



Departamento de Economia

Faculdade de Economia Administração e Contabilidade – FACE

Graduação em Ciências Econômicas

Matheus Schmeling Costa

Eu roubo, tu roubas, nós roubamos: Uma modelagem multiagentes da
decisão pela atuação corrupta.

Brasília – DF

2014

MATHEUS SCHMELING COSTA

EU ROUBO, TU ROUBAS, NÓS ROUBAMOS: UMA MODELAGEM
MULTIAGENTES DA DECISÃO PELA ATUAÇÃO CORRUPTA.

Dissertação apresentada ao Curso de Graduação
em Ciências Econômicas da Universidade de
Brasília, como requisito parcial para obtenção do
grau de Bacharel em Economia.

Orientador: Prof. Dr. BERNARDO MUELLER

Brasília – DF

2014

TERMO DE APROVAÇÃO

Eu roubo, tu roubas, nós roubamos: Uma modelagem multiagentes da
decisão pela atuação corrupta.

Esta monografia foi julgada e aprovada para a obtenção do grau de Bacharel em
Economia pelo Departamento de Economia da Faculdade de Economia, Administração
e Contabilidade da Universidade de Brasília.

Brasília - DF, __ de junho de 2014.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Bernardo Mueller

Profª. Dra. Geovana Lorena

“I am so clever that sometimes I don’t understand a single word of what I am saying.”

Oscar Wilde

Agradecimentos

Agradeço a Prometeu por ter cedido o fogo aos humanos, a Atena, cuja sabedoria me guiou na execução deste trabalho e a Dionísio, sem o qual a tensão teria sido demasiada.

Agradeço também à minha família, professores e colegas que tornaram o trabalho não só possível como mais divertido.

Sumário

1. Introdução.....	1
2. Modelos objetivos de crime racional.....	3
3. Corrupção e os incentivos dos pares.....	8
4. Abordagem Comportamental.....	17
5. Proposta de modelagem multiagente de Hammond (2000).....	25
5.1. Modelos multiagentes X modelos analíticos.....	25
5.2. O modelo de Hammond (2000).....	28
6. Simulação.....	32
6.1. Descrição do modelo.....	32
6.2. Resultados.....	37
7. Conclusões.....	44

Lista de Tabelas

Tabela 4.1: Tarefa das matrizes.....	18
Tabela 4.2: Resultados da tarefa das matrizes.....	24

Lista de Figuras

Imagem 6.1: Exemplo de espaço de simulação.....	37
Imagem 6.2: Parâmetros e resultados da simulação.....	38
Imagem 6.3: Exemplos de simulações que não atingiram resultados extremos.....	39
Imagem 6.4: Parâmetros e resultados.....	40
Imagem 6.5: Distribuição espacial e estatística de agentes por nível de aversão à corrupção.....	41
Imagem 6.6: Alteração no nível de punição no instante 10.....	42

Lista de Abreviações

MoSCR: Modelo simples de crime racional

Resumo

Desde o trabalho seminal de Gary Becker (1964) diversos estudos se desenvolveram com objetivo de explicar os determinantes individuais da criminalidade e da corrupção. Os trabalhos passaram de um âmbito focado no indivíduo para abordagens que levam em consideração a importância do contexto social no qual ele está envolvido na sua decisão pela criminalidade. Ainda assim tais trabalhos não refletem descobertas importantes obtidas no ramo da economia comportamental e lidam apenas de forma limitada com as complexas interações entre o agente e o meio que o circunda. O objetivo deste trabalho é reunir a literatura empírica e comportamental na avaliação dos modelos explicativos da decisão pela corrupção e a partir disso desenvolver simulações com base em modelos multiagentes dando um enfoque primordial à questão da endogeneidade da aversão à corrupção.

Palavras chave: Corrupção, normas sociais, economia comportamental, complexidade, modelos multiagentes.

Capítulo 1

Introdução

A corrupção é um problema sério em diversos países do mundo, o Brasil incluso entre eles. Mauro (1995) confirma empiricamente o prejuízo causado pela corrupção à economia de um país. No índice mundial de percepção corrupção desenvolvido pela organização Transparência Internacional no ano de 2013, o Brasil ocupa a 72^a posição entre 177 países, empatado com África do Sul e a Bósnia e Herzegovina. Apesar de a organização apontar para uma evolução na situação da corrupção do país na última década é evidente que as condições atuais ainda são precárias.

As formas de se lidar com a corrupção e os incentivos que levam os agentes públicos a agirem de forma corrupta são estudados desde Kautilya no séc. IV a.C., como apontado por Amartya Sen (2010). Nesse sentido ainda Sen (2010, p. 353) afirma: “O modo como as pessoas se comportam depende frequentemente de como elas veem – e percebem – o comportamento dos outros.” É com base nessa relação entre o indivíduo e o grupo em que ele está inserido e os determinantes da escolha por agir de forma corrupta que este trabalho se desenvolve.

Existe uma gama extremamente diversa de fatores que influem na tomada de decisões por parte dos agentes econômicos. Esses incentivos são especialmente importantes quando condicionam os agentes a atitudes com consequências sociais, sejam elas positivas ou negativas. Becker (1968), em um trabalho seminal, analisou os incentivos econômicos dos agentes a perpetrarem ações criminosas, e, a partir disso, se propôs a avaliar a medida ótima de punição, de modo a minimizar os custos sociais da criminalidade. O trabalho de Becker envolve todos os diversos fatores que seriam

considerados por um agente racional maximizador de utilidade: o retorno esperado do crime, a probabilidade de ser pego e o custo da punição.

Apesar, no entanto, da robustez lógica do modelo de Becker, diversos trabalhos mais recentes de economia comportamental e psicologia mostram que a resposta dos indivíduos a incentivos é muito mais complexa do que os antigos modelos presumiam. Gneezy, Meier e Rey-Biel (2011) tornam claro que não somente incentivos extrínsecos podem não funcionar como, caso não sejam devidamente planejados, podem resultar em respostas opostas às planejadas. Também estudando o poder de sinalização de sanções, Weele (2012) desenvolve um modelo que, assim como Becker (1968), busca determinar os motivadores da escolha de um indivíduo à agir de acordo com normas impostas. Weele, no entanto, leva em consideração o achado fundamental de Cialdini (2003) que evidencia superioridade do poder de persuasão das normas descritivas com relação às injuntivas.

As normas injuntivas expressam o que é considerado socialmente aceito, enquanto que as normas descritivas expressam o que a maioria das pessoas faz. As sanções, portanto, desempenham um efeito dúbio. Se por um lado a punição desincentiva os agentes a violar a regra, por outro podem sinalizar a quantidade de agentes que o faz, criando um incentivo intrínseco em agir conforme o grupo (Weele, 2012).

Além disso, em questões nas quais as sanções são incertas, a percepção dos agentes sobre o comportamento dos demais não somente serve como uma norma descritiva criando um incentivo a agir conforme o grupo, mas também serve como uma sinalização da probabilidade de ser pego, tal qual destacado em Ariely (2012). Se um número considerável de indivíduos se mantém desobedecendo a determinadas normas, então as sanções não podem estar sendo aplicadas com tanta frequência.

O objetivo deste trabalho é reunir resultados empíricos e experimentais para avaliar a importância do contexto no qual o indivíduo está inserido sobre a sua decisão de atuar de forma corrupta e a partir disso desenvolver simulações com base tanto nos modelos analíticos que serão expostos, quanto em modelos multiagentes. O restante do trabalho se organiza da seguinte maneira, a seção 2 apresenta o trabalho de Becker (1968) que dá origem às discussões sobre os determinantes da decisão individual pela criminalidade. A seção 3 explora os diversos modelos que buscam explicar a grande variação entre taxas de criminalidade e corrupção mesmo quando os incentivos econômicos são semelhantes. A seção 4 analisa a literatura comportamental envolvendo a decisão pela corrupção. A seção 5 contrapõe a proposta da modelagem multiagente frente a modelagem analítica-matemática tradicional. A seção 6 descreve o modelo que será simulado e apresenta seus resultados. Por fim a última seção expõe as conclusões.

Capítulo 2

Modelos Objetivos de Crime Racional

Becker (1968), em um trabalho seminal, desenvolve uma análise econômica sobre os determinantes do nível de criminalidade e os custos sociais envolvidos em seu controle. Sob a perspectiva do autor, existiria um nível ótimo de criminalidade para a sociedade, dado pelo encontro entre o prejuízo marginal causado pela ofensa à sociedade e o custo marginal de impedir que tal ofensa ocorra. A formulação do modelo dá origem a um equilíbrio único que minimiza o custo social total da criminalidade.

A oferta de ofensas é dada em função do retorno esperado pelo agente,

$$O_j = O_j(p_j, f_j, u_j), \quad (2.1)$$

onde p_j é a probabilidade de o agente j ser capturado pela infração, f_j é a punição, caso o agente seja capturado e u_j indica uma série de outros fatores que influenciam na decisão do agente, como, por exemplo, o custo de oportunidade da atividade criminosa e de sua punição. Como o objetivo de Becker é encontrar o dito ponto ótimo dos gastos estatais com a investigação e punição dos delitos, o fator u_j é desprezado pelo resto de seu trabalho. O autor considera ainda que o efeito de um aumento em p_j sobre a oferta de crimes seria maior do que o de um aumento em f_j , dado que os infratores possuem preferência pelo risco.

Os custos de investigação e punição, por outro lado, são dados respectivamente por:

$$C(p, O(p, f)) \text{ e} \quad (2.2)$$

$$bf p O(p, f), \quad (2.3)$$

onde p é a proporção de crimes punidos, f o nível de punições, $O(p, f)$ é o número agregado de ofensas e b é um valor que expressa o custo social total da punição. O custo social da punição pode variar drasticamente entre as diferentes punições que podem ser aplicadas, uma multa, por exemplo, teria um custo social próximo de zero, dado que, fora os custos de arrecadação, representa apenas uma transferência de renda do infrator para o Estado. Outras punições, no entanto, representam um custo elevado, como aprisionamento e liberdade condicional. É importante destacar que o custo social da punição extrapola tanto o custo para o agente quanto o custo para o Estado, dado que punições como, por exemplo, tortura ou pena de morte, podem representar um dano que atinge diversos outros membros da sociedade para além do infrator.

Um dos problemas deste modelo, é que ele leva a uma conclusão um tanto perturbadora. Dado que os custos da punição só se aplicam aos crimes efetivamente investigados e julgados e que o nível da punição é determinante na decisão do agente de cometer um crime, seria possível reduzir a oferta de ofensas da sociedade elevando ao máximo o nível das punições e reduzindo ao mínimo os agentes punidos. Tratar-se-ia de uma reprodução das punições medievais, que criavam um espetáculo do suplício extremo com a finalidade de desincentivar a criminalidade.

Becker se refere a esse problema e indica que dada uma punição exagerada os juízes evitariam em aplicar as sanções e como resultado o custo de investigação se elevaria, tornando-se uma função também das punições, ou seja, $C(p, f, O(p, f))$. Stigler (1970) afirma que não seria razoável impor sanções extremas porque isso prejudicaria a gradação das penas, fazendo com que crimes de furto e homicídio tivessem punições semelhantes criando incentivos para que os agentes progredissem de crimes leves para os mais danosos. O modelo, no entanto, não reflete nem o argumento

de Becker nem o de Stigler, evidenciando como vantajoso o *trade off* de investigações por punições.

