

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS ECONÔMICAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECONOMIA

Cristiano Aguiar de Oliveira

**ENSAIOS EM ECONOMIA DO CRIME:
DISSUASÃO, ARMAS E CARREIRA CRIMINOSA**

**Porto Alegre
2011**

CRISTIANO AGUIAR DE OLIVEIRA

**ENSAIOS EM ECONOMIA DO CRIME:
DISSUASÃO, ARMAS E CARREIRA CRIMINOSA**

Tese apresentada ao programa de Pós-Graduação em Economia da Faculdade de Economia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul para obtenção do título de Doutor em Economia, ênfase em Economia Aplicada.

Orientador:
Prof. Dr. Giácomo Balbinotto Neto

**Porto Alegre
2011**

DADOS INTERNACIONAIS DE CATALOGAÇÃO NA PUBLICAÇÃO (CIP)
Responsável: Biblioteca Gládis W. do Amaral, Faculdade de Ciências Econômicas da
UFRGS

O48e Oliveira, Cristiano Aguiar de
Ensaio em economia do crime: dissuasão, armas e carreira criminosa /
Cristiano Aguiar de Oliveira. – Porto Alegre, 2011.
86 f. : il.

Orientador: Giacomino Balbinotto Netto.

Ênfase em Economia Aplicada.

Tese (Doutorado em Economia) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul,
Faculdade de Ciências Econômicas, Programa de Pós-Graduação em Economia,
Porto Alegre, 2011.

1. Direito penal : Análise econômica. 2. Crime : Teoria dos jogos. 3. Armas :
Economia. I. Balbinotto Netto, Giacomino. II. Universidade Federal do Rio Grande
do Sul. Faculdade de Ciências Econômicas. Programa de Pós-Graduação em
Economia. III. Título.

CDU 343.2

CRISTIANO AGUIAR DE OLIVEIRA

**ENSAIOS EM ECONOMIA DO CRIME:
DISSUAÇÃO, ARMAS E CARREIRA CRIMINOSA**

Tese apresentada ao programa de Pós-Graduação em Economia da Faculdade de Economia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul para obtenção do título de Doutor em Economia, ênfase em Economia Aplicada.

Aprovada em 29 de agosto de 2011.

BANCA EXAMINADORA:

Prof. Dr. Orientador Giácomo Balbinotto Neto - UFRGS

Prof. PhD. Nuno Garoupa – Universidade de Illinois em Urbana-Champaign

Prof. Dr. Sérgio Marley Modesto Monteiro - UFRGS

Prof. Dr. André Carraro - UFPEL

AGRADECIMENTOS

Esta Tese conclui meu doutorado em economia aplicada iniciado em 2007 no PPGE/UFRGS. Ao longo desta jornada, algumas pessoas e instituições foram fundamentais para que a este processo fosse concluído com êxito, apesar de todas as dificuldades encontradas. Assim, deixo registrada nesta pagina a minha eterna gratidão:

Ao professor Giácomo Balbinotto Neto, meu orientador, pelo incentivo, apoio ao trabalho em todas as suas fases e, principalmente, por sua paciência comigo.

Aos professores Sabino Porto Júnior, Marcelo Portugal, Ronald Hillbrecht, Flavio Ziegelmann, Fabrício Tourrucô, Eduardo Pontual Ribeiro e Eugênio Lagemann pelos ensinamentos e por servirem de inspiração para a minha carreira tanto de economista como de professor.

Aos professores do CAEN/UFC por me darem o embasamento para que o meu conhecimento progredisse, em especial, ao professor Flavio Ataliba Barreto.

Aos meus amigos Paulo Jacinto, Liderau Marques Júnior e Alex Leonardi pelas ótimas parcerias em trabalhos e ótima convivência em Porto Alegre.

Aos professores Sérgio Monteiro e Claudio Vasconcellos por me estimularem a seguir a carreira de economista.

Aos funcionários e demais professores do PPGE/UFRGS, em especial as secretarias Iara, Raquel e Cláudia que sempre forneceram o suporte necessário ao meu estudo e pesquisa.

Ao CNPQ pelo apoio financeiro e a UFRGS pelo apoio institucional.

Aos amigos da turma de 2007 do doutorado em economia aplicada do PPGE, Roberta e Henrique, mas, em especial, ao amigo e colega Rodrigo Ávila pelas conversas estimulantes, trocas de conhecimento e pelo bom humor.

Aos amigos de outras turmas e do mestrado do PPGE, André, Pedro, Bruno Maia, Bruno e Fábio, pelos momentos divertidos vividos em meio ao ambiente acadêmico.

A Simone, pelo seu apoio incondicional. Sem a sua presença este desafio teria sido muito maior, com certeza.

A toda a minha família, que sempre acreditou que este momento chegaria, com destaque para os meus pais Vando e Fátima, aos quais dedico esta Tese.

“All men have crimes, and most of them are hidden.”

Maxwell Anderson

RESUMO

Esta Tese é composta por dois ensaios, nos quais são apresentados modelos teóricos de Economia do Crime. O primeiro estuda o impacto de políticas de controle de armas sobre o crime através de um modelo teórico de crime e autodefesa com o uso de armas. As principais conclusões são que mudanças nos *payoffs* geram equilíbrios distintos, além disso, o controle de armas leva a uma redução nos crimes com armas e que estas políticas são mais eficientes quando afetam os custos tanto de criminosos quanto das vítimas. O segundo propõe um modelo dinâmico baseado em opções reais para avaliar a carreira criminosa. No modelo, os indivíduos podem escolher o melhor momento para se engajar no crime (atividade ilegal). Através da calibragem do modelo é possível observar que a opção por uma carreira criminosa depende de um retorno alto na atividade ilegal mesmo quando os indivíduos são neutros ao risco e possuem uma taxa de desconto intertemporal baixa.

Palavras-Chave: Armas. Carreira. Crime. Opções Reais. Teoria dos Jogos.

ABSTRACT

This Thesis is composed by two essays, which theoretical models of economics of crime are presented. The first studies the impact of gun control policies on crime through a theoretical model of crime and self-defense with guns. The main conclusions are that payoffs change generates different equilibriums, besides, gun control implies on a decrease of gun crimes and that such policies are more effective when affects both criminals and victims costs. The former purpose a dynamic model based on real options to evaluate the criminal career. In the model, individuals can choose the best moment to get in crime. Through model calibration is possible to observe that the option for a criminal career depends on a high return in the illegal activity even when individuals are risk neutral and when they have a low time discount.

