



Universidade de Aveiro
2016

Departamento de Economia, Gestão, Engenharia Industrial
e Turismo

**Patrícia Alexandra
Henriques de Matos**

**Efeito da Incerteza Estratégica na Exploração de
Recursos Comuns: Uma Análise Experimental**



Universidade de Aveiro
2016

Departamento de Economia, Gestão, Engenharia Industrial
e Turismo

**Patrícia Alexandra
Henriques de Matos**

Efeito da Incerteza Estratégica na Exploração de Recursos Comuns: Uma Análise Experimental

Dissertação apresentada à Universidade de Aveiro para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Economia da Empresa, realizada sob a orientação científica da Doutora Celeste Amorim Varum, Professora Auxiliar do Departamento de Economia, Gestão, Engenharia Industrial e Turismo da Universidade de Aveiro e a coorientação científica da Professora Doutora Anabela Botelho, Professora Catedrática do Departamento de Economia, Gestão, Engenharia Industrial e Turismo da Universidade de Aveiro

Dedico este trabalho aos meus pais pelo apoio incondicional

o júri

Presidente

Prof.^a Doutora Mara Teresa da Silva Madaleno
Professora auxiliar da Universidade de Aveiro

Prof.^a Doutora Lúgia Maria Costa Pinto
Professora associada da Escola de Economia e Gestão da Universidade do Minho

Prof.^a Doutora Celeste Maria Dias de Amorim Varum (Orientadora)
Professora auxiliar da Universidade de Aveiro

Agradecimentos

Em primeiro lugar, quero agradecer à Professora Doutora Celeste Amorim Varum pelo seu imenso apoio e incansável acompanhamento na elaboração desta dissertação.

Agradeço também à professora Doutora Anabela Botelho pelo apoio e ajuda concedidos que contribuíram para a realização deste trabalho.

Por fim resta-me agradecer a todos os que me incentivaram neste processo. A todos, muito obrigada.

palavras-chave

Incerteza Estratégica; Dilemas Sociais Intertemporais; Recursos Comuns; Economia Experimental

Resumo

A degradação dos ecossistemas é reconhecida como uma das grandes ameaças à humanidade e um dos principais fatores dessa degradação é a apropriação e (sobre)exploração dos recursos de acesso comum pelos agentes da sociedade. A economia experimental tem contribuído em muito para clarificar a forma como os indivíduos se apropriam dos recursos de acesso comum perante diferentes contextos, incluindo diferentes graus de incerteza ambiental e estratégica, interdependência temporal, entre outros. Esta tese pretende adicionar conhecimento nesta esfera, investigando em específico se a relação positiva entre a incerteza estratégica e as apropriações de um recurso comum se verificam empiricamente, e se esta continua a ser observada quando se considera incerteza ambiental e interdependência no tempo.

Abordam-se duas questões principais: (1) como é que os indivíduos se comportam, ao longo do tempo, em condições de apropriação de recursos de acesso comum em situações em que existe incerteza ambiental e estratégica, como esse comportamento se compara relativamente às previsões teóricas, e (2) é o comportamento dos indivíduos sensível a diferentes níveis de níveis de incerteza estratégica? Para dar resposta a estas questões recorreu-se à metodologia da economia experimental, usando um modelo de teoria de jogos, dinâmico e estocástico, centrado nos efeitos da incerteza estratégica perante dilemas sociais de recursos comuns, num contexto de dependência temporal e de incerteza ambiental.

Os resultados revelam a dificuldade dos indivíduos em fazerem uma apropriação de recursos eficiente em contextos de interdependência temporal e incerteza ambiental. Também se verifica uma relação positiva entre a incerteza estratégica (social) e a apropriação de recursos comuns, em contextos de incerteza ambiental e interdependência no tempo. Este resultado perspetiva que, na ausência de limites, por quantos mais agentes for partilhado um recurso, maior será a probabilidade de destruição rápida do mesmo. Estes resultados salientam a importância de se estudarem os comportamentos dos agentes assim como os mecanismos que melhorem a gestão dos recursos de acesso comum por forma a aumentar o bem-estar social.

Keywords

Strategic Uncertainty; Intertemporal Social Dilemmas; Common Resources; Experimental Economics

Abstract

The degradation of ecosystems is recognized as one of the major threats to humanity, and one of the main factors for this degradation is the appropriation and (over) exploitation of common-pool resources by the agents of the society. Experimental economics has contributed greatly to clarify how individuals appropriate such resources under different scenarios, including different degrees of environmental and strategic uncertainty, time interdependence, among others. This thesis adds knowledge to this line of research, investigating empirically if the positive relationship between strategic uncertainty and requests for a common-pool resource is still valid when considering environmental uncertainty and time interdependence. It addresses two main issues: (1) how individuals behave, over time, in conditions of appropriation of common access resources in situations where there is environmental and strategic uncertainty, as this behavior is compared relative to theoretical predictions, and (2) is the behavior of individuals sensitive to different levels of strategic uncertainty levels? To address these issues, it was applied an experimental economics exercise, using a game theory model, dynamic and stochastic, of common-pool resources, focused on the effects of strategic uncertainty in the context of time interdependency and environmental uncertainty.

The results reveal that in the presence of time interdependence and environmental uncertainty individuals' decisions might differ from the social optimum. They also confirm the positive relationship between strategic uncertainty (social) and requests for a common resource, even when considering environmental uncertainty and interdependence in time. These results suggest that, in the absence of limits, as more agents share a resource the greater the likelihood of rapid destruction. These results highlight the importance of studying mechanisms to manage common-pool resources in order to improve social welfare.

Índice

Índice de Tabelas.....	iii
Índice de Figuras.....	v
1. Introdução.....	1
2. Enquadramento Teórico	4
2.1. Dilemas sociais, recursos comuns e bens públicos	4
2.2. O crescimento da economia experimental	7
2.3. Efeito da incerteza estratégica e ambiental e interdependência temporal: resultados de estudos experimentais.....	13
2.4. Questões de investigação	24
3. Jogo Estocástico e Dinâmico.....	25
4. Desenho Experimental e Previsões Teóricas.....	28
4.1. Procedimentos e Parâmetros	28
4.2. Previsões Teóricas.....	29
5. Resultados Experimentais	32
5.1. Análise descritiva.....	32
5.1.1. Sessão n=1	32
5.1.2. Sessão n=3	36
5.1.3. Sessão n=6	40
5.2. Análise Comparativa com Previsões Teóricas	44
5.2.1. Sessão n=1	44

5.2.2. Sessão n=3	46
5.2.3. Sessão n=6	47
5.3. Comparação entre Tratamentos.....	48
5.3.1. Análise Geral	49
5.3.2. Análise Estatística Comparativa	51
6. Conclusão	56
Bibliografia.....	60
Anexos.....	66
Anexo 1: Instruções aos participantes.....	66
a) Sessão com um indivíduo (n=1)	66
b) Sessão com três indivíduos (n=3).....	70
c) Sessão com seis indivíduos (n=6)	74

Índice de Tabelas

Tabela 1 – Estudos mais citados.....	9
Tabela 2 – Artigos mais citados no geral	11
Tabela 3 – Artigos mais citados com os critérios escolhidos	12
Tabela 4 - Resultados experimentais exemplificativos sobre o uso de recursos comuns....	17
Tabela 5 - Exemplos de jogos de dilemas sociais com recursos comuns.....	18
Tabela 6 - Resultados experimentais exemplificativos sobre o uso de bens públicos	21
Tabela 7 - Exemplos de jogos de dilemas sociais com bens públicos.....	22
Tabela 8 - Síntese do jogo	28
Tabela 9 – Previsão de SO para $n=1$	30
Tabela 10 – Previsão de SPNE e SO para $n=3$	31
Tabela 11 - Previsão de SPNE e SO para $n=6$	31
Tabela 12 - Número de jogos e sua duração.....	34
Tabela 13 - Síntese da sessão $n=1$: pedidos.....	35
Tabela 14 - Média das apropriações dos indivíduos por período e duração	35
Tabela 15 - Número de jogos e sua duração.....	38
Tabela 16 - Síntese da sessão $n=3$: pedidos.....	38
Tabela 17 - Média das apropriações dos indivíduos por período e duração	39
Tabela 18 - Número de jogos e sua duração.....	42
Tabela 19 - Síntese da sessão $n=6$: pedidos.....	42
Tabela 20 - Média das apropriações dos indivíduos por período e duração	43
Tabela 21 - Análise estatística de diferenças entre valores observados e previstos	45
Tabela 22 - Análise estatística de diferenças entre valores observados e previstos	46
Tabela 23 -Análise estatística de diferenças entre valores observados e previstos	47
Tabela 24 - Duração dos jogos	51
Tabela 25 - Combinação linear da duração dos jogos	52
Tabela 26 - Logaritmo dos pedidos do grupo.....	53
Tabela 27 - Combinação linear do logaritmo dos pedidos dos grupos (DIM3-DIM6)	54
Tabela 28 - Diferenças entre valores observados e socialmente ótimos	54
Tabela 29 - Efeitos marginais das sessões sobre a probabilidade de destruição	55

Índice de Figuras

Figura 1- Distribuição de artigos por área: “ <i>experimental economics</i> ”	7
Figura 2 - Número de artigos publicados: “ <i>experimental economics</i> ”	8
Figura 3 - Distribuição de artigos por área: “ <i>experimental economics</i> ” e (“ <i>social dilemmas</i> ” ou “ <i>resource dilemmas</i> ” ou “ <i>common-pool resources</i> ” ou “ <i>public goods</i> ”).....	10
Figura 4 - Número de artigos publicados: “ <i>experimental economics</i> ” + (“ <i>social dilemmas</i> ” ou “ <i>resource dilemmas</i> ” ou “ <i>common-pool resources</i> ” ou “ <i>public goods</i> ”).....	10
Figura 5 - Comportamento dos jogadores na sessão n=1	33
Figura 6 - Probabilidade de destruição do recurso por período e por grupo	36
Figura 7 - Comportamento dos jogadores na sessão 3	37
Figura 8 - Probabilidade de destruição do recurso por período e por grupo	40
Figura 9 - Comportamento dos jogadores na sessão n=6	41
Figura 10 - Probabilidade de destruição do recurso por grupo e por período	44
Figura 11 - Pedidos médios por sessão.....	49
Figura 12 - Duração dos jogos de acordo com os períodos jogados, por sessão.....	50

1. Introdução

A degradação dos recursos naturais é hoje entendida como uma das grandes ameaças à humanidade. Um dos principais fatores de degradação dos ecossistemas é a apropriação e (sobre)exploração dos recursos comuns pelos agentes da sociedade, sejam estes indivíduos, grupos, ou entidades de governos de países ou empresas. Estes recursos, disponíveis em quantidades limitadas, são partilhados por uma comunidade, sendo a procura pelos mesmos, ilimitada. Uma linha teórica, lançada por Olson (1965) e Hardin (1968), sugere que os indivíduos, agindo de forma independente e racionalmente, competindo sobre um recurso comum, podem comportar-se em contrariedade com os interesses comuns, levando à extinção do recurso do qual depende a sua própria sobrevivência. Existe, portanto, um dilema social. Exemplos deste tipo de recursos cujo stock é finito e cuja reposição no meio ambiente é baixa podem ser os recursos florestais, recursos pesqueiros e os recursos petrolíferos.

Desde a contribuição seminal de Garrett Hardin (Hardin, 1968) que associa os problemas ambientais ao conflito entre o interesse próprio e o interesse do coletivo, o estudo do uso, gestão e sustentabilidade de recursos comuns tornou-se também uma questão central na esfera da economia, estando na base de muita investigação usando teoria dos jogos e economia experimental, esta muito impulsionada pelo trabalho seminal de Elinor Ostrom (Ostrom, 1990) e suas subseqüentes contribuições (e.g. Ostrom et al., 1994; Ahn & Wilson, 2012).

O resultado previsto pela teoria dos jogos em tais situações é um equilíbrio de Nash¹ em que ninguém coopera (pedem mais do que o desejável), afastando-se do ótimo social. Estas previsões teóricas despoletaram vários estudos experimentais, cujos resultados têm contribuído em muito para clarificar a forma como os indivíduos decidem perante diferentes contextos, e, nessa sequência, que medidas de política podem ser tomadas.

Os estudos têm focado no efeito de vários fatores sobre a forma como os indivíduos decidem em contextos de partilha e gestão de recursos ou bens comuns, em que existem dilemas sociais. Em particular, os estudos focam no efeito de dois tipos de incerteza, os quais estão normalmente presentes em dilemas sociais (Hine & Gifford, 1996 e Rapaport & Au, 2001). Por um lado surge a incerteza ambiental que consiste na incerteza relativa ao impacto do consumo (contribuição) sobre a disponibilidade do recurso (bem) no meio ambiente, pois desconhece-se o stock e há incerteza quanto à sua reposição ao longo do tempo. Por outro, há incerteza quanto à forma como os outros indivíduos decidem sobre o mesmo recurso/bem (incerteza social ou incerteza estratégica) (e.g. Messick, Allison & Samuelson, 1988; Biel & Gärling, 1995). Adicionalmente, alguns estudos sobre decisões de apropriação de bens comuns exploram também os efeitos da dimensão temporal (como exemplo, Herr, Gardner & Walker, 1997; Botelho et al., 2014).

Os modelos base de alguma literatura de referência (e.g. Ostrom et al., 1992) suportam a existência de uma relação positiva entre a incerteza estratégica (social) e os pedidos de um recurso, o que é consistente com as más alocações de recursos –excesso de consumo– teoricamente previstas (Gordon de 1954; Hardin 1968). Parte destes estudos existentes não capturam os efeitos da informação incompleta sobre o tamanho e o crescimento dos recursos naturais, situação típica da maioria dos bens comuns do mundo real. Esta incerteza tende a aumentar os pedidos dos indivíduos perante recursos comuns (e.g. Budescu et al., 1995). Da mesma forma, a maioria dos estudos que segue esta linha não considera a interdependência temporal, ou seja, considera que os resultados futuros são independentes da decisão corrente. Segundo Brown (2001) e Botelho et al. (2014) esta é uma limitação significativa destes

¹ O equilíbrio de Nash é um conceito fundamental na teoria dos jogos e o método mais utilizado para prever o resultado de uma interação estratégica no campo das ciências sociais. O equilíbrio de Nash puro corresponde a uma situação em que nenhum jogador pode obter uma recompensa maior ao alterar unilateralmente a sua decisão.

estudos pois não captam uma característica importante na maioria dos recursos comuns, que é o facto das decisões relativas ao uso dos recursos serem normalmente feitas na "sombra do futuro". Assim, não está suficientemente explorado empiricamente se a relação positiva entre a incerteza estratégica (social) e os pedidos de um recurso comum continua a ser observada quando se considera incerteza ambiental e interdependência no tempo. Este ponto é o aspeto central desta tese.

O presente trabalho aborda esta questão. Partindo de Botelho et al. (2014) adotamos um jogo dinâmico e estocástico de apropriação de recursos comuns com incerteza ambiental, incerteza estratégica e interdependência temporal, onde os indivíduos enfrentam um dilema relativamente à partilha de um recurso comum. Este tipo de abordagem permite resultados bastante sólidos já que permite testar o impacto de variáveis específicas em ambientes controlados de forma repetida, recriando as componentes que afetam a decisão dos agentes quanto a recursos comuns. No laboratório, o investigador estabelece cuidadosamente os aspetos específicos da situação teórica a ser estudada e controla outras variáveis para que estas não confundam a análise (Ostrom, 2006).

Abordam-se particularmente duas questões principais: (1) como é que os indivíduos se comportam relativamente à apropriação de recursos comuns, ao longo do tempo e perante incerteza ambiental e estratégica? (2) é o comportamento dos indivíduos sensível a diferentes níveis de incerteza estratégica? Esta tese está organizada da seguinte forma. No capítulo 2 apresenta-se o enquadramento teórico mais relevante para o problema em análise. No capítulo 3 descreve-se o modelo utilizado. O capítulo 4 descreve a experiência realizada e, com base nas soluções de equilíbrio encontradas com a resolução do modelo, apresenta as previsões teóricas a utilizar como base de análise com os dados experimentais. No capítulo 5 apresentam-se os resultados obtidos com as experiências e no Capítulo 6 discutem-se as principais conclusões.

2. Enquadramento Teórico

Esta tese centra-se numa tipologia importante de jogos de dilemas sociais, concretamente num jogo sobre uso de recursos comuns. Assim, neste capítulo analisa-se literatura de enquadramento no âmbito dos dilemas sociais destacando o que esta prevê relativamente às decisões dos indivíduos em termos de uso de recursos comuns e contribuições para bens públicos. O dilema entre o interesse individual e o social está presente em ambos os casos, pelo que as conclusões relativamente à forma como os indivíduos decidem perante bens públicos permitem perspetivar como esses mesmos indivíduos irão comportar-se no caso de apropriação de recursos comuns. Numa segunda parte, mostra-se a importância crescente dos estudos de economia experimental e apresenta-se a título exemplificativo os principais resultados relativamente aos efeitos da incerteza estratégica e ambiental sobre o comportamento do indivíduo.

2.1. Dilemas sociais, recursos comuns e bens públicos

Muitos dos benefícios dos quais um indivíduo pode desfrutar em sociedade, ou num grupo, dependem de uma gestão adequada de recursos e bens que são partilhados por todos e que são, em muitos casos, de livre acesso. No entanto, como é de reconhecimento geral, a gestão destes recursos comuns e bens públicos, muitas vezes introduz dilemas sociais. Conforme avançado por Dawes (1980), Liebrand (1983) e Budescu e MacCarter (2012), dilemas sociais referem-se a um tipo de tomada de decisões caracterizada por três aspetos básicos: (a) os indivíduos têm de fazer escolhas entre várias ações possíveis; (b) a escolha individual que maximiza o resultado sempre resulta em maior benefício para um indivíduo, mas (c) se todos (ou um número suficiente) os indivíduos escolherem a ação de maximização do benefício individual, o resultado é menos benéfico do que se todos tivessem agido por forma a maximizar o benefício coletivo (ou social).

Na literatura distingue-se entre dilemas relativos a pedidos (*Take-some*) e contribuições (*Give Some*) (Budescu and McCarter, 2012). No caso dos dilemas do tipo *take-some*, estamos perante um recurso ou bem comum com acesso ilimitado perante o qual o indivíduo

tem de decidir se toma uma atitude de maior cooperação com o grupo, em que opta por um mais baixo consumo, ou se desvia, o que corresponde a pedidos/ consumos mais excessivos. Os recursos comuns, naturais ou criados pelo Homem, são caracterizados por serem um bem não-exclusivo e rival, isto é, não é possível excluir um consumidor do consumo do bem, mas o consumo do mesmo por um agente impede o consumo por parte de outro agente (Ostrom, 2006). Ou seja, o consumo deste bem tem associadas externalidades negativas, aumentando o custo social. O consumo excessivo de um recurso de livre acesso impede que outros indivíduos possam beneficiar do mesmo. Pode-se considerar como exemplos os sistemas de irrigação, as zonas pesqueiras, os aquíferos e a própria Internet. Um exemplo de uma externalidade negativa deste género pode ser a atividade da pesca sem limite a qual, com baixa taxa de reposição do recurso no meio, pode culminar na extinção das espécies se todos os pescadores se apropriarem de toda a quantidade que pretenderem.

Conforme já referenciado, no caso de recursos comuns limitados e de livre acesso, face a uma procura irrestrita, podemos estar perante a “tragédia dos comuns”², derivado de um dilema social onde existe um conflito entre os interesses individuais e os interesses do grupo. O comportamento dos indivíduos relativamente ao uso de recursos comuns pode ser entendido à luz dos princípios da teoria dos jogos. Imaginado um jogo entre n indivíduos ($n \geq 2$) com interesses num recurso comum e decidindo independentemente (sem cooperação), eles tendem a apropriar-se do bem em excesso, gerando sobre-exploração do mesmo. Aproximamo-nos de um equilíbrio de Nash em que a apropriação agregada do grupo é, em geral, superior ao ótimo social ou de Pareto (Botelho, 2016).

Um dilema social também surge no caso dos bens públicos – neste caso temos um dilema do tipo *Give-some*. Por um lado, os bens públicos dependem das contribuições de cada indivíduo, pois estas determinam a sua existência e reposição. Por outro lado, estes bens caracterizam-se pela não rivalidade e não exclusão no consumo, isto é, a quantidade consumida individualmente não afeta a quantidade consumida pelos outros indivíduos, mas nenhum indivíduo é excluído do consumo. As externalidades associadas a este tipo de bens são positivas, ou seja, as contribuições por parte de um indivíduo geram involuntariamente um efeito positivo a um terceiro não relacionado. Nestes casos, todo o grupo beneficia dos contributos de cada um para o bem público, mas há estímulo para a existência de *free-riding*.

² Garrett Hardin (1968).

A situação de *free-riding* ocorre quando aqueles que beneficiam dos bens não pagaram pelos mesmos. A teoria económica sugere que, nestes casos, quanto mais indivíduos puderem ter acesso ao bem, menor tende a ser a contribuição (ou disposição a pagar) de cada um. Deste comportamento, num modelo clássico de teoria dos jogos, prevê-se um equilíbrio não cooperativo de Nash que corresponde a uma reduzida contribuição individual (mesmo zero), em oposição ao ótimo de Pareto em que a contribuição individual deveria ser maior (Keser & Gardner, 1996 e Botelho, 2016).