Dando prosseguimento ao trabalho iniciado em Becker (1968), Becker e Stigler (1974) desenvolvem um modelo com o objetivo de explicar os determinantes da atuação corrupta dos agentes aplicadores da lei e propõe um mecanismo de incentivos para coibir a corrupção. Considerando que a única punição para um agente corrupto é a perda de seu cargo, os autores defendem a necessidade de um salário acima do mercado para os aplicadores da lei, de modo que a desutilidade da perda de tal bônus supere a utilidade esperada das propinas oferecidas. Tal bônus deverá ser, portanto, proporcional às propinas oferecidas na área de atuação do agente e inversamente proporcional à probabilidade de o agente ser descoberto caso decida atuar de forma corrupta.

Esse bônus, no entanto, não precisa representar um custo para a sociedade. Os autores propõem que ao ser admitido o agente deveria fazer um depósito junto ao estado, de modo que o bônus adquirido refletiria uma retirada parcelada e corrigida deste depósito. Dessa forma, afirmam os autores, os servidores teriam uma utilidade final semelhante à dos trabalhadores em condições equivalentes no setor privado caso não sejam descobertos em esquemas de corrupção. Por outro lado, perderiam o direito de acesso a esse depósito caso fossem descobertos atuando de forma ilegal, e conseqüentemente, o risco imposto pela corrupção reduziria a sua utilidade esperada a um nível inferior à do setor privado, criando, portanto, incentivos para a atuação honesta. Deveria, no entanto, haver uma compensação para o risco de um trabalhador honesto ser erroneamente demitido.

Outro problema evidente do modelo está no pressuposto de que os agentes econômicos sejam plenamente capazes de julgar a probabilidade de serem punidos pelo crime que executam. Essa questão será tratada mais extensivamente adiante. Em defesa

do modelo proposto em Becker (1968) cabe dizer que seu objetivo não é expor os determinantes da decisão individual dos agentes, mas sim explicar a existência de um nível ótimo para a criminalidade, desmistificando a ideia de que o objetivo da aplicação da lei é reduzir este nível à zero.

A importância fundamental do modelo de Becker (1968) é decorrência do fato que seu trabalho deu origem aos Modelos Simples de Crime Racional, tal qual batizados por Ariely (2012). Os modelos assim chamados consideram os determinantes da escolha individual de forma bastante semelhante. O benefício líquido do crime é dado por:

$$BL = l - c - o - a - pf, \quad (2.4)$$

onde l é o benefício bruto esperado do crime, c é o custo de planejamento e execução, o é o custo de oportunidade, a é a aversão ao crime, p é a probabilidade de o infrator ser descoberto e punido e f é a punição. O agente decidirá por executar o crime caso o valor do benefício líquido esperado seja positivo.

A abrangência deste modelo decorre de sua simplicidade. Os diversos artigos discutidos neste trabalho avaliarão de formas diferentes a importância e a determinação de cada um desses fatores. Em Becker (1968) os dois principais fatores são p e f , mas o autor destaca a importância do custo de oportunidade. A probabilidade de o indivíduo ser capturado é para Becker específica para o indivíduo e para o crime executado, evidenciando que alguns agentes, em função de sua posição social e disponibilidade de recursos, teriam uma maior capacidade de escapar do alcance da lei. Na próxima seção serão discutidos trabalhos que desenvolvem uma abordagem mais detalhada dos determinantes da decisão pela atuação criminosa.

Capítulo 3

Corrupção e os incentivos dos pares

Uma das maiores limitações dos Modelos Simples de Crime Racional (MoSCR) é a sua dificuldade de explicar a grande variação entre as taxas de criminalidade de diferentes cidades. Glaeser, Sacerdote e Scheinkman (1996) apontam que menos de 30% dessa variação pode ser explicada por características locais. Tal constatação motivou esses autores a desenvolverem um modelo de decisão na qual o agente observa a atuação de seus vizinhos e considera esta atuação na determinação de sua própria escolha de infringir ou não a lei. A partir disso, eles elaboram um modelo econométrico com o objetivo de verificar a importância deste caráter social na determinação dos índices de criminalidade.

Os autores estabelecem no modelo três tipos de agentes, o agente do tipo 0 sempre optará por cumprir a lei, o agente de tipo 1 sempre descumprirá a lei e o agente do tipo 2 atuará imitando o agente anterior ($i - 1$). A proporção de indivíduos na amostra que atua imitando os “vizinhos” será o indicador da magnitude do contágio social, $f(\pi)$. Este valor é estimado através da variação da criminalidade não explicada por fatores locais.

O resultado obtido apresenta grandes divergências dependendo do tipo de crime analisado. Furto e roubo de automóvel se apresentam como crimes com um efeito de contágio elevado, o crime de roubo possui um efeito de contágio mediano e, finalmente, os crimes de incêndio, estupro e homicídio tem um efeito de contágio quase irrelevante.

O modelo desenvolvido em Glaeser, Sacerdote e Scheinkman (1996) tem por objetivo unicamente criar as ferramentas necessárias para mensurar o nível de contágio social do crime, a explicação da forma que este contágio se origina não decorre

diretamente do modelo. Os resultados encontrados, portanto, permitem um grande número de interpretações. Com base em estudos descritivos os autores apontam que indivíduos próximos de infratores tendem a reduzir sua aversão ao crime, por passarem a enxergar tal atividade como habitual e, portanto, mais aceitável. Nesse sentido, a propensão ao contágio da criminalidade estaria relacionada a uma redução do valor de α expresso nos modelos de crime racional, mas tal efeito não se aplicaria a crimes mais extremos, que seriam menos justificáveis moralmente.

Rasmusen (1996) desenvolve uma modelagem que considera o efeito do nível de criminalidade sobre o estigma social imposto sobre o criminoso, apontando que quanto maior o número de infratores menor será o estigma imposto a eles. Rasmusen argumenta que a punição do criminoso tem não somente o efeito direto sobre sua utilidade, mas também repercute em uma sinalização da sua atuação para os demais indivíduos, de modo que agentes “honestos” estariam menos propensos a interagir com o criminoso. Essa punição social possuiria tanto uma manifestação monetária quanto subjetiva. O criminoso terá uma redução em sua renda final esperada na medida em que perderá oportunidades de emprego e terá menor credibilidade ao firmar contratos. Além disso, o estigma prejudicará o estabelecimento de relações sociais, causando uma desutilidade para o infrator.

Por outro lado, de acordo com o modelo desenvolvido por Rasmusen, à medida que cresce a quantidade de agentes desonestos, o peso do estigma social decresce. Isso ocorrerá em parte porque aumenta a população que não lhe impõe o estigma, ou seja, os demais criminosos, mas também porque, como argumentado acima, a interação com infratores passa a se tornar mais habitual inclusive para os agentes honestos, fazendo com que cresça o custo de aplicação do estigma para esses agentes.

Em consequência disso, o modelo de Rasmusen (1996) dá origem à possibilidade de múltiplos equilíbrios para o nível de criminalidade, uma vez que o mesmo nível de punição formal e probabilidade de captura permitem a emergência de diferentes níveis de criminalidade. Essa conclusão vai no sentido oposto daquela descrita em Becker (1968) e reflete melhor a análise empírica de Glaeser, Sacerdote e Scheinkman.

Poderíamos também interpretar o fenômeno de contágio como o acesso às informações necessárias à execução de um crime. As informações que envolvem a organização de uma infração não estão disponíveis livremente, o contato para conseguir as armas e ferramentas ilegalmente e para escoar o fruto de um roubo deve ser mediado por alguém que já esteja envolvido. Dessa forma, uma infração que seria proibitivamente custosa para determinado indivíduo pode ser facilmente executada por outro que possua os contatos necessários. Como consequência os custos de execução seriam endógenos, reduzindo-se conforme haja um maior índice de criminalidade e novamente possibilitando múltiplos equilíbrios.

Essa interpretação explica também porque o efeito de contágio seria maior para os crimes de furto e roubo de automóvel e menor para o de homicídio. Enquanto os primeiros exigem um preparo para a invasão de propriedade, arrombamento e um meio para vender o fruto da infração, o último dependeria menos de conexões sociais para a sua execução e mais da motivação do próprio agente.

Nesse contexto a corrupção surgiria como um crime de alto conteúdo social. Seja ela consequência do desvio de verbas públicas em benefício privado seja resultado de transferências veladas para garantir serviços públicos de forma ilegal, a corrupção exigirá a participação de mais de um agente em sua execução. É considerando isso que os trabalhos de Lui (1986), Cadot (1987) e Andvig e Moene (1990) desenvolvem uma

modelagem de crimes de corrupção considerando o contexto do grupo no qual o agente está inserido como um determinante da sua probabilidade de ser punido pela infração. Nos três modelos uma maior proporção de servidores públicos corruptos terá como resultado uma maior dificuldade na sua detecção, resultando em múltiplos equilíbrios de corrupção e dispêndio em auditorias e punições.

Lui (1986) considera que um agente público optará por agir de forma corrupta caso:

$$1 - h - p(t)C \geq 0, \quad (3.1)$$

onde h é o nível de honestidade do agente, que varia em uma distribuição uniforme entre zero e um para os agentes do modelo, $p(t)$ é a probabilidade de o agente sofrer uma auditoria no período t e C é a punição recebida caso seja identificada uma infração. O valor da propina oferecida é normalizado em 1.

Os agentes do modelo são, portanto, heterogêneos quanto à sua aversão à corrupção. Em cada período o governo despense um valor R investigando os servidores. Essa investigação é feita utilizando informações extraídas dos demais agentes do modelo. O custo de cada investigação bem sucedida é dado por:

$$r(t) = 1/(m - nB(t)). \quad (3.2)$$

Na equação, m e n são parâmetros tais que $m > n$, e $B(t)$ é a proporção de agentes corruptos. O custo das auditorias, portanto, é crescente com o nível de corrupção, dado que os agentes corruptos interferem na investigação escondendo informações. As auditorias são feitas aleatoriamente entre todos os servidores. Sendo N o total de funcionários neste setor, obtém-se que:

$$p(t) = (R/r(t))/N. \quad (3.3)$$

Lui considera que os agentes permanecem em atividade durante dois períodos. Aos agentes identificados atuando de forma corrupta em seu primeiro período é imposta uma punição para a reincidência, C' , elevada o suficiente para que estes se recusem a infringir a norma enquanto houver uma probabilidade no segundo período, $p(t + 1)$, positiva. Em consequência disso, um aumento de R em t reduzirá $B(t + 1)$, conseqüentemente elevando $p(t + 1)$.

Este modelo dá origem a equilíbrios múltiplos para um mesmo dispêndio do governo em investigações, dessa forma, seria possível aumentar temporariamente o valor de R acima do ótimo, considerando o modelo de Becker (1968), para que se atingisse um nível menor de corrupção. O contrário também é possível, ou seja, um descaso temporário na fiscalização poderia conduzir o sistema a um equilíbrio de maior corrupção que se manteria mesmo quando a fiscalização voltasse ao patamar original.

Em Cadot (1987) a corrupção é vista como uma aposta. O agente público tem a oportunidade de exigir um pagamento para a prestação de um serviço, uma situação similar a de um agente fiscalizador que exige uma propina para emitir um certificado. No entanto, cada vez que o faz, o agente corre o risco de ser denunciado a seu superior pelo indivíduo fiscalizado. A modelagem é semelhante à de uma loteria em que o resultado dependerá da disposição do civil de pagar a propina.

