



Munich Personal RePEc Archive

An experimental analysis of moral hazard in team

Costa, Francisco

EPGE, Getulio Vargas Foundation

December 2005

Online at <https://mpa.ub.uni-muenchen.de/2958/>

MPRA Paper No. 2958, posted 26 Apr 2007 UTC

An Experimental Analysis of Moral Hazard in Teams¹

*Francisco J. M. Costa*²

Abstract

This paper reports 5 laboratory sessions that analyze the effects of group sizes in the voluntary contribution mechanism, when contribution level is either complementary or substitute. The theoretical argument is that each production function provides different incentives for the agent along scale changes. When contribution levels are substitutes, bigger groups provide more incentives for free-riders, thus reducing the contribution level, because of decreasing marginal contribution - the 1/N problem -, Kandell and Lazear (1992). On the other hand, if marginal contribution is independent of the group size, as the case where contributions are complementary, the public good provision may increase together with the group size, as in Adams (2002). Our experiment results show that for both production functions bigger groups reduce contribution level and that, when efforts are substitutes, the contribution level is significantly higher. (*JEL: H41, J33, C92*)

1. Introdução

Tradicionalmente, quando se fala em aumento de produtividade, faz-se referência ao desenvolvimento tecnológico como único meio de atingi-lo. Entretanto, ao longo do tempo verificou-se um aumento do tamanho das empresas que, então, passaram a organizar a produção em torno de grupos de trabalho. Hoje muitos esforços são empenhados no estudo de incentivos que possibilitem o aumento da produção de tais grupos. Um desses mecanismos de incentivo muito usado e discutido constitui a concessão aos funcionários de participação nos lucros da empresa. A análise de tal mecanismo apresenta semelhanças com o problema econômico de provisão privada de bens públicos. Neste contexto, um dos principais temas em debate trata do perigo moral em times, objeto do presente trabalho.

Um dos aspectos amplamente discutido na literatura constitui a influência do tamanho do grupo sobre a quantidade de esforço de equilíbrio. A direção deste efeito, no entanto, depende das hipóteses do modelo. Capacidade de monitoramento mútuo, poder de punição dos demais membros, probabilidade de

¹I am deeply grateful to Elon Lages Lima and Joísa Campanher Dutra for inspiring this study. I thank EPGE, for providing financial support for this research, and the excellent research assistance provided by Rodrigo Pantoja, Tiago Souza, and Rodrigo Ciannella.

²EPGE - Getulio Vargas Foundation. Praia de Botafogo, 190, Rio de Janeiro, RJ, Brazil. fcosta@fgvmail.br, <http://epge.fgv.br/we/FranciscoCosta>.

identificação do *free-rider* e composição do grupo são algumas destas hipóteses que se mostram relevantes na determinação do nível de esforço de equilíbrio. Isaac *et al.* (1994) mostra que grupos maiores propiciam um menor incentivo ao *freeriding*, entretanto, Andreoni (1988), em seu trabalho, conclui que tamanhos maiores de grupo geram níveis de esforço inferior no equilíbrio. Segundo Isaac e Walker (1988), ambas as perspectivas ignoram a causa destes resultados: o valor marginal da contribuição. Quando o valor marginal da contribuição decresce com o tamanho do grupo, os agentes têm incentivos a *freeriding*, o que faz o nível de esforço de equilíbrio ficar abaixo do nível eficiente; inversamente, quando o valor marginal da contribuição se mantém inalterado independente do tamanho do grupo, este não altera os incentivos ao esforço.

Subjacente a este argumento, tem-se que funções de produção diferentes levam a reações diferentes frente a alterações de escala. Aumento do tamanho de sistemas produtivos em que os esforços dos agentes são substitutos geram incentivos ao *freeriding*, pois cada agente incorre privadamente no custo do esforço, enquanto somente realiza um n-ésimo do retorno deste. Ao contrário, sistemas produtivos em que os esforços são complementares fazem com que o aumento do tamanho do grupo gere incentivo a um aumento no esforço individual e, conseqüentemente, no nível de equilíbrio deste. Tal situação é empiricamente corroborada por Adams (2002), que utiliza dados de uma pesquisa feita junto a cerca de 25.000 funcionários de fábricas no Canadá.

Kandel e Lazear (1992), em acordo com o que foi dito, afirmam que, na ausência de pressão dos demais membros do grupo (*peer pressure*), o nível de esforço de equilíbrio cai com o aumento do tamanho do grupo. A causa disto seria que na ausência de monitoramento, a influência de cada agente no retorno do grupo diminui e, devido à possibilidade de aproveitar o esforço alheio sem incorrer nos custos deste, aumentam os incentivos de cada agente a desempenhar um nível subótimo de esforço. No entanto, segundo estes mesmos autores, se cada agente for capaz de monitorar a ação dos demais, o nível de esforço se mantém inalterado independente de variações no tamanho do time. Isto se deve à pressão feita pelo grupo sobre os agentes que tentam se aproveitar do grupo.

Carpenter (1999) compartilha dessa visão e faz uma análise mais detalhada dos incentivos de cada agente. Segundo o autor, o aumento do tamanho do time diminui a capacidade de cada membro monitorar diretamente o desempenho dos demais companheiros, além de reduzir a fração da produção que cada agente internaliza como sendo de sua responsabilidade (o "pedaço do bolo" de cada agente fica reduzido). Apesar de a combinação destes dois efeitos aumentar os incentivos ao corpo mole (*shirking*), este comportamento não é observado. O aumento do grupo não diminui a punição a que cada agente está sujeito; ao contrário, a potencializa, pois a estratégia de represália é arcada por um número maior de pessoas, Carpenter (2002).

