

Insper Instituto de Ensino e Pesquisa  
**Faculdade de Economia e Administração**

Giulia Siggia Zucchi

**Análise da Criminalidade pela Perspectiva da Teoria dos  
Jogos**

**São Paulo**

**2015**

Giulia Siggia Zucchi

## **Análise da Criminalidade pela Perspectiva da Teoria dos Jogos**

Monografia apresentada ao curso de Ciências Econômicas,  
como requisito parcial para a obtenção do Grau de Bacharel  
do Insper Instituto de Ensino e Pesquisa.

Orientador: Profa. Dra. Luciana Yeung – Insper

**São Paulo**

**2015**

Zucchi, Giulia Siggia

Análise da Criminalidade pela Perspectiva da Teoria dos Jogos/ Giulia

Siggia Zucchi – São Paulo: Insper, 2015. 24f.

Monografia: Faculdade de Economia e Administração.  
Insper Instituto de Ensino e Pesquisa.

Orientadora: Profa. Dra. Luciana Yeung

1. Criminalidade 2. Teoria dos Jogos 3. Teoria Econômica do  
Direito 4. Incentivos.

Giulia Siggia Zucchi

## **Análise da Criminalidade pela Perspectiva da Teoria dos Jogos**

Monografia apresentada ao curso de Ciências Econômicas, como requisito parcial para a obtenção do Grau de Bacharel do Insper Instituto de Ensino e Pesquisa.

Aprovado em: \_\_\_\_\_

### **EXAMINADORES**

---

Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Luciana Yeung  
Orientadora

---

Prof. Dr. Adhemar Villani  
Examinador

---

Prof. Dr. Luis Marcelo Berger  
Examinador

## Agradecimentos

Agradeço à minha orientadora, Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Luciana Yeung pela disposição, atenção e paciência. Ao Carlos Cuppari por ter me dado uma luz sobre o tema a ser escolhido. Ao Bruno Souza, pois sem ele eu não estaria me formando agora. E a minha família e amigos pelas alegrias e compreensão nos tempos de estresse.

## **Resumo**

Zucchi, Giulia S. Análise da Criminalidade pela Perspectiva da Teoria dos Jogos. São Paulo, 2014. 14p. Monografia – Faculdade de Economia e Administração. Insper Instituto de Ensino e Pesquisa.

Este trabalho tem por objetivo mostrar que a teoria dos jogos pode ser aplicada para análise da ação criminosa, pressupondo que criminosos agem de forma racional e desejam maximizar suas utilidades. Desta forma será construído um jogo onde o comportamento dos criminosos e do Estado serão modelados e por fim serão sugeridos incentivos para que os crimes deixem de ocorrer.

Palavras-chave: Criminalidade, Teoria dos Jogos, Teoria Econômica do Direito, Incentivos.

## **Abstract**

Zucchi, Giulia S. Analysis of Crime from the Perspective of Game Theory. São Paulo, 2014. 14p. Monograph – Faculdade de Economia e Administração. Insper Instituto de Ensino e Pesquisa.

This paper aims to show that game theory can be applied to analysis of criminal action, assuming that criminals act rationally and want to maximize their utilities. This way will create a game where the behavior of criminals and the State will be modeled from an array of pay-off and lastly will be suggested incentives to prevent crimes occur.

Keywords: crime; game theory; economic theory of law; incentives.

## Lista de figuras

Figura 1 – Jogo de Soma Zero	16
Figura 2 – Jogo em Estratégia Pura	17

# Sumário

---

<b>1- Introdução</b> . . . . .	<b>9</b>
<b>2- Revisão da Literatura</b> . . . . .	<b>11</b>
<b>3- Metodologia e Modelo.</b> . . . . .	<b>14</b>
<b>3.1 – Modelo de Berger.</b> . . . . .	<b>15</b>
<b>3.2 – Modelo em Estratégias Mistas.</b> . . . . .	<b>16</b>
<b>3.3 – Modelo em Estratégias Mistas com foco nos Incentivos.</b> . . . . .	<b>18</b>
<b>3.4 – Limitações do Modelo.</b> . . . . .	<b>20</b>
<b>4- Conclusão</b> . . . . .	<b>21</b>
<b>5- Referências</b> . . . . .	<b>22</b>