O fator importante no modelo de Cadot advém da possibilidade de o agente corrupto de subornar o seu superior para ignorar a denúncia. Essa nova propina representa também um risco para o agente caso seu superior se recuse a aceitá-la. Uma vez que a propina é aceita, no entanto, o risco de o superior recusá-la em situação semelhante no futuro se reduz, criando um incentivo para que o agente continue a atuar de forma desonesta. Como consequência disso, o modelo de Cadot (1987) expõe uma

possibilidade de alastramento da corrupção criando relações de vassalagem dentro do serviço público.

O modelo de Andvig e Moene (1990) possui diversas semelhanças com os de Cadot (1987) e Lui (1986). Agentes da sociedade demandam um serviço ilegal dos agentes públicos com um retorno esperado de:

$$P_i = \pi_i(b) - q_i/y, \quad (3.4)$$

onde $\pi_i(b)$ é o lucro obtido dada a propina paga de b , q_i é o custo individual do agente que demanda o serviço por cada oferta feita a um agente público e y é a proporção de agentes públicos corruptos. O civil, nesse modelo, irá realizar propostas de corrupção até que encontre um agente público disposto a aceitá-la. Cada tentativa, no entanto, é custosa, e dado que a média de tentativas necessárias para se obter sucesso é dada por $1/y$, para ter acesso ao serviço o agente despenderá o gasto descrito de q_i/y .

As infrações estão sujeitas a probabilidade $p(t)$ de serem detectadas. Caso o agente que identifique o ato de corrupção seja honesto, o infrator será demitido, por outro lado, caso seja detectado por um agente corrupto, ele poderá escapar da punição oferecendo a propina b , equivalente à que recebeu na infração. Nesse caso, portanto, a lucratividade esperada da atividade ilícita será novamente dependente da proporção de agentes corruptos.

A decisão do agente público é dada por:

$$V_i(t) = w + \max[b - c_i + U_i(t), \beta V_i(t + 1)] \quad (3.5)$$

onde $V_i(t)$ é a utilidade esperada do agente em t , w é o diferencial de salário recebido no setor público b é a propina recebida caso opte por aceitá-la, c_i é o custo de realizar a atividade irregular, representando tanto o esforço necessário quanto a aversão ao crime, $U_i(t)$ é a consequência da infração, considerando o risco de ser descoberto, seja por um

agente honesto seja por um agente corrupto, e a punição. Finalmente, $\beta V_i(t + 1)$ é a utilidade esperada no próximo período caso o agente opte por não aceitar a propina, considerando o desconto intertemporal β . Andvig e Moene apontam que a instabilidade do governo, representando um risco de perder o cargo para o agente, reduz a taxa de desconto, elevando, portanto, a propensão à atuação corrupta.

O valor de c_i varia entre os agentes, assim como em Lui (1986), refletindo a heterogeneidade na aversão à corrupção. Os autores consideram três distribuições possíveis, cada uma delas dando origem a dinâmicas bastante diferentes. Quando o valor é mantido constante para todos os agentes, existirão dois equilíbrios, um no qual todos serão corruptos, e outro no qual nenhum o será, espelhando a modelagem dos riscos. Dada uma distribuição uniforme, haverá um único equilíbrio para o nível de corrupção determinado pelos parâmetros utilizados.

A última, e mais importante, distribuição considerada em Andvig e Moene (1990) tem o formato de uma normal, ou seja, a maior parte dos agentes terá um valor de c_i próximo ao centro. Essa distribuição pode dar origem a até três equilíbrios sendo dois deles estáveis. A partir de um dado nível de corrupção y_2 proporção de agentes corruptos convergirá para um equilíbrio elevado y_3 . Para um valor abaixo de y_2 , no entanto, o equilíbrio converge para um nível reduzido y_1 .

Todos estes trabalhos, no entanto, pressupõe uma mesma hipótese bastante forte, a de que os agentes possuem um conhecimento perfeito sobre a probabilidade de serem capturados. Glaeser, Sacerdote e Scheinkman (1996) destacam a fragilidade dos dados de criminalidade obtidos do FBI e da prefeitura de Nova Iorque. Se nem sequer os dados estatais sobre a criminalidade podem ser confiados, como se esperar que os agentes tenham conhecimento perfeito de sua probabilidade de serem pegos? Além disso, Becker (1968) já destaca que tal probabilidade pode variar conforme a posição

social dos agentes, de modo que nem sequer se possuísem acesso a dados de qualidade perfeita sobre toda a população os agentes teriam tal conhecimento.

Em Sah (1991) é apresentado um modelo que reflete a incapacidade dos agentes de terem conhecimento sobre sua probabilidade de captura. Nesse modelo cada agente observa as decisões e as consequências enfrentadas por n outros agentes para formular sua percepção da realidade. O tamanho de n pode ser adaptado para refletir o nível de informação de cada agente. Quanto maior n mais homogênea será a percepção dos agentes nessa sociedade. Os agentes consideram ainda suas experiências passadas na determinação de suas percepções. Sah considera inclusive que as observações podem ter diferentes pesos na determinação da probabilidade de captura percebida pelo agente. Dessa forma, observações mais próximas ou mais vívidas poderiam ter uma importância maior, e, portanto, as experiências passadas vividas pelo indivíduo seriam mais importantes do que a observação da atuação dos demais. Tal formulação é consistente com o estudo comportamental de Kahneman e Tversky (1974).

O resultado obtido por Sah (1991), em semelhança com os outros estudos apresentados nessa seção, justifica a existência de diferentes níveis de criminalidade mesmo quando os agentes estão sujeitos a incentivos econômicos semelhantes.

Antes de passar à próxima seção é importante destacar uma última vulnerabilidade que encontramos nestes modelos. Apesar de considerarem para diversos tipos de influências do meio sobre a atuação e a percepção dos agentes, em nenhum desses trabalhos o meio é influente sobre a determinação dos parâmetros intrínsecos ao indivíduo.

A aversão ao crime incorporada em cada um desses trabalhos é particular e fixa a cada agente. Mesmo quando Lui (1986) e Andvig e Moene (1990) consideram

diferentes distribuições dessa aversão entre os indivíduos, a percepção do comportamento dos demais agentes não altera tal parâmetro, indicando que os valores serão estáveis qualquer que seja o ambiente.

Além disso, percebeu-se neste trabalho que tais modelos apresentam uma forte limitação, uma vez que quando considerado que existe uma variação na propensão intrínseca dos agentes a se envolverem em atividades criminosas, e ainda que indivíduos capturados em tais atividades serão excluídos do grupo, seja através da prisão ou da demissão, é de se esperar que os investimentos em investigações e punições levem a exclusão gradual dos agentes com maior propensão ao crime. Percebemos, portanto, que essa dinâmica faria com que a distribuição da aversão ao crime variasse com a passagem dos períodos. Fenômeno este não observado nos modelos apresentados.

Uma última crítica, destacada em Ariely (2012) diz respeito à chamada flexibilidade cognitiva, de acordo com a qual um indivíduo tende a entender como gradualmente mais natural uma ação que desempenha ou uma ideia que defende. Isso explica, de acordo com o autor, porque funcionários de bancos continuavam a conceder financiamentos e realizar hipotecas mesmo nas iminências da crise econômica de 2009. Segundo essa teoria, a aversão à corrupção de um agente se torna gradualmente menor à medida que ele atua repetidamente de forma corrupta.

Não é comum no âmbito da Economia considerar a formação e a importância desses valores na determinação das decisões individuais, em parte porque tais valores seriam de certa forma impermeáveis a incentivos econômicos. Na próxima seção serão apresentados estudos que levantam questionamentos nesse sentido.

Capítulo 4

Abordagem comportamental

Em 1982 James Wilson e George Kelling publicam um artigo na revista *The Atlantic* disseminando a chamada “teoria das janelas quebradas”. A ideia central desta teoria é de que pequenos sinais de descuidados em locais públicos poderiam motivar atos de vandalismo e criminalidade gradativamente mais graves. Ou seja, manter sem conserto uma janela quebrada em um prédio poderia evoluir até que todas as janelas estivessem quebradas e o local se tornasse um antro de criminalidade. As janelas quebradas dariam origem a um efeito de sinalização para os indivíduos que transitam no local, primeiro indicariam que os atos de vandalismo seriam socialmente autorizados, uma vez que outros já agiram de tal maneira e a presença continuada das janelas quebradas indica que não há uma preocupação explícita com isso. Em segundo lugar, a constatação do vandalismo alheio sinaliza que não haveria patrulhamento na região e, portanto, a probabilidade de que atos do gênero venham a ser punidos é baixa.

Wilson e Kelling citam o trabalho de Zimbardo (1969) onde dois carros conversíveis foram abandonados um no Bronx, no condado de Nova Iorque, o outro em Palo Alto, na Califórnia. O primeiro carro foi atacado por vândalos em menos de dez minutos após ter sido abandonado, em menos de 24 horas tudo de valor que se pudesse extrair do carro já fora levado. O segundo carro passou mais de uma semana intacto, até que Zimbardo o amassou com uma marreta. Logo após os transeuntes continuaram a depredação até que, poucas horas depois, o carro estivesse virado de cabeça para baixo e absolutamente destruído.

Tal experimento demonstra o poder da sinalização de desencadear comportamentos similares, seja por demonstrar a impunidade seja por revelar a aceitação social de tal comportamento. Cialdini (2003) conduz um experimento

semelhante, inspirado em um premiado comercial da década de 1970 nos Estados Unidos, em que um homem de descendência indígena lentamente se aproxima de uma estrada movimentada e demonstra sua tristeza com a poluição lá presente e causada pelas pessoas que jogam lixo no chão.

Cialdini expressa que, apesar do apelo dramático das imagens, as consequências do comercial sobre as pessoas que o assistem podem ser sub-ótimas ou até mesmo negativas. Isso porque ao mesmo tempo em que é passada uma mensagem injuntiva, de que largar lixo em zona pública é uma atitude reprovável, é passada também uma mensagem descritiva de que, independente da norma, as pessoas de fato poluem. A partir disso o autor conduz um experimento e comprova, conforme a teoria das janelas quebradas, que as normas descritivas possuem um maior poder de moldar o comportamento individual do que normas injuntivas.

A relação desta conclusão está diretamente relacionada com o problema encontrado no modelo de Becker (1968) e que se mantêm através dos demais modelos de decisão racional sobre criminalidade. Tais modelos justificariam a imposição de penalidades extremas em substituição de investimentos em aumentar a proporção de crimes solucionados. Considerando que a punição é um reflexo do nível de reprovação de determinada atividade, Cialdini (2003) indica que essa punição teria um efeito menor sobre a decisão do agente do que a observação do comportamento dos demais indivíduos. Além disso, se a punição for moldada para compensar a dificuldade em capturar os infratores, uma pena elevada servirá exatamente como sinalizador de que a maior parte das infrações permanece impune.