Keywords: Crime. Career. Guns. Game Theory. Real Options.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1. Jogo sequencial com informação perfeita e imperfeita e habilidades iguais.....	27
Figura 2. Jogo sequencial com informação perfeita e imperfeita e habilidades e comportamento diferentes	28
Figura 3. Jogo dinâmico com informação incompleta	36
Figura 4. O processo de Poisson	54
Figura 5. Momento de exercício da opção e de encerramento carreira criminosa	55
Quadro 1. Forma normal do jogo de Tsebelis	16
Quadro 2. Forma normal do jogo com custos iguais.....	31
Quadro 3. Forma normal do jogo com custos diferentes	34

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Rendimento de reserva (\$ ao ano) como uma função de λ e ϕ	61
Tabela 2. Rendimento de reserva (\$ ao ano) como uma função de θ e σ	65
Tabela 3. Rendimento de reserva (\$ ao ano) como uma função de ρ e τ	67

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	10
1.1. MOTIVAÇÃO DO ENSAIO I	16
1.2. MOTIVAÇÃO DO ENSAIO II	19
2 OS EFEITOS DE DISSUAÇÃO DE LEIS SOBRE ARMAS EM JOGOS COM HABILIDADE E INFORMAÇÃO ASSIMÉTRICAS	22
2.1. INTRODUÇÃO.....	22
2.2. Modelos teóricos de crime e autodefesa utilizando Teoria dos Jogos	25
2.2.1. <i>Modelos dinâmicos com informação perfeita e imperfeita e com equilíbrio em estratégias puras</i>	<i>26</i>
2.2.2. <i>Jogos estáticos com informação imperfeita e com equilíbrio em estratégias mistas.....</i>	<i>30</i>
2.2.3. <i>Modelo dinâmico com informação incompleta (jogo de sinalização).....</i>	<i>35</i>
2.3. CONCLUSÕES	40
2.4. REFERÊNCIAS	42
2.5. APÊNDICE	45
3 A CARREIRA CRIMINOSA SOB A ABORDAGEM DE OPÇÕES REAIS.....	46
3.1. INTRODUÇÃO	46
3.2. MODELOS DINÂMICOS: REVISÃO DA LITERATURA	49
3.3. UM MODELO DINÂMICO DE CARREIRA CRIMINOSA	52
3.3.1 <i>Estática comparativa e simulações</i>	<i>60</i>
3.4. CONCLUSÕES	69
3.5. REFERÊNCIAS	70
3.6. APÊNDICE	77
4 CONCLUSÕES	81
REFERÊNCIAS.....	83

1 INTRODUÇÃO

É possível dividir as contribuições dos economistas ao estudo do crime em duas frentes. A primeira é teórica através da construção de modelos rigorosos e dedutivos e a segunda através do tratamento de dados e utilização de técnicas estatísticas sofisticadas (WITTE, 1983).

Em princípio, pode parecer estranho que a teoria econômica possa contribuir para entender a atividade criminosa. Todavia, a teoria econômica trata fundamentalmente de escolhas e comportamento. O crime¹, ou seja, a violação de uma regra socialmente aceita consiste de um processo comportamental que resulta em uma decisão individual: violar ou não a regra. Assim, ao invés de tratar a atividade criminal como um comportamento irracional associado a uma condição psicológica ou social do criminoso, a teoria econômica trata o crime como um ato racional² praticado por um indivíduo maximizador de utilidade sob incerteza³.

Associado a este raciocínio, é importante observar que a teoria econômica trata o crime de forma neutra e amoral. Não há um julgamento moral ou questionamento ético do ato criminoso. Em princípio, qualquer indivíduo é um potencial criminoso e seu ato está sujeito a restrições impostas pelas leis. Contudo, as leis são apenas uma parte da construção de sua função objetivo, na qual a sua maximização definirá se irá ou não praticar o crime.

Outro ponto importante que diferencia a economia de outras linhas que também estudam o crime é que esta não costuma utilizar o critério de justiça em sua análise, em geral, o critério utilizado para avaliar as políticas é o de bem estar. Economistas não são afeitos ao critério de justiça porque este é difícil de ser definido e muitas vezes apresentam distorções uma vez que podem apenas expressar a preferência de um pequeno grupo de indivíduos (GAROUPA, 2003). Por outro lado, o critério de bem estar é bastante claro e conhecido pelos economistas. A utilização do critério de Pareto⁴ permite associar o bem estar à eficiência e

¹ A lei brasileira entende como crime a conduta humana ilícita, antijurídica e culpável, tendo como consequência legal a aplicação de uma sanção penal.

² A perspectiva utilizada é materialista, ou seja, faz uma análise de custo e benefício assumindo que o indivíduo respeita os tradicionais axiomas sobre as preferências, que devem ser completas, transitivas, reflexivas, contínuas e monotônicas. As três primeiras caracterizam a racionalidade e as duas últimas servem para construir a função de utilidade que irá representar estas preferências.

³ O conceito utilizado na escolha sob incerteza é o de utilidade esperada e, portanto, valem seus axiomas. Ver Mas-Colell, Whinston e Green (1995) para uma apresentação detalhada destes axiomas.

⁴ Não há como um indivíduo melhorar sem que piore a situação de outro.

assim, economistas analisam as leis e instituições de forma a considerar todos os custos e benefícios envolvidos com as mesmas. Por exemplo, quando analisam uma lei, os economistas consideram o custo imposto à sociedade do ato criminoso, o benefício do criminoso ao cometer o ato e os custos envolvidos na aplicação da lei, tais como o custo de monitorar e processar além do custo de aplicar a punição.

Fundamentados nestes preceitos, os modelos teóricos em economia do crime possuem duas formas tradicionais. A primeira segue os princípios propostos por Benthan (1789, *apud* Eide et al., 2006, p.3). Segundo o autor:

The profit of the crime is the force which urges man to delinquency; the pain of the punishment is the force employed to restrain him from it. If the first of these forces to be greater, the crime will be committed; if the second, the crime will not be committed.

O trabalho precursor a utilizar estes princípios para construir modelos de crime é Becker (1968). Segundo o autor o comportamento criminoso é o resultado de uma simples análise de custo e benefício. Assim, o indivíduo cometeria crimes sempre que os benefícios do crime fossem superiores aos custos do mesmo. A principal desvantagem deste tipo de modelagem é que ela necessita que os parâmetros quantitativos do modelo possuam um equivalente monetário. Contudo, o modelo se adéqua perfeitamente a crimes de motivação econômica.

A segunda linha trata do crime de forma semelhante aos modelos de escolha de portfólio. Nestes modelos, o indivíduo representativo deve alocar seu tempo em atividades legais e ilegais considerando os riscos envolvidos na segunda. Block e Heinecke (1975) e Heinecke (1978) são os precursores da aplicação a economia do crime⁵. A principal vantagem do modelo de portfólio é que ele permite avaliar qualquer tipo de crime, pois a atividade criminal é contabilizada em termos de horas alocadas. Desta forma, a renda do indivíduo é composta pela soma de três elementos: uma renda exógena, custos e benefícios monetários das atividades legais e custos e benefícios monetários das atividades ilegais⁶. Se o indivíduo é punido com prisão, sua renda é reduzida por um fator que representa os custos monetários do crime.