## 1. Introdução

É possível diferenciar as diversas causas para se cometer um crime, mas neste trabalho o foco será “no crime como uma atividade racional de maximização do lucro” Cano e Soares (2002). Desta forma, o ato criminoso ocorre após uma avaliação racional da disponibilidade da oportunidade de se cometer o crime, dos custos e dos benefícios esperados envolvidos, contra uma comparação caso o agente criminoso alocasse seu tempo no mercado de trabalho.

“A decisão de cometer ou não o crime resultaria de um processo de maximização de utilidade esperada, em que o indivíduo confrontaria, de um lado, os potenciais ganhos resultantes da ação criminosa, o valor da punição e as probabilidades de detenção e aprisionamento associadas e, de outro, o custo de oportunidade de cometer crime, traduzido pelo salário alternativo no mercado de trabalho.”  
(Cerqueira, 2004, p.247).

A teoria dos jogos, por causa de sua metodologia analítica, consegue explicar e quantificar as diversas formas de interação dos seres humanos, podendo ser aplicada em áreas como biologia, psicologia, economia, direito, entre outras. A idéia é modelar, através de conceitos matemáticos, problemas que envolvem dois ou mais agentes racionais tomadores de decisão que diante de determinada situação desejam maximizar seus ganhos, mas dependem da ação estratégica de outros indivíduos.

Para elaborar este trabalho, primeiramente será abordada a teoria econômica do crime, segundo Gary Becker, para avaliar o custo e o benefício de se cometer um crime, além de analisar a forma mais viável economicamente do Estado lidar com a criminalidade, e em seguida relacionaremos esta à teoria dos jogos desenvolvida por John Nash para nos mostrar os possíveis caminhos na tomada de decisão do agente criminoso. O que permite a união dessas duas teorias é a decisão racional, na qual o criminoso irá ponderar o custo benefício de seu ato e traçará estratégias para alcançar seu objetivo, que é a maximização de sua utilidade, e o Estado avaliará quais políticas públicas são as idéias para diminuir a criminalidade, chegando assim em um equilíbrio.

Por fim serão analisadas as possíveis políticas públicas que o Estado poderá adotar que fornecerão desincentivos para as condutas criminosas, através de leis que agem sobre o comportamento dos agentes, porém esses incentivos/desincentivos só atingirão seus objetivos se os agentes considerarem-nos críveis e assim haverá a reordenação das preferências dos agentes. Este é um ponto importante, pois segundo Schmidt & Witte (1984) “a criminalidade é reduzida reduzindo os ganhos monetários do crime ou aumentando a probabilidade ou severidade das punições”.

## 2. Revisão da Literatura

Em 1968, Gary Becker criou uma nova abordagem econômica para o crime ao relacionar a escolha racional com as tomadas de decisão de agentes criminosos. Esta nova abordagem assume que o crime pode ser entendido usando o pensamento de custo benefício, desta forma o criminoso busca maximizar sua utilidade analisando os custos de ser preso e a probabilidade disso acontecer e compara com o benefício monetário do ato e com os benefícios que ele teria caso alocasse o tempo destinado ao crime, no mercado de trabalho. E em relação ao Estado, para Becker, há um nível de criminalidade aceito pela sociedade que está diretamente relacionado ao quanto o Estado está disposto a investir em recursos com a finalidade de diminuir a taxa de criminalidade.

Segundo Del Vecchio (2012), a proposta de Gary Becker trouxe grande contribuição para a análise do crime, pois transformou o criminoso em agente econômico pressupondo que este age de forma racional e que sua ação maximiza sua utilidade. Ainda, para o autor, a noção de utilidade é muito importante para a teoria beckeriana, pois “afrouxou” a relação entre lucro e comportamento econômico e isso possibilitou considerar aspectos intangíveis, como a valorização da liberdade, como fatores determinantes para as escolhas e decisões, o que não seria possível em um tratamento focado apenas no lucro.