Weele (2012) desenvolve um modelo considerando este poder sinalizador das sanções impostas pelo governo. Os agentes jogam um jogo de bem público, no qual existe a opção de contribuir ou não para o provimento deste bem e não há como impedir

que os agentes que não contribuem de se beneficiar dele. O governo, no entanto, tem a opção de determinar uma sanção custosa g sobre os agentes que não contribuem. O objetivo do governo é maximizar a função:

$$W(m, g) = m - \alpha g, \quad (4.1)$$

onde m é a proporção de agentes que contribuem e α é o custo de impor a sanção g . Existem dois tipos de agente, os cooperadores condicionais, cujo custo de contribuir depende da atuação dos demais agentes, e os egoístas, que enxergam o custo de contribuir objetivamente. A utilidade dos agentes egoístas é dada por:

$$\pi_i^e(c_i, m) = h(m) - c_i - g(c_i), \quad (4.2)$$

onde $h(m)$ é o retorno do bem comum, crescente em m , e c_i é a contribuição do agente, podendo ser 1 ou 0. A punição imposta pelo governo, $g(c_i)$, é tal que:

$$g(c_i) = \begin{cases} 0 & \text{se } c_i = 1 \\ g & \text{se } c_i = 0 \end{cases}, \quad (4.4)$$

A utilidade dos cooperadores condicionais, por outro lado, é dada por:

$$\pi_i^c(c_i, m) = \begin{cases} (h(m) - c_i - g(c_i)) & \text{se } m < \bar{m} \\ (h(m) - \theta c_i - g(c_i)) & \text{se } m \geq \bar{m} \end{cases}, \quad (4.5)$$

onde $\theta \in (0,1]$ reflete um certo conforto ao se contribuir sabendo que ao menos uma parcela da população \bar{m} também contribui.

Os agentes, no entanto, são incapazes de observar m e a parcela de cooperadores da sociedade. Para inferir m os agentes cooperadores irão observar a sanção imposta pelo governo. Caso a proporção de egoístas seja demasiadamente grande, o governo será obrigado a impor uma sanção elevada ($g = 1$) para garantir cooperação. No entanto, caso haja um número suficientemente grande de cooperadores o governo poderá elevar sua utilidade estabelecendo uma sanção inferior ($g < 1$). Esse resultado

reflete estudos empíricos descritos em Gneezy, Meier e Rey-Biel (2011), em que incentivos extrínsecos, como sanções ou recompensas monetárias, se mostraram capazes de expulsar incentivos intrínsecos ao indivíduo, como a aversão ao crime ou a satisfação de contribuir.

A ideia de uma relação entre incentivos extrínsecos e intrínsecos e da importância da sinalização decorrente de sanções se espelha também nos resultados encontrados por Levitt (2006). Se utilizando de um banco de dados um tanto incomum, contendo informações sobre aproximadamente 75.000 entregas de *donuts* e *bagels* entre 1993 e 2004, Levitt desenvolve uma análise econométrica sobre alguns dos fatores que determinam a honestidade de agentes econômicos.

O estudo gira em torno do sistema de confianças na comercialização de tais produtos. Caixas de *donuts* e *bagels* eram deixadas durante a manhã em diferentes escritórios de uma mesma cidade acompanhadas de outra caixa lacrada onde deveria ser depositado o pagamento. Não havia qualquer tipo de fiscalização sobre o pagamento, ou seja, não haveria nenhuma sanção formal para indivíduo que decidisse por não pagar. Mais tarde no mesmo dia, as caixas seriam recolhidas e o pagamento contabilizado, permitindo inferir a taxa de pagamento.

Levitt aponta que, partindo do pressuposto de que a atuação dos agentes se daria de forma racional e egoísta, tal sistema certamente levaria a um elevado nível de inadimplência, uma vez que não haveria incentivos para o pagamento. Evidentemente não foi isso o observado. Não somente a maior parte dos consumidores pagava, como a taxa de pagamento era bastante elevada, mantendo uma média de aproximadamente 89% durante todo o período. Esse resultado indica a importância dos fatores intrínsecos na determinação da atuação dos agentes.

Levitt considera a importância de diversos fatores sobre a honestidade dos agentes, inclusive a temperatura e o tempo em cada uma das observações, mas dois resultados encontrados são particularmente interessantes para o presente trabalho. O primeiro é o impacto causado pelos atentados de 11 de setembro de 2001, que eleva imediatamente a taxa de pagamentos em torno de 1% e 3%, efeito esse que se mantém presente até o final da amostra. Isso indica que os atentados de alguma forma alteraram a aversão à desonestidade dos agentes.

Duas hipóteses podem ser levantadas para explicar o porquê desse efeito. Primeiramente, os atentados podem ter aumentado o senso de identificação entre os agentes, de forma que o efeito da decisão do agente sobre a utilidade de outro passou a ser mais relevante nos critérios de decisão. Essa característica altruísta não seria novidade em estudos sobre o comportamento de agentes econômicos. Em segundo lugar, a exposição midiática posterior aos atentados pode ter servido como uma forma de lembrar os agentes de determinados valores morais, resultando em uma maior taxa de pagamentos. Essa segunda hipótese é reforçada em Ariely (2012), que comprova o poder de lembretes morais reduzindo a propensão à desonestidade.

O segundo resultado importante encontrado em Levitt (2006) é o aumento considerável na capacidade explicativa do modelo quando são considerados efeitos fixos para cada companhia que recebeu as entregas. A inclusão dos efeitos fixos resulta em um aumento de 0,06 para 0,19 do R^2 da regressão presente no trabalho. Isso serve de indício de que a formação dos valores expressos na propensão à honestidade ocorre no interior dos grupos de indivíduos, reforçando a importância dos efeitos de contágio descritos em Glaeser, Sacerdote e Scheinkman (1996) e de uma abordagem microeconômica que considere endógena a formação da aversão à criminalidade.

Ariely (2012) apresenta um experimento formulado com o objetivo de verificar como se formam os valores sociais envolvidos na decisão pela desonestidade. O experimento se baseia em dar a oportunidade aos indivíduos testados de trapacear tendo certeza da impunidade e, a partir disso, verificar de que forma a percepção do comportamento alheio influencia na atuação individual.

Ariely aplica a chamada “tarefa das matrizes”, em que 20 tabelas similares a tabela 1 são distribuídas entre os participantes. O objetivo do participante é encontrar dois números que somados tenham 10 como resultado.

Tabela 4.1: Tarefa das matrizes.

1,69	1,82	2,91
4,67	4,81	3,05
5,82	5,06	4,28
6,36	5,19	4,57

Fonte: Ariely (2012)

Apesar de a resolução ser simples, o tempo limitado impede que todas as matrizes sejam resolvidas. O teste é conduzido sob diversas condições diferentes. No grupo de controle os testes de todos os participantes são corrigidos regularmente e os indivíduos são recompensados de acordo com o número de acertos. A recompensa varia entre \$0,25 e \$10,00 dólares por resposta certa para verificar de que forma o aumento dos incentivos influencia no desempenho e na honestidade dos agentes. Na segunda condição, chamada de condição do triturador, os participantes são instruídos a resolver as matrizes, verificar quantas das respostas estavam certas, triturar a folha de respostas e depois retirar de um envelope colocado sobre sua mesa o valor da recompensa cabível. Nessa condição os participantes têm a possibilidade de trapacear livremente.

O resultado obtido entre essas duas condições indica que, não somente o nível de trapagens não se eleva à medida que a recompensa aumenta, como no nível de

recompensa máximo a quantidade média de trapagens se reduz. Isso indica que a aversão à trapaga cresce juntamente com o seu retorno esperado, ou seja, na condição com possibilidade de trapagens os agentes alegaram ter resolvido 50% matrizes a mais do que na condição de controle.

Depois desses resultados iniciais, as mesmas duas condições do teste foram repetidas na *Carnegie Mellon University*. Além dessas condições foram adicionadas mais três seguindo a mesma regra da condição do triturador. Na primeira delas, chamada de condição *madoff*, um ator foi contratado e instruído a se levantar após um minuto de teste, afirmando que já resolvera todas as matrizes, o estudante é então instruído a pegar seu pagamento e se retirar. Dado o tempo necessário para a resolução de cada matriz, a atitude desse agente deixaria clara a sua trapaga. Essa condição sinaliza para os demais que, não somente não há qualquer fiscalização ou punição, como esse comportamento é socialmente aceito.

Para isolar um efeito do outro Ariely aplica testes sob as condições pergunta e *madoff* de fora. Na primeira o ator, ao invés de declarar que já finalizou o teste, faz a seguinte pergunta: “com essas instruções eu não poderia dizer que resolvi tudo e sair com todo o dinheiro?” ao que a aplicadora do teste responde “você pode fazer o que quiser”. Essa condição tem como objetivo sinalizar a ausência de fiscalização e de punições sem, no entanto, revelar nada sobre a reprovação social da trapaga. A última condição de aplicação do teste, *madoff* de fora, o ator age da mesma forma da condição *madoff*, porém nesse caso ele estará vestindo um agasalho da *University of Pittsburgh*, a tradicional rival da *Carnegie Mellon*. Os resultados estão expressos na tabela 02.

Tabela 4.2: Resultados da tarefa das matrizes.

Condição	Problemas “resolvidos” (do total de 20)	Magnitude da trapaça
Controle (sem possibilidade de trapaça)	7	0
Triturador (com possibilidade de trapaça)	12	5
<i>Madoff</i> (com possibilidade de trapaça)	15	8
Pergunta (com possibilidade de trapaça)	10	3
<i>Madoff</i> de fora (com possibilidade de trapaça)	9	2

Fonte: Ariely 2012

Como o esperado, a condição *madoff* causa um aumento significativo no número de trapaças, no entanto, a condição pergunta apresenta um forte efeito no sentido contrário. Isso indica que o poder sinalizador do agente *madoff* causa seu efeito por revelar uma aceitação social para a trapaça, e não por sinalizar a ausência de consequências para a desonestidade. Por último, o efeito do *madoff* pertencente a um grupo externo é ainda mais forte como incentivo à honestidade. Os participantes do experimento mostram tanto a uma tendência em agir conforme outros membros do seu grupo, quanto uma aversão à desonestidade revelada por agentes externos. Esse resultado converge com aquele obtido no teste de Cialdini (2003).

As críticas realizadas nesta seção servirão de base para a formação do modelo simulado no capítulo 6. Tal modelo deverá lidar com a incapacidade dos agentes de observar diretamente sua probabilidade de captura, com o efeito de proteção decorrente da presença de outros agentes corruptos, a heterogeneidade entre os agentes e, finalmente, o efeito de contágio social dos valores morais de aversão à corrupção.

Capítulo 5

A proposta de modelagem multiagente de Hammond (2000)

Ao longo deste trabalho foram levantadas diversas críticas aos modelos até então propostos para descrever o processo de decisão individual pela corrupção. Tais críticas se estendem da limitação desses modelos em explicar resultados provenientes de estudos empíricos e de refletir a atuação de indivíduos reais em experimentos realizados. De fato, vários trabalhos se propuseram a aproximar a modelagem matemática da realidade, entre eles Lui (1986), Cadot (1987), Andvig e Moene (1990), Sah (1991), Rasmusen (1996) e Weele (2012). O objetivo desta seção é apresentar argumentos no sentido da insuficiência dos modelos matemáticos tradicionais desenvolvidos nesses artigos e defender a proposta dos modelos multiagentes, tal qual o desenvolvido em Hammond (2000).