A tese de que mecanismos de incentivo com *peer pressure* são eficientes é corroborada por Bowles *et al.* (2001). O autor discute ainda a relevância do fator reciprocidade, que consiste no quanto cada agente está disposto a incorrer no custo de punição para de fato punir o corpo mole alheio.

De acordo com Knez e Simester (2001), o monitoramento mútuo é eficaz

no desestímulo ao *free-rider*. Os autores lançam luz sobre um tema central deste trabalho, a interdependência dos esforços. Parece bastante razoável que diferentes níveis de interdependência dos esforços gerem diferentes estruturas de incentivo e diferentes níveis de produtividade. Em grupos de trabalho, ou em tecnologias de produção, com esforços substitutos, o impacto de um não-esforço individual na produção é menor dado que o esforço alheio o substitui, gerando fortes incentivos a *freeriding*. No caso em que os esforços apresentam alto grau de interdependência, os efeitos de uma má performance individual são amplificados, exacerbando os incentivos ao comprometimento dos agentes.

Rotemberg (1994) organiza estes conceitos mostrando que os agentes estão sujeitos a duas formas de pressão: interna e externa. Pressão interna seria um fator relativo ao altruísmo pessoal, relacionada ao mecanismo de incentivos que o agente é submetido no momento em que toma decisão; e pressão externa seria a pressão social sobre o agente, inclusive o *peer pressure*. Dessa forma, estruturas que apresentam complementaridade de esforços e monitoramento individual fazem o altruísmo ser endógeno como resultado de uma escolha racional e, conseqüentemente, levam a um maior nível de esforço em equilíbrio.

Hamilton *et al.* (2003) também observa este fenômeno, porém com outro enfoque. Hamilton questiona a falha da literatura em observar o efeito da composição dos grupos na produtividade. Neste sentido, ao analisar o efeito da homogeneidade ou heterogeneidade do grupo sobre seu funcionamento, observa que grupos de trabalhadores com maior *spread* de habilidades (mantida a média constante) apresentam maior produtividade. Isto pode ser causado por dois efeitos. O primeiro, analisado por ele em seu texto, é o aprendizado mútuo que acontece quando pessoas com habilidades diferentes se unem e os mais capacitados em cada assunto ensinam aos menos capacitados. Os dados apresentados por ele confirmam seu ponto. O segundo é a divisão e a especialização das atividades, que fazem com que o indivíduo mais apto a determinada tarefa se concentre nela, permitindo que haja aumento da produtividade do conjunto. Este último caso é semelhante ao da indústria no modelo *fordista*, em que a divisão e a especialização das tarefas aumentam a produtividade da fábrica; ou, como apresentado por Knez e Simester (2001), ao caso de uma companhia aérea, em que o avião só pode levantar voo se todos os procedimentos de solo forem corretamente realizados.

Em suma, grupos de trabalho que apresentam grande interdependência nas tarefas de seus membros parecem oferecer incentivos corretos aos funcionários. Então, por que se observa formação de grupos em empresas nas quais os esforços dos agentes são substitutos? Gaynor e Gertler (1995) mostram ser este o caso de clínicas médicas e escritórios de advocacia. O esforço desempenhado por um médico em uma clínica não influencia diretamente o esforço dos demais médicos, o que pode criar incentivos ao *freeriding*, como já dito. Qual seria então o motivo para observarmos a existência de tais instituições no mundo real? Gaynor e Gertler alegam que, no caso dos médicos, a união permite dividir custos (como enfermeiras e locação) e reduzir risco. Kandel e Lazear (1992) alegam que tais instituições conseguem funcionar adequadamente e coibir o corpo mole pois adotam práticas de Recursos Humanos que produzem monitoramento mútuo,

além de tais práticas apresentarem economias de escala em sua adoção (os custos administrativos são decrescentes). Hamilton *et al.* (2003) ainda acrescentam que a organização em torno de grupos faz aflorar outras habilidades não técnicas que geram o aumento na produtividade. Fatores como liderança, comunicação e capacidade de trabalhar em grupo potencializam as habilidades técnicas de todos os agentes e só apresentam retorno quando há interação social. Além disso, podemos levar em consideração a melhoria na produtividade proporcionada por um melhor ambiente de trabalho, no qual exista contato social.

Na presente monografia pretende-se analisar qual dos seguintes fatores é predominante: o tamanho do grupo ou a complementaridade dos esforços; busca-se também investigar os efeitos que diferentes tamanhos de grupo geram em diferentes funções de produção. Diz-se que o esforço é complementar quando o valor marginal deste aumenta com o esforço dos demais agentes. Caso o valor marginal do esforço não se altere com a variação do esforço dos demais agentes, os esforços são substitutos. O modelo usado no trabalho é exposto na seção 2. Na seção 3, é apresentado o desenho do experimento. Na seção 4, são analisados os resultados. Por último, na seção 5, precede-se as conclusões finais.