Para podermos utilizar a teoria dos jogos é imprescindível que os agentes sejam racionais, porém, na visão de Fiani (2004), as pessoas e as organizações nem sempre agem de forma racional, ou seja, nem sempre empregam os meios que dispõe da melhor forma para conquistar seus objetivos por isso, para o autor:

A teoria dos jogos não deve ser utilizada diretamente como instrumento de previsão do comportamento de agentes em situação de interação estratégica indiscriminadamente, nem tampouco como ‘receita’ pronta de como se deve agir em uma situação específica. (FIANI, 2004, p. 7-8).

Desta forma, alguns autores pensam que a teoria da decisão é mais adequada para analisar a criminalidade, porém do ponto de vista de Tsebelis (1898), a teoria dos jogos é muito mais apropriada do que a teoria da decisão como abordagem analítica para as questões que envolvem crimes e punições. A diferença das duas teorias é que a teoria dos jogos deixa explícita que o jogador sabe que sua

ação irá afetar outro agente e usa isso para fazer escolhas, ou seja, a teoria dos jogos assume que os jogadores agem estrategicamente em suas interações.

Em seu artigo, Tsebelis usa como exemplo a violação do limite de velocidade pelos motoristas e a decisão da polícia de aumentar ou não o valor da multa/pena. Em estratégias puras este jogo não possui um equilíbrio, então Tsebelis modelou o jogo em estratégias mistas chegando à conclusão de que a multa/pena não tem nenhum efeito na decisão do agente de cometer ou não o crime.

Cox (1994) faz críticas ao artigo de Tsebelis e adiciona alguns pontos que considera importantes ao jogo estratégico. Ele considera que se o agente não gostar de dirigir em alta velocidade ele não se importará com o valor da multa decidido pela polícia, além disso, o agente que gosta de velocidade tem um benefício em fazê-lo e se for pego irá pagar uma multa específica que reflete também o valor monetário da perda do dinheiro no tempo e por fim, ele assume que a polícia irá agir antecipando a ação do motorista, chegando à uma conclusão oposta a de Tsebelis, de que quanto maior a multa mais se abaixa a taxa de equilíbrio de excesso de velocidade.

Outro autor que chegou ao mesmo resultado em relação aos incentivos que Tsebelis foi Cressman et al. (1998), em seu artigo ele usa o exemplo de donos de propriedades que desejam protegê-las dos criminosos e ele também incluiu a polícia em sua análise. Os donos de propriedade tem a opção de protegê-la com vigilantes ou não fazer nada e os criminosos decidem entre invadir ou não. É de se imaginar que se o dono adotar medidas de proteção à sua terra os criminosos não agirão e dessa forma os donos irão vigiar menos suas propriedades ao passar do tempo e assim os criminosos voltarão a agir, assim Cressman et al. adiciona a polícia no jogo e esta aumenta a probabilidade dos criminosos serem detidos e assim estes voltarão a deixar de agir, porém com o passar do tempo a polícia passará a ser mais passiva, já que não há mais invasões na propriedade e assim os criminosos voltarão a agir. O autor chega à conclusão de que o aumento das penas e da força policial diminui a criminalidade, porém é um resultado de curto prazo, já que ao longo do tempo há um afrouxamento da ação policial dada a queda da criminalidade.

Seguindo a mesma linha de raciocínio, para Bueno de Mesquita & Cohen (1995), o aumento da punição não é um bom incentivo para os crimes já que possui impacto apenas no curto prazo e medidas sociais para elevar o bem estar da

população também não, já que podem ter efeito contrario e aumentar a criminalidade, pois os criminosos receberão este beneficio independente de cometerem o crime ou não. Desta forma, para os autores, o melhor para tentar deter a criminalidade é o aumento da probabilidade da apreensão dos criminosos.