A principal contribuição do modelo é que os indivíduos irão alocar o seu tempo na atividade ilegal até os benefícios marginais se igualarem aos custos marginais. Se os

⁵ Ehrlich (1973) apresenta uma versão rudimentar de escolha entre o mercado legal e ilegal, no entanto o modelo não envolve alocação do tempo.

⁶ Neste caso, se utiliza o conceito de monetização implícita caso o indivíduo escolha atividades que envolvam ganhos e perdas não monetárias.

benefícios marginais forem sempre inferiores aos custos marginais não há crime. Ademais, Block e Heinecke (1975) mostraram que uma vez que existem diferenças éticas e psicológicas envolvidas no processo de decisão do indivíduo entre as atividades legais e ilegais, o problema da oferta de crimes deveria ser formulado em termos de uma estrutura de preferências multifatorial, que levasse em conta outros aspectos que não apenas a renda. Os autores mostram que os resultados de Becker (1968) e Ehrlich (1973) acerca das oportunidades de ganho no mercado legal são válidos apenas se existirem equivalentes monetários das atividades legal e ilegal e se estes forem independentes do nível de riqueza.

Em geral, os modelos teóricos em economia do crime mais recentes seguem uma combinação das duas formas e estes sugerem que políticas públicas que visem à redução do crime podem ser estudadas através dos impactos da punição na decisão dos indivíduos.

Contudo, existem controvérsias a respeito do que venha ser uma punição ótima e, por consequência, a melhor política. Neste contexto, os conceitos de dissuasão e incapacitação são fundamentais para entender como os indivíduos reagem a novas políticas propostas pelo sistema criminal de justiça. Por exemplo, o modelo de Becker (1968) trata o indivíduo como um maximizador da utilidade esperada, que incorpora na sua função utilidade a renda como argumento positivo e o sistema criminal de justiça como parte dos custos esperados na forma desagregada de probabilidade de punição e a punição propriamente dita. A utilidade esperada de cometer um crime é dada por⁷:

$$E[U] = pU(Y - f) + (1 - p)U(Y) \quad (1)$$

Onde $U[.]$ é a função utilidade, Y é a renda do crime, monetária mais a psíquica, f é o equivalente monetário da punição e p é a probabilidade de ser pego e condenado. Desta forma, um indivíduo comete um crime se a utilidade esperada é positiva e não comete caso esta seja negativa. Note que:

$$\frac{\partial E[U]}{\partial p} = U(Y - f) - U(Y) < 0 \quad \text{e} \quad \frac{\partial E[U]}{\partial f} = -pU'(Y - f) < 0 \quad (2)$$

Portanto, é possível reduzir a criminalidade aumentando os seus custos. Isto poderia ser feito via aumento da probabilidade de punição ou pelo aumento da severidade da punição. A probabilidade de punição poderia ser incrementada, por exemplo, com o aumento do

⁷ Becker (1968), pág. 177.

monitoramento, aumento da eficiência processual, melhora nos procedimentos criminológicos. Por sua vez, a punição pode ser incrementada por mudanças na legislação prevendo penas mais severas, que poderiam ser em qualquer uma das suas formas mais usuais, que são a restrição de direitos, as multas pecuniárias e a privação de liberdade (prisão).

Através da equação (2) é possível construir as elasticidades em relação aos dois parâmetros. Estas são dadas por:

$$\frac{-\partial E[U]}{\partial p} \frac{p}{U} = U(Y-f) - U(Y) \frac{p}{U} \quad \text{e} \quad \frac{-\partial E[U]}{\partial f} \frac{f}{U} = -pU'(Y-f) \frac{f}{U} \quad (3)$$

Portanto, a elasticidade com relação à probabilidade de punição será maior do que com relação à severidade da punição se:

$$\frac{U(Y) - U(Y-f)}{f} > U'(Y-f) \quad (4)$$

Isto ocorre se $U''(Y-f) > 0$, ou seja, quando os indivíduos são tomadores de risco. Independente da forma que se assume o comportamento do criminoso frente ao risco, o fato é que existe um efeito de “dissuasão” tanto na probabilidade de punição quanto na severidade da punição. Assim, vários crimes deixam de ser praticados simplesmente porque não compensam. Pois, é possível inibir um crime sem que o criminoso seja pego em flagrante antes de cometê-lo. Esta é a essência do conceito de dissuasão.

Mas, qual combinação de probabilidade de punição e severidade da punição seria mais eficiente? Do ponto de vista econômico, a combinação ótima para algum crime em particular seria maior quanto maior for o seu benefício e seu prejuízo para a sociedade e menor quanto maior forem os custos da sua aplicação. No modelo básico proposto por Becker (1968), onde potenciais criminosos não possuem restrições de renda, todas as combinações de probabilidades de punição e severidades na punição produziriam o mesmo nível de dissuasão. Como incrementar a severidade das punições possui um baixo custo, a combinação ótima seria de punições severas com baixa probabilidade de punição. Isto justificaria, por exemplo, a adoção de penas capitais⁸.

⁸ Para uma revisão de trabalhos empíricos sobre o impacto de penas de morte na criminalidade ver Eide et al. (2006) e Levitt e Miles (2006). A conclusão de ambos é que os trabalhos feitos até o momento não permitem uma conclusão definitiva sobre o tema.

Andreoni (1991) argumenta que, ao contrário do que prediz o modelo de Becker, a punição deve ser proporcional ao crime. O autor alega que a severidade da punição e a sua probabilidade não são totalmente independentes porque juízes tendem a aplicar com menor frequência penas mais severas. Isto ocorre porque diante de penas mais severas juízes tendem a aplicar a punição somente quando possuem certeza absoluta da culpa do réu. Segundo o autor:

[...] this suggests that probabilities of conviction may be inversely related to the magnitudes of the penalties. If increasing penalties causes convictions to fall fast enough, then higher penalties could potentially encourage rather than deter crimes.
(ANDREONI, 1991, p. 386)

Garoupa (1998) argumenta que punições severas associadas à baixa probabilidade de punição só funcionam sob condições específicas. Estas falham, por exemplo, quando existem custos sociais em punir ou há informação imperfeita a respeito da probabilidade de punição⁹.

Outra discussão relevante é a que diz respeito à forma mais eficiente de punir. Polinsky e Shavell (1984) mostram que a multa pecuniária máxima¹⁰ seria ótima. Todavia, a multa poderia ser inferior ao prejuízo causado pelo criminoso e, assim, alguma combinação com tempo de aprisionamento seria ótimo desde que o custo marginal do aprisionamento não seja muito alto.