2. Modelo

O modelo básico empregado no experimento consiste em um mecanismo de provisão privada de bens públicos em que cada agente escolhe quanto de sua renda investir em uma Conta de Grupo e quanto alocar em uma Conta Privada³. Os grupos são formados por N agentes e estes não conhecem a identidade dos demais membros do grupo. O resultado da conta de grupo é igual à receita gerada pelo bem do grupo menos o custo individual do investimento nesta conta. A receita desta conta é o preço (p) vezes o bem produzido pelo grupo (Y). O custo é dado pela função $C(c_i) = \frac{c_i^2}{A}$, em que c_i é o investimento do agente na conta de grupo e A é uma constante. O resultado da conta privada é a renda inicial do agente (w) menos a quantia investida por ele na conta de grupo. O lucro total do agente é representado em (1).

$$\pi_i(c_i, c_{-i}) = p * Y(c_i, c_{-i}) - \frac{c_i^2}{A} + (w - c_i) \quad (1)$$

Duas funções de produção foram utilizadas, uma para cada tipo de tratamento. O primeiro, equação (2), simula a substituíbilidade dos investimentos e a função de produção é definida como a soma das contribuições dividida pelo tamanho do grupo. O segundo tratamento, equação (3), consiste em um modelo de produção em que os investimentos são complementares, o que é feito através de uma função em que o produto do grupo é igual ao menor investimento.

$$Y(c_i, c_{-i}) = \frac{\sum_{j=1}^N c_j}{N} \quad (2)$$

$$Y(c_i, c_{-i}) = \min\{c_j\}, \quad j = 1, 2, \dots, N \quad (3)$$

³Este modelo é semelhante ao utilizado por Nalbatian e Schotter (1997).

Dois tamanhos de grupos foram usados em cada tratamento, $N = 3$ e $N = 6$. Os valores dos parâmetros foram definidos de modo que o modelo tivesse equilíbrio dentro das possibilidades de escolha dos agentes, isto é, entre 0 e w . Assim, os valores de p , A e w são respectivamente 11, 15 e 100.

O nível eficiente de investimento individual (c_i^*), aquele que maximiza o lucro de todos os agentes, é igual a 75 nos dois tratamentos e para os dois tamanhos de grupo. Este é o valor que iguala a receita marginal do investimento ao custo marginal do investimento quando os agentes atuam coordenadamente, como pode ser visto em (4).

$$\begin{aligned} R_{mg}(c_i^*) &= p \\ C_{mg}(c_i^*) &= 2 * \frac{c_i}{A} + 1 \\ c_i^* &= \frac{A}{2} * (p - 1) = 75 \end{aligned} \tag{4}$$

No tratamento em que foi usada a função de produção expressa em (2), o nível de investimento de equilíbrio é diferente do nível eficiente. No equilíbrio, cada agente internaliza que é responsável por um n -ésimo da receita marginal da conta de grupo e, por isso, sua função de melhor resposta o leva a escolher um nível ineficiente de investimento, como pode-se observar em (5). O nível de equilíbrio do investimento é igual a 20, quando os grupos são formados por três agentes; e é igual a 6,25, quando estes são compostos por seis agentes. Como os agentes têm incentivos a desviar da estratégia eficiente, o equilíbrio é ineficiente. Também vale observar como grupos maiores geram maiores incentivos ao *freeriding* e diminuem o nível de investimento de equilíbrio.

$$\begin{aligned} R_{mg}(c_i) &= \frac{p}{N} \\ C_{mg}(c_i) &= 2 * \frac{c_i}{A} + 1 \\ c_i &= \frac{A}{2} * \left(\frac{p}{N} - 1\right) \end{aligned} \tag{5}$$

O tratamento em que o bem produzido pelo grupo é determinado pelo menor investimento, equação (3), apresenta infinitos níveis de equilíbrio. Isto se deve ao fato de que a melhor resposta de cada agente pode ser dividida em dois casos, como apresentado em (6). Caso o menor investimento do grupo seja maior que o nível eficiente de investimento, o melhor que o agente pode fazer é investir o nível eficiente e obter lucro máximo; se o agente que investir menos em seu grupo escolher um nível menor que o eficiente, então o melhor a fazer é investir a mesma quantia que este agente. Assim, todos os níveis de esforço simétricos no intervalo $[0; c_i^*]$ são equilíbrio. Isto faz com que seja possível se obter um equilíbrio eficiente, pois o impacto amplificado do desvio individual pode gerar menos incentivos ao *freeriding*. O tamanho do grupo não altera este resultado analítico.

$$MR_i(c_i, c_{-i}) = \begin{cases} c_i^* & , \text{ se } \min\{c_{-i}\} \geq c_i^* \\ \min\{c_{-i}\} & , \text{ se } \min\{c_{-i}\} < c_i^* \end{cases} \tag{6}$$

Assim, como o modelo apresenta um mesmo nível eficiente de investimento para os diferentes tratamentos e tamanhos do grupo, pode-se observar empiricamente quais incentivos cada fator gera. Na próxima sessão o experimento será descrito.

3. Desenho do Experimento

O desenho do experimento foi elaborado de modo que este trabalho possa dialogar com a literatura existente. Para isso, foi usada nas sessões uma linguagem padrão de um mecanismo de contribuição voluntária em que o agente deve escolher entre investir em uma Conta de Grupo (pública) e em uma Conta Privada. Preferiu-se não utilizar uma terminologia que envolvesse a conotação de contribuição social para não viesar a escolha dos agentes. Utilizou-se o tratamento *between subjects*, em que são analisadas as ações de agentes diferentes em tratamentos diferentes, por ser o mais recomendável para este tipo de modelo.