De certa forma, recursos comuns e bens públicos podem ser entendidos como sendo bens opostos: relativamente ao ótimo social, existe um equilíbrio de Nash com menor predisposição à contribuição para o bem público e maior à apropriação do recurso comum; existe um ótimo de Pareto correspondente a uma maior predisposição à contribuição (pagar) para um bem público e menor à apropriação de um recurso comum, relativamente equilíbrio de Nash. Em ambos os casos os indivíduos são propelidos a desviarem e agirem no interesse próprio – contribuindo pouco ou retirando demais – e o desvio por parte de um número relativamente grande de indivíduos pode levar ao esgotamento do recurso/ bem.

A necessidade de conhecimento empírico sobre o comportamento estratégico dos indivíduos promoveu a utilização de economia experimental neste campo (Falk & Fehr, 2003; Holt, 2005). Diversos autores, como Croson & Gächter (2010) defendem que os métodos experimentais, desenvolvidos em ambientes controlados, permitem obter resultados mais sólidos e, por conseguinte, maiores certezas relativamente à decisão do indivíduo consoante o contexto. Além disso, utilizar experiências como forma de recolha de dados permite replicar evidências e implementar mudanças exógenas, *ceteris paribus* (Falk & Fehr, 2003).

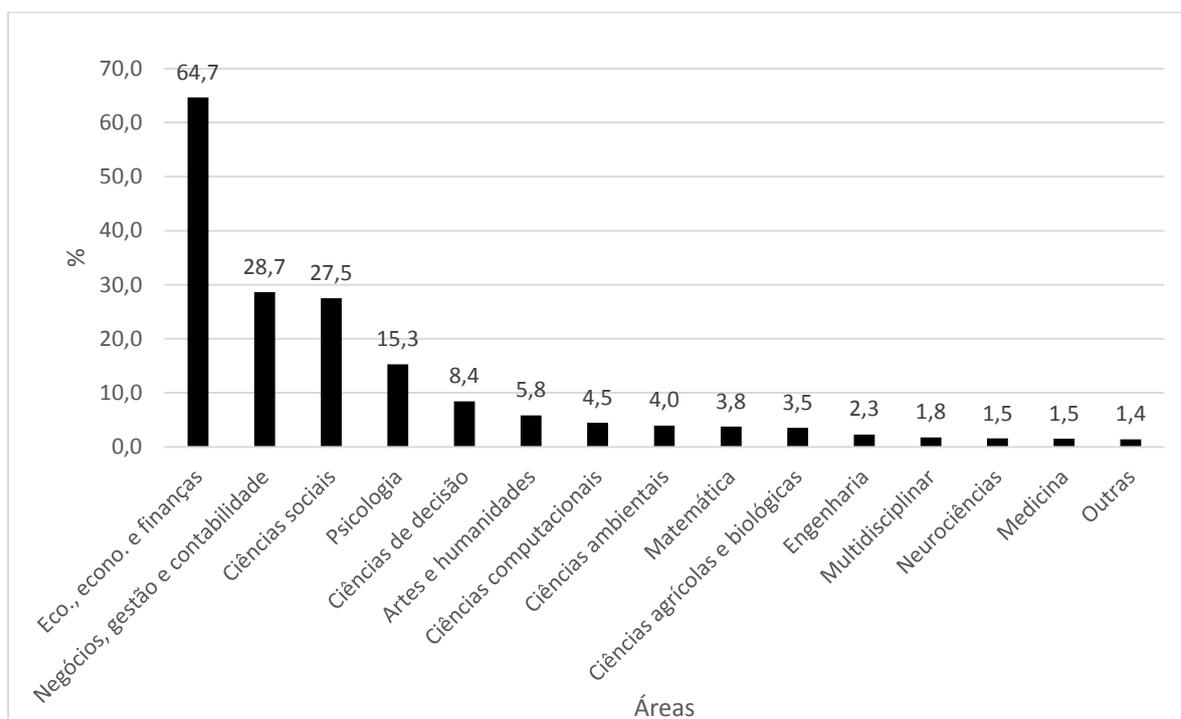
Assim, na secção seguinte exploramos a importância que a economia experimental assumiu no âmbito das ciências em geral, no âmbito da Economia em geral, e no âmbito dos estudos dos dilemas sociais, recursos comuns e bens públicos em específico. De seguida exploram-se de forma exemplificativa alguns estudos da literatura e suas conclusões relativamente ao efeito das incertezas e dimensão temporal sobre as escolhas dos indivíduos.

2.2.0 crescimento da economia experimental

Através de uma pesquisa na base de dados SCOPUS procuramos verificar a popularidade que a economia experimental assumiu nos últimos anos. Fazendo uma pesquisa na base de dados SCOPUS, utilizamos diversos critérios de pesquisa, os quais fomos afinando desde o mais geral ao mais específico. A pesquisa foi efetuada em 17/05/2016.

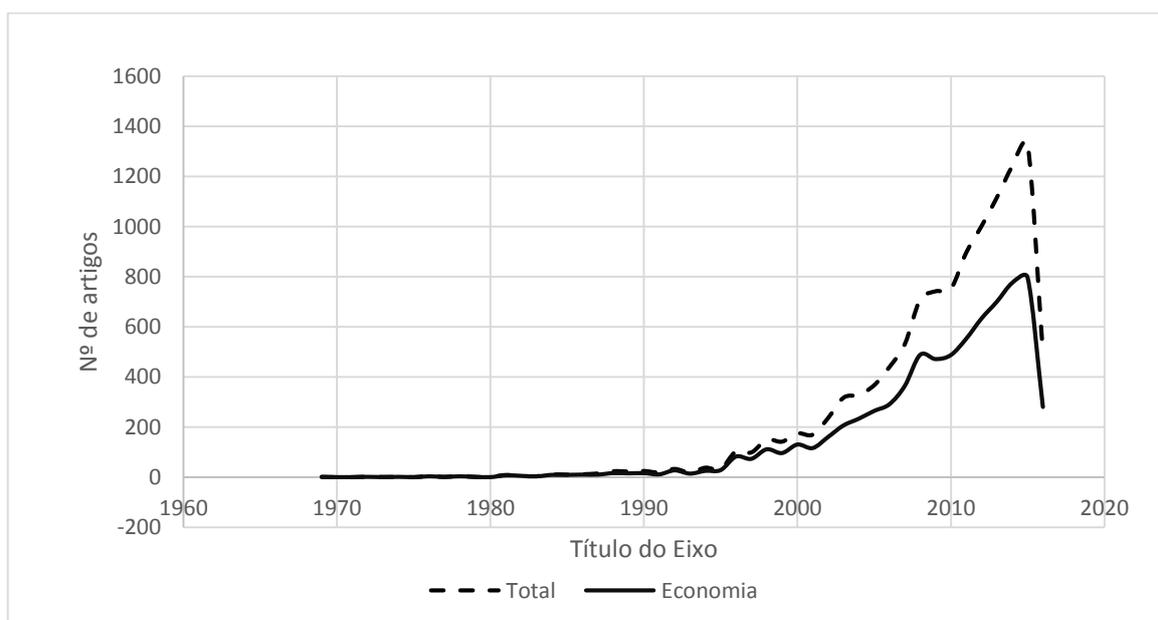
Numa primeira fase, como critérios de pesquisa usamos, “*experimental economics*” pesquisando em todo o artigo, restringindo a “*social sciences & humanities*”. Identificamos 11 638 artigos, distribuídos por uma multiplicidade de áreas (Figura 1).

Figura 1- Distribuição de artigos por área: “*experimental economics*”



Há um predomínio da área de economia, já que, do total de artigos, 7525 são na área de ‘economia, econometria e finanças’, distribuídos da seguinte forma ao longo do tempo. Verificamos que o primeiro artigo identificado data de 1969, de Friedman, J.W., *Symposium on experimental economics on experimental research in oligopoly*, publicado na *Review of Economic Studies*. Conforme refletido no gráfico, o número de artigos publicados que de alguma forma abordam o tema registrou um elevado crescimento a partir da década de 90, atingindo os 797 em 2015. Em 2016 há já 280 artigos publicados (Figura 2).

Figura 2 - Número de artigos publicados: “*experimental economics*”



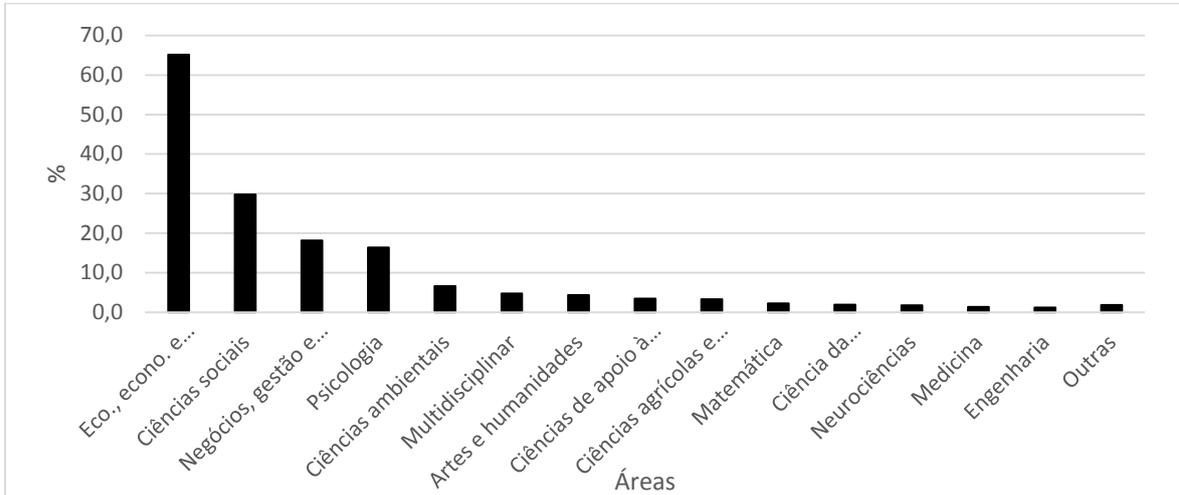
Destes, os estudos mais citados são os seguintes (Tabela 1):

Tabela 1 – Estudos mais citados

Artigo	Citações
• Fehr, E. & Schmidt, K.M., (1999): A theory of fairness, competition, and cooperation, <i>Quarterly Journal of Economics</i>	2965
• Fischbacher, U. (2007): Z-Tree: Zurich toolbox for ready-made economic experiments, <i>Experimental Economics</i>	1841
• Ostrom, E. (2009): <i>Understanding institutional diversity</i> , Princeton University press.	1631
• Camerer, C.F. (2011): <i>Behavioral game theory: Experiments in strategic interaction</i> , Princeton University Press	1613
• Bolton, G.E. & Ockenfels, A.(2000): ERC: A theory of equity, reciprocity, and competition, <i>American Economic Review</i>	1599
• Samuelson, W. & Zeckhauser, R.(1988) :Status quo bias in decision making <i>Journal of Risk and Uncertainty</i>	1289
• Fehr, E. & Gächter, S. (2000) : Cooperation and punishment in public goods experiments, <i>American Economic Review</i>	1221
• North, D.C. (2010) : <i>Understanding the process of economic change</i> ; Academic Foundation, 2006.	1191
• Fehr, E.& Gächter, S. (2000): Fairness and retaliation: The economics of reciprocity, <i>Journal of Economic Perspectives</i>	967
• Charness, G.& Rabin, M. (2002): Understanding social preferences with simple tests, <i>Quarterly Journal of Economics</i>	959

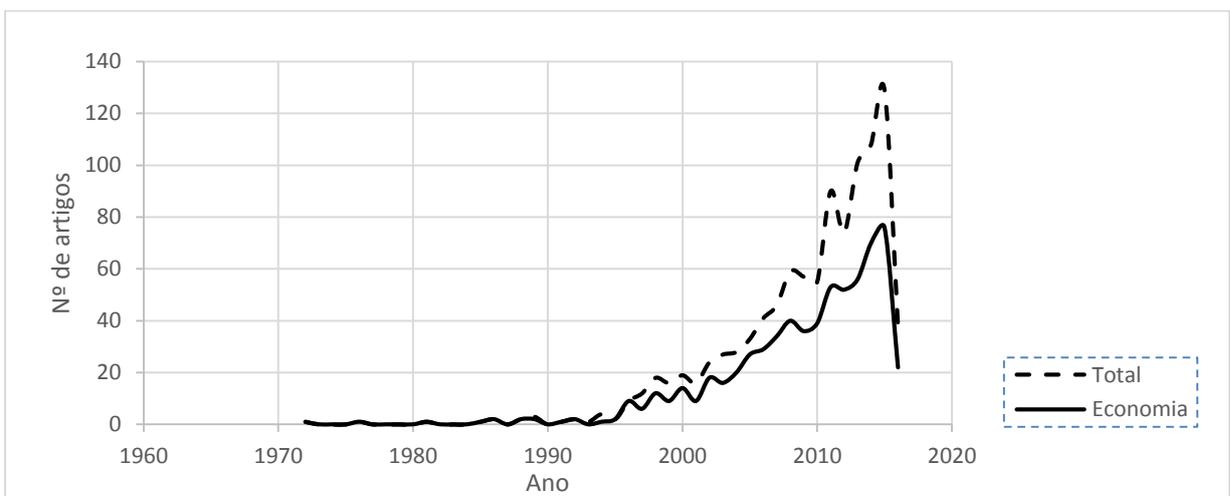
Analisamos de seguida o cruzamento entre “*experimental economics*” em todos os campos e (“*social dilemmas*” ou “*common-pool resources*” ou “*resource dilemmas*” ou “*public goods*” ou “*common resources*”) no *abstract*, título ou *keywords*, de onde obtivemos 1021 resultados, distribuídos por áreas semelhantes ao geral, sendo 663 em economia (Figura 3).

Figura 3 - Distribuição de artigos por área: “*experimental economics*” e (“*social dilemmas*” ou “*resource dilemmas*” ou “*common-pool resources*” ou “*public goods*”)



Verificamos o mesmo padrão, em geral e em economia, com um crescendo a partir de meados da década de 1990, sendo o primeiro artigo identificado de 1972, “*Estimating demand for public goods: an experiment*” de Bohm, P. (1972) (Figura 4).

Figura 4 - Número de artigos publicados: “*experimental economics*” + (“*social dilemmas*” ou “*resource dilemmas*” ou “*common-pool resources*” ou “*public goods*”)



Dos artigos identificados destacamos os mais citados no geral (Tabela 2).

Tabela 2 – Artigos mais citados no geral

Artigo	Citações
• Fehr, E. & Gächter, S. (2000): Cooperation and punishment in public goods experiments, <i>American Economic Review</i>	1221
• Ostrom, E., (1998): A behavioral approach to the rational choice theory of collective action presidential address, <i>American Political Science Review</i>	951
• Ostrom, E., Burger, J., Field, C.B., Norgaard, R.B. & Policansky, D., (1999): Revisiting the commons: Local lessons, global challenges, <i>Science</i>	883
• Fischbacher, U., Gächter, S. & Fehr, E. (2001): Are people conditionally cooperative? Evidence from a public goods experiment, <i>Economics Letters</i>	669
• Kollock, P. (1998): Social dilemmas: The Anatomy of Cooperation, <i>Annual Review of Sociology</i>	602
• Falk, A. & Fischbacher, U. (2006): A theory of reciprocity, <i>Games and Economic Behavior</i>	560
• Henrich, J., Boyd, R., Bowles, S., Camerer, C., Fehr, E., Gintis, H., McElreath, R., Alvard, M., Barr, A., Ensminger, J., Henrich, N.S., Hill, K., Gil-White, F., Gurven, M., Marlowe F.W., Patton, J.Q. & Tracer, D.," (2005): Economic man in cross-cultural perspective: Behavioral experiments in 15 small-scale societies, <i>Behavioral and Brain Sciences</i>	508
• Herrmann, B., Thöni, C. & Gächter, S., (2008): Antisocial punishment across societies, <i>Science</i>	495
• Milinski, M., Semmann, D. & Krambeck, H.J. (2002): Reputation helps solve the 'tragedy of the commons, <i>Nature</i>	491
• Hauert, C., De Monte, S., Hofbauer, J. & Sigmund, K. (2002): Volunteering as Red Queen mechanism for cooperation in public goods games, <i>Science</i>	431

Finalmente, restringimos a nossa pesquisa a “*experimental economics*” AND (“*resource dilemmas*” OR “*common resources*” OR “*common-pool resources*”) no título, *abstract* ou *keywords*, obtendo 117 resultados.

Os artigos mais citados em todas as áreas com estes critérios de seleção são os seguintes (Tabela 3):

Tabela 3 – Artigos mais citados com os critérios escolhidos

Artigo	Citações
• Ostrom, E., Burger, J., Field, C.B., Norgaard, R.B. & Policansky, D. (1999): Revisiting the commons: Local lessons, global challenges, <i>Science</i>	883
• Ostrom, E. (1999): Coping with tragedies of the commons, <i>Annual Review of Political Science</i>	380
• Cardenas, J.C (2003): Real wealth and experimental cooperation: Experiments in the field lab, <i>Journal of Development Economics</i>	81
• Agrawal, A. & Goyal, S. (2001): Group size and collective action: Third-party monitoring in common-pool resources, <i>Comparative Political Studies</i>	81
• Ostrom, E. (2006): The value-added of laboratory experiments for the study of institutions and common-pool resources, <i>Journal of Economic Behavior and Handbook of Computational Economics Organization</i>	72
• Vollan, B. (2008): Socio-ecological explanations for crowding-out effects from economic field experiments in southern Africa, <i>Ecological Economics</i>	69
• Wakano, J.Y., Nowak, M.A. & Hauert, C. (2009): Spatial dynamics of ecological public goods, <i>Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America</i>	64
• Cardenas, J.C. (2000): How do groups solve local commons dilemmas? Lessons from experimental economics in the field, <i>Environment, Development and Sustainability</i>	57
• Rapoport, A., (1997): Order of play in strategically equivalent games in extensive form, <i>International Journal of Game Theory</i>	48
• Janssen, M.A. & Ostrom, E. (2006): Governing Social-Ecological Systems <i>Handbook of computational economics</i> , 2, 1465-1509	47

Dado o propósito desta tese, pretendemos analisar os resultados dos estudos relativamente aos efeitos da interdependência temporal, da incerteza estratégica e da incerteza ambiental

sobre as decisões dos indivíduos, num jogo não cooperativo, com base em economia experimental. A análise de alguma literatura sobre o tema é efetuada na secção seguinte.

2.3. Efeito da incerteza estratégica e ambiental e interdependência temporal: resultados de estudos experimentais

Tal como mostrado na secção anterior, a economia experimental tem sido bastante utilizada para resolver dilemas sociais, sendo mais de metade dos contributos fornecidos pela ciência económica.

Utilizando alguma da literatura sobre o tema, nas aplicações de economia experimental sobre recursos comuns identificamos um número relativamente vasto de artigos que consideram o efeito da incerteza ambiental e estratégica ao nível das decisões sobre uso de recursos comuns.

Budescu et al. (1995), Blanco, Lopez & Tomas (2015), por exemplo, tendo por base jogos com modelos estocásticos³ e estáticos⁴, sugerem que a apropriação é maior quando existem dúvidas relativamente à quantidade disponível do recurso e quanto ao número de elementos a tomar decisões.

Budescu, Suleiman & Rapoport (1995) analisaram o efeito da incerteza ambiental e estratégica. Numa primeira experiência utilizaram 45 estudantes da Universidade de Haifa,

³ Num jogo estocástico, os jogos procedem-se por etapas de posição para a posição, de acordo com as probabilidades de transição controladas em conjunto pelos jogadores. Supõem-se números finitos de posições e números finitos de opções em cada posição. Os jogadores, na sua decisão, delimitam o cumprimento do jogo, através da probabilidade associada a cada decisão, determinando se o jogo avança para um período seguinte, ou termina naquele momento. Num jogo estocástico, a regra de decisão dos indivíduos num dado período t depende do valor do recurso e do comportamento passado dos indivíduos ou seja, do valor do recurso no período $t-1$ (Shapley, 1953).

⁴ Os jogos estáticos são jogos de “one-shot”. Isto é, jogos em que cada jogador toma a sua decisão em simultâneo com os outros jogadores, num único período. Isto significa que quando um jogador decide ele não está informado sobre o plano de ação escolhido por qualquer outro jogador (Roy et al., 2010).

os quais foram divididos em grupos de cinco. Na segunda e terceira experiências utilizaram 100 estudantes da mesma universidade, organizados em grupos de dois e de três elementos. Os jogadores decidiam o montante de apropriação de um recurso comum perante três contextos diferentes de incerteza ambiental. Se o montante requerido fosse menor que o valor do recurso, o indivíduo obtinha um ganho, caso contrário, o jogador não ganhava nada. De acordo com os pedidos dos jogadores, era-lhes fornecida a informação da prestação do grupo de acordo com os seus ganhos: assim, a posição dos indivíduos era a última do grupo se o seu pedido fosse o menor, e a maior do grupo se o seu pedido fosse o maior. Os jogos realizaram-se sem cooperação ao longo de 30 repetições, decidindo perante 15 combinações de intervalos do recurso, com ordem aleatória. Os autores confirmaram uma relação positiva e direta entre a incerteza ambiental e a apropriação do recurso, assim como também observaram que a média dos pedidos dos jogadores era maior quando o grupo tinha mais elementos, isto é, existia maior incerteza estratégica.