O mesmo raciocínio é válido para o caso em que a multa pecuniária ultrapassa a riqueza do indivíduo¹¹. Polinsky e Shavell (1991) assumindo que podem existir indivíduos com renda inferior ao valor da multa concluem que todos os indivíduos devem pagar uma multa ótima¹², caso não tenha recursos suficientes para pagá-la, devem pagar o valor equivalente a toda sua renda. Contudo, neste último caso, o custo esperado para o indivíduo seria inferior aquele pensado anteriormente pela autoridade que instituiu a multa e, desta forma, poderia haver uma perda do seu efeito de dissuasão se a multa não fosse complementada com algum período de prisão.

Nos modelos econômicos, o aprisionamento surge com um complemento para as multas pecuniárias e como uma alternativa a mudanças na probabilidade de punição, que por

⁹ Cabe salientar que a probabilidade de punição utilizada no modelo é aquela que é percebida pelo indivíduo, que não necessariamente é a verdadeira. Bebchuk e Kaplow (1992) mostram que punições mais severas não são eficientes quando os indivíduos possuem informação imperfeita a respeito da probabilidade de punição.

¹⁰ Neste caso, a multa pecuniária máxima seria igual à renda dos indivíduos.

¹¹ É claro que a limitação para a punição poderia ser compensada com um aumento da probabilidade de punição e, assim, se teria o efeito de dissuasão desejado. Entretanto, no modelo dos autores há um custo em aumentar esta probabilidade. Portanto, isto só seria viável se o seu custo fosse inferior ao custo do aprisionamento.

¹² Neste caso, proporcional ao prejuízo produzido para a sociedade e a probabilidade de punição. Quanto maior a probabilidade de punição, menor será a multa ótima e quanto maior for o prejuízo causado, maior será.

sua vez, possui custos sociais associados. Nos Estados Unidos as penas privativas de liberdade são mais comuns, mas na Europa as multas pecuniárias são mais comuns (GAROUPA, 1997). Cabe, então, analisar e escolher a alternativa com o menor custo social. Todavia, é possível concluir que nenhuma sociedade está disposta a criar um sistema legal com uma quantidade de crimes nula. Pois, isto implicaria em altos custos devido à alta probabilidade de punição e/ou penas severas e nenhuma sociedade estaria disposta a pagar seja na forma de recursos financeiros ou na forma de perda de liberdades individuais. Esta é uma contribuição importante da economia do crime que é abordada em Becker (1968), mas que não recebe destaque na literatura.

Outro aspecto relacionado com a punição é o efeito de incapacitação do aprisionamento. Incapacitação é o efeito de redução da criminalidade que ocorre quando um indivíduo é impedido de praticar novos crimes por estar privado de sua liberdade. Em princípio, penas privativas de liberdade são recomendadas para criminosos violentos cuja liberdade representa um perigo para a sociedade e para criminosos reincidentes. Mas, como identificar se um indivíduo irá reincidir? Isto é impossível de ser feito até que a reincidência ocorra. Porém, uma vez reincidente o objetivo da punição muda. Por exemplo, alguns estados americanos possuem leis chamadas “*three-strikes and you’re out*”.

A idéia principal deste tipo de lei é utilizar punições menos severas para criminosos primários e, assim, utilizar o efeito de dissuasão da punição. E, para os criminosos reincidentes (devidamente discriminados com duas condenações anteriores) aplicar penas privativas de liberdade longas e, assim, utilizando o efeito incapacitação da punição. Shepherd (2002) mostra que este tipo de lei é capaz de deter inclusive o primeiro crime, pois uma vez que os criminosos são capazes de antecipar indiretamente as conseqüências de seus atos estes podem, por exemplo, evitar crimes em que poderiam ser punidos mais de uma vez, ou seja, crimes repetidos. No entanto, vários autores contestam a eficácia deste tipo de lei. Stolzenberg e D’Alessio (1997) argumentam que a sua eficácia esta condicionada à extensão da carreira residual dos criminosos¹³. Se esta for curta, o aprisionamento por um longo tempo seria apenas um desperdício de recursos. Sieberg (2005) acredita que a punição severa para criminosos com duas condenações leva os mesmos a reagirem com violência à prisão e, desta forma, haveria um incentivo a violência.

Neste ponto, surgem dois aspectos da realidade que possuem implicações teóricas relevantes. O primeiro aspecto é que a reincidência está associada a um comportamento

¹³ A carreira residual é o tempo que o indivíduo comete crimes após o seu segundo cumprimento de pena.

dinâmico. Criminosos podem repetir crimes de forma a constituir uma carreira em atividades ilegais. Embora os modelos tradicionais de economia do crime associem o crime ao mercado de trabalho (EHRlich, 1973; BLOCK; HEINECKE, 1975; HEINEKE, 1978), estes são estáticos e, portanto, não são adequados para avaliar este tipo de comportamento. O segundo aspecto é que punições mais severas podem gerar reações por parte dos potenciais criminosos. Há, portanto, um comportamento estratégico por parte dos agentes, que também é omitido dos modelos tradicionais.

Frente a estas lacunas apresentadas pela literatura de economia do crime, o objetivo desta Tese de Doutorado é contribuir propondo dois ensaios teóricos sobre crime com modelos que possuem características distintas dos modelos tradicionais. Estes são apresentados em dois capítulos separados. O primeiro capítulo apresenta modelos que consideram o comportamento estratégico e o segundo capítulo apresenta um modelo que avalia o comportamento criminoso em um contexto dinâmico. A seqüência desta introdução apresenta as motivações para os ensaios propostos, bem como os principais objetivos dos mesmos a luz da literatura existente.

1.1 Motivação do ensaio 1

Embora não haja contestação na literatura da importância do comportamento estratégico no crime, existem poucos trabalhos teóricos utilizando a Teoria dos Jogos. Tsebelis (1989) é o precursor e propõe um modelo de crime baseado em um jogo estático com informação imperfeita com o público (potenciais criminosos) e a polícia (agente coercitivo). O jogo apresenta a seguinte forma:

Quadro 1 - Forma normal do jogo de Tsebelis

		Polícia	
		Aplica a lei	Não aplica a lei
Público	Comete crime	a_1, a_2	b_1, b_2
	Não comete crime	c_1, c_2	d_1, d_2

Fonte: Tsebelis (1989)

Para o público é melhor não cometer crimes quando a polícia decide aplicar a lei, mas quando esta decide não aplicar a lei, o melhor é cometer crimes. Por sua vez, o melhor para a polícia é aplicar a lei quando crimes são cometidos, pois, caso contrário, o melhor é não aplicar a lei. Portanto, $c_1 > a_1$, $b_1 > d_1$, $d_2 > c_2$ e $a_2 > b_2$. Este jogo não possui equilíbrio

de Nash em estratégias puras e, desta forma, não há um equilíbrio puro sem crimes. Denotando p para a probabilidade de o público cometer um crime e q para a probabilidade de a polícia aplicar a lei, este jogo possui um equilíbrio único em estratégias mistas tal que:

$$p^* = \frac{d_2 - c_2}{d_2 - c_2 + a_2 - b_2} \quad (5)$$

$$q^* = \frac{b_1 - d_1}{b_1 - d_1 + c_1 - a_1} \quad (6)$$

Tsebelis (1989, 1990, 1993) argumenta que qualquer tentativa de aumentar a punição aos potenciais criminosos (reduzindo a_1) não só reduziria a frequência com que a polícia aplica a lei, mas também não teria efeitos dissuasórios sobre a decisão dos potenciais criminosos em praticar crimes. Este resultado ficou conhecido como Proposição da Irrelevância do *Payoff* (PIP), tal como sugeriram Hirshleifer e Rasmusen (1992).