5.1 Modelos multiagentes X modelos analíticos

A modelagem multiagente parte da definição de regras de comportamento para agentes simples que interagem entre si. A complexidade da atuação de cada agente pode variar conforme o necessário, desde que esteja disponível a capacidade computacional requerida para aplicar o modelo. As interações serão repetidas durante a quantidade de períodos que for necessária para extrair do modelo conclusões sobre a dinâmica presente.

Thomas Schelling (1969) desenvolve um famoso modelo de segregação racial que reflete diversos dos aspectos de modelos multiagentes. Os agentes neste modelo se distribuem em uma linha reta e buscam se localizar em uma vizinhança com uma determinada parcela de indivíduos do mesmo tipo que o seu. Caso estejam insatisfeitos com seu posicionamento, eles se deslocarão buscando uma vizinhança mais adequada.

Quanto maior a exigência de que seus vizinhos pertençam ao mesmo “tipo” do agente, mais segregacionistas eles serão.

Um dos resultados inesperados deste modelo, e que reflete a dinâmica da emergência de padrões em sistemas multiagentes, é que, a partir de um certo nível de segregacionismo dos agentes, o modelo para de resultar em um equilíbrio de segregação racial em vizinhanças homogêneas e passa a apresentar um sistema inconstante em que quase todos os agentes se mantêm constantemente em busca de localizações melhores.

Apesar de a aplicação óbvia do modelo de Schelling (1969) ser explicar padrões de segregação racial, o mesmo modelo pode explicar diversos tipos de comportamentos de agentes que buscam se situar entre pares com características similares, inclusive de aversão à corrupção e à criminalidade. De fato, o trabalho de Schelling possui diversas semelhanças com o de Glaeser, Sacerdote e Scheinkman (1996), inclusive a distribuição dos agentes em uma linha reta.

Para explicar a dinâmica de formação da propensão à criminalidade, no entanto, seria necessário que o modelo expressasse não somente os determinantes da localização dos agentes, como também os efeitos de contágio entre pares. Dessa forma, os agentes não somente se moveriam para ambientes que espelhassem melhor suas características, como também alterariam suas características intrínsecas para espelhar e se enquadrar no ambiente que os envolve.

Além disso, a simplificação expressa pela unidimensionalidade do modelo é uma das demonstrações de dificuldade de modelos analítico-matemáticos em expressar relações sociais multilaterais e complexas. Tal qual apresentado em Axtell (1999), o tratamento computacional de modelos multiagentes permitiu facilmente a adaptação do modelo de Schelling (1969) para um ambiente bidimensional, capaz de expressar com maior verossimilhança a realidade das interações no espaço.

Os modelos multiagentes são também muito mais eficientes na incorporação da heterogeneidade entre os agentes. Enquanto que em modelos analíticos a disseminação de agentes heterogêneos pode levar a grandes complicações para os modelos, em ambientes multiagentes a heterogeneidade pode ser facilmente modelada. Além disso, os modelos computacionais são capazes de incorporar características evolutivas no comportamento de cada um dos agentes e dos grupos representados. Dessa forma, a distribuição das características intrínsecas dos agentes não mais precisaria ser rígida, tal qual a normal e as demais presentes em Andvig e Moene (1990), mas poderia ser determinada endogenamente pela interação entre os agentes.

A opção pela abordagem comportamental permite também o estudo mais detalhado das dinâmicas dos modelos fora de seus pontos de equilíbrio. Enquanto que os trabalhos com abordagem analítica se limitam a descrever os diversos equilíbrios e suas condições de estabilidade, modelos computacionais permitem a análise passo a passo do sistema programado, espelhando, inclusive a evolução gradual das variáveis (Axtell, 1999).

A última característica dos modelos multiagentes que será aqui descrita é a sua capacidade de incorporar atitudes irracionais e aleatórias dos agentes como uma forma de verificar a estabilidade dos equilíbrios a choques endógenos e exógenos. Tal qual descrito em Axtell (1999), é possível nessa abordagem realizar mudanças nos parâmetros em qualquer período desejado, representando choques exógenos, e a partir disso verificar a solidez dos equilíbrios encontrados. Além disso, um fator importante dos modelos computacionais é a parcela de aleatoriedade envolvida na evolução do modelo.

Como grande parte desses modelos partem de estados iniciais em que os agentes são distribuídos aleatoriamente sobre o espaço, os resultados e equilíbrios podem ser

influenciados pela distribuição inicial. Em decorrência disso, nem todas as simulações de um mesmo modelo apresentam resultados iguais, ou equilíbrios atingidos no mesmo intervalo de tempo. Se isso por um lado representa uma maior verossimilhança, por outro exige que sejam computadas diversas repetições do modelo até que se chegue a um resultado sólido.

Finalmente, o modelo pode incorporar o comportamento de agentes cujas decisões carreguem certo nível de aleatoriedade. De forma que a função de decisão expressaria a probabilidade de um agente agir de certa maneira. Em consequência disso, comportamentos erráticos endógenos ao modelo poderiam abalar equilíbrios aparentemente estáveis.

5.2 O modelo de Hammond (2000)

O contraste entre o modelo de Hammond (2000) e os trabalhos citados anteriormente espelha diversas dessas comparações aqui descritas. O objetivo de Hammond é descrever a dinâmica do funcionamento da corrupção.

Existem no modelo dois tipos de agentes: Cidadãos e Burocratas. A cada rodada um cidadão joga com um burocrata um jogo com 2 estratégias, corrupto e não-corrupto. Cada agente possui uma “rede de amigos” da qual extrai informações sobre a atividade dos pares. Os agentes, portanto, não possuem uma visão do todo, apenas de sua vizinhança. Além disso, os agentes tem uma memória limitada, e, portanto, consideram, na sua tomada de decisões, apenas as informações obtidas nas últimas n interações. Cada agente possui ainda uma predisposição inerente a agir de forma corrupta ou não, ou seja, possui uma aversão a corrupção inerente e aleatoriamente distribuída (uniformemente) entre 0 e 1.

Caso ambos agentes escolham a estratégia “corrupto”, então ambos obterão o *donuts* x . Caso contrário o *donuts* de ambos é de y . Cada vez que houver um desencontro de estratégias, ou seja, (C, NC) ou (NC, C), O agente que optou por se corromper é “denunciado”. Após certo número de denúncias o agente será preso. Os agentes, no entanto, não tem conhecimento de como funciona este sistema, eles não sabem quantas vezes foram denunciados ou quantas vezes poderiam ser denunciados impunemente. Isso os leva a incerteza com relação à sua probabilidade real de ser capturado.

Para formular sua decisão, primeiramente, o agente verifica a probabilidade de se deparar com um agente corrupto a partir de suas experiências passadas. Dada uma memória de tamanho N , $A = n/N$. Onde A é sua expectativa de encontrar um agente corrupto e n o número de vezes que encontrou um agente corrupto no passado. A percepção de sua probabilidade de ser capturado é dada por $B = m/M$, onde m é a quantidade de agentes de sua vizinhança que foram presos e M é a quantidade de agentes que atuaram de forma corrupta.

A partir disso, o agente usa as informações disponíveis e verifica o *donuts* da corrupção dado por:

$$(1 - B)[Ax_i + (1 - A)y] + B[y - ky], \quad (5.1)$$

onde, $x_i = x(1 - i)$ é retorno da ação corrupta bem sucedida, considerando a aversão à criminalidade i , e k é a quantidade períodos durante os quais o agente é excluído do jogo caso seja capturado.

A maior parte das parametrizações do modelo resulta em um nível de honestidade razoavelmente estável e imediato. Em parametrizações com razões de *donuts* elevadas e punições pouco severas o modelo tem um resultado mais interessante.

Depois de um período inicial de flutuações, a grande maior parte da população passa a jogar C, com poucas flutuações no número de corruptos e poucos presos. Até que, depois de uma quantidade variável de rodadas, ocorre uma transição para honestidade.

Primeiramente ocorre um pico no número de presos e eles passam a representar uma quantidade considerável da população. Como consequência, diversos agentes mudam sua estratégia para NC, reagindo ao aumento da probabilidade percebida de ser pego. Em decorrência disso, ocorrem mais desencontros de estratégias, aumentando as indicações de corrupção e as prisões. Esse ciclo se repete até que a estratégia NC se torne dominante.

Para que essa transição endógena para honestidade ocorra, no entanto, é necessário que a memória dos agentes seja limitada. Quanto maior for memória mais lenta e menos provável será a transição, até que para uma memória de aproximadamente 100 rodadas a transição deixa de ocorrer. Além disso, quando os agentes tem conhecimento do sistema de investigação, ou seja, que sua probabilidade de captura aumenta a cada desencontro de estratégias, a transição continua ocorrendo, mas exige um período consideravelmente maior.

A partir disso, Hammond aponta três conclusões principais: (i) a transição para um estado sem corrupção pode acontecer endogenamente como resultado de efeitos micro em cascata; (ii) informação local e limitada parece ser importante para permitir a disseminação do medo da fiscalização. Nesse sentido, a atuação limitando a formação de conexões e o conhecimento do sistema de punições pode ser importante. (iii) a diversidade na aversão dos agentes à corrupção é importante para garantir a possibilidade de transição para o estado de honestidade.

O modelo de Hammond incorpora as diversas contribuições desenvolvidas separadamente por diferentes autores, como a formação da percepção da probabilidade

de ser capturado baseada na observação dos vizinhos e a endogeneidade dessa própria probabilidade, refletindo a capacidade dos pares de identificarem e encobrirem o comportamento de seus vizinhos. Mas, além disso, Hammond (2000) ainda inclui restrições à racionalidade dos indivíduos ao limitar sua memória e considera a importância de interações restritas entre os agentes. Enquanto nos modelos matemático-analíticos o agente individual mantém uma relação idêntica com todos os demais agentes, em Hammond as interações refletem ambientes sociais mais verossímeis, em que a vizinhança do agente é determinante na sua percepção e decisão, possibilitando uma heterogeneidade entre eles que advém do próprio modelo e não de uma distribuição aleatória de valores iniciais.

Capítulo 6

Simulação

O objetivo da modelagem aqui desenvolvida é unir as conclusões obtidas do estudo tanto dos modelos analítico-matemáticos aqui apresentados quanto dos estudos empíricos comportamentais dando origem a uma simulação que leve em consideração tanto fatores já observados, como a percepção individual e local da probabilidade de captura, quanto a endogeneidade da aversão à corrupção, que não foi abordada em nenhum dos trabalhos anteriores.

6.1 Descrição do Modelo.

Seguindo o formato básico de modelagem sobre corrupção agente opta por atuar de forma corrupta caso:

$$L(1 - a_{it}) - p_{it} C + U_0 \geq U_0, \quad (6.1)$$

onde L é o lucro esperado atividade ilícita, $a_{it} \in [0, 1]$ é a aversão do agente i à corrupção no instante t . p_{it} é a probabilidade observada pelo agente de ser capturado desenvolvendo tal atividade, obtida através da observação de sua vizinhança, C é o custo da punição caso seja capturado. O valor U_0 é o salário regular do agente, o qual é indiferente dentro deste modelo.

A punição aqui, portanto, é vista de forma objetiva. Ainda que a captura do agente resulte em sua demissão, a desutilidade ligada a isso já será considerada dentro do peso da punição. Dessa forma, a decisão do agente pode ser simplificada para:

$$\frac{(1 - a_{it})}{p_{it}} \geq \frac{C}{L}, \quad (6.2)$$

A partir disso obtém-se que é suficiente determinar como parâmetro o valor relativo do custo da punição (C) com relação ao ganho esperado (L). Por simplicidade

estabelece-se $L = 1$. Os parâmetros que definem o comportamento individual de cada agente são, portanto, a_{it} , p_{it} , e C .