Blanco, Lopez & Tomas (2015) confirmaram também o efeito da incerteza ambiental na apropriação de um recurso hídrico comum. Os autores seguiram Walker, Gardner & Ostrom (1990a) utilizando um jogo que envolveu 125 residentes numa localidade rural da Colômbia, formando um total de 25 grupos, os quais participaram num jogo com 30 repetições, e cinco tratamentos em que variava a disponibilidade do recurso. Os autores verificaram que na situação em que quantidade do recurso era constante, a apropriação se manteve quase constante. Nos casos em que havia alterações da disponibilidade do recurso para um valor mais reduzido, o montante requerido passava a ser mais elevado, relativamente ao primeiro momento de jogo.

Outra literatura analisa dilemas sociais recorrendo a modelos com incerteza ambiental como é o caso de Osés-Eraso, Udina & Viladrich-Grau (2008) e Hey, Neugebauer & Sadrieh (2009). De forma geral, os artigos indicam que os indivíduos adaptam o seu comportamento consoante a dotação do recurso ao longo do tempo.

Osés-Eraso, Udina & Viladrich-Grau (2008) analisam a apropriação de recursos comuns através de um modelo dinâmico.⁵ Utilizando uma amostra de 96 indivíduos da universidade

⁵ Os jogos dinâmicos contêm um conjunto de variáveis que descrevem as principais características de um sistema dinâmico em qualquer momento durante o jogo. O objetivo é que as variáveis possam resumir, de

de Navarra, formaram-se grupos de 4 indivíduos, aplicando três tratamentos distintos (correspondente a 32 indivíduos por tratamento, isto é, 8 grupos). Cada tratamento correspondia a dotações diferentes do recurso: num tratamento existia abundância do recurso, num outro o recurso estava empobrecido e num último estava quase em extinção. Os autores verificaram que quanto mais escasso era o recurso menor era a apropriação do mesmo por parte dos jogadores. Para os 20 períodos de jogo verificou-se que a apropriação foi diminuindo ao longo do tempo, ou seja, os indivíduos mudaram a sua atitude para uma atitude mais cooperativa.

Já Hey et al. (2009) analisaram o comportamento dos indivíduos responsáveis pela extração de recursos renováveis, como recursos pesqueiros. Para tal investigação utilizaram uma função de crescimento logística e quatro formas de informação: os 121 indivíduos jogaram um período com 100 repetições, recebendo dados como o parâmetro de reposição da espécie, o *stock* disponível, ambos os dados e ainda nenhum dos mesmos. Constataram que sem incerteza ambiental, o comportamento dos indivíduos se aproximava da solução eficiente, enquanto que aquele era completamente desviante no caso de maior incerteza ambiental.

Já Emery et al. (2015) analisaram a apropriação de recursos tendo em conta a incerteza ambiental, através de um jogo estático aplicado à pesca. Neste jogo participaram 126 estudantes universitários, formando-se grupos de seis. O jogo repetiu-se por 12 vezes. Os jogadores tinham uma tabela de *pay-offs* combinando duas possíveis áreas de expansão da cota pesqueira e dois estados alternativos relativamente aos recursos disponíveis (abundante ou empobrecido). Neste jogo existia interdependência temporal: se uma área abundante fosse lotada em certa momento devido a quantidade excessiva, o seu estado mudaria para empobrecido; poderia recuperar se nos 2 jogos seguintes o recurso disponível não fosse

forma adequada, todas as consequências da história passada do jogo, ou seja, o jogador tem conhecimento da jogada anterior do seu antecessor. A contribuição deste tipo de jogos podem ser a sua aplicação a problemas de poluição, por exemplo. Num problema deste género, é possível controlar as variáveis das empresas, que podem ser as suas taxas de emissão de poluição e investimentos em equipamentos de redução de emissões. As dinâmicas são deterministas, mas também podem mudar aleatoriamente, em instantes de tempo aleatório (Jorgensen, Martín-Herrán, & Zaccour, 2010).

esgotado. O estudo confirmou as previsões teóricas de esgotamento do recurso e ainda que a lotação de uma área provocava a lotação da área seguinte.

No sentido de uma maior aproximação à realidade, a investigação experimental neste campo tem evoluído para jogos onde se tenta incorporar incerteza ambiental, incerteza estratégica e interdependência temporal. Botelho et al. (2014) deram um contributo importante nesta perspetiva, desenvolvendo e aplicando um modelo dinâmico e estocástico. No seu estudo, Botelho et al. (2014) observaram a apropriação de recursos comuns, utilizando um modelo estocástico e dinâmico para grupos de 6 elementos. O jogo contou com a participação de 114 estudantes universitários da Califórnia os quais tomaram as suas decisões ao longo de 10 períodos do jogo com 30 repetições de cada jogo. Foram considerados dois tratamentos, correspondentes a dois níveis de incerteza ambiental distintos. Os autores concluíram que as decisões em contexto de maior incerteza ambiental esgotavam mais rapidamente o recurso. Um menor nível de incerteza ambiental levava os grupos a aproximarem-se de valores mais eficientes. No entanto, também observaram que, mesmo com baixos níveis de incerteza, os jogadores esgotavam o recurso em poucos períodos ($t=2$).

Tabela 4 - Resultados experimentais exemplificativos sobre o uso de recursos comuns

Artigo	Questão em análise	Principais Conclusões
Budescu et al. (1995)	Variação no número de elementos do jogo e no montante de recurso disponível	Os indivíduos decidem contrariamente à informação que têm sobre o recurso bem como a apropriação é maior consoante o número de elementos num grupo.
Osés-Eraso, Udina & Viladrich-Grau (2008)	Compreender a utilização de recursos comuns	Os indivíduos tomam decisões baseados nos <i>pay-offs</i> individuais prejudicando o montante do recurso disponível, tendendo para equilíbrios de Nash e podendo levar à extinção do mesmo.
Hey et al.(2009)	Decisão de extração e de gestão de um recurso	Quando o nível de informação sobre a dotação do recurso é maior, o comportamento segue o socialmente esperado; quando não é dada nenhuma informação, o comportamento desvia-se completamente do ótimo.
Botelho et al. (2014)	Decisão dos indivíduos perante contextos dinâmicos de incerteza estratégica e ambiental	Perante maior incerteza quando ao montante do recurso disponível, são adotadas estratégias que esgotam rapidamente o recurso, evidenciando-se que o comportamento é mais desviante do que o esperado pelo socialmente ótimo.
Blanco et al.(2015)	Variações na quantidade disponível do recurso	Quando os valores do recurso diminuem verifica-se um aumento na apropriação até às últimas repetições dos jogos.
Emery et al. (2015)	Exploração de um recurso perante diversas dotações do recurso	Quando o recurso existe em menor quantidade, existe uma atenção na preservação do recurso; no entanto, quando este recurso vale mais, os jogadores investem mais na sua apropriação

Tabela 5 - Exemplos de jogos de dilemas sociais com recursos comuns

Referências	Amostra	Tipo de jogo	Contextos Presentes	Foco do estudo	Repetições
Budescu et al. (1995)	145 estudantes; Grupos de 2, 3 e 5	Estático e Estocástico	Incerteza Ambiental e Incerteza Estratégica	Incerteza Ambiental e Estratégica	30 Repetições
Osés – Eraso et al. (2008)	96 Indivíduos; Grupos de 4; 20 Períodos	Dinâmico	Incerteza Ambiental e Dimensão Temporal	Incerteza Ambiental e Dimensão Temporal	Tratamento com dotação alta: 10 <i>rounds</i> ; Tratamento intermédio: 5 <i>rounds</i> ; Tratamento com baixa dotação: 3 <i>rounds</i>
Hey et al. (2009)	121 Indivíduos; 4 Níveis de informação; 1 período	Estocástico e Estático	Incerteza Ambiental	Incerteza Ambiental	100 Repetições
Botelho et al. (2014)	114 Indivíduos; 10 Períodos; Grupos de 6	Estocástico e dinâmico	Incerteza Ambiental e Estratégica, Interdependência Temporal	Incerteza Ambiental	30 Repetições
Blanco et al. (2015)	125 Indivíduos; 25 Grupos de 5; 1 período	Estocástico e Estático	Incerteza Ambiental e Estratégica	Incerteza Ambiental	30 Repetições (3 blocos de 10)
Emery et al. (2015)	126 Indivíduos; Grupos de 6;	Estocástico e Estático	Incerteza Ambiental	Incerteza Ambiental	12 Repetições

A literatura de economia experimental sobre dilemas sociais inclui também um grupo sobre as decisões relativamente a bens públicos, cujos resultados, sendo por analogia opostos aos resultados de recursos comuns, também se tornam são relevantes para prever o comportamento dos indivíduos.

Alguma da literatura existente no âmbito de bens públicos utiliza modelos com interdependência temporal e incerteza estratégica (como por exemplo, Issac & Walker, 1988). Sugere-se que, perante estas condições, os indivíduos não conseguem otimizar as suas decisões devido à incerteza relativamente à decisão dos outros elementos. Nesta linha de argumentação, o grau de incerteza aumenta é medida que existem mais indivíduos no grupo. A decisão vai-se afastando do que seria o ótimo social. Pelo contrário, quanto menos elementos existem em jogo, mais o resultado se aproxima do ótimo social.

Em Isaac & Walker (1988) foi analisada a decisão de contribuição para um bem público através de um jogo dinâmico de dilema do prisioneiro recorrendo a uma amostra de 122 estudantes da Universidade do Arizona. Para analisar o comportamento dos indivíduos em contextos de incerteza estratégica, os autores analisaram as diferenças obtidas com dois grupos diferentes: em grupos pequenos, com quatro indivíduos, concluíram que um retorno marginal⁶ *per capita* baixo faz com que as contribuições individuais diminuam ao longo dos períodos de jogo, em oposição a um alto retorno marginal *per capita*, que faz com que as contribuições sejam mais elevadas e que assim, os jogadores, se mantenham mais durante mais períodos do mesmo jogo. Verifica-se que um maior retorno marginal permite maiores contribuições e, com isso, uma maior eficiência para bens públicos, isto é, uma contribuição mais próxima da contribuição ótima.

Da sua experiência com um grupo maior, dez indivíduos, Isaac & Walker (1988) concluem que os indivíduos têm uma menor dificuldade em contribuir para o bem, quando existe uma redução do retorno marginal *per capita*, contribuindo mais que o grupo de quatro elementos na mesma situação e durante mais períodos. Verifica-se que as contribuições são mais baixas nos grupos de quatro elementos e quanto ao comportamento desviante do ótimo social pelos

⁶ Retorno marginal *per capita* consiste no retorno que cada indivíduo obtém por cada unidade que ele contribui para o bem público.

jogadores, este aumenta consoante a dimensão do grupo, mas também perante diferentes níveis de retorno marginais, o que leva a uma tendência para o equilíbrio de Nash. Daqui os autores concluem que a proximidade com a eficiência é maior em grupos mais pequenos.

Um outro grupo de estudos sobre contribuição para bens públicos perante contextos de incerteza estratégica chega a conclusões diferentes. Issac, Walker & Williams (1994), por exemplo, surgem que não é a dimensão do grupo que afeta o ótimo, mas sim os incentivos à contribuição. Estes autores analisaram a contribuição para bens públicos em grupos de grande dimensão, através de um modelo estático, com 40 e com 100 indivíduos, implementando 10 repetições do jogo que envolveram 1908 indivíduos. A tarefa dos indivíduos consistia na decisão da sua contribuição para uma conta coletiva em face de dois possíveis retornos marginais, sendo eles 0.3 e 0.75. Com um grupo de 40 indivíduos, as decisões de contribuição mantinham-se perante os dois tipos de retorno. Já para o grupo de 100 indivíduos, o aumento do retorno marginal provocou um aumento nas contribuições. Os autores concluem então que a contribuição para o bem público em grupos com mais elementos pode ser alta se o retorno marginal também o for.

Já outra literatura analisa a tomada de decisão utilizando modelos de incerteza ambiental e incerteza estratégica, como é o caso de Botelho et al. (2015). Neste artigo é analisada a apropriação de recursos comuns e a contribuição para bens públicos. Neste estudo os autores utilizaram como amostra 90 estudantes universitários, em grupos de 5 indivíduos, ao longo de 40 repetições do jogo. São analisadas as suas decisões em duas fases diferentes num jogo não cooperativo: numa primeira fase foi pedido ao jogador para se apropriar de um recurso comum, e na fase seguinte, foi pedido ao jogador para contribuir para um bem público dados os seus ganhos na fase anterior. Para a apropriação, a soma do valor dos pedidos individuais não poderia ultrapassar o valor disponível do recurso definido em cada caso aleatoriamente. Se tal acontecesse o jogo terminaria. O jogo considera ainda três níveis de retorno marginal para a disposição a pagar para o bem público: um retorno de 0.5, onde o indivíduo é incentivado a não contribuir; um retorno de 1, onde o indivíduo é indiferente a contribuir ou não; e um retorno de 1.5 onde o indivíduo é estimulado a investir. Os autores verificaram que os pedidos dos indivíduos eram maiores no primeiro tratamento (com um retorno de 0.5) e mais baixos no segundo tratamento (com um retorno de 1), afastando-se do ótimo social, e ignorando a possibilidade de passar ao jogo seguinte. Seria de esperar que na contribuição para bens públicos, os indivíduos contribuíssem mais quando o retorno é maior. No entanto,

observa-se que, à medida que o retorno aumenta, a contribuição para o bem público aumenta. Verifica-se ainda que, perante incerteza ambiental, os indivíduos comportam-se de forma oposta entre a apropriação e a contribuição.

Tabela 6 - Resultados experimentais exemplificativos sobre o uso de bens públicos

Artigos	Questão em análise	Conclusões
Issac & Walker (1988)	A variação da dimensão do grupo e do retorno marginal individual podem influenciar a contribuição	Um maior retorno marginal leva a maiores contribuições e a maior eficiência na contribuição para bens públicos com menos elementos. Com mais indivíduos no grupo e perante baixos retornos marginais, o comportamento dos indivíduos aproxima-se de um equilíbrio de Nash
Issac, Walker & Williams (1994)	Comparação de pequenos grupos com grandes grupos, perante dois retornos marginais diferentes, e respetiva apropriação	O aumento do número de elementos num grupo não implica um comportamento de Nash se existirem incentivos á contribuição.
Botelho et al. (2015)	Apropriação de recursos comuns e contribuição para bens públicos	Variações positivas nos retornos marginais de contribuição para bens públicos influenciam diretamente os montantes de apropriação de recursos comuns.

Tabela 7 - Exemplos de jogos de dilemas sociais com bens públicos

Referências	Amostra	Tipo de jogo	Contextos Presentes	Foco em Estudo	Repetições
Issac & Walker (1988)	122 Indivíduos; Grupos de 4 e 10; 10 Períodos; 2 níveis de retorno	Dinâmico	Interdependência Temporal e Incerteza Estratégica	Incerteza Estratégica	6 Rounds (24 Experimentos)
Issac et al. (1994)	1908 Indivíduos; Grupos de 4, 10, 40 e 100; 10 Períodos	Dinâmico	Interdependência Temporal e Incerteza Estratégica	Incerteza Estratégica	1, 3, 6, 10, 16 e 17 Repetições (87 Experimentos)
Botelho et al. (2015)	90 Indivíduos; 6 Grupos de 5 para cada tratamento (3): 3 Valores de retorno	Estocástico e Estático	Incerteza Ambiental e Estratégica	Incerteza Ambiental	40 Repetições

2.4. Questões de investigação

Da literatura revista neste capítulo, podemos afirmar que em jogos de dilemas sociais esperam-se, à priori, maiores dificuldades na obtenção do ótimo social num grupo não cooperativo quando se está perante um maior número de elementos. Ou seja, *ceteris paribus*, os indivíduos são menos cooperantes em contexto de maior incerteza estratégica, afastando-se do ótimo social.

A literatura suporta a existência de uma relação positiva entre a incerteza estratégica (social) e os pedidos de um recurso, o que é consistente com a ideia teoricamente prevista por Gordon (1954) e Hardin (1968). Mas, não está suficientemente explorado experimentalmente se a relação positiva entre a incerteza estratégica e os pedidos de um recurso comum continua a ser observada quando se considera incerteza ambiental e interdependência no tempo. Esta tese pretende contribuir para o conhecimento analisando o efeito da incerteza estratégica, em contextos em que existe também incerteza ambiental e interdependência temporal. Conforme constatamos pela literatura revista, e incerteza ambiental tende a aumentar os pedidos dos indivíduos perante recursos comuns. Por um lado, nos recursos comuns, as decisões relativas ao uso dos recursos são baseadas em expectativas face ao futuro, e, por outro lado, as decisões passadas afetam o momento presente.

Conforme já destacado, abordam-se particularmente duas questões principais: (1) quais as estratégias que os indivíduos adotam quando as incertezas ambientais e estratégicas e considerações temporais estão presentes e como estas se comparam relativamente às previsões teóricas, e (2) são as estratégias que os indivíduos adotam sensíveis a diferentes níveis de incerteza estratégica?

3. Jogo Estocástico e Dinâmico

Nesta dissertação implementamos um modelo dinâmico e estocástico de teoria dos jogos não cooperativos sobre apropriação de um recurso comum, em condições de incerteza estratégica e ambiental, desenvolvido por Botelho et al. (2014).

No jogo, os indivíduos são organizados em grupos. Existem três tratamentos diferentes: num dos tratamentos foram usados grupos com 6 elementos ($n=6$), outro com grupos de 3 elementos ($n=3$) e por último um tratamento onde os indivíduos participam individualmente ($n=1$).

Em cada etapa do jogo dinâmico, cada jogador em cada grupo decide, em simultâneo e de forma anónima, quanto requer do recurso comum em causa, cujo tamanho exato é desconhecido. Aos jogadores apenas é fornecida informação relativa ao tamanho do recurso e que o mesmo se encontra uniformemente distribuído e situado num intervalo fechado $[\alpha, \beta]$.

O montante requerido do recurso por cada participante pode encontrar-se entre 0 e β . No entanto, as somas dos pedidos individuais pelos indivíduos do grupo não podem exceder o valor exato do recurso (s_t), que é estipulado aleatoriamente pelo *software* em cada momento. Se a soma dos pedidos do grupo for menor ou igual à quantidade existente do recurso, cada indivíduo recebe o seu próprio pedido e o jogo continua para um período seguinte. No entanto, se a soma dos pedidos do grupo for superior ao tamanho do recurso, o retorno individual de cada jogador é zero e o jogo termina.

Assumindo que todos os agentes são neutrais ao risco e designando por r_{jt} o pedido feito pelo indivíduo j , no momento t , o retorno esperado para cada indivíduo em cada momento t do jogo é determinado pelas suas escolhas e é dado pela expressão (1):

$$\pi_{jt} = \begin{cases} r_{jt} & \text{se } \sum_{j=1}^n r_{jt} \leq \alpha \\ r_{jt} \times Prob\left(\sum_{j=1}^n r_{jt} \leq s_t\right) & \text{se } \alpha < \sum_{j=1}^n r_{jt} \leq \beta \\ 0 & \text{se } \sum_{j=1}^n r_{jt} > \beta \end{cases} \quad (1)$$

Considerando que o valor requerido está entre $[0;\alpha]$ então o jogador recebe exatamente o que pediu. Se o valor do recurso estiver entre $[\alpha;\beta]$ então o jogador terá, dada uma probabilidade de avançar a um período seguinte, o valor pedido. Por outro lado, se o valor do recurso for maior que β , determinado aleatoriamente pelo software, então o jogador não recebe nada.

Em que $\sum_{j=1}^n r_{jt}$ representa o pedido total do grupo, (ver Botelho et al (2014) p. 653).

Ao modelo usado foi ainda introduzida a interdependência temporal através da definição de probabilidades que ditam a forma como o jogo transita de um período t para um período $t+1$, podendo assim condicionar o jogo atual, isto é, se os pedidos agregados do grupo forem menores ou iguais à quantidade de recurso no momento t , então o jogo passa para o período seguinte, caso contrário, se os pedidos do grupo excederem a quantidade do recurso, o jogo termina.