Todavia, o modelo de Tsebelis (1989) é criticado por vários autores. Ordeshook (1990) mostra que este resultado só possui validade em jogos que envolvam dois jogadores. Segundo o autor, em jogos que possuem equilíbrio em estratégias mistas com um número maior do que dois jogadores as probabilidades são expressas em termos das estratégias dos demais jogadores, assim, para resolver o sistema de equações, as estratégias de todos os jogadores são consideradas. Porém, segundo o autor, o resultado para jogos com dois jogadores é mais uma curiosidade matemática do que uma fundamentação para formular políticas públicas (ORDESHOOK, 1990).

Weissing e Ostrom (1991) mostram que a PIP só ocorre em jogos com mais de dois jogadores se houverem condições muito específicas em que os *payoffs* dos jogadores não podem ser afetados pelos parâmetros de seu próprio *payoff* (*feedback loops*). Ademais, os autores ainda argumentam que a PIP só é válida em um jogo sequencial se o público joga primeiro. Por sua vez, Bianco (1990) avalia que a forma correta de modelar seria dinâmica através de um jogo repetido. O autor conclui que o equilíbrio em que o público não comete crimes e a polícia não aplica a lei é possível se os agentes repetirem as interações infinitamente, se não descontarem muito os *payoffs* futuros e se houver algum tipo de estratégia de gatilho¹⁴ (*trigger strategies*). Contudo, a crítica mais dura ao modelo é feita por Tullock (1991) que o considera “irrelevante” simplesmente por não possuir amparo na realidade.

¹⁴ Friedman (1971).

Talvez, a falta de amparo na realidade do modelo de Tsebelis (1989) seja o principal motivo pelo qual o comportamento estratégico seja pouco considerado pela literatura, pois seus resultados contrariam frontalmente as conclusões obtidas por Becker (1968) através da teoria da decisão. Contudo, há um equívoco na comparação entre os modelos, pois como mostra Pradiptyo (2006) estes não podem ser comparados porque partem de premissas distintas. Por exemplo, em Tsebelis (1989) a polícia é uma instituição independente que apenas aplica a lei, enquanto em Becker (1968) esta faz parte de um Sistema de Justiça que não só determina a severidade das punições, mas também determina a aplicação das mesmas.

No entanto, independente de suas premissas, tanto os modelos teóricos de escolha sob incerteza quanto os modelos de Teoria dos Jogos que podem ser considerados as principais referências em economia do crime desconsideram a possibilidade de haver uma reação por parte das vítimas. Estas sofrem as conseqüências do crime que, em geral, envolvem algum tipo de perda para as mesmas, portanto, é plausível supor que as vítimas tentarão diminuir estas perdas ocasionadas pelo crime. Por exemplo, estas procurarão defender a sua vida (autodefesa) e a de seus familiares e tentarão proteger seus bens através de tecnologias de segurança¹⁵. Estas podem ser um fator de dissuasão muito importante, uma vez que aumentam os custos de praticar um crime.

A tecnologia de segurança de autodefesa mais debatida na literatura certamente é a arma de fogo¹⁶. Comparada a outras formas de reação direta, ou seja, que envolvem o confronto entre vítimas e criminosos, a arma pode ser considerada um instrumento poderoso de coerção. Pois, armas matam de forma rápida e fácil e exigem pouca força ou habilidade de quem a manuseia (ZIMRING, 1968; COOK, 1991).

Todavia, armas são utilizadas tanto por vítimas quanto por criminosos e o encontro entre indivíduos armados tende a resultar em um número maior de mortes (COOK; LUDWIG, 1996). Desta forma, políticas a respeito da disponibilidade de armas são ao mesmo tempo importantes para a segurança pública e para a saúde pública.

Teoricamente existem pelo menos dois argumentos teóricos bem estabelecidos na literatura sobre os impactos da disponibilidade de armas na criminalidade. Se por um lado, a utilização de armas para autodefesa¹⁷ aumenta os custos de praticar um crime (efeito de dissuasão), por outro lado, o aumento na utilização pode levar um aumento da violência, pois

¹⁵ Existem várias tecnologias, as mais comuns são a utilização de alarmes, blindagem, travas, monitoramento via satélite, tecnologias de restrição de acesso, tais como muros, grades, cercas eletrificadas, etc.

¹⁶ Daqui para diante, se escreve armas.

¹⁷ Em praticamente todos os países do mundo o homicídio ocorrido para autodefesa não é considerado crime. Isto de certa forma implica que a sociedade esta disposta a tolerar mortes desde que elas sejam de interesse social.

a redução dos custos ocorreria tanto para vítimas quanto para criminosos e estes também utilizariam armas com maior frequência (efeito de disponibilidade).

Como não há um consenso sobre qual efeito é dominante na literatura teórica, o debate sobre a disponibilidade de armas é fundamentalmente baseado em trabalhos empíricos. Lott e Mustard (1997), Lott (1998) e Lott (2010) consideram que o efeito de dissuasão é maior do que o de disponibilidade, pois encontram evidências empíricas de que os estados americanos que criaram leis que favoreciam o porte de arma haviam reduzido a criminalidade. O trabalho é bastante polêmico devido à utilização de seus resultados em debates políticos e por causa de severas críticas aos seus procedimentos metodológicos. Críticas podem ser vistas, por exemplo, em Black e Nagin (1998), Ludwig (1998), Duggan (2001) e Ayres e Donohue (2003). Contudo, a discussão posterior a publicação do trabalho é a respeito de econometria e parece haver um esgotamento das discussões teóricas sobre o tema.

Porém, o primeiro ensaio pretende avançar na discussão teórica a respeito das políticas de armas através de modelos teóricos que incluam aspectos omitidos nos trabalhos teóricos anteriores. Em princípio, o ensaio tenta resgatar a Teoria dos Jogos como metodologia capaz de estudar o tema e de sugerir políticas públicas que alcancem um maior bem estar. Além disso, avalia sob diferentes formas de informação suposições importantes tais como a vantagem de mover primeiro por parte dos criminosos e a existência de custos e habilidades diferentes entre vítimas e criminosos.