Cada sessão é constituída por 25 rodadas de tomadas de decisão. Como o trabalho não tem o objetivo de analisar o aprendizado das pessoas ou o efeito que jogos repetidos podem trazer, implementa-se o protocolo *stranger*. Neste, novos grupos são formados aleatoriamente a cada nova rodada. Dessa forma, os agentes não sabem com quem estão jogando e têm dificuldade de formar expectativas quanto ao seu grupo. Isto faz com que eles tendam a reagir a cada rodada como um *one-shot game*.

As sessões foram conduzidas de maneira similar. Quando todos os participantes já estavam acomodados em seus lugares, uma breve introdução era feita pelo pesquisador que advertia quanto à necessidade de silêncio ao longo da sessão. Em seguida era dado tempo aos participantes para lerem as instruções⁴. Após todos terem efetuado a primeira leitura, o pesquisador fazia uma leitura em voz alta e tirava dúvidas individuais das pessoas. Só então era dado início à sessão⁵. A cada rodada era dada uma Renda Inicial de 100 *tokens*⁶ para cada agente que devia digitar no computador quanto desta renda desejava investir na Conta de Grupo. O montante da Renda Inicial que não fosse investida nesta conta seria alocado na Conta Privada. Após todos tomarem sua decisão, era apresentada uma tela de resultados que continha o valor investido por ele na Conta de Grupo, o valor de $Y(c_i, c_{-i})$ em seu grupo e o seu lucro⁷. O computador então sorteava os grupos e dava início uma nova rodada. Cada sessão teve duração média de 70 minutos, incluindo o tempo de efetuar o pagamento dos participantes.

Inicialmente, seriam feitas quatro sessões, duas para cada tratamento, sendo uma para cada tamanho de grupo. No entanto, por motivos que serão expostos mais adiante, foi efetuada uma sessão extra para o tratamento complementar com tamanho de grupo igual a três. As sessões foram realizadas em duas etapas. Primeiro, utilizou-se a função de produção em que os investimentos eram

⁴As instruções se encontram no Apêndice A.

⁵As imagens das telas do programa utilizado são apresentadas no Apêndice B.

⁶*Tokens* é a unidade monetária experimental.

⁷Estas informações também eram disponibilizadas a cada rodada em um histórico apresentado na parte inferior da tela do participante.

substitutos (2), sendo a primeira sessão com tamanho de grupo igual a três e a segunda igual a seis. Em seguida, foi utilizada a função de produção no formato complementar (3).

Em cada sessão estavam presentes 18 pessoas, o que totalizou 72 participantes diferentes e 2250 observações. O recrutamento dos participantes foi feito através do site do Centro de Economia Experimental⁸. Para assegurar que todos estivessem cursando o ensino superior, somente alunos da graduação e estagiários da Fundação Getúlio Vargas foram chamados a participar. Foi possível contar com alunos de cursos como Economia, Administração, Direito, Comunicação, História, Ciências Sociais e outros. Os participantes receberam uma taxa de participação de R\$ 10,00 além dos ganhos do experimento, obtendo um pagamento médio de R\$ 15,35.

4. Resultados

Cinco sessões foram realizadas, uma para cada tratamento e uma extra para o que apresenta função de produção complementar (3) com grupos de três pessoas. O projeto experimental é apresentado na Tabela 1.

Tabela 1

Sessão	N	Substituibilidade
S1	3	Substituto
S2	6	Substituto
S3	3	Complementar
S4	6	Complementar
S5	3	Complementar

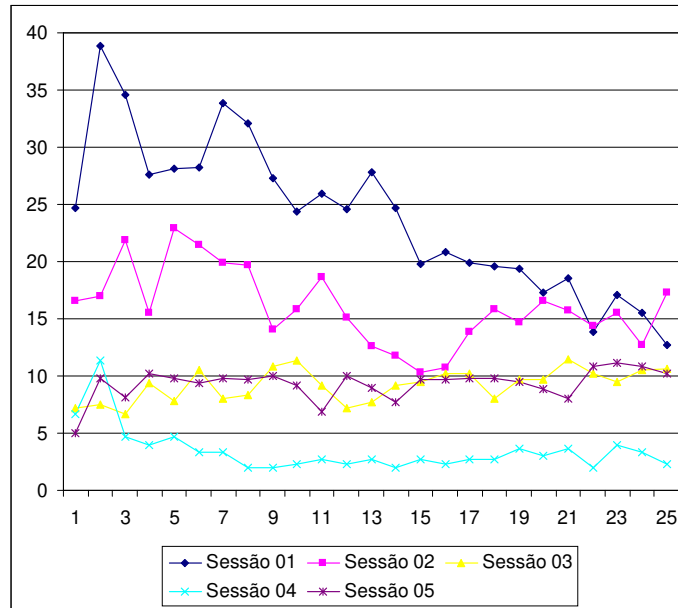
Primeiramente, foram feitos os dois tratamentos em que a forma da função de produção é do tipo substitutiva (2), por apresentarem um equilíbrio menos complexo. Nestes tratamentos, cada agente tem o incentivo a utilizar a mesma estratégia ótima, independente das contribuições dos demais, não exigindo coordenação entre eles. De fato, o comportamento observado em ambas as sessões esteve de acordo com a teoria. Apesar do tratamento *stranger*, observou-se uma tendência decrescente nos níveis de provisão das contribuições durante os períodos iniciais, conforme apresentado no Gráfico 1. Tal comportamento pode ser

⁸<http://www.epge.fgv.br/cee/>.

atribuído a um efeito de aprendizado inicial e está conforme o esperado⁹.