O valor de a_{it} é composto por duas parcelas tal que:

$$a_{it} = \frac{(\bar{a}_i + b_{it})}{2}. \quad (6.3)$$

A primeira delas, \bar{a}_i , é fixa para o agente e se mantém constante durante toda a simulação. \bar{a}_i é extraída aleatoriamente de uma distribuição similar a uma Normal com média 0,5 e variância 0,25, mas ajustada para que os valores se limitem ao intervalo $[0, 1]$. b_{it} por outro lado se adapta à vizinhança do agente com a intenção de simular os efeitos de contágio social descritos na quarta seção deste trabalho:

$$b_{it} = \frac{(b_{it-1} + a_{it}^v)}{2}, \quad (6.4)$$

onde a_{it}^v é a média aritmética do valor de a_{it} do grupo de agentes na vizinhança imediata do agente i . Considera-se vizinhança as oito casas ao redor do agente mais a casa que ele próprio ocupa, podendo conter, portanto, no máximo, 9 agentes. O valor de b_{it} , no entanto, não se adapta imediatamente à vizinhança, carregando uma carga de memória das observações anteriores do agente, b_{it-1} . Sendo o valor inicial de b_{it} idêntico a \bar{a}_i .

Dessa forma a aversão à corrupção do agente reflete tanto uma heterogeneidade permanente do agente quanto sua adaptação gradual à vizinhança. O número de outros agentes em cada vizinhança dependerá da distribuição aleatória inicial no espaço de simulação.

O valor de p_{it} de cada agente também é obtido pela observação de sua vizinhança.

$$p_{it} = \frac{(p_{it-1} + c_{it})}{2}, \quad (6.5)$$

$$c_{it} = \frac{(n_{it-1} + h_t)}{(N_{it-1} + 1)}, \quad (6.6)$$

Em cada rodada da simulação cada agente observa o número de vizinhos que atuaram de forma corrupta na rodada anterior (N_{it-1}) e quantos destes foram capturados (n_{it-1}). Além disso, o agente considera ainda a proporção de indivíduos honestos (h_t) em sua vizinhança, de forma que, ainda que haja apenas um agente atuando de forma irregular e este não seja preso, o agente não irá presumir que sua probabilidade de ser capturado será nula, refletindo também o efeito das normas descritivas apresentado em Cialdini (2003).

É necessário ainda garantir tanto que o denominador de c_{it} não se reduza a zero, mesmo quando não houver nenhum indivíduo atuando de forma corrupta, e que o valor de c_{it} não se eleve acima de uma unidade. A melhor solução encontrada para isso foi somar 1 ao denominador. Dessa forma, quanto maior o número de agentes corruptos na vizinhança e, portanto, quão mais bem informada for a observação do agente, mais o valor de c_{it} se aproxima de $n_{it-1}/(N_{it-1}) + 1$. Em compensação, à medida que se reduz a quantidade de agentes corruptos na vizinhança, maior será o efeito de h desviando c_{it} da observação direta (n_{it-1}/N_{it-1}). Na situação limite, onde todos os agentes na vizinhança forem honestos, a probabilidade de captura percebida pelo agente será 1, ou seja, total. O agente, portanto, subestima sua probabilidade de captura quando está circundado de agentes corruptos e superestima tal probabilidade quando circundado de agentes honestos.

Apesar do resultado forte, essa modelagem atua no sentido de reforçar o efeito social no comportamento do agente, que tende a enxergar dado comportamento como mais favorável ao perceber seus pares atuando de tal maneira.

Finalmente, assim como no caso da aversão à corrupção, a probabilidade de captura percebida possui uma carga de memória, dado que a observação do período anterior (p_{it-1}) é um dos componentes de p_{it} . Dessa forma, todas as observações anteriores continuam influenciando a observação atual com impactos decrescentes.

Tal qual em Lui (1986), Cadot (1987) e Andvig e Moene (1990), a probabilidade real de um agente desonesto ser capturado dependerá da proporção de agentes desonestos, refletindo a capacidade de um agente esconder informações sobre o seu colega ou, em um sentido contrário, de um agente honesto denunciar um colega infrator. Tal probabilidade será dada por:

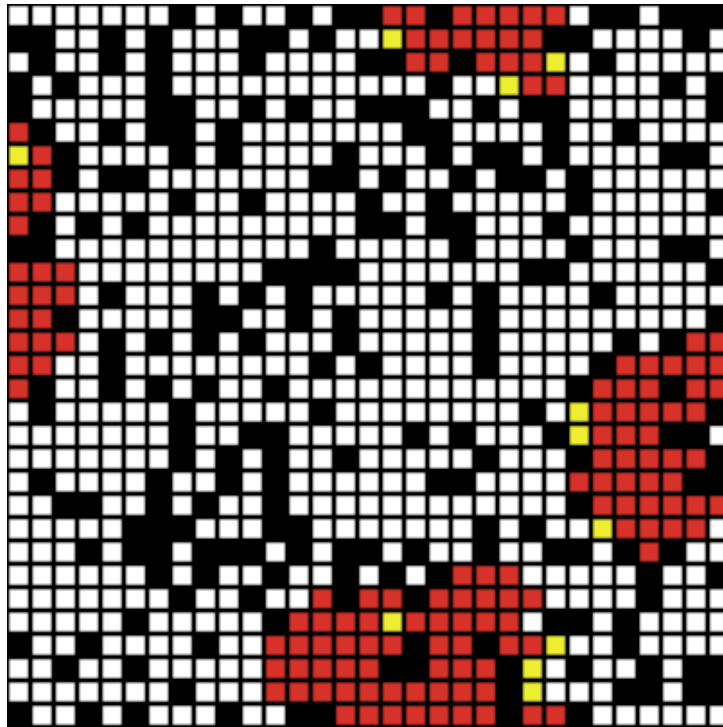
$$P_{it} = P \cdot G_{it}, \quad (6.7)$$

$$G_{it} = \frac{H_{it} + 1}{V_{it} + 1}. \quad (6.8)$$

Onde H_{it} é o número de indivíduos honestos na vizinhança do agente i e V_{it} é o total de agentes em sua vizinhança, que inclui o próprio agente. Dessa forma, o valor de G_{it} varia entre 0,1 e 1, dado que o valor máximo de V_{it} é 9. P é o segundo parâmetro exógeno do modelo, ao lado do nível de punição C . P será a probabilidade máxima de captura à que um agente estará sujeito, sendo que, conforme aumente a proporção de indivíduos desonestos em sua vizinhança, menor será a probabilidade real de captura específica para este indivíduo P_{it} . Por outro lado, $P_{it} = P$ para um agente circundado apenas por indivíduos honestos. P representa o esforço investigativo em encontrar agentes corruptos, que, no entanto, trará resultados menores à medida que se eleva o nível de corrupção.

Para finalizar a descrição do modelo é necessário ainda estabelecer as condições iniciais. A simulação é realizada em um espaço virtual conforme o apresentado na imagem abaixo, onde os quadrados de cor branca representam os agentes com um comportamento honesto no período t , os quadrados de cor vermelha são os agentes com comportamento corrupto e os quadrados amarelos são os agentes corruptos que foram presos em tal período. Os espaços em preto são vazios, sem agentes, que compõe 25% total disponível. Tais espaços vazios são importantes porque refletem uma heterogeneidade entre os agentes, de modo que nem todos possuam o mesmo número de vizinhos, dando origem a posições mais ou menos expostas à observação dos demais agentes. Esta heterogeneidade do espaço de simulação muitas vezes dá origem a focos de honestidade ou corrupção que são mais dificilmente eliminados, como órgãos públicos cuja observação externa é limitada. O ambiente de simulação contém 960 espaços, sendo 720 deles ocupados por agentes individuais. A proporção de 75% foi determinada para que a heterogeneidade do espaço seja grande o suficiente para permitir certa dificuldade de propagação de tendência, mas sem, contudo, isolar demasiadamente os agentes.

Imagem 6.1: Exemplo de espaço de simulação.



Fonte: Próprio Autor (NetLogo).

Como condição inicial é necessário que se estabeleça uma determinada proporção de agentes que atue de forma corrupta no início da simulação, caso contrário todos agentes atuarão no instante $t=0$ de forma honesta e, dado que esta posição é estável, não se poderá observar o desenvolvimento da corrupção nem o efeito dos parâmetros sobre ela. Para isso determina-se que todos os agentes com um nível de aversão à corrupção inferior a 0,2 iniciem a simulação atuando de forma corrupta.

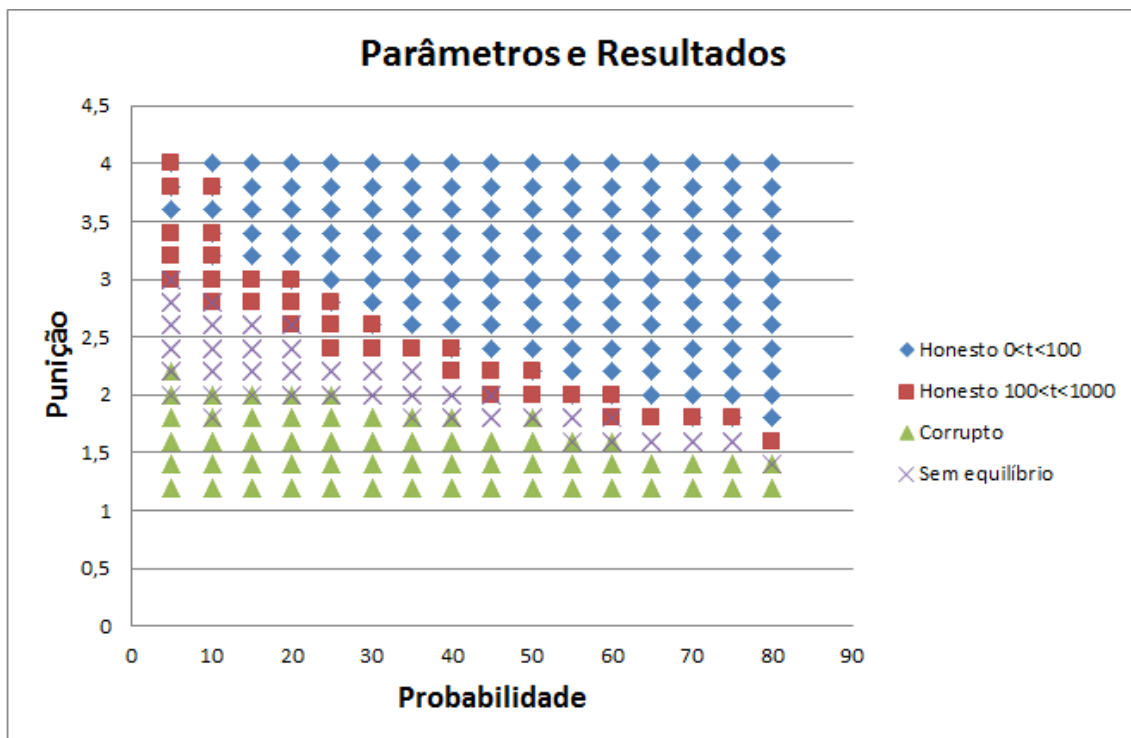
As condições iniciais aqui determinadas, a densidade de agentes, o tamanho do ambiente de simulação e a proporção inicial de corruptos, têm influencias sobre os resultados do modelo, mas não alteram de forma importante as conclusões que dele se extraem.