### 3. Metodologia e Modelo

Os jogos da teoria dos jogos podem assumir diversas formas para refletir a situação empírica que se está tentando modelar. O jogo pode ter um único movimento ou ser um jogo de ações repetidas, pode ser um jogo forte onde a participação é obrigatória ou um jogo fraco com participação opcional. Os jogadores podem agir simultaneamente ou seqüencialmente, ter informações completas sobre os outros jogadores ou informações incompletas e podem acabar o jogo com a mesma quantidade de informações que começaram ou serem capazes de adicionar informações ao decorrer do jogo.

A teoria dos jogos usa a dedução para delinear as estratégias e equilíbrios dos jogadores que participaram do jogo, as estratégias destes normalmente são baseadas levando em consideração as decisões que os outros jogadores podem tomar e isso mostra que há interdependência entre as decisões dos agentes.

Para a análise de criminalidade temos que as interações estratégicas deste tipo de conflito não possibilitam cooperação entre os agentes, além disso, o ganho de utilidade de um agente vem da perda de igual utilidade do outro agente, desta forma temos que a melhor modelagem para este caso são jogos de soma zero, característicos de situações de conflito.

Ainda, é necessário apontar algumas premissas, como, o criminoso decide suas ações pensando no próprio interesse e quer atingir o resultado dessa ação mesmo sabendo que haverá conseqüências para outros; o criminoso pensa em todas as alternativas possíveis e analisa qual terá menos custos; além disso, ele conhece as probabilidades do que pode vir a ocorrer caso ele seja pego cometendo o crime e assim calcula sua utilidade esperada; por fim o criminoso age de forma estratégica analisando a probabilidade de punição, os ganhos caso estivesse no mercado de trabalho, o ganho com o crime e o custo do crime.

A teoria dos jogos de soma zero, criada por John von Neumann, diz que a diferença entre a pontuação positiva do agente vencedor e a negativa do perdedor resulta em zero. Assim tem-se que o ganho de um jogador obrigatoriamente significa a derrota do outro jogador, não podendo haver a vitória das duas partes. A principal característica deste tipo de jogo é que são jogos não-cooperativos e desta forma um

jogador não aumentará sua utilidade caso coopere com o outro, pelo contrário se este cooperar ele estará ajudando o outro jogador a ser vitorioso, se tornando o perdedor do jogo.

### 3.1 Modelo de Berger

O jogo se baseará no modelo de Berger (2013) e nele teremos o agente que combate a conduta criminosa (autoridade) e o agente que realiza a conduta (criminoso) e como dito anteriormente estes agentes devem estar em conflito. Como se trata de crimes, ou seja, comportamentos considerados inaceitáveis pela sociedade, não há possibilidade de negociação ou cooperação, pois a ação praticada é proibida pela lei e o agente autoridade tem obrigação de aplicar a lei, combatendo o criminoso ou impedindo que este realize o ato.

O conjunto de estratégias do agente criminoso será  $S_a = (S_i^a, S_j^a)$  e o conjunto de estratégias da autoridade será  $S_b = (S_i^b, S_j^b)$ .

Como o jogo é um jogo de soma zero temos que a utilidade do agente criminoso é igual à utilidade negativa do agente autoridade e por se tratar de um jogo obrigatoriamente competitivo as funções utilidade  $U_a$  e  $U_b$  são determinadas pelo conjunto de estratégias:

$$U_a(S_i^a, S_j^a) = -U_b(S_i^b, S_j^b)$$

ou

$$U_a(S_i^a, S_j^a) + U_b(S_i^b, S_j^b) = 0$$

As estratégias do jogador A são *esquematizar* e *ocasião*, ou seja, o criminoso pode esquematizar suas ações e agir de acordo com um plano ou esperar e deixar que surja uma ocasião para que ele possa cometer o crime. As estratégias do jogador B são *inteligência* e *agressividade*, então a autoridade pode agir cuidadosamente obtendo informações sobre os possíveis 'ataques' criminosos ou adotar uma medida agressiva alocando mais policiais na rua para combater o crime.