Se a soma dos pedidos forem inferiores a uma quantidade mínima pré-determinada, α , o jogo passa para o período seguinte com uma probabilidade de 1. No entanto, se os pedidos do grupo excederem as quantidades do recurso, β , este fica destruído e o jogo termina. Se o total requerido pelos jogadores estiver ainda entre os valores de α e β , então a probabilidade associada à passagem ao período seguinte varia entre zero e um, tal como a equação (2) indica. A probabilidade do jogo continuar do período t para o período $t+1$ é assim dada por (ver Botelho et al. (2014), p.654):

$$p_t = \begin{cases} 1 & \text{se } \sum_{j=1}^n r_{jt} \leq \alpha \\ \frac{\beta - \sum_{j=1}^n r_{jt}}{\beta - \alpha} & \text{se } \alpha < \sum_{j=1}^n r_{jt} \leq s_t \\ 0 & \text{se } \sum_{j=1}^n r_{jt} > s_t \end{cases} \quad (2)$$

Admitindo homogeneidade nos pedidos dos jogadores, Botelho et al. (2014) resolveram o jogo por programação dinâmica para determinar os pedidos que fazem parte do equilíbrio de Nash perfeito em subjogos (doravante denominado SPNE) e os pedidos que fazem parte da solução de Pareto (solução eficiente ou socialmente ótima – doravante denominada SO). Os autores mostram que os primeiros são dados por:

$$r^*_{jt} = \max\left(\frac{\alpha}{n}, \left\lfloor \frac{\beta}{n+1} \right\rfloor \left[1 - \left(\frac{\alpha}{n}\right) \gamma_t\right]\right) \quad (3)$$

Onde $a = n\beta/(n+1)^2(\beta - \alpha)$, $\gamma_t = (1 + a\gamma_{t+1})^2$, $\gamma_{T+1} = -1/a$ e T corresponde ao último período do jogo. Os pedidos socialmente ótimos são determinados supondo que apenas um único agente é responsável pelo recurso, mostrando-se que o pedido socialmente ótimo do jogador j , em qualquer momento t , é dado por:

$$r^{**}_{jt} = \max\left(\frac{\alpha}{n}, \left\lfloor \frac{\beta}{2n} \right\rfloor [1 - (b)\lambda_t]\right) \quad (4)$$

Onde $b = \beta/4(\beta - \alpha)$, $\lambda_t = (1 + b\lambda_{t+1})^2$ e $\lambda_{T+1} = -1/b$.

4. Desenho Experimental e Previsões Teóricas

Este capítulo encontra-se subdividido em duas secções. Na primeira secção descreve-se os procedimentos e metodologias seguidas no jogo experimental implementado nesta tese. Na segunda secção resolvem-se as equações apresentadas no capítulo anterior por forma a obter valores de equilíbrio teóricos esperados.

4.1. Procedimentos e Parâmetros

Pretende-se com esta investigação analisar a tomada de decisão relativa a recursos comuns consoante a dimensão dos grupos, detalhando assim o efeito da incerteza estratégica. Para tal, utilizou-se o *software Z-Tree* (Fischbacher, 2007) para desenvolver a experiência onde foram utilizados três grupos distintos, com indivíduos diferentes em cada tratamento: um primeiro grupo, com 12 jogadores, constituído apenas por um elemento ($n=1$); um segundo grupo constituído também por 12 jogadores organizados em 4 grupos, com três indivíduos por grupo ($n=3$), e um terceiro grupo constituído por 18 indivíduos, organizados em 3 grupos, com seis jogadores cada ($n=6$).

Tabela 8 - Síntese do jogo

	Sessão $n=1$	Sessão $n=3$	Sessão $n=6$
Nº de Indivíduos	12	12	18
Nº de Grupos	12	4	3
Nº de elementos por Grupo	1	3	6

Tal como enunciado por Rosenbalt (2004), para a realização de uma experiência é necessário seguir determinados procedimentos para se garantir a qualidade dos resultados. Como tal, no início da experiência, todos os indivíduos receberam instruções (ver anexos a), b) e c)) através das quais foram informados de como proceder para tomar decisões, a motivação económica que poderiam receber caso obtivesse o maior número de pontos no jogo (o

correspondente a 20 Euros, financiados pela Professora Doutora Anabela Botelho) e a duração do mesmo, aproximadamente duas horas. Os indivíduos foram informados da quantidade existente do recurso, que consiste numa distribuição uniforme pertencente ao intervalo fechado [270,730], cujo intervalo de incerteza é de 460 e cujo valor esperado é de 500. Foi-lhes também explicado o horizonte temporal em análise, ou seja, 10 períodos no máximo ($T=10$), sendo que cada indivíduo é convidado a participar em 20 repetições do mesmo jogo dinâmico. Foram informados que no final de cada período tomariam conhecimento do montante total requerido pelo grupo em que estariam inseridos. Se o recurso não fosse destruído, avançariam para o período seguinte ou, pelo contrário, se esgotassem (deteriorassem) o recurso, o jogo terminaria ali.

4.2. Previsões Teóricas

Para analisar as tomadas de decisão dos jogadores, resolveu-se para cada tratamento o problema de teoria de jogos apresentado na secção anterior, de acordo com as duas soluções indicadas (SPNE e SO).

A resolução do caminho SO baseou-se na substituição dos valores de α por 270, β por 730 e n pelo número de elementos em jogo. Deduziu-se b , λ (por *backwards induction*) e assim $1-(b)\lambda$ e $\beta/2n$. Pela maximização dos valores de $(1-(b)\lambda * \beta/2n)$ e α/n foi possível obter o valor r (valor requerido por cada indivíduo) e assim R (como $n*r$), o que substituindo na equação das probabilidades permitiu obter a probabilidade associada à receção de cada pedido dos membros do grupo. A resolução de SPNE seguiu a mesma metodologia: substituindo os valores conhecidos em cada equação e resolvendo por *backwards induction*, obteve-se o valor do pedido individual, do grupo e a probabilidade associada à escolha do grupo. Tal como esperado, as previsões teóricas para os pedidos do grupo num contexto socialmente ótimo são iguais para todas as sessões ($R=270$).

Considerando o objetivo de explorar a influência da incerteza estratégica na decisão, analisaram-se três tratamentos com níveis crescentes de incerteza. É esperado que o afastamento a SO na sessão 1 ($n=1$) se deva somente à incerteza ambiental ou à incapacidade de otimização pois a incerteza estratégica não se verifica. Já no caso de $n=3$ e $n=6$, o

afastamento de SO deve-se à incerteza ambiental e à incerteza estratégica. No entanto, uma vez que o intervalo de incerteza ambiental é igual em ambas as sessões, o percurso do jogador acaba por ser só influenciado pela incerteza estratégica, prevendo-se um comportamento menos cooperativo no caso de $n=6$.

Olhando somente para o tratamento em que $n=1$, estamos perante um contexto sem incerteza estratégica, ou seja, somente um indivíduo é responsável pela gestão do recurso e, portanto, as decisões que toma não são influenciadas por outros agentes. Como só existe um jogador, o esperado é o ótimo social, não existindo equilíbrio de subjogos. Verifica-se também que o indivíduo decide de forma diferente apenas no último período de jogo. Neste período, o montante requerido é superior, tentando aquele apropriar-se da maior quantidade possível do recurso já que no período seguinte o recurso não terá valor (Tabela 9).

Tabela 9 – Previsão de SO para $n=1$

	r**	SO	
		P	Π
1	270	1.00	2720
2	270	1.00	2450
3	270	1.00	2180
4	270	1.00	1910
5	270	1.00	1640
6	270	1.00	1370
7	270	1.00	1100
8	270	1.00	830
9	270	1.00	560
10	365	0,79	290

Nota: r= pedido individual; R=pedido do grupo; p=probabilidade de
recepção do pedido; π =lucro esperado dos indivíduos

Ao nível do grupo, os pedidos do grupo SO são iguais nas sessões de $n=3$ e de $n=6$, onde a probabilidade de recepção do pedido é unitária, aumentando no 10º período para 79%. Comparando os tratamentos $n=3$ e $n=6$, verifica-se que os pedidos do grupo previstos pelo equilíbrio de SPNE são maiores no tratamento $n=6$ do que no tratamento $n=3$, implicando maiores probabilidades de destruição do recurso decorrentes da maior incerteza estratégica inerente ao tratamento $n=6$.

Tabela 10 – Previsão de SPNE e SO para n=3

	SO				SPNE			
	r**	R	P	Π	r*	R	P	Π
1	90	270	1.00	907	90	270	1.00	605
2	90	270	1.00	817	90	270	1.00	515
3	90	270	1.00	727	96	288	0.96	425
4	90	270	1.00	637	110	331	0.87	346
5	90	270	1.00	545	122	366	0.79	289
6	90	270	1.00	457	132	396	0.73	243
7	90	270	1.00	367	142	425	0.66	202
8	90	270	1.00	277	152	456	0.60	163
9	90	270	1.00	187	164	493	0.51	122
10	122	365	0.79	97	183	548	0.40	72

Nota: r= pedido individual; R=pedido do grupo; p=probabilidade de receção do pedido; π =lucro esperado dos indivíduos

Tabela 11 - Previsão de SPNE e SO para n=6

	SO				SPNE			
	r**	R	P	Π	r*	R	p	Π
1	45	270	1.00	453	98	588	0.31	44
2	45	270	1.00	408	98	588	0.31	44
3	45	270	1.00	363	98	589	0.31	43
4	45	270	1.00	318	98	589	0.31	43
5	45	270	1.00	273	98	589	0.31	43
6	45	270	1.00	228	98	591	0.30	42
7	45	270	1.00	183	98	593	0.30	41
8	45	270	1.00	138	100	597	0.29	39
9	45	270	1.00	93	101	605	0.27	34
10	61	365	0.79	48	104	626	0.23	24

Nota: r= pedido individual; R=pedido do grupo; p=probabilidade de receção do pedido; π =lucro esperado dos indivíduos

5. Resultados Experimentais

A análise dos dados experimentais centra-se no efeito da incerteza estratégica relativamente à decisão de apropriação dos recursos comuns. Para tal, usam-se três metodologias de análise. Numa primeira fase irá proceder-se a uma análise descritiva de cada sessão/tratamento. Observa-se o comportamento de cada grupo, bem como os seus pedidos e a consequente probabilidade de destruição do recurso. Numa segunda fase procede-se a uma análise estatística onde se analisa o comportamento dos grupos relativamente às previsões teóricas. Na terceira fase comparam-se as sessões entre si.

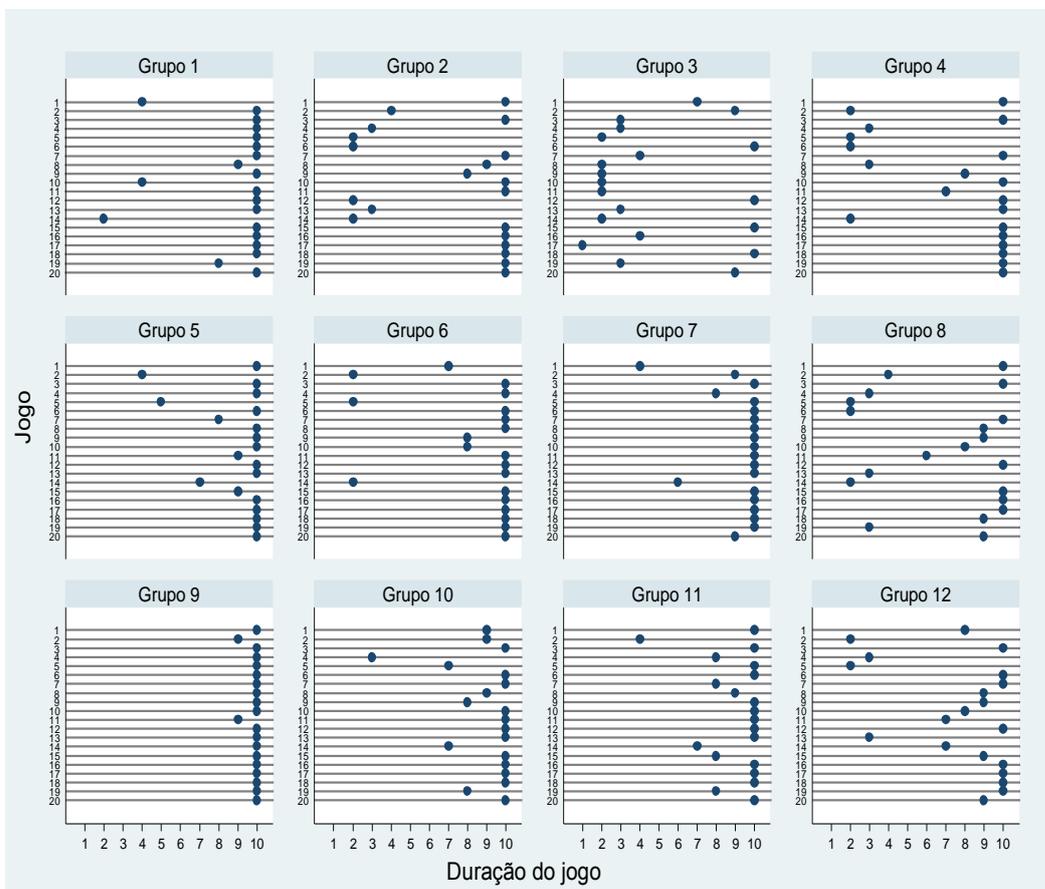
5.1. Análise descritiva

5.1.1. Sessão n=1

Neste tratamento 12 indivíduos jogam um jogo estocástico e dinâmico, conforme definido nas secções anteriores. Cada um dos 12 jogadores joga individualmente um jogo com o máximo de 10 períodos com 20 repetições estacionárias, isto é, 20 repetições perante as mesmas condições de incerteza e de dimensão temporal. A repetição possibilita não só a obtenção de mais dados como também a deteção de possíveis efeitos de aprendizagem (ou de ordem) por parte dos jogadores.

Na eventualidade de existirem efeitos de aprendizagem e de ordem, seria de esperar que uma cooperação inicial tenda, posteriormente, para um comportamento de Nash. Seria então de esperar uma menor apropriação nos primeiros jogos e uma maior apropriação nos últimos. Para compreender se estes efeitos estão presentes nos dados recolhidos, analise-se o comportamento dos grupos perante os 20 jogos e respetivos períodos de duração de cada jogo, como apresentado na Figura 5. Visualmente não é possível identificar em nenhum dos grupos um padrão de comportamento pelo que se descarta a hipótese de existência de efeitos de aprendizagem ou de ordem.

Figura 5 - Comportamento dos jogadores na sessão n=1



As tabelas seguintes analisam a duração dos jogos e os valores de apropriação de um recurso comum do jogo decorrido com um indivíduo. Na tabela 12 reporta-se a duração dos jogos executados por cada indivíduo. Verifica-se que a duração mediana é 10 períodos, ou seja, os jogadores conseguem chegar ao fim dos jogos. A duração média dos jogos corresponde a 8 períodos. Note-se, em particular, que cerca de 60% do total dos jogos tiveram a duração de 10 períodos, não decorrendo destruição do recurso nestes jogos, com o indivíduo 9 (I9) a assegurar a conservação total do recurso em 18 dos 20 jogos.

Tabela 12 - Número de jogos e sua duração

Duração	Indivíduos												Total	%
	I1	I2	I3	I4	I5	I6	I7	I8	I9	I10	I11	I12		
1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0.42
2	1	4	6	4	0	3	0	3	0	0	0	2	23	9.6
3	0	2	4	2	0	0	0	3	0	1	0	2	14	5.8
4	2	1	2	0	1	0	1	1	0	0	1	0	9	3.75
5	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0.4
6	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	2	0.8
7	0	0	1	1	1	1	0	0	0	2	1	2	9	3.75
8	1	1	0	1	1	2	1	1	0	2	4	2	16	6.7
9	1	1	2	0	2	0	2	4	2	3	1	4	22	9.2
10	15	11	4	12	14	14	15	7	18	12	13	8	143	59.6
Mediana	10	10	3	10	10	10	10	9	10	10	10	9	10	
Média	9	7	5	7	9	8	9	7	10	9	9	8	8	
Desvio-Padrão	2	4	3	4	2	3	2	3	0	2	2	3	3	

Nota: A coluna % indica a percentagem de jogos com a respetiva duração em relação ao total de jogos realizados no mesmo contexto.

Analisando a tabela 13 é possível retirar ilações sobre os montantes de apropriação dos indivíduos de acordo com a duração dos jogos. Os jogos que duraram apenas um período correspondem a 0.42% do total dos jogos, tratando-se apenas de 1 jogo realizado pelo indivíduo 3 (I3), e a sua apropriação corresponde a 480 unidades do recurso. Para este cenário, jogos com a duração de um período, as previsões teóricas apontam para um valor de 270 unidades. Portanto, a apropriação observada é superior, pelo que este jogo terminou neste período.

Na mesma tabela é ainda possível observar os jogos que tiveram uma duração superior a um período. Estes casos correspondem a 99.58% dos jogos com uma média de apropriação de 309 unidades do recurso.

Tabela 13 - Síntese da sessão n=1: pedidos

Duração = 1		Duração > 1	
Média	480	Média	309
Desvio-padrão	0	Desvio-padrão	64.63
Mínimo	480	Mínimo	1
Máximo	480	Máximo	698

Na tabela 14 reportam-se as médias dos pedidos dos jogadores ao longo dos períodos e respetivos desvios-padrão. De acordo com as previsões teóricas anteriormente apresentadas, o ótimo social seria alcançado quando as quantidades requeridas do recurso por parte do jogador fosse igual ou menor que 270 unidades e, assim, a sua probabilidade de passar para o período seguinte do mesmo jogo seria de 100%. No entanto, na experiência realizada, os pedidos dos jogadores ultrapassam aquele que seria considerado o ótimo social, diminuindo a sua probabilidade de passar a um período seguinte.

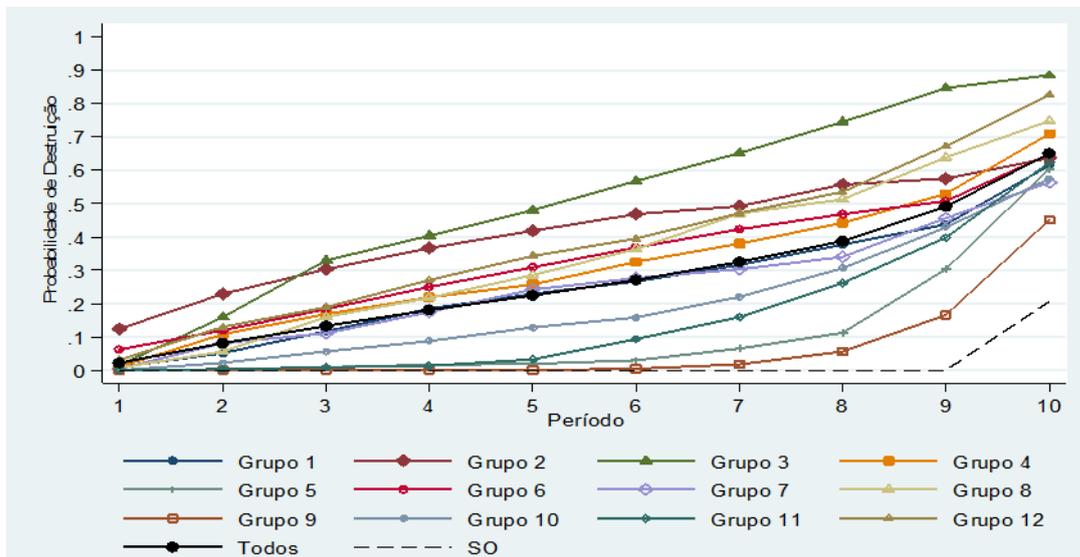
Tabela 14 - Média das apropriações dos indivíduos por período e duração

Duração	Período									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	480									
2	306 (76)	363 (83)								
3	285 (108)	330 (66)	399 (97)							
4	265 (71)	330 (57)	361 (68)	406 (107)						
5	270	270	270	270	300					
6	275 (6)	300 (1)	339 (86)	311 (15)	273 (4)	431 (27)				
7	286 (37)	288 (37)	309 (47)	309 (58)	315 (54)	314 (61)	353 (75)			
8	285 (21)	298 (37)	289 (32)	292 (33)	290 (20)	308 (39)	314 (28)	371 (57)		
9	269 (43)	276 (85)	286 (55)	297 (57)	301 (41)	310 (54)	332 (73)	328 (77)	450 (89)	
10	276 (42)	286 (34)	284 (23)	287 (23)	294 (39)	291 (27)	296 (37)	303 (38)	331 (65)	415 (91)
Total	280 (54)	298 (56)	297 (51)	295 (45)	295 (39)	297 (37)	304 (47)	312 (50)	347 (80)	415 (91)

Nota: Desvio-Padrão indicado entre parênteses.

Tal como referido, para que o indivíduo escolhesse o ótimo social, o seu pedido deveria ser de 270 unidades do recurso. No entanto, tal como se verifica pelos resultados reportados na Tabela 14, a maioria dos pedidos dos jogadores estão perto do que é considerado socialmente ótimo. A Figura 6 mostra a probabilidade de destruição do recurso de cada grupo e o considerado percurso de SO. De acordo com as previsões teóricas, a probabilidade de destruição do recurso comum para jogos realizados com um indivíduo é de 0% até ao período 9 e no último período de 20.65% $((1-0.7935) \times 100)$. Os dados recolhidos mostram que, mesmo na ausência de incerteza estratégica, os indivíduos requerem mais para si do que seria considerado socialmente ótimo para a continuidade do recurso.