6.2 Resultados

Para expor os resultados do modelo foram realizadas diversas simulações explorando as diferentes combinações entre os parâmetros de nível de punição (C) e da

probabilidade máxima de um agente ser capturado (P). Como o esperado, parametrizações com punições e probabilidades de captura elevadas resultam em equilíbrios de honestidade generalizada e imediata. Conforme os parâmetros são reduzidos os intervalos necessários para se atingir o equilíbrio de honestidade se tornam mais longos. A imagem abaixo expõe os resultados.

Figura 6.2: Parâmetros e Resultados da simulação.



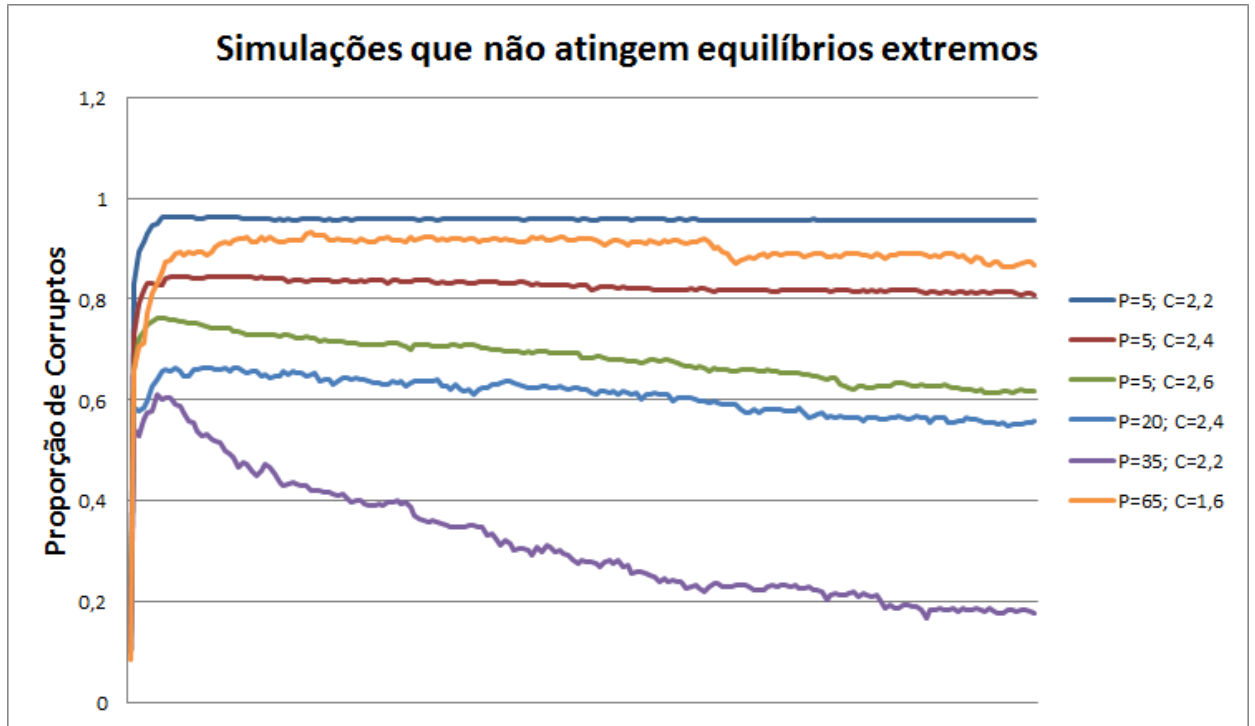
Fonte: Próprio Autor.

Os losangos em azul representam as combinações dos parâmetros que levam a um equilíbrio de honestidade em até $t = 100$. A simulação aqui apresentada foi levada até o instante $t = 1000$, as parametrizações que atingiram um equilíbrio de honestidade após $t = 100$ estão marcadas em vermelho. Os triângulos verdes indicam os equilíbrios de corrupção generalizada e as cruces roxas indicam combinações de parâmetros que não resultaram em nenhum dos dois extremos até o instante $t = 1000$.

Entre aquelas que não atingiram resultados extremos se encontram tanto simulações que possivelmente o fariam em um intervalo maior, quanto aquelas que se

manteriam no mesmo equilíbrio intermediário indefinidamente. A imagem 03 expõe o padrão de comportamento resultante dessas simulações.

Figura 6.3: Exemplos de simulações que não atingiram resultados extremos.



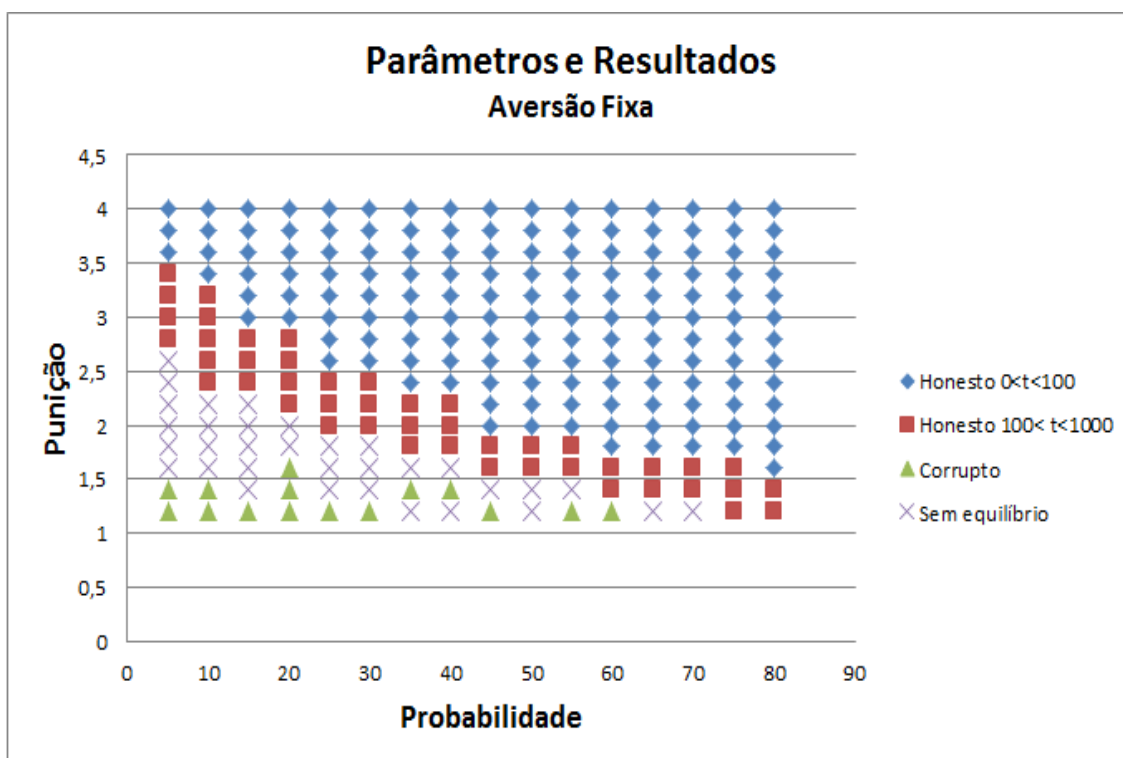
Fonte: Próprio autor.

Cada linha na imagem representa uma simulação específica com os parâmetros de C e P identificados ao lado direito. É possível perceber da imagem que simulações com o parâmetro $P = 5$ apresentam um comportamento mais consistente, enquanto as demais, com P mais elevado, tem comportamento mais errático.

Dado que um dos objetivos deste trabalho é compreender o impacto da dinâmica social na aversão à corrupção e o impacto desta sobre o comportamento dos agentes, a imagem 04 expõe o resultado das combinações de parâmetros utilizadas nas simulações exposta na imagem 02, porém substituindo a aversão exposta no modelo anterior por uma fixa, que dependa unicamente dos valores extraídos aleatoriamente da distribuição normal inicial. Ou seja:

$$a_{it} = \bar{a}_i . \tag{6.8}$$

Figura 6.4: Parâmetros e resultados da simulação com aversão fixa.



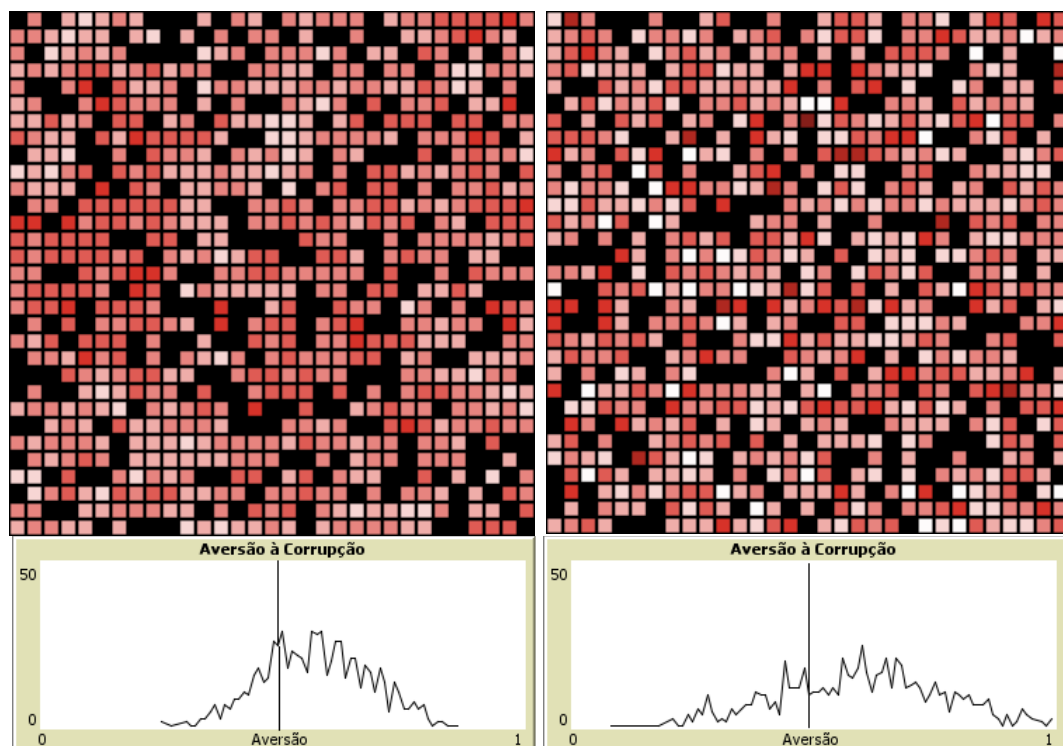
Fonte: Próprio Autor

É fácil notar da imagem que, extraíndo a parte da aversão à corrupção que se adequa à vizinhança, a simulação tende a um equilíbrio de honestidade de forma mais rápida e consistente, sendo que os resultados de corrupção generalizada se restringem a parametrizações muito baixas. Isso ocorre porque, à medida que agentes corruptos sejam capturados e substituídos no modelo por outros agentes, existe uma tendência ao aumento da aversão à corrupção média. Essa tendência também existe quando o contágio está presente, porém, neste caso, a aversão dos agentes converge, levando a uma homogeneidade local que contribui para a resistência dos focos de corrupção. No caso sem contágio, a heterogeneidade dos agentes quebra os focos de corrupção, o que deixa os agentes corruptos mais expostos à possibilidade de captura.