Gráfico 1

Evolução dos níveis de bens públicos ao longo dos períodos



Na primeira sessão, com grupos de três agentes, a contribuição média observada em todos os períodos foi de aproximadamente 24 *tokens*, muito próximo ao equilíbrio de Nash (*EN*) que é igual a 20. Quando desconsiderados os dez períodos iniciais, o valor da média se aproxima ainda mais do *EN*, cerca de 19,84. No segundo tratamento, o aumento do tamanho do grupo cria mais incentivos a *freeriding* e diminui o valor do equilíbrio para 6,25. Realmente, observa-se um nível médio de contribuição menor neste tratamento, aproximadamente igual a 16, porém mais distante do *EN*. A contribuição média dos quinze últimos períodos ficou em torno de 14, também significativamente acima do *EN*. Através de teste estatístico, foi rejeitada a hipótese de que as médias de ambos os tratamentos são iguais a um nível de 1% de significância¹⁰. Assim, a teoria foi confirmada mostrando que o aumento do tamanho do grupo leva a uma redução na contribuição dos agentes quando estas são substituídas entre si.

Quanto ao fato de a média do segundo tratamento ter ficado mais distante do *EN* relativamente à média do primeiro, uma explicação possível seria a maior dificuldade de cada agente em calibrar sua contribuição. A função que determina o custo da contribuição é uma função quadrática que cresce muito lentamente para valores mais baixos, enquanto a receita da contribuição é linear. Como o nível de

⁹Os dados dessas primeiras rodadas serão descartados para fins de análise, como será visto mais adiante.

¹⁰O teste é apresentado na Tabela 1 do Apêndice C. Para a análise dos dados experimentais foi usado como referência Davis e Holt (1993).

equilíbrio é bastante baixo, apenas 6,25% da contribuição máxima, os retornos marginais dos níveis próximos a ele são muito similares¹¹. Assim, a formação da estratégia ótima é dificultada tanto para o participante que tenta raciocinar a partir da tabela de custos de produção, apresentada nas instruções¹², quanto para aqueles que encontram sua estratégia através de *tentativa e erro*.

Também foram feitas três sessões com os tratamentos em que as contribuições dos agentes são complementares (3). Como apresentado no Gráfico 1, os níveis de provisão das contribuições nestes tratamentos também apresentaram uma ligeira tendência nos primeiros períodos e depois estabilizaram. É possível reparar que tais contribuições tendem a ser muito mais estáveis que as observadas no caso substituto, o que é um reflexo do *EN*. Como já foi dito, a estratégia ótima do agente em um jogo de um único período é contribuir o mesmo valor que a menor contribuição de seu grupo, caso esta seja menor que *EN**; e, caso contrário, contribuir *EN**. Ao formar suas expectativas quanto à menor contribuição da próxima rodada, o agente utiliza o nível de contribuição observado na rodada anterior. Dessa forma, pode-se afirmar que os três tratamentos convergem, rapidamente, para equilíbrios.

A média dos níveis de provisão das contribuições em cada um dos dois tratamentos com grupos formados por três pessoas foi bastante baixa, aproximadamente nove¹³. O tratamento com tamanho de grupo igual a seis teve uma contribuição média ainda menor que os tratamentos com grupos pequenos, apresentando média aproximadamente três. Em um jogo em que não é permitida a coordenação dos agentes e, principalmente, que não dispõe de algum mecanismo de represália ou controle, o crescimento do grupo aumenta a probabilidade do agente se deparar com alguma contribuição menor que a sua em seu grupo. Isto faz com que, em grupos maiores, níveis mais elevados de contribuição apresentem maior probabilidade de gerar prejuízo ao agente, conseqüentemente reduzindo o nível de contribuição individual. Este resultado está de acordo com a teoria apresentada na introdução deste trabalho, segunda a qual quando existem mecanismos de punição e controle, grupos maiores levam a maiores níveis de contribuição e comprometimento, Kandel e Lazear (1992).

Deve-se considerar ainda um outro fator que influenciou no nível tão baixo de contribuição observado. Trata-se de que os participavam de cada sessão 18 pessoas, divididas em três grupos a cada rodada. Nesta situação, a decisão de algum agente de fazer uma contribuição baixa, independente da racionalidade desta, gera grande externalidade, pois altera significativamente a expectativa dos demais agentes do seu grupo nas rodadas seguintes. Somado a isso, verifica-se a alta probabilidade dos agentes se depararem com o mesmo agente em uma nova rodada ao longo das 25 rodadas. Isto também contribui para que os agentes tenham um comportamento mais conservador a partir do momento que observam lances baixos.

Ao término desta sessão, devido ao nível baixo das contribuições, foi oferecida aos participantes a oportunidade de uma nova sessão, caracterizando um

¹¹Os valores são apresentados na Tabela 2 do Apêndice C.

¹²As instruções se encontram no Apêndice A.

¹³Mais adiante, a semelhança entre estas médias será tratada.

tratamento *within subjects*. Como todos os presentes aceitaram a proposta, uma segunda sessão foi realizada para o tratamento complementar com grupos de três. Ao fim desta, pôde-se observar que, apesar de todas as pessoas presentes já terem a experiência do tratamento anterior, o comportamento das contribuições foi praticamente idêntico ao observado na primeira sessão deste tratamento (S3). Estatisticamente, pode-se comprovar a um nível de 1% que ambas as sessões apresentam média e variância iguais¹⁴. Isto não só valida a quarta sessão, ao mostrar que ela não é uma patologia, mas também indica que o nível de contribuição igual a nove deve estar relacionado a um *Quantal Response Equilibrium*¹⁵.