1.2 Motivação do ensaio 2

Durante as últimas décadas a Teoria Econômica sofreu uma grande mudança com a introdução de modelos dinâmicos e estocásticos¹⁸. Estes geralmente mostram explicitamente como os indivíduos tomam decisões cotidianamente em um ambiente com incerteza. Desta forma, novas teorias são propostas e novas políticas públicas são sugeridas a partir de modelos com fundamentos microeconômicos. Esta classe de modelos hoje faz parte do “*mainstream*” pela clareza de suas formulações e pela sua aplicabilidade direta em trabalhos empíricos, principalmente em modelos de série de tempo, que incluem necessariamente estas duas características (dinâmica e incerteza).

Entretanto, os modelos de economia do crime, apesar de possuírem fundamentos microeconômicos e de serem estocásticos, são, em geral, estáticos. Esta é uma limitação

¹⁸ Ver Ljungqvist e Sargent (2004) para uma apresentação geral destes modelos.

importante, pois dificulta a sua aplicação em trabalhos empíricos e pode originar conclusões equivocadas ao omitir fatores importantes na explicação do crime.

Tanto os modelos que seguem a linha de Becker (1968), fundamentados na relação custo e benefício do crime, quanto os modelos que seguem a linha de Block e Heinecke (1975), baseados em modelos de portfólio, utilizam o artifício de trazer a valor presente as variáveis envolvidas na decisão dos indivíduos. Assim, estes podem tomar a decisão em um determinado ponto no tempo e dada a estabilidade dos parâmetros do modelo é possível garantir que esta seria ótima para os demais períodos.

Mas, os parâmetros são realmente estáveis? Por exemplo, os modelos tradicionais de economia do crime consideram os custos do crime estocásticos e seus benefícios determinísticos, mas há razões para acreditar que isto não seja verdade. Isto implica em uma questão teórica relevante, pois se os benefícios são considerados como estocásticos e dinâmicos, pode ocorrer uma mudança nos mesmos no futuro e isto pode gerar um problema de inconsistência temporal. Ou seja, a melhor decisão para um determinado período não se sustentaria ao longo do tempo e, portanto, não pode ser considerada como um equilíbrio de longo prazo.

Além destes já apresentados, existem outros argumentos para sustentar que o crime deve ser entendido a partir de uma estrutura dinâmica. Por exemplo, as punições, em geral, envolvem a perda de direitos por um determinado período de tempo no futuro. Neste caso, utilizar o recurso da teoria tradicional de trazer a valor presente a punição para poder tratar algo dinâmico como se fosse estático não seria recomendável. Pois, os custos do crime são pagos vários períodos após obter o benefício do crime (MCCRARY, 2009). Desta forma, as preferências intertemporais são muito importantes e não podem ser ignoradas, pois, punições, mesmo quando severas, podem ter pouco efeito de dissuasão. Em geral, criminosos possuem taxas de desconto mais altas (WILSON; HERRNSTEIN, 1985; KATZ, LEVITT; SHUSTOROVICH, 2003) e, desta forma, um aumento no período de penas privativas de liberdade teriam impactos muito reduzidos. Em um caso extremo, em que criminosos possuem taxas de desconto infinitas, punições por período de tempo não teriam efeito algum.

Outro argumento é que um indivíduo pode cometer seqüencialmente vários crimes¹⁹, mas ser punido somente por alguns deles. Isto implica em uma limitação dos modelos tradicionais de economia do crime utilizam distribuições de probabilidade de Bernoulli para caracterizar a probabilidade de o criminoso ser ou não punido. Esta formulação assume que o

¹⁹ Neste caso, a literatura o classifica como criminoso crônico (BLUMSTEIN et al., 1982).

indivíduo toma a sua decisão acreditando que irá obter sucesso em todas as suas tentativas ou irá falhar em todas (RUBIN; DEZHBAKSH, 2003). Isto não é realista porque a seqüência de crimes não apresenta somente resultados binários, mas envolve a possibilidade de obter sucesso (ficar sem punição) em uma parcela das tentativas de praticar um crime. Há um reconhecimento na literatura de que esta é uma limitação relevante e que os efeitos de dissuasão das punições são afetados consideravelmente pela escolha da distribuição (BALDRY, 1980).

A existência de criminosos crônicos permite estudar o crime como uma alternativa no mercado de trabalho em que indivíduos podem optar por fazer uma carreira tanto no mercado legal quanto no mercado ilegal. Neste ponto, os modelos tradicionais de economia do crime não incorporam as contribuições dos modelos de procura (*search*) no mercado de trabalho introduzidos por McCall (1970). Nestes modelos, os indivíduos aguardam o momento ótimo para aceitar uma oferta de trabalho. No crime, algo semelhante pode ocorrer, pois os potenciais criminosos podem aguardar o momento ótimo para praticar um crime ou se engajar na carreira criminosa.

Neste contexto, a escolha do criminoso se assemelha a uma opção real²⁰, pois envolve incerteza e a possibilidade de exercer ou não a opção pela atividade ilegal (crime). O crime é uma atividade de risco que envolve pelo menos duas fontes de incerteza. A primeira diz respeito aos rendimentos, que dependem da taxa de sucesso na execução dos crimes e a segunda se refere ao fim da carreira, que pode ocorrer com a morte do indivíduo ou com a prisão do mesmo.

O ensaio 2 pretende contribuir com a literatura ao apresentar um modelo dinâmico e estocástico baseado em opções reais em que a carreira do criminoso é estudada. O objetivo do ensaio é avaliar o impacto dos parâmetros envolvidos e das políticas públicas na decisão dos indivíduos em optar por uma carreira no crime.

²⁰ Uma opção real é o direito de exercer uma ação em algum ponto no tempo relacionada a um ativo não financeiro.

2 OS EFEITOS DE DISSUAÇÃO DE LEIS SOBRE ARMAS EM JOGOS COM HABILIDADE E INFORMAÇÃO ASSIMÉTRICAS

2.1 INTRODUÇÃO

Armas²¹ são instrumentos de coerção bastante eficientes. Estas matam de forma mais fácil e rápida quando comparadas a outros instrumentos, pois exigem pouco ou nenhum uso de força (ZIMRING, 1968; WOLFGANG, 1995). Ademais, a sua utilização em um confronto reduz as chances de reação por parte do oponente (COOK, 1991), portanto, armas são poderosos instrumentos de autodefesa. Por possuir estas características armas são utilizadas com frequência em crimes que envolvem confrontos. Contudo, na literatura não existe um consenso a respeito do efeito do acesso a armas no crime.