As imagens abaixo permitem o contraste dos padrões de aversão à corrupção das simulações com contágio (à esquerda) e sem contágio (à direita). Nestas imagens os

agentes apresentados em tons mais escuros de vermelho possuem uma aversão à corrupção mais baixa, enquanto que os tons mais claros representam agentes com aversão à corrupção maior. Os gráficos abaixo das imagens apresentam a distribuição dos agentes por nível de aversão à corrupção.

Figura 6.5: Distribuição espacial e estatística de agentes por nível de aversão à corrupção.

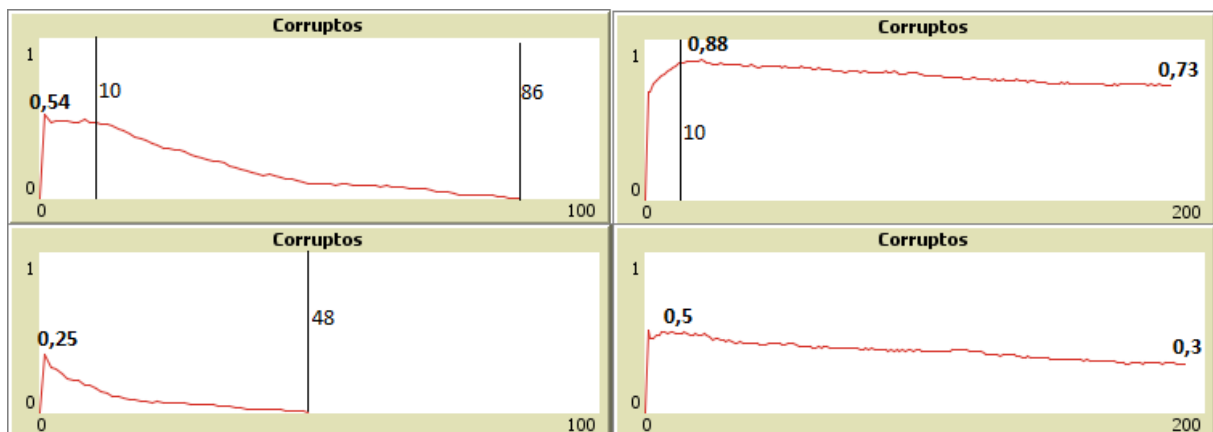


Fonte: Próprio Autor (NetLogo)

Apesar de o padrão não ser tão facilmente observável, é possível perceber que na imagem da esquerda, onde existe contágio, a aversão à corrupção dos agentes se distribui de forma mais homogênea, enquanto na imagem à direita a distribuição tem um aspecto mais aleatório. A tendência de homogeneização advinda do contágio torna mais fácil a formação de focos locais de corrupção, que acabam por proteger os agentes corruptos da possibilidade de prisão. Nesse sentido, a presença de contágio entre valores morais de aversão à corrupção poderia explicar a dificuldade de se dissipar focos de corrupção no mundo real, em detrimento dos esforços de investigação.

O último resultado a ser aqui apresentado advém da mudança do parâmetro do nível de punição (C) durante as primeiras etapas da simulação. O nível de punição é determinante para a proporção de agentes corruptos nos primeiros passos da simulação, sendo assim, mesmo que haja uma elevação da punição no instante 10, o nível inicial elevado de corrupção terá um efeito persistente, ainda que não determinante, no desenvolver da simulação. No exemplo apresentado na imagem abaixo é realizado um aumento no nível de punição de 2,5 para 3,0 na simulação apresentada no canto superior esquerdo e de 2,0 para 2,5 na simulação apresentada no canto superior direito. Nas simulações dos gráficos inferiores os níveis de punição já tem início no nível mais elevado, 3,0 na simulação de gráfico inferior esquerdo e 2,5 na do gráfico inferior direito.

Figura 6.6: Alteração no nível de punição no instante 10.



Fonte: Próprio Autor (NetLogo).

A imagem indica que mesmo sendo realizada uma alteração no nível de punição, como por exemplo nas penas de prisão e multa para crimes de corrupção, os padrões iniciais de corrupção ainda tomarão um prazo elevado para se igualar ao nível em que estariam caso tais medidas tivessem sido estipuladas desde o início. Este efeito se mostra mais consistente quanto maior for o nível de corrupção no momento da mudança

do parâmetro, indicando a persistência da corrupção, especialmente em ambientes no qual ela se manifesta de forma mais grave.

Capítulo 7

Conclusões

O objetivo deste trabalho foi inicialmente unir os estudos empíricos e experimentais envolvendo os determinantes da criminalidade e da corrupção para analisar a adequação dos modelos de decisão individual sobre a atividade corrupta e, a partir disso desenvolver uma modelagem em sistemas multiagentes para explicar a formação e evolução da corrupção em um ambiente de interação social entre agentes.

Na seção 2 foi apresentado o modelo de Becker (1968) que deu origem à discussão dos determinantes econômicos do crime racional. Na seção 3 foram apresentados diversos trabalhos que apresentam a evolução da modelagem econômica que explica os incentivos à criminalidade, de modo geral, e à corrupção, em âmbito específico. Foi demonstrado de que forma os incentivos advindos da observação e da atuação dos pares podem impactar sobre a decisão do agente individual.

Na seção 4 foi abordada a literatura comportamental envolvendo os diversos determinantes da criminalidade, dando atenção especial ao efeito sinalizador da atuação alheia sobre a formação dos valores de aversão à criminalidade dos agentes. Na seção 5 foram apontadas as limitações da capacidade dos modelos analíticos-matemáticos de expressarem de forma satisfatória os efeitos das complexas relações sociais envolvendo a decisão pela criminalidade e foi ainda exposto o modelo de Hammond (2000).

O modelo de Hammond (2000) reflete diversas das críticas fundamentadas no decorrer deste trabalho. A probabilidade de captura dos agentes é uma função da proporção de agentes corruptos, assim como em Lui (1986) e Andvig e Moene (1990). A percepção dos agentes de tal probabilidade é determinada pela observação de sua vizinhança, tal qual em Sah (1991). O valor esperado da atividade corrupta é

determinado pelas experiências passadas do indivíduo e a aversão à corrupção é heterogênea entre os agentes.

A principal crítica presente neste trabalho, no entanto, se aplica a todos os modelos apresentados. A aversão à corrupção dos agentes deve ser determinada de forma endógena ao modelo. Os estudos de Ariely (2012), Levitt (2006) e mesmo em Glaeser, Sacerdote e Scheinkman (1996) indicam que a forma que os indivíduos julgam a reprovabilidade da corrupção é sujeita à alterações em consequência da percepção da atuação dos pares e esse efeito é especialmente significativo porque, diferente da probabilidade de captura, ele é mais dificilmente influenciado através de políticas públicas.

Na seção 6 é desenvolvida uma simulação com base em modelos multiagentes semelhantemente à Hammond (2000), porém incorporando as considerações desenvolvidas nas seções anteriores. O modelo evidencia, de fato, um contraste entre simulações que levam em consideração os efeitos de contágio da aversão à corrupção e simulações que ignoram este fenômeno. Apesar de não permitir, neste momento, a realização de testes empíricos para verificar se tal contágio ocorre, e como ocorre, no mundo real, os resultados da simulação apontam que o estudo de tal fenômeno pode ajudar a compreender a persistência de focos de corrupção.

As simulações apresentadas na seção 6 também evidenciam que condições iniciais de corrupção podem ser persistentes mesmo frente à modificações nos níveis de punição aplicados para este crime, o que pode representar uma dificuldade para países especialmente vulneráveis à corrupção.

Referências Bibliográficas

ANDVIG, J.; MOENE, K. How Corruption May Corrupt Journal of Economic Behavior and Organization, vol. 13, p. 63-76, 1990.

ARIELY, Dan. A Mais Pura Verdade Sobre a Desonestidade, Rio de Janeiro: Elsevier, 2012.

AXTELL, Robert. “Why Agents? On the Varied Motivations for Agent Computing in the Social Sciences”. In Macal, Charles M.; Sallach, David. Proceedings of the Workshop on Agent Simulation: Applications, Models, and Tools (University of Chicago: Argonne National Laboratory), p.3-24, 1999.

BECKER, Gary S. “Crime and Punishment: An Economic Approach”, Journal of Political Economy, vol. 76, n. 2, p.169-217, 1968.

CADOT, Olivier “Corruption As a Gamble” Journal of Public Economics, vol. 33, p. 223-244, 1987.

CIALDINI, Robert B. “Crafting Normative Messages to Protect the Environment” Current Directions in Psychological Science, vol. 12, n. 4, 2003.

GNEEZY, Uri, MEIER, Stephan e REY-BIEL, Pedro “When and Why Incentives (Don’t) Work to Modify Behavior”, Journal of Economic Perspectives, vol. 25, n. 4, p. 191-210, 2011.

GLAESER, Edward L., SACERDOTE, Bruce e SCHEINKMAN, José A. “Crime and Social Interactions” The Quarterly Journal of Economics, p. 507-548, 1996.

HAMMOND, Ross “Endogenous Transition Dynamics in Corruption: Na Agent-Based Computer Model”, Center on Social and Economic Dynamics Working Paper No. 19, 2000.

KAHNEMAN, Daniel e TVERSKY, Amos “Judgement under Uncertainty: Heuristics and Biases”, Science, New Series, vol. 185, n. 4157, p. 1124-1131.

KELLING, George L. e Wilson, James Q. “Broken Windows”, The Atlantic, 1982.

LEVITT, Steven D. “White-Collar Crime Writ Small: A Case Study of *Bagels, Donuts* and the Honor System”, The American Economic Review, vol. 96, n. 2, p. 290-294, 2006.

LUI, Francis T. “A Dynamic Model of Corruption Deterrence”, Journal of Public Economics, vol. 31, p.215-236, 1986.

MAURO, Paolo. “Corruption and Growth”, Quarterly Journal of Economics, vol. 110, n. 3, p. 681-712, 1995.

RASMUSEN, Eric “Stigma and Self-Fulfilling Expectations of Criminality”, Journal of Law and Economics, vol. 39, p. 519-544, 1996.

SAH, Raaj K. “Social Osmosis and Patterns of Crime” Journal of Political Economy, vol. 99, n. 6, 1991.

SEN, Amartya Desenvolvimento Como Liberdade, São Paulo: Companhia da Letras, 2010.

SCHELLING, Thomas C. “Models of Segregation”, The American Economic Review, vol. 59, n. 2, p. 488-493, 1969.

STIGLER, George J. "The Optimum Enforcement of Laws", *Journal of Political Economy*, vol. 78, n. 3, p. 526-536, 1970.

WEELE, Joel van der "The Signaling Power of Sanctions in Social Dilemmas" *The Journal of Law, Economics, & Organization*, vol. 28, n. 1, 2012.

ZIMBARDO, Philip G. "The Human Choice: Individuation, Reason and Order versus Deindividuation, Impulse and Chaos", *Nebraska Symposium on Motivation*, vol n. 17, 237-307, 1969.