Figura 6 - Probabilidade de destruição do recurso por período e por grupo

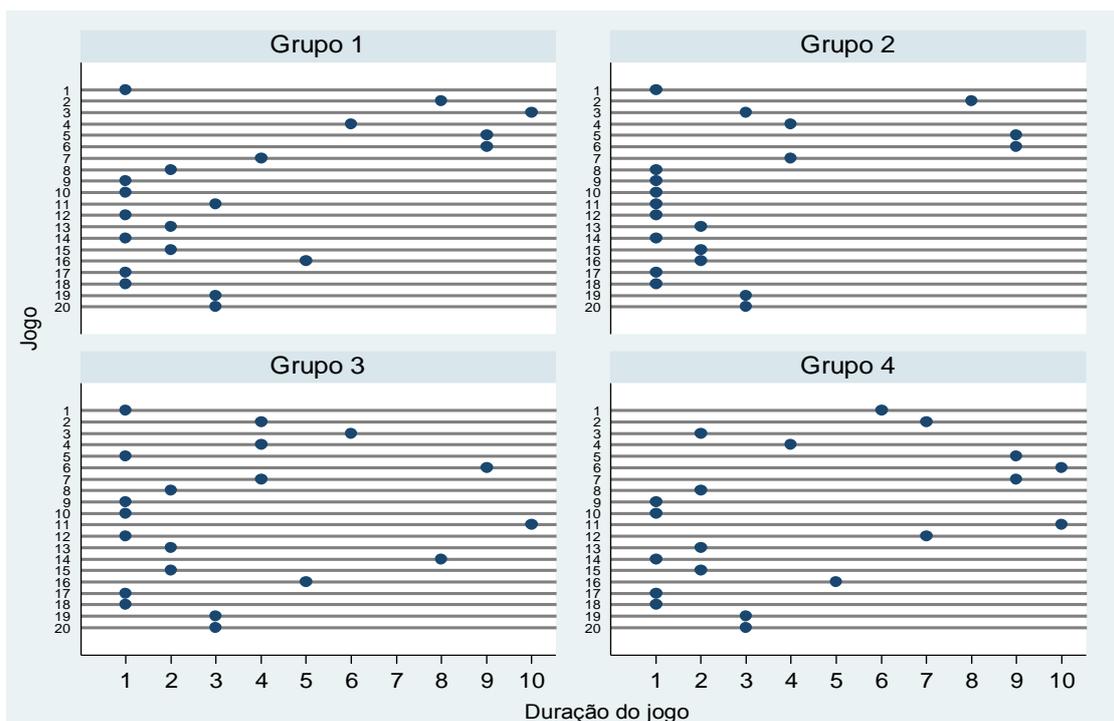


5.1.2. Sessão n=3

Nesta sessão 12 indivíduos são agrupados três a três, formando assim quatro grupos de 3 jogadores. Neste tratamento foram também registadas 20 repetições perante as mesmas condições de incerteza e dimensão temporal. Conforme já referido, obtém-se desta forma uma maior quantidade de dados e podem-se explorar possíveis efeitos de aprendizagem ou de ordem por parte dos jogadores. Neste caso, e conforme já referido, seria de esperar no início da experiência uma menor apropriação e maior duração dos jogos e no final uma maior

apropriação e menor duração. Para compreender se estes efeitos estão presentes nos dados recolhidos, analisa-se o comportamento dos 4 grupos perante os 20 jogos e respetivos 10 períodos de duração de cada jogo, como apresenta a Figura 7.

Figura 7 - Comportamento dos jogadores na sessão 3



Verifica-se que o comportamento dos jogadores não apresenta um padrão definido, refutando a ideia da existência de efeitos de aprendizagem e de ordem. Nas tabelas seguintes mostram os jogos realizados por período e os seus resultados de apropriação, para cada grupo. Pela Tabela 15 constatamos que a duração mediana dos jogos é de 2 períodos, isto é, mais de 50% do total dos jogos terminam no 2º período, com uma duração média de 4 períodos.

Tabela 15 - Número de jogos e sua duração

Duração	Grupos				TOTAL	%
	G1	G2	G3	G4		
1	7	9	7	5	28	35.0
2	3	3	3	4	13	16.3
3	3	3	2	2	10	12.5
4	1	2	3	1	7	8.8
5	1	0	1	1	3	3.8
6	1	0	1	1	3	3.8
7	0	0	0	2	2	2.5
8	1	1	1	0	3	3.8
9	2	2	1	2	7	8.8
10	1	0	1	2	4	5.0
Mediana	3	2	3	3	2	
Média	4	3	3	4	4	
Variância	3	3	3	3	3	

Nota: A coluna % indica a percentagem de jogos com a respetiva duração em relação ao total de jogos realizados no mesmo contexto.

A tabela 16 sintetiza a sessão, mostrando os montantes de apropriação dos grupos nos jogos que duraram apenas um período (35% dos jogos) e que correspondem a uma média de apropriação de 458 unidades do recurso. Olhando para as previsões teóricas, os valores de apropriação, são nestes jogos superiores às 270 unidades previstas quer pelo SO, quer pelo SPNE. Já a média dos pedidos para jogos com mais do que um período (65% dos jogos) corresponde a 412 unidades do recurso.

Tabela 16 - Síntese da sessão n=3: pedidos

Duração = 1		Duração > 1	
Média	457.85	Média	411.87
Desvio-padrão	80.08	Desvio-padrão	88.44
Mínimo	300	Mínimo	225
Máximo	605	Máximo	630

Na tabela 17 são apresentadas as médias dos pedidos dos jogadores ao longo dos períodos e respetivo desvio-padrão. De acordo com as previsões teóricas anteriormente apresentadas, o ótimo social para grupos de três elementos era alcançado quando o valor pedido por cada jogador era igual a 90 unidades do recurso, ou seja, 270 unidades requeridas pelo grupo e assim, a sua probabilidade de passar para o período seguinte do mesmo jogo era de 100%. Novamente se verifica que, dado o montante requerido ser superior às previsões teóricas e a probabilidade de continuar o jogo estar relacionada com a apropriação, a continuidade do jogo diminui (ou termina o jogo), indicando assim um consumo abusivo (ou mesmo a sua deterioração).

Tabela 17 - Média das apropriações dos indivíduos por período e duração

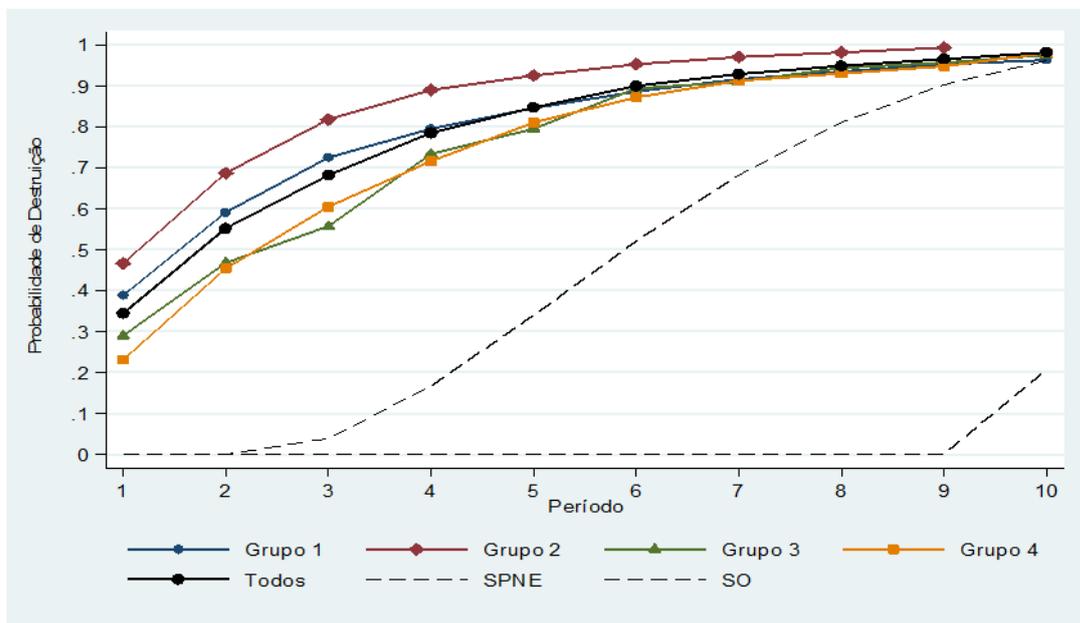
Duração	Período									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	458 (81)									
2	451 (64)	471 (39)								
3	433 (103)	420 (77)	442 (60)							
4	402 (121)	424 (56)	405 (94)	527 (144)						
5	397 (74)	421 (36)	388 (38)	393 (35)	402 (28)					
6	408 (80)	388 (10)	389 (16)	369 (46)	454 (59)	573 (194)				
7	425 (106)	375 (21)	455 (64)	478 (18)	488 (25)	444 (79)	504 (72)			
8	288 (23)	346 (25)	333 (38)	375 (31)	347 (23)	359 (55)	410 (28)	375 (22)		
9	434 (34)	404 (46)	403 (66)	401 (38)	369 (46)	437 (66)	398 (64)	439 (75)	444 (77)	
10	311 (65)	320 (61)	356 (31)	330 (23)	370 (44)	360 (50)	339 (33)	359 (24)	362 (30)	486 (96)
Total	428 (89)	416 (65)	403 (67)	420 (100)	402 (55)	430 (110)	399 (69)	402 (65)	414 (74)	486 (96)

Nota: Desvio-Padrão indicado entre parênteses.

A Figura 8 mostra a probabilidade de destruição do recurso de cada grupo e o considerado SO e SPNE. De acordo com as previsões teóricas para o ótimo social relativamente à apropriação do recurso, a probabilidade de destruição para jogos com três indivíduos por

grupo é de 0% até ao período 9 e aumenta no último período para 20.65% $((1-0.7935) \times 100)$. Já para SPNE, a probabilidade de destruição do recurso é de 0% apenas nos dois primeiros períodos de jogo, aumentando até 95.98% antes do último período de jogo. Observando o equilíbrio socialmente ótimo e o equilíbrio de SPNE, verifica-se que os grupos têm um comportamento desviante do previsto, com probabilidades de destruição maiores do que o esperado.

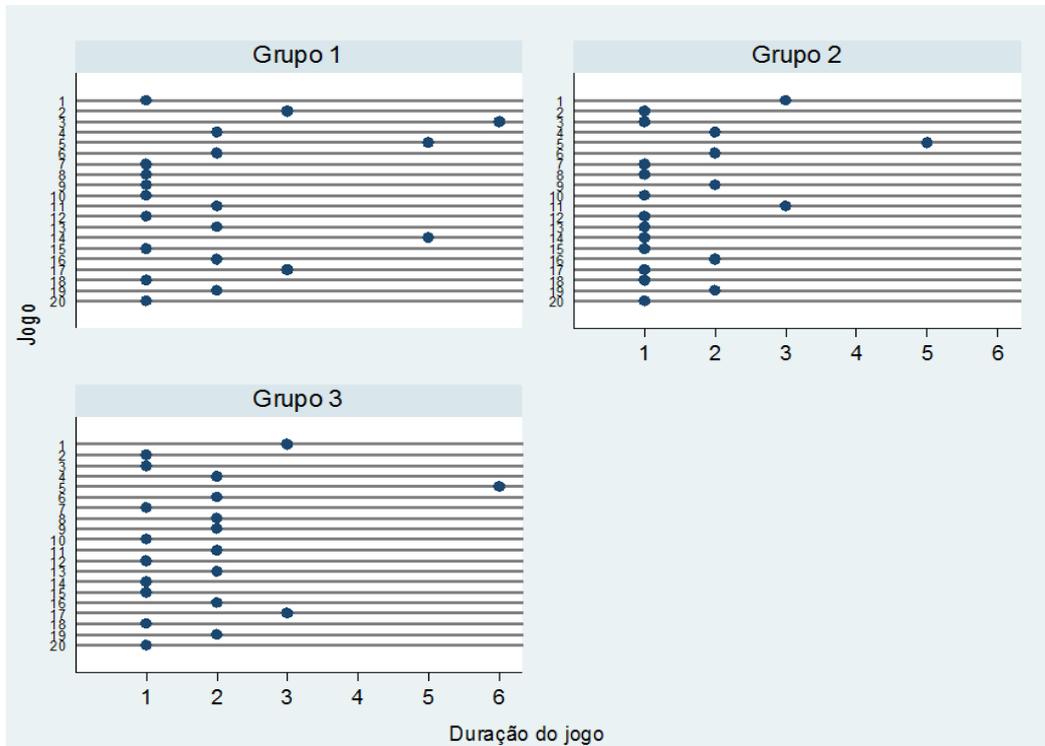
Figura 8 - Probabilidade de destruição do recurso por período e por grupo



5.1.3. Sessão n=6

Para esta sessão são analisados 18 indivíduos que jogam o jogo estocástico e dinâmico definido anteriormente. Os jogadores são agrupados em três grupos de seis elementos cada e jogam 10 períodos com 20 repetições estacionárias, isto é, 20 repetições perante as mesmas condições de incerteza e dimensão temporal. Para compreender se efeitos de aprendizagem estão presentes nos dados recolhidos, analisa-se o comportamento dos grupos perante os 20 jogos e respetivos 10 períodos de duração de cada jogo, como apresentado na Figura 9.

Figura 9 - Comportamento dos jogadores na sessão n=6



Verifica-se que o comportamento dos jogadores não apresenta qualquer padrão, refutando a ideia da existência de efeitos de aprendizagem.

Os resultados apresentados na tabela 18 apresentam a duração dos jogos executados por cada grupo. Verifica-se que a duração média dos jogos é de 2 períodos e a duração mediana é de 2 períodos. Tal como se pode observar, nenhum dos grupos adota uma decisão conservadora, reduzindo assim a sua permanência no jogo e da mesma forma demonstrando que o *stock* do recurso é deteriorado.

Tabela 18 - Número de jogos e sua duração

Duração	Grupos			TOTAL	%
	G1	G2	G3		
1	9	12	9	30	50.0
2	6	5	8	19	32.0
3	2	2	2	6	10.0
5	2	1	0	3	5.0
6	1	0	1	2	3.3
Mediana	2	1	2	2	
Média	2	2	2	2	
Variância	2	1	1	1	

Nota: A coluna % indica a percentagem de jogos com a respetiva duração em relação ao total de jogos realizados no mesmo contexto.

A tabela 19 mostra os montantes de apropriação dos grupos nos jogos que duraram apenas um período e que correspondem em média à apropriação de 562 unidades e ao fim de 50% dos jogos. Desta forma verifica-se que estes pedidos estão negativamente associados à duração do jogo. Já quanto à média de pedidos para jogos com mais do que um período, esta corresponde a 435 unidades do recurso requeridas.

Tabela 19 - Síntese da sessão n=6: pedidos

Duração = 1		Duração > 1	
Média	561.93	Média	435.1
Desvio-padrão	82.93	Desvio-padrão	95.54
Mínimo	413	Mínimo	235
Máximo	742	Máximo	590

Na tabela 20 são apresentadas as médias dos pedidos dos grupos ao longo dos períodos e respetivos desvios-padrão. De acordo com as previsões teóricas anteriormente apresentadas, o ótimo social era alcançado quando o pedido dos grupos era igual a 270 unidades e assim a sua probabilidade de passar para outro período era de 100%. Neste tratamento, os jogadores afastam-se daquele que seria considerado o ótimo social pois o seu pedido ultrapassou o

valor do recurso, o que diminuiu a sua probabilidade de passar a um período seguinte e implicou o esgotamento do recurso.

Tal como referido, para que o grupo escolhesse o ótimo social, a sua decisão estaria situada na apropriação de 270 unidades, no entanto, tal como se verifica pelos resultados abaixo, os pedidos dos grupos, em média, ultrapassaram a decisão ótima.

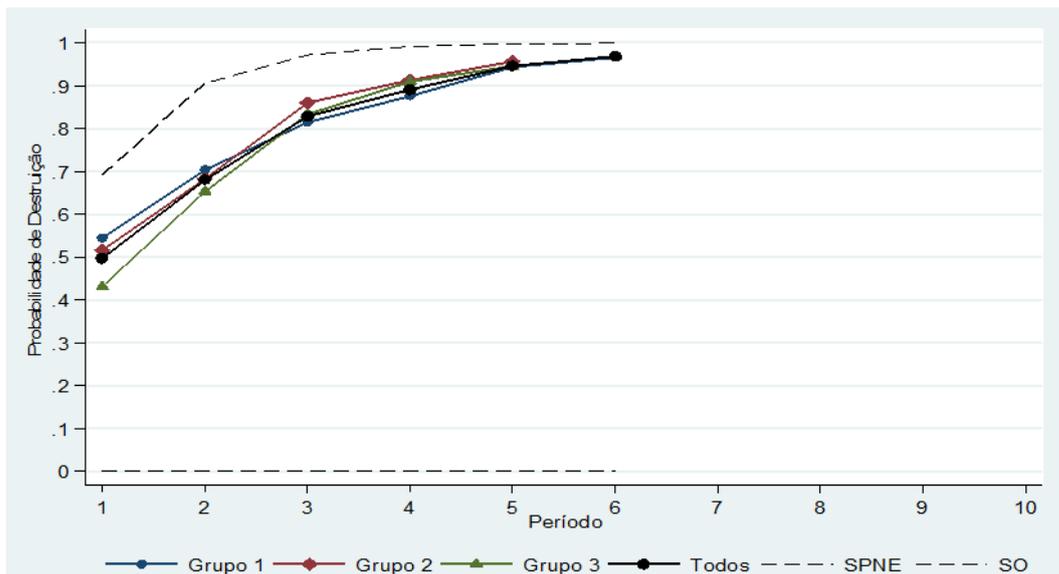
Tabela 20 - Média das apropriações dos indivíduos por período e duração

Duração	Período					
	1	2	3	4	5	6
1	562 (83)					
2	454 (95)	468 (78)				
3	426 (108)	413 (80)	549 (112)			
5	402 (97)	369 (16)	448 (67)	435 (18)	567 (95)	
6	330 (8)	317 (4)	334 (107)	438 (60)	407 (64)	454 (8)
Total	499 (110)	437 (85)	483 (126)	436 (33)	503 (115)	454 (8)

Nota: Desvio-Padrão indicado entre parênteses.

A Figura 10 mostra a probabilidade de destruição do recurso de cada grupo e o considerado ótimo e Nash. De acordo com as previsões teóricas, para o ótimo social no que toca à apropriação do recurso, a probabilidade de destruição para jogos com seis indivíduos num grupo é de 0% até ao período 9 e aumenta no último período para 20.65% $((1-0.7935) \times 100)$. Relativamente às previsões para o equilíbrio de SPNE, a probabilidade de destruição do recurso ronda os 99.98% para os últimos períodos. Ainda que com pequenas variações comportamentais entre os grupos, verifica-se que, neste tratamento, os grupos têm um comportamento muito próximo do SPNE e que nenhum grupo em nenhum jogo conseguiu preservar o recurso por mais de 6 períodos.

Figura 10 - Probabilidade de destruição do recurso por grupo e por período



5.2. Análise Comparativa com Previsões Teóricas

Nesta secção os dados recolhidos são analisados através da estatística Z Wald. Este teste estatístico torna-se pertinente uma vez que os dados recolhidos são em painel.

5.2.1. Sessão n=1

Na Tabela 21 reporta-se o resultado de um teste estatístico entre os valores requeridos pelos jogadores (Robs) e os valores teoricamente previstos (RSO para valores da solução de ótimo social). Utilizando o Wald Z pode-se verificar que as diferenças médias entre os pedidos observados e as previsões teóricas de SO são, para o primeiro período dos jogos com uma duração superior a um período, de aproximadamente 9.5 unidades. Este valor não é

estatisticamente significativo a um nível de significância de 5%, o que permite concluir que não é rejeitada a hipótese nula de que a diferença é igual a zero.

Tabela 21 - Análise estatística de diferenças entre valores observados e previstos

		Coeficiente	Erro Padrão	Wald Z	p-value	Intervalo de Confiança 95%	
						Inferior	Superior
Duração > 1 (P=1)	R _{OBS} - R _{SO}	9.527	5.0379	1.89	0.059	-0.347	19.401
Todos os períodos	R _{OBS} - R _{SO}	32.589	3.663	8.9	0.000	25.411	39.768

Relativamente a todos os períodos dos jogos, verifica-se que a diferença média entre os valores observados e os valores médios de SO registam uma diferença de 32 unidades do recurso, isto é, a apropriação é superior em 32.6 unidades à previsão teórica do ótimo social, sendo estatisticamente significativa, rejeitando assim a hipótese nula de que as diferenças são iguais a zero. Este facto pode-se explicar pela existência de jogos com uma duração curta.

Resultado 1: Mesmo sem incerteza estratégica, os indivíduos não conseguem otimizar o problema de apropriação. No entanto, o comportamento de apropriação dos indivíduos não se afasta muito do ótimo social em termos de magnitude numérica.

5.2.2. Sessão n=3

Focando a atenção na Tabela 22, pode-se analisar os resultados de um teste estatístico entre os valores requeridos pelos jogadores (R_{OBS}) e os valores obtidos com as previsões teóricas.