$S_a = (\textit{esquematizar}, \textit{ocasião})$  e  $S_b = (\textit{inteligência}, \textit{agressividade})$ .

Figura 1 – Jogo de Soma Zero

		B	
		Inteligência	Agressividade
A	Esquematizar	2, -2	5, -5
	Ocasião	3, -3	2, -2

Os payoff's da figura 1 foram criados de modo a mostrar como funciona um jogo de soma zero em que não há um equilíbrio de Nash em estratégias puras e o cenário de um agente representa o resultado negativo para o outro agente impossibilitando o equilíbrio, sendo assim é necessário utilizar estratégias mistas e já que há incerteza na ação dos agentes pode-se encontrar um equilíbrio de Nash.

### 3.2 Modelo em Estratégias Mistas

Em estratégias mistas a probabilidade  $p$  de realizar determinada ação é adicionada ao jogo, desta forma os conjuntos de estratégias passam a ser,

$$M_j = (s_i * p_1, \dots, s_n * p_n) , \text{ com } p_j > 0 \text{ para qualquer estratégia } s_j \text{ a disposição do jogador } i.$$

A estratégia mista do criminoso é a probabilidade  $p$  deste cometer o ato ilegal, enquanto a estratégia mista da autoridade é a probabilidade  $q$  de agir conforme a lei. Por causa da incerteza da ação de cada jogador, estes possuem informações imperfeitas sobre as estratégias de cada um e como dito anteriormente a ação do Estado deve ser acreditável, caso contrário o criminoso irá ignorar tal ameaça.

Assim, as opções do jogador A, que é o criminoso, é cometer o crime ou não, enquanto as do jogador B, que é a polícia, é agir conforme a lei ou não fazer nada. Então primeiramente, vamos montar uma nova tabela de payoff's em estratégias puras, para em seguida adicionar as probabilidades.

Figura 2 – Jogo em Estratégia Pura

		Policia	
		Aplicar a Lei	Não
Criminoso	Cometer Crime	A1,A2	C1,C2
	Não	B1,B2	D1,D2

Pela figura 2 podemos assumir que, se o criminoso sabe que a polícia daquela região costuma agir conforme a lei então  $B1 > A1$ ; por outro lado, se ele sabe que a polícia costuma ser omissa então  $C1 > D1$ . Da mesma forma, podemos assumir que, a polícia prefere agir conforme a lei quando sabe que naquela região costuma ter crimes, então  $A2 > C2$  e que costuma ser mais descuidada quando a região não possui tantos crimes, assim  $D2 > B2$ . Desta forma, como analisado por Berger (2013) não há um equilíbrio de Nash em estratégias puras, pois se a polícia age conforme a lei, os crimes irão diminuir então ela passará a ser mais descuidada, o que elevará a criminalidade novamente, levando a um ciclo sem fim. Por isso é necessária a distribuição de probabilidades sobre os payoff's, em estratégia mista.

Primeiro é necessário definir as funções respostas dos dois jogadores, para então chegar ao equilíbrio. A função resposta do criminoso que melhor responde a estratégia  $q$  da polícia é  $p * (q)$ . As outras funções são baseadas nos payoff's esperados do criminoso:  $q * A1 + (1 - q) * C1$ , se o criminoso agir enquanto a polícia aplica a lei e  $q * B1 + (1 - q) * D1$  se o criminoso não agir enquanto a polícia aplica a lei. Caso um desses payoff's exceda o outro, a melhor resposta será a que tem mais vantagem na estratégia pura, ou seja, cometer o crime caso este lhe traga o maior retorno esperado ou não cometer, caso contrário. Caso os payoff's sejam iguais, o que só acontecerá caso  $Q = (D1 - C1) / (A1 - B1 + D1 - C1)$ , o criminoso será indiferente entre suas possíveis estratégias e as probabilidades atreladas a elas.

Para a polícia vale a mesma regra, sua melhor função resposta para a estratégia  $p$  é  $q * (p)$ , as outras funções são  $p * A2 + (1 - p) * C2$  e  $p * B2 + (1 - p) * D2$  e caso estas sejam iguais,  $P = (D2 - C2) / (A2 - B2 + D2 - C2)$ .

