos pontos obtidos nos encontros simultâneos. Verificou-se ainda que, nos encontros simultâneos, quanto maior a diferença entre as opções apresentadas (e.g. 20 vs. 90), maior a proporção de escolha da melhor opção.

A correlação de *Kendall's tau*, entre valores reais e valores subjetivos confirmou estas observações dado que se verificou que os participantes conseguiram fazer corresponder o seu ranking ao valor real das opções, em média $\tau = .69$ (Grupo EF) e $\tau = .55$ (Grupo EA). Estes resultados confirmam um dos pressupostos do *SCM*, isto é, a avaliação das opções envolve a aprendizagem do valor das mesmas, refletindo a sua atratividade comparativamente com as opções de fundo.

Para maximizar o número de pontos obtidos esperava-se um maior número de rejeições na fase inicial da tarefa experimental visando a exploração do meio. Tal levaria a maiores custos exploratórios iniciais e a uma rentabilização posterior do número de pontos obtidos. Dado que todas as opções eram abstratas e não possuíam nenhum significado associado, seria então viável que os participantes alocassem um número inicial de respostas a todas as opções, de forma a conhecer o valor relativo de cada uma. Tal foi observado através de uma distribuição empírica das rejeições, na qual se verificou uma média de rejeições superior nos primeiros ensaios, quer para o Grupo EF quer no Grupo EA (Figura 5). Apesar do número de rejeições inicial ser superior em ambos os grupos, a correlação entre o número de rejeições e o número de pontos obtidos foi apenas significativa para o grupo EF. A distribuição acumulada empírica da média dos pontos mostra também que ao longo de todos os ensaios, o número de pontos obtidos aumentou sempre na mesma proporção em ambos os grupos (ver Figura 4).

Como referido por Shapiro e colaboradores (2008), as latências para aceitar uma opção dependem da fonte de recompensa apresentada e das restantes opções de fundo. Assim e através do presente estudo, verificou-se que os sujeitos humanos manifestaram latências menores quando estavam perante opções mais valiosas. Existiu portanto um encurtamento das latências, quando as opções eram mais rentáveis (ver Tabela 1). Tal como referido por Mazur (2010), quanto maior o valor da opção, mais rápida a escolha.

Uma previsão do *SCM* é o facto de perante a presença de duas opções, em que uma é mais rentável do que outra, a tendência é escolher a opção mais rentável de forma mais frequente. As Figuras 6-9 e respetivas análises confirmam esta previsão.

No que diz respeito às latências, os resultados demonstraram que não existiu um encurtamento das mesmas quando os participantes se encontravam perante ensaios simultâneos. Os humanos, contrariamente aos Estorninhos Europeus, demoraram genericamente menos tempo a escolher quando uma única opção estava disponível comparativamente a situações com duas opções disponíveis. Estes resultados contrariam os resultados obtidos em estudos anteriores (e.g. Shapiro *et al.*, 2008), confirmando a existência de custos temporais em escolhas simultâneas. Esta conclusão deverá contudo ser tomada com cautela dada a alteração estrutural introduzida na presente tarefa experimental: em ambos os tipos de ensaios (sequenciais e simultâneos) os participantes poderiam optar por uma de duas alternativas de ação (rejeitar ou aceitar uma opção). Em experiências anteriores, os encontros sequenciais envolviam apenas um curso de ação possível (i.e. aceitar a opção apresentada).

No que concerne à capacidade de previsão da escolha por parte do *SCM*, verificou-se uma subestimação sistemática da escolha real, embora a correlação entre previsões e observações seja elevada. Seria interessante estudar os fatores adicionais que parecem afetar a escolha. Futuras investigações deveriam implementar o processo de tomada de decisão num contexto mais realista, semelhante à procura de alimento animal, tal como referem Carter, Pedersen, e McCullough (2015), dado que o contexto laboratorial parece afetar as escolhas realizadas por sujeitos humanos.

Conclusão

A presente investigação pretendeu estudar o comportamento dos sujeitos humanos, face a situações de escolha (sequencial e simultânea) num contexto computadorizado. Este é um campo inovador, dado que os estudos em tomada de decisão valorativa com humanos são escassos, juntamente com investigações que contemplem os encontros sequenciais.

As principais limitações do estudo foram a homogeneidade da amostra. Esta é normalmente considerada uma característica desejada, contudo podem ter ocorrido limitações sistemáticas ao nível motivacional. Simultaneamente, dado que todos os participantes foram estudantes de ciências sociais, seria interessante integrar num estudo futuro, não só estudantes de outros cursos como população não estudantil, sugerindo-se portanto uma amostra mais diversificada. O contexto em que decorreu a tarefa experimental poderá ser apontado como outra limitação, sugerindo-se que futuras

investigações levem os participantes a atuar num contexto de tomada de decisão mais realista, semelhante à procura de alimento animal.