Tabela 22 - Análise estatística de diferenças entre valores observados e previstos

		Coeficiente	Erro Padrão	Wald Z	p-value	Intervalo de Confiança 95%	
						Inferior	Superior
Duração =1 (P=1) ⁷	$R_{OBS} - R_{SO}$	187.857	30.319	6.20	0.000	128.433	247.281
Duração > 1	$R_{OBS} - R_{SO}$	141.865	20.138	7.04	0.000	102.396	181.335
Todos os Períodos	$R_{OBS} - R_{SPNE}$	92.483	16.878	5.48	0.000	59.402	125.563
	$R_{OBS} - R_{SO}$	145.762	14.087	10.35	0.000	118.153	173.371
	$\Delta = \left \frac{R_{OBS} - R_{SPNE}}{R_{OBS} - R_{SO}} \right $	0.635	0.057	11.20	0.000	0.523	0.745

Pela análise da tabela, verifica-se que as diferenças médias, para jogos que duraram apenas um período, entre os pedidos observados e as previsões teóricas de SO são de aproximadamente 188 unidades e, para o primeiro período dos jogos com mais que um período de duração, a diferença é de aproximadamente 142 unidades. Verifica-se que a apropriação observada é superior à apropriação teoricamente prevista. Relativamente a todos os períodos do jogo, as diferenças médias indicam que a apropriação foi inferior quanto ao SPNE (92.5) quando comparado com o socialmente ótimo (145.8). Todas estas diferenças são estatisticamente significativas, o que permite rejeitar a hipótese nula de que a diferença é igual a zero.

Para analisar a relação dos desvios observados dos pedidos relativamente aos pedidos de equilíbrio utilizou-se o método delta (Oehlert 1992) para calcular o erro padrão e o intervalo de confiança a 95% do valor absoluto da diferença estimada entre os pedidos observados e

⁷ Os valores das diferenças médias observadas e das diferenças médias previstas são iguais em SPNE e SO pelo que os valores são os mesmos.

os respectivos equilíbrios para todos os períodos em análise. O valor do rácio é inferior a 1, pelo que se verifica uma proximidade com a trajetória de SPNE. Uma vez que o intervalo de confiança não inclui o valor unitário, prova-se que estão mais perto de SPNE do que de SO, rejeitando a hipótese de que as diferenças são iguais.

Resultado 2: Inserindo incerteza estratégica, verifica-se que a apropriação do recurso é maior, o que influencia a existência do recurso no seu meio. Em particular, verifica-se que a apropriação do recurso está mais próxima do previsto pelo SPNE do que pelo SO.

5.2.3. Sessão n=6

A Tabela 23 apresenta os resultados da análise inferencial às diferenças entre os pedidos observados e os previstos pelo SPNE e SO.

Tabela 23 -Análise estatística de diferenças entre valores observados e previstos

		Coeficiente	Erro Padrão	Wald Z	P-value	Intervalo de Confiança 95%	
						Inferior	Superior
Duração = 1	$R_{OBS} - R_{SPNE}$	-26.459	24.601	-1.08	0.282	-74.676	21.759
	$R_{OBS}-R_{SO}$	291.933	24.601	11.87	0.000	243.716	340.151
	$\Delta = \left \frac{R_{OBS} - R_{SPNE}}{R_{OBS} - R_{SO}} \right $	0.091	0.092	0.99	0.324	-0.089	0.271
Duração > 1 (P=1)	$R_{OBS} - R_{SPNE}$	-153.292	21.334	-7.19	0.000	-195.106	-111.477
	$R_{OBS}-R_{SO}$	165.1	21.334	7.74	0.000	123.286	206.914
	$\Delta = \left \frac{R_{OBS} - R_{SPNE}}{R_{OBS} - R_{SO}} \right $	0.928	0.249	3.73	0.000	0.440	1.417
Todos os Períodos	$R_{OBS} - R_{SPNE}$	-111.193	6.102	-18.22	0.000	-123.152	-99.234
	$R_{OBS}-R_{SO}$	207.354	6.095	34.02	0.000	195.408	219.3
	$\Delta = \left \frac{R_{OBS} - R_{SPNE}}{R_{OBS} - R_{SO}} \right $	0.536	0.045	11.87	0.000	0.448	0.625

Pela análise dos resultados nesta tabela, verifica-se que a média dos pedidos dos grupos, para jogos que terminam no primeiro período, está acima dos valores ótimos em 292 unidades e a média dos pedidos observados é inferior à média dos valores de SPNE em 26 unidades, não sendo esta uma diferença estatisticamente significativa. Para o primeiro período dos jogos que duraram mais do que um período, os pedidos estão 154 unidades abaixo das previsões de SPNE e 165 unidades acima do SO, sendo estatisticamente significativo, isto é, rejeitando a hipótese nula de que as diferenças são iguais. Este mesmo comportamento é observado quando se consideram os pedidos feitos em todos os períodos de todos os jogos. Os resultados na última linha da tabela indicam ainda que o comportamento dos grupos está mais próximo do previsto pelo SPNE do que pelo SO.

Resultado 3: Aumentando o grau de incerteza estratégica, verifica-se que a apropriação é ainda maior, afastando-se ainda mais do SO, e o recurso é destruído em menos períodos do jogo.

5.3. Comparação entre Tratamentos

Depois da análise da literatura revista, seria de esperar que, com incerteza relativamente às decisões dos outros elementos os grupos com mais elementos tivessem um comportamento mais desviante do comportamento socialmente ótimo quando comparados com grupos mais pequenos.

(pediu para colocar como hipóteses e resultados: uma vez que a minha hipótese é testar incerteza estratégica, adicionei isto:) Para observar o comportamento dos jogadores da experiência e testar como é que a sua ação é afetada pelos outros elementos procede-se a uma avaliação geral através da análise das diferenças entre sessões relativamente às probabilidades de destruição, aos montantes pedidos e à duração das sessões. De seguida comparam-se as probabilidades de destruição do recurso entre tratamento, para jogos cuja duração foi igual a um período e jogos cuja duração foi maior que um período. Como variável dependente utiliza-se a probabilidade, limitada entre 0 e 1, e como estimativa dos efeitos do tratamento utiliza-se a especificação desenvolvida por Papke & Wooldridge

(1996) para as variáveis fracionárias dependentes. Relativamente à especificação utilizada, esta é não-linear, o que consiste em gerar previsões delimitadas entre 0 e 1, através de uma função logística onde o valor associado à variável de tratamento não mede diretamente o efeito sobre o valor médio da variável dependente.

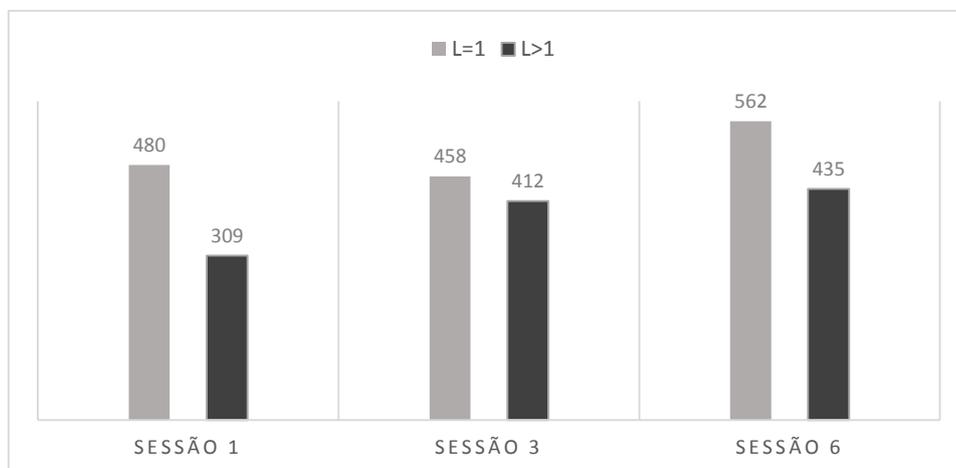
Para simplificar a interpretação dos dados, os coeficientes da Tabela 29 correspondem aos efeitos marginais de uma mudança discreta na variável explicativa, tomando o valor unitário para a sessão correspondente e o valor zero para as restantes sessões, isto é, a variável DIM 1 toma o valor unitário para os dados relativos à sessão $n=1$; DIM 3 toma o valor unitário para os dados relativos à sessão $n=3$; e, DIM 6 toma o valor unitário para os dados relativos à sessão $n=6$.

5.3.1. Análise Geral

A Figura 11 mostra a média dos pedidos dos jogadores nas diferentes sessões. Para cada sessão, a média dos montantes requeridos é discriminada relativamente à duração dos jogos, isto é, jogos com duração de 1 período ($L=1$) e com mais do que um período ($L>1$).

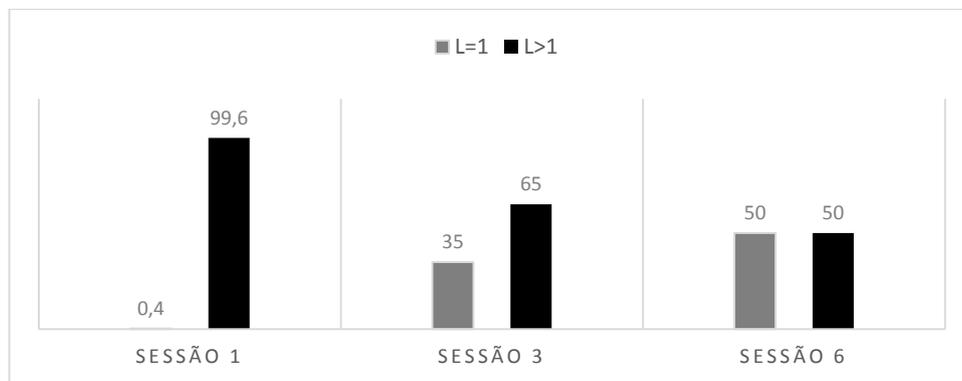
Verifica-se que a apropriação é maior quando os grupos têm mais elementos, o que segue a linha da literatura revista.

Figura 11 - Pedidos médios por sessão



Quando se analisa a duração de jogos com mais do que um período, estes apresentam uma relação inversa com o número de elementos dos grupos. Isto é, os jogos com um indivíduo e com uma duração superior a um período corresponde a 99.6% dos jogos, seguidos dos jogos com grupos de três elementos com 65%, e dos jogos com grupos de seis elementos, com 50%. Relativamente a jogos que duraram apenas um período, os resultados indicam uma relação direta entre o número de elementos do grupo e o fim do jogo: a sessão de jogos $n=1$ que termina no primeiro período apresenta uma percentagem de 0.4%, a sessão com grupos de três corresponde a 35% e a sessão com grupos de seis, 50% (Figura 12).

Figura 12 - Duração dos jogos de acordo com os períodos jogados, por sessão



Quanto à probabilidade média de destruição do recurso comum por sessão, verifica-se que o número de elementos do grupo está inversamente relacionado com o número de períodos jogados, isto é, quanto menor a dimensão do grupo, maior a sua capacidade de jogar mais períodos.

Resultado 4: O grau de incerteza estratégica está positivamente relacionado com maior apropriação do recurso e assim com a durabilidade dos jogos e maior probabilidade de destruição do recurso.

5.3.2. Análise Estatística Comparativa

(pediu para explicar o efeito de análise de dados oposta: acho q se entende q é o oposto, n acrescentei nada)

Estimando um modelo binomial negativo⁸, controlado pelos jogos, períodos e pela natureza em painel dos dados, e fazendo a diferença entre DIM 3 e DIM 6 podem retirar-se ilações sobre a duração das sessões. Comparando a sessão n=3 e n=6 com a sessão n=1, a sessão

Tabela 24 - Duração dos jogos

Duração	Coeficiente	Desvio-Padrão	Wald Z	p> Z	Intervalo de Confiança 95%	
					Inferior	Superior
DIM 3	-0.045	0.006	-7.15	0.000	-0.057	-0.032
DIM 6	-0.194	0.023	-8.32	0.000	-0.024	-0.148
IGame 2	-0.008	0.012	-0.62	0.533	-0.032	0.017
IGame 3	0.013	0.006	2.23	0.026	0.002	0.024
IGame 4	-0.012	0.011	-1.06	0.288	-0.034	0.010
IGame 5	0.010	0.011	0.93	0.352	-0.011	0.030
IGame 6	0.016	0.007	2.29	0.022	0.002	0.030
IGame 7	0.007	0.006	1.24	0.215	-0.004	0.012
IGame 8	0.001	0.006	0.10	0.920	-0.011	0.012
IGame 9	0.001	0.006	0.18	0.857	-0.010	0.012
IGame 10	0.002	0.004	0.48	0.632	-0.006	0.010
IGame 11	0.009	0.008	1.09	0.274	-0.007	0.024
IGame 12	0.010	0.005	1.87	0.061	-0.001	0.020
IGame 13	0.001	0.007	0.08	0.936	-0.014	0.015
IGame 14	-0.025	0.014	-1.82	0.069	-0.052	0.020
IGame 15	0.007	0.005	1.21	0.227	-0.004	0.017
IGame 16	0.008	0.005	1.69	0.091	-0.001	0.017
IGame 17	0.010	0.005	2.15	0.032	0.001	0.019
IGame 18	0.009	0.005	1.92	0.055	-0.000	0.019
IGame 19	0.000	0.006	0.04	0.970	-0.012	0.012
IGame 20	0.006	0.005	1.31	0.190	-0.003	0.015
IPeriod 2	0.010	0.004	2.27	0.023	0.001	0.018
IPeriod 3	0.020	0.006	3.06	0.002	0.007	0.033
IPeriod 4	0.025	0.008	3.25	0.001	0.010	0.040
IPeriod 5	0.028	0.008	3.37	0.001	0.012	0.044
IPeriod 6	0.028	0.008	3.38	0.001	0.012	0.044
IPeriod 7	0.028	0.008	3.39	0.001	0.012	0.044
IPeriod 8	0.029	0.008	3.42	0.001	0.012	0.045
IPeriod 9	0.029	0.008	3.62	0.000	0.014	0.045
IPeriod 10	0.029	0.008	3.70	0.000	0.014	0.045
cons	-0.131	0.009	-14.59	0.000	-0.148	-0.113

⁸ Os dados foram testados relativamente à equidispersão tendo-se concluído que os dados são sobredispersos pelo que se apresentam os resultados do modelo binomial negativo que acomoda esta sobredispersão.

n=1 foi a que durou mais, ficando de seguida a sessão n=3 (-0.045) e por último, tal como esperado, a sessão n=6 (-0.194).

No sentido de verificar se os efeitos de DIM 3 e DIM 6 são ou não estatisticamente iguais, foi realizado um teste à combinação linear dos seus coeficientes cujos resultados se apresentam na Tabela 25. Verifica-se uma diferença de 0.149 unidades, sendo estatisticamente significativa para níveis convencionais de 5% de significância. O intervalo de confiança não engloba o valor zero pelo que se pode rejeitar a hipótese nula de que as diferenças de duração das sessões 3 e 6 são iguais. Isto significa que a sessão 3 teve duração estatisticamente superior à sessão 6.

Tabela 25 - Combinação linear da duração dos jogos

Duração	Coeficiente	Erro-Padrão	Wald Z	P> z	Intervalo de Confiança a	
					95% Inferior	Superior
DIM 3 – DIM 6	0.149	0.024	6.35	0.000	0.103	0.196

Observando os montantes de apropriação dos grupos e linearizando os montantes requeridos ao longo dos jogos, no sentido de não existirem estimativas negativas quanto aos pedidos, compara-se a apropriação da sessão n=1 com as apropriações da sessão n=3 e sessão n=6 (Tabela 26). Verifica-se um coeficiente positivo e crescente com o aumento da incerteza estratégica, o que indica um aumento dos pedidos dos jogadores, como seria de esperar.

Tabela 26 - Logaritmo dos pedidos do grupo

LN (R)	Coeficiente	Desvio-Padrão	Wald Z	p> Z	Intervalo de Confiança 95%	
					Inferior	Superior
DIM 3	0.364	0.017	21.72	0.000	0.331	0.397
DIM 6	0.511	0.026	19.92	0.000	0.461	0.562
IGame 2	-0.096	0.034	-2.78	0.005	-0.164	-0.028
IGame 3	-0.042	0.032	-1.30	0.192	-0.103	0.021
IGame 4	-0.138	0.035	-3.97	0.000	-0.206	-0.070
IGame 5	-0.112	0.034	-3.29	0.001	-0.179	-0.045
IGame 6	-0.065	0.032	-2.03	0.042	-0.128	-0.002
IGame 7	-0.033	0.032	-1.04	0.299	-0.096	0.030
IGame 8	-0.016	0.034	-0.47	0.637	-0.082	0.050
IGame 9	-0.004	0.034	-0.11	0.914	-0.069	-0.062
IGame 10	-0.016	0.034	-0.49	0.627	-0.083	0.050
IGame 11	-0.099	0.033	-3.08	0.002	-0.163	-0.036
IGame 12	-0.023	0.033	-0.71	0.478	-0.087	0.041
IGame 13	-0.001	0.034	-0.02	0.982	-0.068	0.066
IGame 14	-0.046	0.038	-1.21	0.225	-0.119	0.028
IGame 15	-0.069	0.032	-2.11	0.035	-0.132	-0.005
IGame 16	-0.047	0.032	-1.48	0.138	-0.110	0.015
IGame 17	-0.025	0.033	-0.76	0.448	-0.089	0.039
IGame 18	-0.032	0.033	-1.00	0.316	-0.096	0.031
IGame 19	-0.003	0.033	-0.08	0.937	-0.067	0.062
IGame 20	-0.007	0.032	-0.23	0.819	-0.071	0.056
IPeriod 2	0.046	0.019	2.37	0.018	0.007	0.083
IPeriod 3	0.053	0.020	2.61	0.009	0.013	0.094
IPeriod 4	0.056	0.021	2.63	0.009	0.014	0.098
IPeriod 5	0.057	0.022	2.62	0.009	0.014	0.099
IPeriod 6	0.067	0.022	3.06	0.002	0.024	0.111
IPeriod 7	0.066	0.022	2.94	0.003	0.022	0.110
IPeriod 8	0.106	0.023	4.63	0.000	0.061	0.150
IPeriod 9	0.489	0.024	8.03	0.000	0.143	0.236
IPeriod 10	0.375	0.025	14.92	0.000	0.326	0.425
cons	5.600	0.029	210.61	0.000	5.607	5.713

Pelo teste à igualdade dos coeficientes de DIM 3 e DIM 6, apresentado na Tabela 27, verifica-se que os pedidos dos grupos na sessão n=3 foram estatisticamente significativamente inferiores aos da sessão n=6.

Tabela 27 - Combinação linear do logaritmo dos pedidos dos grupos (DIM3-DIM6)

Ln R	Coeficiente	Desvio-Padrão	Wald Z	P-Value	Intervalo de Confiança 95%	
					Inferior	Superior
DIM3 – DIM6	-0.148	0.029	-5.18	0.000	-0.204	-0.092

Tal como realizado na secção anterior, utiliza-se também aqui o método de delta para comparar o comportamento dos grupos em cada sessão relativamente ao previsto pelo comportamento socialmente ótimo, utilizando os dados para todos os jogos e períodos.

Tabela 28 - Diferenças entre valores observados e socialmente ótimos

Variável	Coeficiente	Erro Padrão	Wald Z	p-value	Intervalo de Confiança 95%	
					Inferior	Superior
$\Delta = \left \frac{R.OBS - R.SO(s1)}{R.OBS - R.SO(s3)} \right $	0.224	0.034	6.62	0.000	0.157	0.290
$\Delta = \left \frac{R.OBS - R.SO(s1)}{R.OBS - R.SO(s6)} \right $	0.157	0.019	8.13	0.000	0.119	0.195
$\Delta = \left \frac{R.OBS - R.SO(s3)}{R.OBS - R.SO(s6)} \right $	0.703	0.066	10.63	0.000	0.573	0.833

Como se observa pelos resultados obtidos nas primeira e segunda linhas da Tabela 28, o comportamento dos indivíduos na sessão n=1 foi estatisticamente significativamente mais próxima do previsto pelo socialmente ótimo do que o comportamento dos grupos nas sessões n=3 e n=6, respetivamente. Os resultados apresentados na última linha da Tabela 28 revelam que o comportamento dos grupos na sessão n=3 esteve estatisticamente mais próximo do comportamento socialmente ótimo do que o comportamento dos grupos na sessão n=6.

Na sequência da estimação do modelo desenvolvido por Papke & Wooldridge (1996), a tabela 29 mostra os efeitos marginais das sessões nas probabilidades de destruição do recurso, considerando os dados para todos os jogos e todos os períodos.

Tabela 29 - Efeitos marginais das sessões sobre a probabilidade de destruição

Sessão Omitida	Variável	Coeficiente	Erro Padrão	Wald Z	p-value	Intervalo de Confiança 95%	
						Inferior	Superior
N=3	DIM 1	-0.234	0.013	-18.59	0.000	-0.258	-0.209
	DIM 6	0.070	0.015	4.59	0.000	0.040	0.099
N=1	DIM 3	0.244	0.013	18.28	0.000	0.218	0.267
	DIM 6	0.392	0.022	18.04	0.000	0.349	0.435

Nota: Os efeitos de DIM 1 e DIM 3 deveriam ser exatamente simétricos, o que não ocorre devido a arredondamentos sucessivos no cálculo de efeitos marginais.