A partir dessas funções podemos chegar a um único equilíbrio, se os criminosos cometerem os crimes com probabilidade  $P$  e a polícia agir com probabilidade  $Q$ , nenhum dos jogadores terá incentivo para mudar sua estratégia, ou seja, o nível de equilíbrio de criminalidade  $P$ , não depende dos payoff's do criminoso, como visto na fórmula acima, depende apenas dos payoff's da polícia. Neste modelo chegamos à mesma conclusão de Tsebelis (1989) "*penalty has no effect on crime*".

### 3.3 Modelo em Estratégias Mistas com foco nos incentivos

Como mostrado na seção dois, o melhor incentivo para diminuir a criminalidade é aumentar a probabilidade de captura do criminoso, desta forma, o Estado deveria, dentro do orçamento que este está disposto a utilizar para essa finalidade, aumentar o policiamento preventivo nas ruas, focando as regiões que possuem o maior índice de criminalidade. Porém, é importante que esse policiamento seja constante, mesmo quando houver a queda na taxa de criminalidade, pois assim os criminosos não voltarão a agir.

Outro possível incentivo seriam sanções penais mais duras, que diminuiria a utilidade esperada do criminoso ao cometer o crime, e assim haveria uma queda na taxa de criminalidade. Porém, ao perceber essa queda, a polícia poderia começar a agir de forma mais passiva, ou seja, a probabilidade do agente criminoso ser preso diminuiria e então a utilidade deste cometer o crime aumentaria e a taxa de criminalidade voltaria a crescer, então neste caso o ideal seria unir as sanções penais mais duras com o aumento do policiamento.

Para analisar a reação exata dos criminosos aos incentivos é necessário fazer alguns ajustes ao modelo da seção 3.2. Em primeiro lugar se o criminoso decidir não cometer o crime, então para ele pouco importa a decisão da polícia ( $B1 = D1$ ). Em segundo lugar, é necessário adicionar o ganho " $r$ " do criminoso com o ato, exemplo, no caso de um roubo ele terá ganhos materiais, também é necessário considerar que caso ele seja pego pela polícia sofrerá conseqüências  $m$ , sendo esta determinada pela gravidade do crime, podendo ser uma multa, prisão e etc. Tem-se agora que  $A1 = r - m$ ;  $C1 = r$  e  $B1 = D1 = 0$ . Além disso, é necessário

considerar que o criminoso já está pré-disposto a cometer o crime, sendo assim  $r > 0$ , porém não irá cometer se ele tiver certeza de que será pego,  $r < m$ .

Outro ponto que difere do modelo anterior é de que neste modelo a população possui  $n$  criminosos, então o benefício do  $n$ ésimo criminoso é  $r_n$  e a polícia não sabe o valor de  $r$ , porém sabe distribuição deste ao longo da população, tendo assim  $F(x)$  em que  $x$  é a proporção de  $n$  que possui  $r \leq x$ . Por fim, para trazer o modelo mais perto da realidade, a polícia irá agir primeiro.

Para identificar a função resposta do  $n$ ésimo criminoso é necessário substituir os valores das suposições  $A1 = r - m$ ;  $C1 = r$  e  $B1 = D1 = 0$  na equação  $Q = (D1 - C1) / (A1 - B1 + D1 - C1)$ , vista no modelo anterior, chegando que  $Q = r_n / f$ . Ou seja, a melhor resposta para o  $n$ ésimo criminoso é não cometer o crime, caso o benefício deste seja menor que a consequência, cometer caso seja maior e ser indiferente caso o valor do benefício seja igual ao da consequência esperada.