Feitas as observações específicas a cada tratamento, coloca-se a indagação: como o tamanho do grupo e o tipo de relação entre as contribuições dentro deste afetam a contribuição individual em jogos não repetidos de um único período. Para isso, deve-se ignorar os dados dos períodos em que se observa relação entre período e contribuição. Pode-se observar na Tabela 2 que, a partir do período doze, a tendência temporal deixa de ser significativa a um nível de 10%¹⁶. Assim, os dados dos onze primeiros períodos foram descartados da análise que se segue.

Tabela 2
Contribuição em Período

Variável	Contribuição (a partir do 12º período)
Constante	12,82 (0,0000)
Período	-0,11 (0,1289)
R^2	0,002
Nº de observações	1260

Notas: O p-valor é apresentado entre parênteses.

O resultado da estimação da contribuição em relação ao tamanho do grupo e ao formato da função de produção para os dados relevantes é apresentado na Tabela 3. Observa-se que a substituíbilidade dos esforços leva a um maior nível de contribuição individual e que grupos menores tendem a gerar maiores contribuições. Vale ressaltar que este resultado está de acordo com a teoria, pois, no presente experimento, os agentes não dispunham de mecanismos de punição ou monitoramento dos demais agentes.

¹⁴Os testes são apresentados nas Tabelas 3 e 4 do Apêndice C.

¹⁵O *Quantal Response Equilibrium* (QRE) é uma generalização do equilíbrio de Nash em que a escolha da estratégia de cada agente é afetada por um elemento aleatório. Por não ser o foco deste trabalho, esta questão não será abordada aqui. Sobre este tema vale consultar Camerer (1995), Goeree et al (2000) e McKelvey e Palfrey (1998).

¹⁶Esse procedimento é padrão em Economia Experimental. Para referências adicionais ver Kagel e Roth (1995).

Tabela 3

Estimação da Contribuição nos diferentes tratamentos

Variável	Contribuição (a partir do 12º período)
Constante	7,96 (0,0000)
Substituto*	5,79 (0,0000)
N3**	5,98 (0,0000)
R^2	0,14
Nº de observações	1260

Notas: O p-valor é apresentado entre parênteses.

*Substituto é uma dummy que recebe valor 1 quando a função de produção é substituta.

**N3 é uma dummy que recebe valor 1 quando o tamanho do grupo é igual a 3.

5. Conclusão

Existe uma discussão na literatura em torno dos incentivos gerados por diferentes tamanhos de grupo. De acordo com Andreoni (1988), grupos maiores levam a menores níveis de esforço. Tal situação estaria relacionada a um problema de perigo moral. No entanto, há evidências de que, conforme a função de produção, este efeito do tamanho do grupo é dominado por outros. Knez e Simester (2001) ilustram esse aspecto de modo indireto.

Neste contexto, a presente monografia analisa experimentalmente os efeitos relativos do tamanho do grupo e do grau de complementaridade dos esforços sobre a função de produção.

O projeto inicial do experimento compreende um conjunto de quatro sessões experimentais. Cinco sessões foram realizadas e, de fato, observou-se que tamanhos do grupo maiores geram maiores incentivos ao *freeriding*, independente da forma da função de produção. Todos os tratamentos com tamanho de grupo grande apresentaram menores níveis de esforço dos agentes, evidenciando que os incentivos criados pela forma como os esforços se relacionam são dominados pelos incentivos gerados pelo tamanho do grupo.

Para os dois tamanhos de grupo, a função de produção do tipo substituta apresentou maiores incentivos ao esforço individual relativamente à função complementar. Foram verificados níveis inferiores de contribuição, com considerável sensibilidade ao aumento do tamanho do grupo.

Extensões possíveis do presente trabalho contemplam a investigação dos efeitos do monitoramento sobre os esforços dos agentes e a existência de um *QRE* no tratamento com função de produção complementar. A título de ilustração, de acordo com Kandel e Lazear (1992), a sensibilidade das contribuições

em relação ao tamanho do grupo é reduzida no caso de uma função complementar.

A. Instruções

INSTRUÇÕES PARA A SESSÃO EXPERIMENTAL

Este é um experimento em tomada de decisão. As instruções são simples. Caso você as siga atentamente e tome decisões acertadas, você pode ganhar uma quantia considerável de dinheiro. Esta quantia é paga a você em dinheiro ao final do experimento.

Essa sessão experimental é composta por 25 períodos. A cada período você é alocado em um grupo com N participantes, o valor de N está escrito no quadro. Você não conhece a identidade dos outros integrantes que compõe seu grupo. A cada período todos os participantes são eletronicamente reagrupados em grupos inteiramente distintos.

No começo de cada período, você recebe uma renda em tokens (uma moeda experimental fictícia) tal como apresentado na tela de seu computador. A cada período você deve tomar uma decisão. Sua renda total ao longo da sessão experimental depende do conjunto de suas decisões, bem como das decisões dos outros componentes dos grupos a que você pertencer. Ao fim do experimento você recebe R\$ 1,00 (um real) para cada 1100 (mil e cem) tokens que você tenha acumulado ao longo da sessão experimental.

Sua remuneração total nesta sessão experimental será a soma dos seus ganhos (convertidos para Reais) adicionados de uma taxa de participação de R\$ 10,00 (dez reais).

DURANTE A SESSÃO É PROIBIDA A COMUNICAÇÃO ENTRE OS PARTICIPANTES.

Em caso de dúvida, levante o braço para chamar o monitor responsável.