Existem pelo menos dois argumentos opostos bem estabelecidos. Alguns autores argumentam que o uso de armas em legítima defesa por parte das vítimas (colocando as armas nas “mãos certas”²²) cria uma externalidade positiva devido a incerteza gerada aos criminosos (KLECK; PATTERSON, 1993; LOTT; MUSTARD, 1997; LOTT, 1998; LOTT, 2010). Esta incerteza reduziria o crime (via efeito de dissuasão) porque aumentaria a probabilidade de haver uma reação violenta por parte das vítimas, portanto, aumentaria tanto a punição quanto a sua probabilidade de ocorrer e isto aumentaria os custos do crime para os potenciais criminosos.

Considerando este argumento quarenta e oito estados americanos adotam leis que facilitam o acesso a armas²³. Destes, trinta e nove estados adotam leis conhecidas como “*shall issue laws*”, que permitem que qualquer cidadão maior de idade, sem doenças mentais e sem antecedentes criminais²⁴ tenha o direito a obter uma licença para obter e portar uma arma. Outros nove estados adotam leis chamadas de “*may issue laws*”, que exigem uma justificativa para a utilização e condiciona à permissão a aprovação por uma autoridade (LOTT, 2010).

Existem também autores que argumentam que o incremento da oferta de armas não diminui somente o custo das armas para potenciais vítimas, mas também a reduz para potenciais criminosos via efeito de disponibilidade (COOK, 1991; COOK; LUDWIG, 1996,

²¹ Neste ensaio, quando se refere a armas leia-se armas de fogo.

²² Parte deste argumento se fundamenta na evidência de que a maior parte dos indivíduos presos por homicídios com armas possuem antecedentes criminais, portanto, não estão habilitados a obter uma licença para adquirir armas (COOK ; LUDWIG, 1996; KATES; POLSBY, 2000).

²³ Somente os estados de Illinois e Wisconsin mantêm a proibição ao porte de arma. Ver em Lott (2010) a relação destes estados e a sua respectiva classificação.

²⁴ As legislações são bastante distintas. Ver Vernick e Hepburn (2003) para uma revisão.

1998; DEZHBAKHS; RUBIN, 2003; HEMENWAY, 1997; LUDWIG, 1998; MCDOWALL; LOFTIN; WIERSEMA, 1995). Cook (1991), por exemplo, argumenta que os criminosos irão reagir a um aumento na oferta de armas, pois a percepção por parte destes de que a probabilidade de uma vítima porte uma arma aumentou estimulará os criminosos a portarem e utilizarem armas também e, isto aumentaria a violência dos crimes praticados²⁵.

Curiosamente, não há discordância de que ambos os argumentos são plausíveis, mas há discordância sobre qual efeito é dominante. Infelizmente, a maior parte da discussão a respeito do controle de armas é embasada em trabalhos empíricos e existem poucos trabalhos teóricos.

O trabalho empírico mais conhecido é o de Lott e Mustard (1997) que utiliza o argumento do efeito de dissuasão para justificar os seus resultados. Embora o trabalho tenha sido utilizado por vários políticos como argumento para defender o direito a posse de armas, este é bastante criticado por vários autores pelos seus problemas metodológicos. A crítica mais contundente pode ser vista em Black e Nagin (1998), que utilizando a mesma base de dados, afirma que os resultados obtidos por Lott e Mustard são viesados devido a erros de especificação em seu modelo econométrico. Outras críticas podem ser vistas em Ludwig (1998), Duggan (2001) e Ayres e Donohue (2003). Estes autores com o uso de outros métodos econométricos e bases de dados nacionais encontraram resultados não significativos ou positivos para o maior acesso a armas em vários tipos de crime.

Assim, vários trabalhos despendem grande esforço criticando problemas metodológicos enquanto questões teóricas são deixadas de lado. Claramente, a discussão a respeito do tema carece de uma fundamentação teórica mais sólida uma vez que os trabalhos empíricos não esclarecem o real impacto das armas na criminalidade (COOK; LUDWIG, 2006). Afinal, a decisão de obter, portar e utilizar uma arma não é diferente a várias situações do cotidiano em que as ações dos indivíduos são baseadas em incentivos. Então, por que não construir modelos teóricos que considerem estes incentivos?

Em princípio, uma teoria para modelar decisões a respeito de armas deve seguir algumas direções dadas pelos fatos estilizados. Por exemplo, o *slogan* é antigo, mas é verdade que armas não matam pessoas, pessoas matam pessoas. Logo, o modelo deve conter suposições a respeito do comportamento dos indivíduos. Esta é uma questão muito importante na análise do uso de armas que é reconhecida rotineiramente pelo sistema de

²⁵ Segundo Cook (1987) o número de roubos com a efetiva utilização uma arma de fogo implica em três vezes mais de chances de resultar em morte quando comparado ao uso de uma faca e dez vezes mais chances quando comparado ao uso de outros instrumentos.

justiça, em que não se dá muita importância ao tipo de arma, mas se dá grande importância para o motivo (incentivo) para praticar o crime.

Outra suposição trivial, mas necessária, é que crimes com armas ou sem elas são atividades de risco. Não somente porque há um risco da punição pelo sistema de justiça, mas também porque existe a possibilidade de reação por parte das vítimas. Esta questão é ignorada em vários trabalhos teóricos a respeito do crime. Embora não seja clara a frequência com que armas sejam utilizadas para autodefesa, isto pode implicar em uma percepção de risco por parte dos criminosos maior do que o risco de ser preso e condenado²⁶. Assim, a decisão de portar e usar uma arma tanto para praticar um crime quanto para autodefesa devem considerar a possibilidade de haver uma reação por parte do oponente. Neste contexto, a Teoria dos Jogos é uma importante ferramenta que ajuda a modelar estas interações e incertezas.

Taylor (1995) foi o primeiro trabalho a utilizar a Teoria dos Jogos para modelar encontros entre criminosos e vítimas com o uso de armas. Em seu modelo, o autor assume que criminosos apenas cometem crimes com armas e não há a possibilidade de haver vítimas fatais no confronto. Estas suposições limitam as conclusões do trabalho, pois uma das questões centrais do controle de armas é se esta medida irá reduzir o número de vítimas fatais (homicídios).

Mialon e Wiseman (2005) apresentam um modelo mais completo. A sua principal conclusão é que o direito de portar armas não pode ser revogado a menos que isto implique em perda de liberdade e, por consequência, bem estar por parte dos indivíduos. A principal limitação do trabalho é assumir que criminosos e vítimas possuem a mesma habilidade e, portanto, possuem a mesma chance em um confronto. Esta suposição não é muito realista, uma vez que criminosos sempre surpreendem (ou pelo menos tentam) as suas vítimas, o que dá a eles a vantagem de mover primeiro.