Como dito anteriormente, a polícia não sabe prever com total certeza qual será a resposta do criminoso à probabilidade de aplicar a lei  $q$ , mas eles podem prever o valor esperado da resposta do  $n$ ésimo criminoso, que será  $1 - F(q * m)$ . Essa probabilidade será utilizada pela polícia para todos os criminosos já que ela não consegue calcular a probabilidade de cada um deles. Assim, podemos assumir que o objetivo principal da polícia é escolher o  $q$  que maximiza seu payoff esperado, para cada um dos criminosos. Tendo assim:

$$UE(q) = p(q) * q * A2 + p(q) * (1 - q) * C2 + (1 - p(q)) * q * B2 + (1 - p(q)) * (1 - q) * D2, \text{ em que } p(q) = 1 - F(q * m)$$

Para resolver a equação é necessário primeiro fazer a condição de primeira ordem e igualar a zero, e em seguida assumir que  $F$  é uma função de distribuição de probabilidade acumulada uniforme com intervalo de  $[0, M]$ , em que  $M$  é a maior consequência esperada pelo criminoso que quiser cometer o crime:

$$F(x) = \begin{cases} 0, & \text{se } x < 0 \\ \frac{x}{M}, & \text{se } 0 \leq x \leq M \\ 1, & \text{se } x > M \end{cases}$$

Desta forma, por fim, temos a equação  $q^* = \{M * (A2 - B2) / [2 * m * (A2 - C2 + D2 - B2)]\} + A$ . Em que  $A = (D2 - C2) / [2 * (A2 - C2 + D2 - B2)]$ . Chegando à conclusão de que para achar a mudança no valor de  $p^*$ , que é a taxa de equilíbrio da criminalidade e que é igual a  $p^* = 1 - F(q * m)$ , a uma mudança na consequência esperada pelo criminoso é necessário apenas analisar a derivada parcial de  $p^*$  em função de  $m$ , que é  $-A/M$ . Além disso, tem-se o tamanho da consequência do ato criminoso só será ineficaz na alteração da taxa de equilíbrio da criminalidade caso  $D2 = C2$ . Sendo assim, a perspectiva de uma maior punição para o criminoso faz com que esse anseie menos pelo cometimento do crime, ou seja, diminui a criminalidade.

### 3.4 Limitações do Modelo

De acordo com o artigo de McCarthy (2002) há algumas limitações em se analisar a criminalidade de acordo com a teoria dos jogos. Inicialmente não se pode assumir que todos os criminosos compartilham as mesmas preferências, pois estas são individuais e variam com o tempo, além disso, as pessoas avaliam os benefícios e custos de se cometer um crime de maneira diferente.

Ademais os modelos da teoria dos jogos trazem grande compreensão sobre a decisão de cometer ou não atos ilegais, porém em sua maioria, não são testados. Há pouca coincidência entre os modelos da teoria dos jogos e estudos empíricos sobre criminalidade. McCarthy et al. (1998), testou o dilema dos prisioneiros em um experimento empírico e apesar de ser o equilíbrio de Nash do dilema, na 'vida real', em apenas 40% dos casos ambos os prisioneiros confessaram.

Ainda, a especificação das preferências, percepções e estratégias devem ser contextualizadas de forma mais precisa. E por último, normalmente se utiliza do fato de que em relação a programas sociais, justiça criminal e o sistema de punição, os criminosos e a polícia possuem preferências opostas, independentes e estáveis.

Apesar dos pontos apontados por McCarthy, a teoria dos jogos reconhece as dinâmicas de interação da tomada de decisão, sendo assim, esta teoria é de grande importância para avaliar e explicar o crime.

## 4. Conclusão

Os modelos desenvolvidos neste trabalho tinham como objetivo utilizar a teoria dos jogos para analisar se incentivos poderiam ajudar na diminuição da taxa da criminalidade e mostraram uma simplificada interação entre a polícia aplicando a lei e o público, revelando que o nível de criminalidade é afetado pelos incentivos dados a população.

Berger (2013) mostrou que apesar de o jogo de soma zero ser adequado para analisar a criminalidade, pois o ganho de um jogador obrigatoriamente resulta na perda do outro jogador e de ter como característica a não-cooperação, em estratégias puras não é possível encontrar um equilíbrio de Nash, sendo necessário assim utilizar estratégias mistas.