No topo da Tabela 29 apresentam-se os resultados relativos à comparação entre os efeitos da DIM 1 e da DIM 6 com a DIM 3 (categoria omitida). Os resultados mostram que a probabilidade de destruição do recurso é, na sessão com n=1, inferior em 23.4 pontos percentuais à ocorrida na sessão n=3, e na sessão n=6, superior em 7.0 pontos percentuais à ocorrida na sessão com n=3.

Os resultados do fundo da tabela mostram que a probabilidade de destruição do recurso é, na sessão com n=6, superior em 39.2 pontos percentuais à ocorrida na sessão com n=1.

No seu conjunto, estes resultados conferem suporte estatístico ao Resultado 4 anteriormente apresentado.

6. Conclusão

A degradação dos ecossistemas é reconhecida como uma das grandes ameaças à humanidade, e um dos principais fatores dessa degradação é a sobre exploração dos recursos comuns pelos agentes da sociedade. Surge assim como natural o estudo do uso, gestão e sustentabilidade de recursos comuns, tema que se tornou central também na esfera da economia.

Efetivamente estas preocupações despoletaram um *crescendum* de estudos experimentais, conforme constatamos pela análise bibliográfica efetuada na secção 2.2. Os resultados obtidos pela literatura existente neste domínio permitem avaliar questões de equidade (apropriação e contribuição equânime), eficiência (otimização) e sustentabilidade (resultados a longo prazo). Nesta literatura destaca-se o estudo da forma como os indivíduos decidem perante diferentes contextos, incluindo diferentes graus de incerteza ambiental e estratégica, interdependência temporal, entre outros.

Conforme discutido na secção 2.3, relativamente à incerteza estratégica, a literatura base sugere a existência de uma relação positiva entre a incerteza estratégica (social) e as apropriações/pedidos de um recurso de comum acesso, o que é consistente com as previsões pessimistas de excesso de consumo teoricamente previstas (e.g. Gordon de 1954; Hardin 1968). No entanto, pela revisão de literatura efetuada, constatamos que este aspeto não está suficientemente explorado empiricamente.

Esta tese pretende adicionar conhecimento nesta esfera, investigando em específico se a relação positiva entre a incerteza estratégica (social) e os pedidos de um recurso comum se verifica empiricamente e se esta continua a ser observada quando se considera incerteza ambiental e interdependência no tempo. Como identificado no capítulo 1, nesta tese abordam-se duas questões principais: (1) como é que os indivíduos se comportam, ao longo do tempo, em condições de apropriação de recursos de acesso comum em situações em que existe incerteza ambiental e estratégica, e como esse comportamento se compara relativamente às previsões teóricas, e (2) é o comportamento dos indivíduos sensível a diferentes níveis de níveis de incerteza estratégica? Para dar resposta a estas questões recorreu-se à metodologia da economia experimental, usando um modelo teórico estratégico,

dinâmico e estocástico, centrado nos efeitos da incerteza estratégica perante dilemas sociais de recursos comuns, num contexto de interdependência temporal e de incerteza ambiental. Comparando as previsões teóricas e os resultados empíricos, verificamos que nenhum dos grupos consegue realmente resolver o problema de otimização proposto, ou seja, nenhum grupo se aproxima da solução socialmente desejável. Mesmo na ausência de incerteza estratégica, isto é, quando há apenas um indivíduo a decidir sobre o recurso, as decisões deste não seguem o ótimo social teoricamente esperado. Este facto revela a dificuldade dos indivíduos decidirem sobre o uso de recursos em contextos de interdependência temporal e incerteza ambiental.

Constatamos que a inserção de incerteza piorou os resultados. No entanto, observamos que a incerteza estratégica não prejudicou demasiado os resultados no caso de grupos mais pequenos, isto é, no nosso caso, os grupos com três elementos. Estes grupos ($n=3$), embora revelassem uma maior apropriação do que os jogos com um elemento, conseguiram, algumas vezes, preservar o recurso. No tratamento com maior grau de incerteza estratégica, com grupos de seis elementos, o comportamento revelou-se significativamente menos eficiente relativamente aos grupos anteriores. Os grupos neste tratamento destruíram o recurso muito rapidamente.

Desta forma confirmamos a relação positiva entre a incerteza estratégica (social) e os pedidos de um recurso de acesso comum, mesmo quando se considera incerteza ambiental e interdependência no tempo. Este resultado perspectiva que, na ausência de limites, por quantos mais agentes for partilhado um recurso, maior será a probabilidade de destruição rápida do mesmo. É importante, no entanto, notar que, ainda que com menores níveis de apropriação do recurso, os grupos constituídos por 3 elementos revelam um comportamento acima do previsto pelo respetivo equilíbrio de SPNE, ao passo que os grupos constituídos por 6 elementos revelam um comportamento abaixo do previsto pelo respetivo equilíbrio de SPNE. Assim, seria oportuno analisar o ponto onde esta ação se reverte, analisando por exemplo, grupos de 4, 5 ou mais de 6 elementos e comparando os resultados como feito, por exemplo, por Issac & Walker (1988) e Issac, Walker & Williams (1994) quanto a contribuições para bens públicos.

Os nossos resultados devem ser entendidos à luz das características do jogo. Além da acima enunciada, o trabalho aqui desenvolvido abre diversas portas de investigação futura. Por exemplo, no nosso estudo não era permitida a comunicação entre jogadores. Combinando a

comunicação entre os jogadores com a redução da incerteza estratégica, poderão eventualmente verificar-se resultados mais próximos do que é socialmente ótimo pois a discussão de estratégias pode contribuir positivamente para a decisão dos jogadores. Nesta dissertação considerou-se, ainda, que os agentes são homogêneos. Uma possível extensão futura seria testar as decisões no mesmo contexto mas com heterogeneidade entre agentes. Efetivamente existem poucos estudos experimentais sobre recursos comuns que incorporam esta dimensão. No entanto, uma característica importante na maioria das situações de dilemas sociais é o facto dos agentes se diferenciarem (e.g. Burlando & Guala, 2005). Relativamente aos recursos comuns, os agentes poderão diferenciar-se, por exemplo, quanto à vulnerabilidade relativamente ao esgotamento dos recursos. Antoci, Russu & Ticci (2008), por exemplo, argumentam que os mais pobres, em especial se vivem em zonas rurais, tendem a estar mais dependentes dos recursos naturais e assim serem mais vulneráveis à degradação do ecossistema. Na mesma linha, Ostrom et al. (1990b) indicam que existem dois tipos de heterogeneidade na apropriação de recursos sendo elas a distribuição espacial e a tecnologia. Estas traduzem-se por um aumento dos custos marginais relativamente aos retornos marginais o que pode criar conflitos no uso de um recurso comum, gerando problemas de gestão e externalidades tecnológicas. Quer sejam indivíduos, empresas ou países, agentes mais vulneráveis, ou seja, mais dependentes da sustentabilidade do recurso comum, terão, *a priori*, um comportamento mais conservador. O *mix* de diferentes tipos de agentes num grupo pode também afetar o comportamento agregado, conforme estabelecido por Burlando & Guala (2005) para o caso dos bens públicos.

Não obstante, estes resultados salientam a importância de se estudarem mecanismos que permitam gerir os recursos comuns de livre acesso por forma a melhorar o bem-estar social. Uma preocupação dos estudos sobre comuns tem sido a de demonstrar que os extremos, mercado ou propriedade privada e estado ou propriedade pública não esgotam a gama de mecanismos institucionais plausíveis para gerir o uso de recursos naturais. Neste sentido têm sido avançadas formas de propriedade e gestão comuns, optando-se em diversos casos pela descentralização da gestão ambiental e promoção de um sistema de conservação de base comunitária (Li 1996; Agrawal, 2003). De outra forma, a solução para os dilemas sociais poderá passar por alternativas mais interventivas. Poderá ser criada regulação que limita o acesso ao bem comum. Esta normalmente atua no sentido de melhorar o bem-estar para a sociedade, mas não necessariamente o de todos os usuários que podem, portanto, opor-se à

regulamentação. Efetivamente, o impacto da regulação de acesso a recursos comuns sobre a distribuição de bem-estar é considerável e não deve ser negligenciado (Ambec & Sebi, 2011). A imposição de quotas (limite de quantidade, de horas de uso ou outro) na exploração de recursos é uma alternativa tradicionalmente proposta, mas, conforme discutido por Bellanger, et al. (2016) existe necessidade e oportunidade para se melhorar os mecanismos de alocação de quotas. A implementação de um sistema de multas e compensações poderá também ser usado como forma de limitar o uso de recursos por parte dos indivíduos. A este nível Rapoport & Au (2001) concluíram que a multa poderá ser mais eficaz do que o sistema de compensações. Pirotta, and Lusseau (2015) analisaram a exploração de recursos comuns no caso do turismo de natureza. Os cenários em que quotas de tempo foram impostas usando uma taxa e subsídios ou em que aquelas eram comercializadas entre os operadores turísticos tinham maior probabilidade de serem sustentáveis. Ainda como análise futura seria de destacar a aplicação deste tipo de jogos a diferentes contextos pois a percepção dos recursos, mesmo que de acesso comum, pode ser diferente para cada tipo de indivíduo.

Estudos experimentais nesta linha, sobre a forma como os indivíduos reagem perante diferentes contextos e estímulos em situações de dilemas sociais, continuam a ser relativamente escassos dada a sua importância na fundamentação de opções de política em termos de gestão dos recursos comuns.

Bibliografia

Agrawal, A. (2003) Sustainable Governance of Common-Pool Resources: Context, Methods, and Politics. *Annu. Rev. Anthropol.*, 32,243–62.

Ahn, T. K., & Wilson, R. K. (2010). Elinor Ostrom's contributions to the experimental study of social dilemmas. *Public Choice*, 143, 327–333.

Ambec, S. & Sebi, C. (2011): "The distributional impact of common-pool resource regulations. *Indian Growth and Development Review*, 4(2),123-141.

Antoci, A., Russu, P., & Ticci, E. (2010). Structural change, economic growth and environmental dynamics with heterogeneous agents. In *Nonlinear Dynamics in Economics, Finance and Social Sciences. Springer Berlin Heidelberg*, 13-38.

Bellanger, M., Macher, C., & Guyader, O. (2016). A new approach to determine the distributional effects of quota management in fisheries. *Fisheries Research*, 181, 116-12

Biel, A., & Gärling, T. (1995) The role of uncertainty in resource dilemmas. *Journal Environ. Psychol.*, 15(3) 221–233.

Blanco, E., Lopez, M. C., & Villamayor-Tomas, S. (2015). Exogenous Degradation in the Commons: Field Experimental Evidence. *Ecological Economics*, 120, 430–439.

Botelho, A., Dinar, A., Costa Pinto, L. M., & Rapoport, A. (2014). Time and Uncertainty in Resource Dilemmas: Equilibrium Solutions and Experimental Results. *Experimental Economics*, 17(4), 1–24.

Botelho, A., Dinar, A., Pinto, L. M. C., & Rapoport, A. (2015). Promoting Cooperation in Resource Dilemmas: Theoretical Predictions and Experimental Evidence. *Journal of Behavioral and Experimental Economics*, 54, 40–49.

Botelho, Anabela (2016). Economic Experiments on Natural Resources and Environmental Policy in the Era of Global Change: An Introduction. In *The WSPC Reference of Natural Resources and Environmental Policy in the Era of Global Change, Volume 4: Experimental Economics*, edited by Anabela Botelho (Editor-in-Chief: Ariel Dinar). Singapore: World Scientific, *forthcoming*

Brown, G. M. (2001). Renewable natural resource management and use without markets. *Journal of Economic Literature*, 38, 875–914.

Budescu, D. V., Suleiman, R., & Rapoport, A. (1995). Positional order and group size effects in resource dilemmas with uncertain resources. *Organizational Behavior and Human Decision Processes*, 61(3), 225-238.

Budescu, D.V. & McCarter, M. (2012) It's a game of give and take: Modeling behavior in a give-or-take-some social dilemma. *Group Processes Intergroup Relations* September, 15(5), 653-671.

Burlando, R. M., & Guala, F. (2005). Heterogeneous agents in public goods experiments. *Experimental Economics*, 8(1), 35-54.

Crosan, R., & Gächter, S. (2010). The science of experimental economics. *Journal of Economic Behavior and Organization*, 73, 122–131.

Dawes, R. M. (1980). Social dilemmas. *Annual Review of Psychology*, 31, 169- 193.

Emery, T. J., Tisdell, J., Green, B. S., Hartmann, K., Gardner, C., & Len, R. (2015). An Experimental Analysis of Assignment Problems and Economic Rent Dissipation In Quota Managed Fisheries. *Ocean and Coastal Management*, 106, 10–28.

Falk, A., & Fehr, E. (2003). Why Labour Market Experiments? *Labour Economics*, 10, 399–406.

Fischbacher, U. (2007). Z-Tree: Zurich toolbox for ready-made economic experiments. *Experimental Economics*, 10, 171–178.

Gordon, H. S. (1954). The economic theory of a common property resource: the fishery. *Journal of Political Economy*, 62, 124–142.

Hardin, G. (1968). The Tragedy of the Commons. *Science*, 162, 1243–1248

Herr, A., Gardner, R., & Walker, J. M. (1997). An Experimental Study of Time-Independent and Time-Dependent Externalities in the Commons. *Games and Economic Behavior*, 19, 77–96.

Hey, J. D., Neugebauer, T., & Sadrieh, A. (2009). An Experimental Analysis of Optimal Renewable Resource Management: The Fishery. *Environmental and Resource Economics*, 44, 263–285.

Hine, D. W., & Gifford, R. (1996). Individual Restraint and Group Efficiency in Commons Dilemmas: The Effects of Two Types of Environmental Uncertainty. *Journal of Applied Social Psychology*, 26, 993–1009.

Holt, C. (2005). Markets, Games, and Strategic Behavior: Recipes for Interactive Learning. *Search*, 560.

Isaac, M. R., & Walker, J. M. (1988). Group Size Effects in Public Goods Provision: The Voluntary Contributions Mechanism. *The Quarterly Journal of Economics*, 103, 179–199.

Isaac, M. R., Walker, J. M., & Williams, A. W. (1994). Group Size and the Voluntary Provision of Public Goods: Experimental Evidence Utilizing Large Groups. *Journal of Public Economics*, 54, 1–36.

- Jorgensen, S., Martín-Herrán, G., & Zaccour, G. (2010). Dynamic Games in the Economics and Management of Pollution. *Environmental Modeling and Assessment*, 15, 433–467.
- Keser, C., & Gardner, R. (1999). Strategic behavior of experienced subjects in a common pool resource game. *International Journal of Game Theory*, 28, 241–252.
- Li, T. M. (1996). Images of community: discourse and strategy in property relations. *Development and change*, 27(3), 501-527
- Liebrand, W. B. G. (1983). A Classification of Social Dilemma Games. *Simulation & Gaming*, 14(2), 123–138.
- Messick, D. M., Allison, S. T., & Samuelson, C. D. (1988). Framing And Communication Effects On Group Members Responses To Environmental And Social Uncertainty, In S.Maital (Ed.), *Applied Behavioral Economics*, 2, Brighton, UK: Wheatsheaf
- Oehlert, G. W. (1992). A Note on the Delta Method. *American Statistician*, 46, 27–29.
- Olson, M. (1965). *The Logic of Collective Action: Public Goods and the Theory of Groups*. (H. E. Studies, Ed.), CXX, Department of Economics of Harvard University.
- Osborne, M. J. (1995). A Course in Game Theory. *Computers & Mathematics with Applications*, 29, 115.
- Osés-Eraso, N., Udina, F., & Viladrich-Grau, M. (2008). Environmental Versus Human-Induced Scarcity in the Commons: Do They Trigger the Same Response? *Environmental and Resource Economics*, 40, 529–550.
- Ostrom, E., Gardner, R. & Walker, J. (1990a). Rent dissipation in a limited-access common-pool resource: Experimental evidence. *Journal of Environmental Economics and Management*, 19, 203–211.

Ostrom, E., Gardner, R. & Walker, J. (1990b). The nature of common-pool resource problems. *Rationality and Society*, 2(3), 335-358.

Ostrom, E., Gardner, R. & Walker, J., (1992). Covenants with and without a Sword: Self-governance Is Possible. *American Political Science Review*, 86, 404–417.

Ostrom, E., Gardner, R., & Walker, J. (1994). Rules, games, and common-pool resources. University of Michigan Press.

Ostrom, E., 1990. *Governing the commons: the evolution of institutions for collective action*. In: Political Economy of Institutions and Decisions. Cambridge University Press.

Ostrom, E. (2006). The Value-Added Of Laboratory Experiments for the Study of Institutions and Common-Pool Resources. *Journal of Economic Behavior & Organization*, 61, 149–163.

Papke, L. E., & Wooldridge, J. M. (1996). Econometric methods for fractional response variables with an application to 401(K) plan participation rates. *Journal of Applied Econometrics*, 11, 619–632.

Pirotta, E., & Lusseau, D. (2015). Managing the wildlife tourism commons. *Ecological Applications*, *Indian Growth and Development Review*, 25(3), 729-741.

Rapoport, A., & Au, W. T. (2001). Bonus and penalty in common pool resource dilemmas under uncertainty. *Organizational behavior and human decision processes*, 85(1), 135-165.

Rosenblat, T. S. (2004). *Experimental Economics - Experimental Methods*. Wesleyan University, 1–10.

Roy, S., Ellis, C., Shiva, S., Dasgupta, D., Shandilya, V., & Wu, Q. W. Q. (2010). A Survey of Game Theory as Applied to Network Security. *System Sciences (HICSS)*, 2010 43rd Hawaii International Conference on, 1–10.

Shapley, L. S. (1953). Stochastic Games. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 39, 1095–1100

Anexos

Anexo 1: Instruções aos participantes

a) Sessão com um indivíduo (n=1)

Bem-Vindo/a à Experiência

Seja bem-vinda/o e obrigada por participar no estudo que estamos a realizar. Este estudo visa compreender melhor a tomada de decisões económicas. A sua contribuição para o nosso estudo vai processar-se em duas partes. A primeira parte consiste no preenchimento de um questionário sociodemográfico. A segunda parte consiste em tomar decisões num contexto que lhe será apresentado. Poderá receber dinheiro pela sua participação neste estudo, dependendo em parte de decisões tomadas e em parte da sorte.

As instruções para a realização das suas tarefas são simples e se as seguir cuidadosamente e tomar boas decisões pode ganhar um montante de dinheiro considerável que lhe será pago no final da sessão. As instruções e a forma de cálculo dos pagamentos são as mesmas para todos os participantes na sessão de hoje. Todas as suas respostas e decisões são anónimas, estando identificado meramente com um número para efeitos de determinação de ganhos e controlo estatístico. É absolutamente importante que não falem uns com os outros até que a experiência esteja concluída. Se, em qualquer momento durante a experiência, tiver questões ou problemas, levante a mão e um de nós esclarecerá as suas dúvidas. Pensamos que a experiência terá a duração de cerca de duas horas; por isso, certifique-se, por favor, de que pode ficar até ao final. Pedimos ainda que verifique se tem o telemóvel desligado e que o desligue agora se ainda não o fez.

Vamos agora dar início à primeira parte do estudo. Por favor, além de assinar o consentimento informado que se encontra em cima da sua secretária, responda cuidadosamente ao inquérito no seu monitor. Só quando todos tiverem terminado de preencher o inquérito é que daremos início à segunda parte do estudo.

2ª PARTE

A segunda parte deste estudo requer que tome decisões no seguinte contexto/jogo. Em cada período do jogo, você terá que decidir quanto pedir de um recurso. Pode pensar no recurso como sendo águas subterrâneas num aquífero. Alternativamente, e de forma mais abstrata, pode pensar no recurso como sendo uma jarra com moedas de ouro. O número exato de moedas que a jarra contém não é conhecido para si. No entanto, você sabe que a jarra contém entre 270 e 730 moedas. A partir de agora denotaremos por X o número exato de moedas na jarra, sendo que X é um qualquer número inteiro entre 270 e 730, com igual probabilidade. Isto é, $X=270, 271, 272, \dots, 729, 730$, sendo cada um destes números igualmente provável. De facto, o número exato de moedas na jarra será, em cada período do jogo, extraído aleatoriamente pelo computador dentro deste intervalo de valores. Para especificar o seu pedido, ser-lhe-á pedido que o digite, como se mostra no seguinte ecrã:



Portanto, o seu pedido deve ser um qualquer número maior ou igual a zero e menor ou igual a 730, que é o número máximo de moedas que podem estar na jarra. Depois de introduzir o seu pedido, o computador compara o valor do seu pedido com o valor exato X do recurso. De seguida:

- Se o seu pedido não exceder o valor de X , isto é, se for igual ou menor que o valor do recurso, você recebe o valor do seu pedido, doravante designado em pontos.
- Se o seu pedido exceder o valor de X , isto é, se for maior que o valor do recurso, você recebe zero (0) pontos.