Regras para o Experimento

No início de cada período, cada participante recebe uma renda inicial de 100 tokens. Sua renda inicial para cada período será apresentada na tela do seu computador.

A cada período, você deve decidir quantos tokens você deseja manter e quantos tokens você deseja investir na Conta de Grupo. Seus ganhos no período dependem da quantia de tokens que você retém, da quantia de tokens que você investe na Conta de Grupo e da quantidade de tokens investida pelos outros componentes de seu grupo.

A cada período, você deve digitar no computador quanto deseja investir na Conta de Grupo. O montante de sua renda inicial que não for investido é mantido com você.

Seu ganho ao final do período é a soma dos ganhos da Conta de Grupo e do montante mantido por você.

Os ganhos da Conta de Grupo são determinados pela receita da Conta de Grupo menos o custo de investir na Conta de Grupo.

- A receita da Conta de Grupo depende das quantidades investidas por todos os membros de seu grupo.
- A receita da Conta de Grupo é igual ao produto de uma constante “A” pela média dos investimentos na Conta de Grupo em seu grupo.
- Nesta sessão o valor de A será igual a 11.
- A média dos investimentos na Conta de Grupo em seu grupo é igual ao valor da soma das quantias investidas pelos participantes de seu grupo dividido pelo número de membros de seu grupo.
- A expressão a seguir sintetiza essas informações:

$$\left(\begin{array}{c} \text{Receita da} \\ \text{Conta de Grupo} \end{array} \right) = A \times \left(\frac{\text{Soma dos Investimentos}}{\text{Número de membros do grupo}} \right)$$

- O custo da Conta de Grupo não depende da quantia investida pelos demais membros do grupo; somente depende da quantia investida por você.
- O custo da Conta de Grupo é positivamente relacionado com a quantidade investida por você nesta conta, como mostra a Tabela.

$$\left(\begin{array}{c} \text{Ganho da} \\ \text{Conta de Grupo} \end{array} \right) = \left(\begin{array}{c} \text{Receita da} \\ \text{Conta de Grupo} \end{array} \right) - \left(\frac{\text{Custo do Investimento}}{\text{na conta de grupo}} \right)$$

Tabela de Custos do Investimento na Conta de Grupo

Investimento	Custo	Investimento	Custo	Investimento	Custo	Investimento	Custo	Investimento	Custo
1	0	21	29	41	112	61	248	81	437
2	0	22	32	42	118	62	256	82	448
3	1	23	35	43	123	63	265	83	459
4	1	24	38	44	129	64	273	84	470
5	2	25	42	45	135	65	282	85	482
6	2	26	45	46	141	66	290	86	493
7	3	27	49	47	147	67	299	87	505
8	4	28	52	48	154	68	308	88	516
9	5	29	56	49	160	69	317	89	528
10	7	30	60	50	167	70	327	90	540
11	8	31	64	51	173	71	336	91	552
12	10	32	68	52	180	72	346	92	564
13	11	33	73	53	187	73	355	93	577
14	13	34	77	54	194	74	365	94	589
15	15	35	82	55	202	75	375	95	602
16	17	36	86	56	209	76	385	96	614
17	19	37	91	57	217	77	395	97	627
18	22	38	96	58	224	78	406	98	640
19	24	39	101	59	232	79	416	99	653
20	27	40	107	60	240	80	427	100	667

Assim, seu ganho total a cada período é dado por:

$$\left(\begin{array}{c} \text{Ganho ao final} \\ \text{do período} \end{array} \right) = \left(\begin{array}{c} \text{Ganho da} \\ \text{Conta de Grupo} \end{array} \right) + (\text{Renda inicial}) - (\text{Investimento})$$

Ao final do período você é informado, pelo computador, qual foi a média investida em seu grupo e qual foi o seu ganho. A cada período, um histórico é apresentado na tela informando:

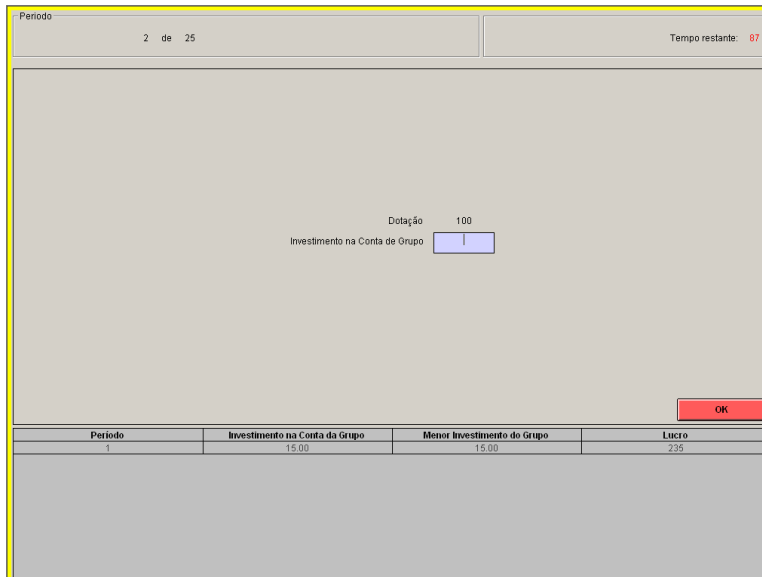
- Os valores investidos por você;
- A média dos investimentos de seu grupo;
- Seu ganho.

Você não é informado dos níveis de investimentos individuais dos demais membros do grupo.