Um conhecimento mais profundo do processo de tomada de decisão em humanos pode levar ao desenvolvimento não só de novas perspectivas e teorias sobre o mesmo, como também ao desenvolvimento de novas estratégias de marketing, tendo em vista a compreensão e antecipação da ação do sujeito humano em contextos de escolha.

Referências

Aw, J., Monteiro, T., Vasconcelos, M., & Kacelnik, A. (2012). Cognitive mechanisms of risky choice: is there an evaluation cost? *Behavioural Processes*, 89(2), 95–103. doi:10.1016/j.beproc.2011.09.007

Azuma, R., Daily, M., & Furmanski, C. (2005). A review of time critical decision making models and human cognitive processes. *2005 IEEE Aerospace Conference*. doi:10.1109/AERO.2006.1656041

Berec, L. (1999). Mixed encounters, limited perception and optimal foraging. *Bulletin of Mathematical Biology*, 1, 1–28. doi:10.1006/bulm.2000.0179

Carter, E. C., Pedersen, E. J., & McCullough, M. E. (2015). Reassessing intertemporal choice: human decision-making is more optimal in a foraging task than in a self-control task. *Frontiers in Psychology*, 6(February), 1–11. doi:10.3389/fpsyg.2015.00095

Craft, B. (in press). Risk-sensitive foraging: Changes in choice due to reward quality and delay manipulations. *Animal Behaviour*.

- Freidin, E., Aw, J., & Kacelnik, A. (2009). Sequential and simultaneous choices: testing the diet selection and sequential choice models. *Behavioural Processes*, *80*(3), 218–23. doi:10.1016/j.beproc.2008.12.001
- Hick, W. E. (1952). On the rate of gain of information. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, *4*, 11–26.
- Hyman, R. (1953). Stimulus information as a determinant of reaction time. *Journal of Experimental Psychology*, *45*, 188–196.
- Kacelnik, A., & Marsh, B. (2002). Cost can increase preference in starlings. *Animal Behaviour*, *63*(2), 245–250. doi:10.1006/anbe.2001.1900
- Kacelnik, A., Vasconcelos, M., Monteiro, T., & Aw, J. (2011). Darwin’s “tug-of-war” vs. starlings’ “horse-racing”: how adaptations for sequential encounters drive simultaneous choice. *Behavioral Ecology and Sociobiology*, *65*(3), 547–558. doi:10.1007/s00265-010-1101-2
- Kolling, N., Behrens, T. E. J., Mars, R. B., & Rushworth, M. F. S. (2012). Neural Mechanisms of Foraging. *Science* *336*, *95*, 95–98. doi:10.1126/science1216930
- Krebs, J. R., Kacelnik, A., & Taylor, P. (1978). Test of optimal sampling by foraging great tits. *Nature*, *275*(5675), 27–31. doi:10.1038/275027a0
- Madden, G. J., & Johnson, P. S. (2003). *Impulsivity: The Behavioral and Neurological Science of Discounting*. Washington, DC: American Psychological Association.
- Mazur, J. E. (2010). Distributed versus exclusive preference in discrete-trial choice. *Journal of Experimental Psychology. Animal Behavior Processes*, *36*(3), 321–33. doi:10.1037/a0017588

- Pompilio, L., & Kacelnik, A. (2005). State-dependent learning and suboptimal choice: When starlings prefer long over short delays to food. *Animal Behaviour*, *70*(3), 571–578. doi:10.1016/j.anbehav.2004.12.009
- Shapiro, M. S., Siller, S., & Kacelnik, A. (2008). Simultaneous and sequential choice as a function of reward delay and magnitude: normative, descriptive and process-based models tested in the European starling (*Sturnus vulgaris*). *Journal of Experimental Psychology. Animal Behavior Processes*, *34*(1), 75–93. doi:10.1037/0097-7403.34.1.75
- Stephens, D. W., & Krebs, J. R. (1986). *Foraging: behavior and ecology. Integrative and Comparative Biology* (Vol. 48). Princeton: Princeton University Press. doi:10.1093/icb/icn074
- Stevens, J. R., & Stephens, D. W. (2003). The adaptive nature of impulsivity. In G. J. Madden & W. K. Bickel (Eds.), *Impulsivity: The Behavioral and Neurological Science of Discounting* (pp. 361-387). Washington, DC: American Psychological Association.
- Vasconcelos, M., Monteiro, T., Aw, J., & Kacelnik, A. (2010). Choice in multi-alternative environments: a trial-by-trial implementation of the sequential choice model. *Behavioural Processes*, *84*, 435–439. doi:10.1016/j.beproc.2009.11.010
- Vasconcelos, M., Monteiro, T., & Kacelnik, A. (2013). Context-dependent preferences in starlings: linking ecology, foraging and choice. *PloS One*, *8*(5), 1–7. doi:10.1371/journal.pone.0064934

Vasconcelos, M., & Urcuioli, P. J. (2008). Deprivation level and choice in pigeons: a test of within-trial contrast. *Learning & Behavior : A Psychonomic Society Publication*, 36(1), 12–18. doi:10.3758/LB.36.1.12