O jogo terá um máximo de 10 períodos. O número do período aparece no canto superior esquerdo do ecrã. No topo superior direito poderá ver quantos segundos faltam para tomar a

sua decisão. No final do período, você verá o seguinte ecrã que resume os resultados do período: mostra o seu pedido, o valor de **X** nesse mesmo período (chamado de montante aleatório do recurso), o seu ganho no período, e a soma acumulada dos seus ganhos em pontos nos períodos do jogo. Depois de rever a informação disponibilizada nesse ecrã, por favor, pressione o botão “continuar” no canto inferior direito do ecrã.

O número exato de períodos em cada jogo é determinado da seguinte forma:

- Se, em qualquer período do jogo, o seu pedido exceder o valor aleatório do recurso **X**, o jogo dá-se por terminado nesse mesmo período.
- Caso contrário, o jogo terminará no período 10.

Exemplo:

Suponha que num qualquer período do jogo, você pede **370** pontos. Suponha também que o valor do recurso, tal como determinado aleatoriamente pelo computador nesse período, é **X=474** pontos. Então, porque **474** é maior do que 370, você recebe o montante que pediu, e o jogo continua para o próximo período. (*Nesse próximo período, você será novamente chamado a fazer pedido, o computador determinará novamente aleatoriamente o valor do recurso, e todas as regras do jogo se mantêm iguais.*) Suponha, no entanto, que nesse período o valor do recurso é **X=322**. Então, porque **322** é menor do que 370, você recebe 0 pontos nesse período, e o jogo termina nesse mesmo período. No fim de cada jogo, você verá o seguinte ecrã mostrando os seus ganhos em cada período do jogo e a soma dos ganhos no jogo:

Período 7 até ao máximo de 10
JOGO 1

Tempo Restante (sec): 3

Sumário dos seus ganhos no jogo

Seus ganhos no período 1	0
Seus ganhos no período 2	0
Seus ganhos no período 3	0
Seus ganhos no período 4	0
Seus ganhos no período 5	0
Seus ganhos no período 6	0
Seus ganhos no período 7	0
Seus ganhos no período 8	0
Seus ganhos no período 9	0
Seus ganhos no período 10	0

Em pontos, os seus ganhos totais neste jogo são 0

OK

AJUDA
Aqui pode ver o resultado das suas decisões neste jogo.
Continuaremos para outro JOGO assim que TODOS os participantes terminem este jogo.

Depois de observar este ecrã, por favor, pressione “Ok”. Irá participar em 20 jogos, cada um deles com o máximo de 10 períodos, e todos eles estruturados da mesma forma. No final dos 20 jogos, ser-lhe-á mostrado o seguinte ecrã que lhe mostra a soma dos seus ganhos (em pontos) em cada um dos 20 jogos.

SUMÁRIO DA SESSÃO

Os seus ganhos totais em pontos em cada jogo

Jogo 1	0	Jogo 11	0
Jogo 2	0	Jogo 12	0
Jogo 3	0	Jogo 13	0
Jogo 4	0	Jogo 14	0
Jogo 5	0	Jogo 15	0
Jogo 6	0	Jogo 16	0
Jogo 7	0	Jogo 17	0
Jogo 8	0	Jogo 18	0
Jogo 9	0	Jogo 19	0
Jogo 10	0	Jogo 20	0

Seleção aleatória de jogos para efeitos de ganhos em euros - prémio

Jogo	6
Jogo	3
Jogo	16
Jogo	9

Soma dos ganhos (pontos) nos jogos seleccionados ao acaso

GANHO TOTAL 0

NÃO PRESSIONE ESTE BOTÃO ou pode NÃO RECEBER

Como será determinado o seu ganho potencial, em Euros, pela sua participação?

Para cada um dos participantes, o computador selecciona ao acaso 4 jogos e soma os seus ganhos nesses 4 jogos, correspondendo ao Ganho Total que aparece no final do ecrã acima. O participante que, nesta sessão, obtiver o maior Ganho Total (i.é., o maior número de pontos), receberá um prémio de 20 Euros (os restantes não receberão dinheiro). Em caso de igualdade, o prémio de 20 Euros será dividido igualmente entre os participantes que obtiverem esse maior número de pontos. Por favor, não clique no botão vermelho do ecrã para que nós possamos copiar os dados relativos a todos os participantes e determinar quem receberá o prémio.

b) Sessão com três indivíduos (n=3)

Bem-Vindo/a à Experiência

Seja bem-vinda/o e obrigada por participar no estudo que estamos a realizar. Este estudo visa compreender melhor a tomada de decisões económicas. A sua contribuição para o nosso estudo vai processar-se em duas partes. A primeira parte consiste no preenchimento de um questionário sociodemográfico. A segunda parte consiste em tomar decisões num contexto que lhe será apresentado. Poderá receber dinheiro pela sua participação neste estudo, dependendo em parte de decisões tomadas e em parte da sorte. As instruções para a realização das suas tarefas são simples e se as seguir cuidadosamente e tomar boas decisões pode ganhar um montante de dinheiro considerável que lhe será pago no final da sessão. As instruções e a forma de cálculo dos pagamentos são as mesmas para todos os participantes na sessão de hoje. Todas as suas respostas e decisões são anónimas, estando identificado meramente com um número para efeitos de determinação de ganhos e controlo estatístico. É absolutamente importante que não falem uns com os outros até que a experiência esteja concluída. Se, em qualquer momento durante a experiência, tiver questões ou problemas, levante a mão e um de nós esclarecerá as suas dúvidas. Pensamos que a experiência terá a duração de cerca de duas horas; por isso, certifique-se, por favor, de que pode ficar até ao final. Pedimos ainda que verifique se tem o telemóvel desligado e que o desligue agora se ainda não o fez. Vamos agora dar início à primeira parte do estudo. Por favor, além de assinar o consentimento informado que se encontra em cima da sua secretária, responda cuidadosamente ao inquérito no seu monitor. Só quando todos tiverem terminado de preencher o inquérito é que daremos início à segunda parte do estudo.

2ª PARTE

A segunda parte deste estudo requer que tome decisões no seguinte contexto/jogo. Considere-se um membro de um grupo que inclui 3 jogadores. Em cada período do jogo, cada membro do grupo terá que decidir quanto pedir de um recurso comum (um recurso a que todos os membros têm acesso). Pode pensar no recurso como sendo águas subterrâneas num aquífero. Alternativamente, e de forma mais abstrata, pode pensar no recurso como sendo uma jarra com moedas de ouro. O número exato de moedas que a jarra contém não é conhecido (nem para si, nem para nenhum dos outros membros do seu grupo). No entanto, todos e cada um dos membros do grupo sabem que a jarra contém entre 270 e 730 moedas.

A partir de agora denotaremos por X o número exato de moedas na jarra, sendo que X é um qualquer número inteiro entre 270 e 730, com igual probabilidade. Isto é, $X=270, 271, 272, \dots, 729, 730$, sendo cada um destes números igualmente provável. De facto, o número exato de moedas na jarra será, em cada período do jogo, extraído aleatoriamente pelo computador dentro deste intervalo de valores. Para especificar o seu pedido, ser-lhe-á pedido que o digite, como se mostra no seguinte ecrã:



Portanto, o seu pedido deve ser um qualquer número maior ou igual a zero e menor ou igual a 730, que é o número máximo de moedas que podem estar na jarra. Depois de todos os membros do seu grupo digitarem os seus pedidos, o computador faz a soma dos pedidos do grupo e compara essa soma com o valor exato X do recurso. De seguida:

- Se a soma dos pedidos não exceder o valor de X , isto é, se for igual ou menor que o valor do recurso, cada membro do grupo recebe o seu próprio pedido, doravante designado em pontos.
- Se a soma dos pedidos exceder o valor de X , isto é, se for maior que o valor do recurso, cada membro do grupo recebe zero (0) pontos.

O jogo terá um máximo de 10 períodos. O número do período aparece no canto superior esquerdo do ecrã. No topo superior direito poderá ver quantos segundos faltam para tomar a sua decisão. No final do período, cada membro do grupo verá o seguinte ecrã que resume os resultados do período: mostra o seu pedido, o pedido de cada membro do grupo, o total (soma) pedido pelo grupo, o valor de X nesse mesmo período (chamado de montante aleatório do recurso), o seu ganho no período, e a soma acumulada dos seus ganhos em

pontos nos períodos do jogo. Depois de rever a informação disponibilizada nesse ecrã, por favor, pressione o botão “continuar” no canto inferior direito do ecrã.

Período 1 até ao máximo de 10 JOGO 1 Tempo Restante [sec]: 8

O seu pedido foi 0

Pedidos individuais pelos membros do grupo	
Membro	Pedido
1	0
2	0
3	0
Soma dos pedidos do grupo 0	
Montante (aleatório) Recurso	482
Seu ganho, em pontos, no período	0
Total dos seus ganhos em pontos até agora	0

AJUDA
 Pode ver aqui o resultado das decisões neste período.
 A sessão continuará logo que todos os participantes pressionem o botão "continuar".

continuar

O número exato de períodos em cada jogo é determinado da seguinte forma:

- Se, em qualquer período do jogo, o total pedido pelo grupo exceder o valor aleatório do recurso X , o jogo dá-se por terminado nesse mesmo período.
- Caso contrário, o jogo terminará no período 10.

Exemplo:

Suponha que num qualquer período do jogo, cada um dos 3 membros pede, respetivamente, 135, 110, 125 pontos. A **soma** dos pedidos do grupo é então **370** pontos. Suponha também que o valor do recurso, tal como determinado aleatoriamente pelo computador nesse período, é $X=474$ pontos. Então, porque **474** é maior do que 370, cada membro do grupo recebe o montante que pediu, e o jogo continua para o próximo período. (*Nesse próximo período, os membros serão novamente chamados a fazer pedidos, o computador determinará novamente aleatoriamente o valor do recurso, e todas as regras do jogo se mantêm iguais.*)

Suponha, no entanto, que nesse período o valor do recurso é $X=322$. Então, porque **322** é menor do que 370, cada membro do grupo recebe 0 pontos nesse período, e o jogo termina nesse mesmo período. No fim de cada jogo, cada membro do grupo verá o seguinte ecrã mostrando os seus ganhos em cada período do jogo e a soma dos ganhos no jogo:

Período **10** até ao máximo de 10
JOGO 1

Tempo Restante [sec]: **0**

Sumário dos seus ganhos no jogo

Seus ganhos no período 1	0
Seus ganhos no período 2	0
Seus ganhos no período 3	0
Seus ganhos no período 4	0
Seus ganhos no período 5	0
Seus ganhos no período 6	0
Seus ganhos no período 7	0
Seus ganhos no período 8	0
Seus ganhos no período 9	0
Seus ganhos no período 10	0

Em pontos, os seus ganhos totais neste jogo são **0**

OK

AJUDA
Aqui pode ver o resultado das decisões neste jogo.
Continuaremos para outro JOGO assim que TODOS os grupos terminem este jogo.

Depois de observar este ecrã, por favor, pressione “Ok”. Irá participar em 20 jogos, cada um deles com o máximo de 10 períodos, e todos eles estruturados da mesma forma. No final dos 20 jogos, ser-lhe-á mostrado o seguinte ecrã que lhe mostra a soma dos seus ganhos (em pontos) em cada um dos 20 jogos.

SUMÁRIO DA SESSÃO

Os seus ganhos totais em pontos em cada jogo

Jogo 1	0	Jogo 11	0
Jogo 2	0	Jogo 12	0
Jogo 3	0	Jogo 13	0
Jogo 4	0	Jogo 14	0
Jogo 5	0	Jogo 15	0
Jogo 6	0	Jogo 16	0
Jogo 7	0	Jogo 17	0
Jogo 8	0	Jogo 18	0
Jogo 9	0	Jogo 19	0
Jogo 10	0	Jogo 20	0

Seleção aleatória de jogos para efeitos de ganhos em euros – prémio

Jogo	6
Jogo	3
Jogo	16
Jogo	9

Soma dos ganhos (pontos) nos jogos seleccionados ao acaso

GANHO TOTAL **0**

NÃO PRESIONE ESTE BOTÃO ou pode NÃO RECEBER

Como será determinado o seu ganho potencial, em Euros, pela sua participação?

Para cada um dos participantes, o computador selecciona ao acaso 4 jogos e soma os seus ganhos nesses 4 jogos, correspondendo ao Ganho Total que aparece no final do ecrã acima. O participante que, nesta sessão, obtiver o maior Ganho Total (i.é., o maior número de pontos), receberá um prémio de 20 Euros (os restantes não receberão dinheiro). Em caso de igualdade, o prémio de 20 Euros será dividido igualmente entre os participantes que obtiverem esse maior número de pontos. Por favor, não clique no botão vermelho do ecrã para que nós possamos copiar os dados relativos a todos os participantes e determinar quem receberá o prémio.

c) Sessão com seis indivíduos (n=6)

Bem-Vindo/a à Experiência

Seja bem-vinda/o e obrigada por participar no estudo que estamos a realizar. Este estudo visa compreender melhor a tomada de decisões económicas. A sua contribuição para o nosso estudo vai processar-se em duas partes. A primeira parte consiste no preenchimento de um questionário sociodemográfico. A segunda parte consiste em tomar decisões num contexto que lhe será apresentado. Poderá receber dinheiro pela sua participação neste estudo, dependendo em parte de decisões tomadas e em parte da sorte. As instruções para a realização das suas tarefas são simples e se as seguir cuidadosamente e tomar boas decisões pode ganhar um montante de dinheiro considerável que lhe será pago no final da sessão. As instruções e a forma de cálculo dos pagamentos são as mesmas para todos os participantes na sessão de hoje. Todas as suas respostas e decisões são anónimas, estando identificado meramente com um número para efeitos de determinação de ganhos e controlo estatístico. É absolutamente importante que não falem uns com os outros até que a experiência esteja concluída. Se, em qualquer momento durante a experiência, tiver questões ou problemas, levante a mão e um de nós esclarecerá as suas dúvidas. Pensamos que a experiência terá a duração de cerca de duas horas; por isso, certifique-se, por favor, de que pode ficar até ao final. Pedimos ainda que verifique se tem o telemóvel desligado e que o desligue agora se ainda não o fez. Vamos agora dar início à primeira parte do estudo. Por favor, além de assinar o consentimento informado que se encontra em cima da sua secretária, responda cuidadosamente ao inquérito no seu monitor. Só quando todos tiverem terminado de preencher o inquérito é que daremos início à segunda parte do estudo.

2ª PARTE

A segunda parte deste estudo requer que tome decisões no seguinte contexto/jogo. Considere-se um membro de um grupo que inclui 6 jogadores. Em cada período do jogo, cada membro do grupo terá que decidir quanto pedir de um recurso comum (um recurso a que todos os membros têm acesso). Pode pensar no recurso como sendo águas subterrâneas num aquífero. Alternativamente, e de forma mais abstrata, pode pensar no recurso como sendo uma jarra com moedas de ouro. O número exato de moedas que a jarra contém não é conhecido (nem para si, nem para nenhum dos outros membros do seu grupo). No entanto,

todos e cada um dos membros do grupo sabem que a jarra contém entre 270 e 730 moedas. A partir de agora denotaremos por X o número exato de moedas na jarra, sendo que X é um qualquer número inteiro entre 270 e 730, com igual probabilidade. Isto é, $X=270, 271, 272, \dots, 729, 730$, sendo cada um destes números igualmente provável. De facto, o número exato de moedas na jarra será, em cada período do jogo, extraído aleatoriamente pelo computador dentro deste intervalo de valores. Para especificar o seu pedido, ser-lhe-á pedido que o digite, como se mostra no seguinte ecrã:



Portanto, o seu pedido deve ser um qualquer número maior ou igual a zero e menor ou igual a 730, que é o número máximo de moedas que podem estar na jarra. Depois de todos os membros do seu grupo digitarem os seus pedidos, o computador faz a soma dos pedidos do grupo e compara essa soma com o valor exato X do recurso. De seguida:

- Se a soma dos pedidos não exceder o valor de X , isto é, se for igual ou menor que o valor do recurso, cada membro do grupo recebe o seu próprio pedido, doravante designado em pontos.
- Se a soma dos pedidos exceder o valor de X , isto é, se for maior que o valor do recurso, cada membro do grupo recebe zero (0) pontos.

O jogo terá um máximo de 10 períodos. O número do período aparece no canto superior esquerdo do ecrã. No topo superior direito poderá ver quantos segundos faltam para tomar a sua decisão. No final do período, cada membro do grupo verá o seguinte ecrã que resume os resultados do período: mostra o seu pedido, o pedido de cada membro do grupo, o total (soma) pedido pelo grupo, o valor de X nesse mesmo período (chamado de montante

aleatório do recurso), o seu ganho no período, e a soma acumulada dos seus ganhos em pontos nos períodos do jogo. Depois de rever a informação disponibilizada nesse ecrã, por favor, pressione o botão “continuar” no canto inferior direito do ecrã.

Período: 1 até ao máximo de 10 JOGO 1 Tempo Restante [sec]: 10

O seu pedido foi: 0

Pedidos individuais pelos membros do grupo

Membro	Pedido
1	0
2	0
3	0
4	0
5	0
6	0

Soma dos pedidos do grupo: 0

Montante (aleatório) Recurso: 324

Seu ganho, em pontos, no período: 0

Total dos seus ganhos em pontos até agora: 0

AJUDA
Pode ver aqui o resultado das decisões neste período.
A sessão continuará logo que todos os participantes pressionem o botão "continuar".

O número exato de períodos em cada jogo é determinado da seguinte forma:

- Se, em qualquer período do jogo, o total pedido pelo grupo exceder o valor aleatório do recurso X , o jogo dá-se por terminado nesse mesmo período.
- Caso contrário, o jogo terminará no período 10.

Exemplo:

Suponha que num qualquer período do jogo, cada um dos 6 membros pede, respetivamente, 65, 30, 40, 110, 85, 40 pontos. A **soma** dos pedidos do grupo é então **370** pontos. Suponha também que o valor do recurso, tal como determinado aleatoriamente pelo computador nesse período, é $X=474$ pontos. Então, porque **474** é maior do que 370, cada membro do grupo recebe o montante que pediu, e o jogo continua para o próximo período. *(Nesse próximo período, os membros serão novamente chamados a fazer pedidos, o computador*

Período: 10 até ao máximo de 10 JOGO 1 Tempo Restante [sec]: 9

Sumário dos seus ganhos no jogo

Seus ganhos no período 1	0
Seus ganhos no período 2	0
Seus ganhos no período 3	0
Seus ganhos no período 4	0
Seus ganhos no período 5	0
Seus ganhos no período 6	0
Seus ganhos no período 7	0
Seus ganhos no período 8	0
Seus ganhos no período 9	0
Seus ganhos no período 10	0

Em pontos, os seus ganhos totais neste jogo são: 0

AJUDA
Aqui pode ver o resultado das decisões neste jogo.
Continuaremos para outro JOGO assim que TODOS os grupos terminem este jogo.

determinará novamente aleatoriamente o valor do recurso, e todas as regras do jogo se mantêm iguais.) Suponha, no entanto, que nesse período o valor do recurso é $X=322$. Então, porque 322 é menor do que 370, cada membro do grupo recebe 0 pontos nesse período, e o jogo termina nesse mesmo período. No fim de cada jogo, cada membro do grupo verá o seguinte ecrã mostrando os seus ganhos em cada período do jogo e a soma dos ganhos no jogo:

Depois de observar este ecrã, por favor, pressione “Ok”. Irá participar em 20 jogos, cada um deles com o máximo de 10 períodos, e todos eles estruturados da mesma forma. No final dos 20 jogos, ser-lhe-á mostrado o seguinte ecrã que lhe mostra a soma dos seus ganhos (em pontos) em cada um dos 20 jogos.

SUMÁRIO DA SESSÃO			
Os seus ganhos totais em pontos em cada jogo		Seleção aleatória de jogos para efeitos de ganhos em euros - prémio	
Jogo 1	0	Jogo 11	0
Jogo 2	0	Jogo 12	0
Jogo 3	0	Jogo 13	0
Jogo 4	0	Jogo 14	0
Jogo 5	0	Jogo 15	0
Jogo 6	0	Jogo 16	0
Jogo 7	0	Jogo 17	0
Jogo 8	0	Jogo 18	0
Jogo 9	0	Jogo 19	0
Jogo 10	0	Jogo 20	0
Soma dos ganhos (pontos) nos jogos seleccionados ao acaso			
GANHO TOTAL		0	
NÃO PRESSIONE ESTE BOTÃO ou pode NÃO RECEBER			

Como será determinado o seu ganho potencial, em Euros, pela sua participação?

Para cada um dos participantes, o computador selecciona ao acaso 4 jogos e soma os seus ganhos nesses 4 jogos, correspondendo ao Ganho Total que aparece no final do ecrã acima. O participante que, nesta sessão, obtiver o maior Ganho Total (i.é., o maior número de pontos), receberá um prémio de 20 Euros (os restantes não receberão dinheiro). Em caso de igualdade, o prémio de 20 Euros será dividido igualmente entre os participantes que obtiverem esse maior número de pontos. Por favor, não clique no botão vermelho do ecrã para que nós possamos copiar os dados relativos a todos os participantes e determinar quem receberá o prémio.