DURANTE A REALIZAÇÃO DO EXPERIMENTO É PROIBIDA A COMUNICAÇÃO ENTRE OS PARTICIPANTES.

B. Telas

Fase de Tomada de Decisão



Período	Investimento na Conta do Grupo	Menor Investimento do Grupo	Lucro
1	15.00	15.00	235

Fase de Resultado

Período		Tempo restante: 26
2	de	25
Investimento na Conta do Grupo	25,00	
Menor Investimento do Grupo	20,00	
Lucro	253	
<input type="button" value="Continuar"/>		

C. Tabelas

Tabela 1

Teste de igualdade de média entre contribuições (Sessão 01 e Sessão 02)

Método	Graus de Liberdade	Valor	P-valor
Estatística t	896	8,26	0,0000
Estatística F (<i>Anova</i>)	(1,896)	68,24	0,0000
Observações	450		

Tabela 2

Receita Marginal em níveis baixos de contribuição.

Contribuição	Receita Mg	Contribuição	Receita Mg	Contribuição	Receita Mg
1	0,7	16	-1,3	31	-3,3
2	0,6	17	-1,4	32	-3,4
3	0,4	18	-1,6	33	-3,6
4	0,3	19	-1,7	34	-3,7
5	0,2	20	-1,8	35	-3,8
6	0,0	21	-2,0	36	-4,0
7	-0,1	22	-2,1	37	-4,1
8	-0,2	23	-2,2	38	-4,2
9	-0,4	24	-2,4	39	-4,4
10	-0,5	25	-2,5	40	-4,5
11	-0,6	26	-2,6	41	-4,6
12	-0,8	27	-2,8	42	-4,8
13	-0,9	28	-2,9	43	-4,9
14	-1,0	29	-3,0	44	-5,0
15	-1,2	30	-3,2	45	-5,2

Nota: Receita marginal dado c_{-i} constante igual a 16 (a média observada durante o experimento).

Tabela 3

Teste de igualdade de média entre níveis de provisão (Sessão 03 e Sessão 05)

Método	Graus de Liberdade	Valor	P-valor
Estatística t	48	0,28	0,7842
Estatística F (<i>Anova</i>)	(1,48)	0,08	0,7842
Observações	25		

Tabela 4

Teste de igualdade de variância entre níveis de provisão (Sessão 03 e Sessão 05)

Método	Graus de Liberdade	Valor	P-valor
Estatística F	(24,24)	1,09	0,8364
Observações	25		

Bibliografia

ADAMS, Christopher P. *Does Size Really Matter? Empirical evidence on group incentives*. Bureau of Economics, Federal Trade Commission, 2002.

- ANDREONI, J. *Why free ride? Strategies and learning in public good experiments*. Journal of Public Economics, 37: 291-304, 1988.
- BOWLES, Samuel; CARPENTER, Jeffery; GINTIS, Herbert. *Mutual Monitoring in Teams: Theory and Evidence on the Importance of Residual Claimancy and Reciprocity*. Mimeo, 2001.
- CAMERER, Colin. *Handbook of Experimental Economics*. Princeton, NJ: Princeton University Press, 1995.
- CARPENTER, Jeffery P. *Mutual Monitoring In Teams: Theory and Experimental Evidence*. Mimeo, 1999.
- DAVIS, Douglas D.; HOLT, Charles A. *Experimental economics*. Princeton, N.J.: Princeton University Press, c1993. 572p ISBN 0691043175 (enc.).
- GAYNOR, Martin; GERTLER, Paul J. *Moral Hazard and Risk Spreading in Medical Partnerships*. Rand J. Econ. 26 (Winter): 591-613, 1995.
- GOEREE, Jacob K.; HOLT, Charles A. *An Explanation of Anomalous Behavior in Binary-Choice Games: Entry, Voting, Public Goods, and the Volunteers' Dilemma*. Working paper, Dept of Econ, Univ of Virginia, 2000.
- HAMILTON, Barton H.; NICKERSON, Jack A.; OWAN, Hideo. *Team Incentives and Worker Heterogeneity: An Empirical Analysis of the Impact of Teams on Productivity and Participation*. Journal of Political Economy, vol. 111, n° 3, 2003.
- ISAAC, M.; WALKER, J. *Group size effects in public goods provision: The voluntary contribution mechanism*. Quarterly Journal of Economics 103 (Feb.): 179-199, 1988.
- ISAAC, M.; WALKER, J.; WILLIAMS, A. *Group size and the voluntary provision of public goods*. Journal of Public Economics 54(1): 1-36, 1994.
- KAGEL, John H; ROTH, Alvin E. *The Handbook of Experimental Economics*. Princeton University Press, 1995.
- KANDEL, E.; LAZEAR, E.P. *Peer Pressure and Partnerships*. Journal of Political Economy, 100: 801-817, 1992.
- KNEZ, Marc; SIMESTER, Duncan. *Firm-Wide Incentives and Mutual Monitoring at Continental Airlines*. Journal of Labor Economics, Volume 19, 743-772, 2001.
- MCKELVEY, Richard D.; PALFREY, Thomas R. *Quantal Response Equilibria for Extensive Form Games*. Experimental Economics, 1998.
- NALBANTIAN, Haig R.; SCHOTTER, Andrew. *Productivity Under Group Incentives: An Experimental Study*. JEL J33, C92, 1997.
- ROTEMBERG, Julio J. *Human Relations in the Workplace*. Journal of Political Economics 102 (August): 684-717, 1994.