Desta forma, na seção 3.2 chegou-se a um equilíbrio de Nash que estava de acordo com as idéias de Tsebelis (1989) de que o aumento da penalidade não tem nenhum efeito sobre o nível de criminalidade. Porém, após redefinir algumas importantes suposições, viu-se na seção 3.3 que frente a um aumento na punição esperada do criminoso, a taxa da criminalidade irá diminuir. Mas, é importante lembrar que se a polícia aumentar os incentivos para o agente não cometer determinado tipo de crime, adicionando mais recursos para esta tarefa, diminuirá os recursos e a atenção destinados a outros tipos de crime. Entretanto não podemos supor que o aumento de incentivos para combater determinado crime será tão elevado que acabará elevando a probabilidade do criminoso cometer outro tipo de crime, o Estado deve optar pelo aumento de incentivos até o ponto em que o nível de equilíbrio de crimes em geral se mantenha inalterado, e como recomendação para um aprofundamento do estudo pode-se calcular qual seria nível de equilíbrio ótimo dos incentivos que não alterasse o nível geral da criminalidade.

## 5. Referências

**Andreozzi**, Luciano. “Rewarding policeman increases crime. Another surprising result from the inspection game”. *Public Choice* 121, 68-92, 2004.

**Becker**, Gary S. “Crime and Punishment: An Economic Approach”. *Journal of Political Economy* 76, 169-217, 1968.

**Berger**, LM. “Um modelo multiagente para análise da interação dinâmica e estratégica de agentes sociais”, 58-87, 2013.

**Borges**, Lucas D. K. “Análise Econômica do Direito Penal: A Aplicação da Teoria Econômica como Método de Diminuição da Prática de Preços Predatórios”, 2011.

**Bueno de Mesquita**, B; **Cohen**, LE. “Self-interested, equity and crime control: a game theoretic analyses of criminal decisions”, *Criminology* 33, 483-517, 1995.

**Cerqueira**, Daniel “Determinantes da Criminalidade: Arcabouços Teóricos e Resultados Empíricos”, 2004.

**Cooter**, Robert; **Ulen**, Thomas. “Direito e Economia”. 5th Ed, Porto Alegre: Bookman, 2010.

**Cox**, G. “A note on Crime and Punishment”. *Public Choice* 78, 115-124, 1994

**Cressman**, R; **Morrison**, WG; **Wen**, JF. “On the evolutionary dynamics of crime”, *Canadian Journal of Economics*, Vol 31, No5, 1101-1117, 1998.

**Del Vecchio Junior**, Jacintho. “Sobre o alcance da Teoria Beckeriana do crime e da Punição”. In: **Basso**, Marco Antonio (org.). “Ciências policiais de Segurança e Ordem Pública”. São Paulo: Editora Scortecci, 2012.

**Fiani**, R. “Teoria dos Jogos: Para cursos de Administração e Economia”, São Paulo: Editora Campos, 2004

**Lage**, Nilson L.; **Lima**, Samuel P. “Possibilidade de Aplicação da Teoria dos Jogos para Descrição de Padrões do Crime Organizado”, *Rastros*, 6-17, 2005.

**McCarthy**, B. “New Economics of Sociological Criminology”, *Annual Review of Sociology*, Vol 28, 417-442, 2002.

**McCarthy, B; Hagan, J; Cohen, LE.** "Uncertainty, cooperations and crime: understanding the decision to co-offend", *Social Forces*, Vol 77, No1, 155-184, 1998.

**Schmidt, P; Witte, AD.** "An Economic Analyses of Crime and Justice: Theory, Methods and Applications", Londres: Academic Press INC, 1984.

**Souza, Caio M.** "A Teoria dos Jogos como Estratégia para Cometimento de Crimes: A (in)certeza da Impunidade com Base numa Escolha Racional" 2010.

**Tsebelis, G.** "The Abuse of Probability in Political Analyses: The Robinson Crusoe Fallacy". *American Political Science Review* 83, 77-91, 1989.