Este ensaio pretende preencher algumas lacunas teóricas deixadas pela literatura ao estudar os impactos da disponibilidade das armas no crime. Para este fim, apresenta modelos de crime e autodefesa utilizando a Teoria dos Jogos. Os modelos apresentam várias modificações em relação aos trabalhos anteriores. Em primeiro lugar, todas formas de informação são consideradas, a dizer, perfeita, imperfeita e incompleta. Nestes modelos,

²⁶ Kleck e Gertz (1995) estimam cerca de 2,5 milhões de ações em defesa própria. Entretanto, Hemenway (1997) e Cook e Ludwig (1998) concluem que este resultado é superestimado. Estes estimam que este número fosse cerca de 100 mil reações por ano. Isto seria maior do que o número de condenações por crimes com armas.

ambos os argumentos encontrados na literatura, efeitos de dissuasão e de disponibilidade, são considerados.

Além disso, o ensaio apresenta diferenças teóricas relevantes em relação aos trabalhos anteriores. No ensaio, se considera a possibilidade de vítimas e criminosos ter um confronto desigual, pois, os criminosos possuem uma habilidade superior no manuseio de uma arma (KELLERMANN *et al.*, 1993) e podem surpreender as vítimas garantindo aos mesmos uma vantagem (de jogar primeiro) no confronto (LUDWIG, 2000; COOK; MOORE; BRAGA, 2002).

Outra modificação importante apresentada nos modelos teóricos propostos é que neste ensaio o objetivo principal de um confronto entre criminosos e vítimas não é matar um ao outro. Em geral, armas são utilizadas por criminosos para intimidar e obter uma resistência menor por parte das vítimas (COOK; MOORE; BRAGA, 2002). As mortes ocorrem com maior frequência quando os indivíduos percebem que a sua vida está ameaçada (WRIGHT; ROSSI, 1994). Isto de certa forma significa que tanto vítimas quanto criminosos utilizam armas com o propósito de autodefesa.

A partir destas modificações propostas na modelagem, este ensaio estuda o efeito de leis a respeito de armas no crime. O principal objetivo é discutir como leis que afetam a oferta de armas (controle sobre fabricação, transações, porte e uso; taxação) e a demanda por armas (punição para crimes com armas) influenciam a criminalidade. O ensaio está organizado na seguinte forma, após esta breve introdução, a próxima seção apresenta formalmente os modelos teóricos com as diferentes suposições a respeito de informação. No final algumas conclusões são apresentadas assim como algumas sugestões de políticas para a redução da criminalidade.

2.2 MODELOS TEÓRICOS DE CRIME E AUTODEFESA UTILIZANDO TEORIA DOS JOGOS

Inicialmente esta seção apresenta as suposições básicas consideradas nos modelos. Muitas delas serão relaxadas posteriormente. A população é dividida em dois grupos: vítimas potenciais e criminosos potenciais. Todos os criminosos potenciais e vítimas potenciais são idênticos, mas as vítimas podem ter diferentes habilidades na utilização de armas. No jogo, as vítimas possuem uma dotação financeira $w > 0$ e os criminosos não possuem qualquer dotação, embora possam obter uma através de um crime.

O conjunto de estratégias possíveis para os criminosos são: escolher não cometer um crime ($-C$), escolher cometer um crime sem uma arma ($-GC$) ou escolher cometer um crime com arma (GC). O conjunto de estratégias possíveis para as vítimas são: sair à rua sem uma arma ($-G$) ou sair à rua com uma arma com o objetivo de autodefesa (G). Inicialmente se assume que tanto vítimas quanto criminosos possuem o mesmo custo $g > 0$ de portar uma arma²⁷ e $d > 0$ de morrer em um confronto. Esta suposição será relaxada no modelo estático com informação imperfeita. Mais adiante a estratégia de não sair à rua (ficar em casa) será adicionada a estas suposições iniciais.

2.2.1 Modelos dinâmicos com informação perfeita e imperfeita e com equilíbrio em estratégias puras

Criminosos podem selecionar as suas vítimas e escolher o melhor momento para cometer um crime (MCDOWALL; LOFTIN; WIERSEMA, 1994). Isto tem uma implicação importante na taxa de sucesso do uso de armas com a intenção de autodefesa, pois o sucesso está condicionado à capacidade de sacar a arma sem incorrer em um disparo preventivo do oponente. Portanto, a definição se as ações são seqüenciais ou simultâneas são relevantes para determinar o resultado do confronto (COOK, 1991).

Nesta seção, duas possibilidades a respeito da informação são consideradas. Com informação perfeita as ações são seqüenciais e o jogo é dinâmico, assim a seqüência do jogo é seguinte: os criminosos decidem se cometem ou não o crime, se estes escolhem a opção do crime, eles decidem se utilizam uma arma ou não. As vítimas, por sua vez, jogam no terceiro estágio e conhecem toda a história do jogo e a suas opções são utilizar uma arma para se defender ou não. Desta forma, existem pelo menos dois estágios em que os criminosos possuem a vantagem de jogar primeiro²⁸. Com informação imperfeita, o jogo possui somente um estágio e as decisões são simultâneas e, portanto, *a priori* não há vantagem para nenhum dos jogadores.

Os *payoffs* são apresentados na figura 1. Neste jogo, supõe-se que criminosos e vítimas possuem a mesma habilidade na utilização de armas, desta forma, os *payoffs* são os mesmos que são utilizados por Mialon e Wiseman (2005).

²⁷ Neste caso, g inclui todos os custos monetários associados à obtenção, porte e utilização de uma arma.

²⁸ Esta vantagem decorre do fato de as curvas de reação apresentarem derivadas negativas.

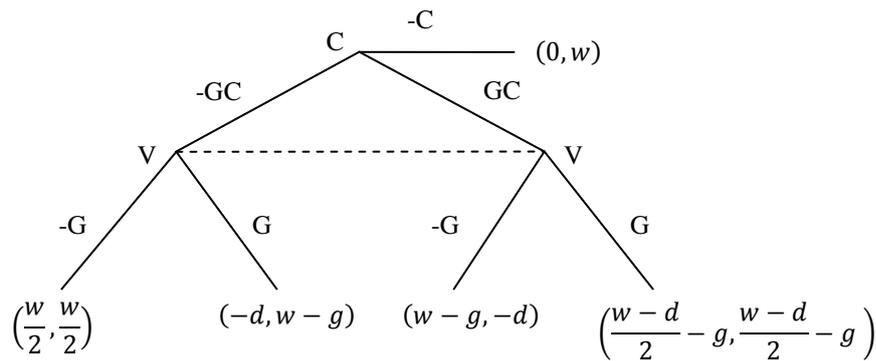


Figura 1 - Jogo sequencial com informação perfeita e imperfeita e habilidades iguais.
Fonte: Elaborado pelo autor.

Este jogo com três estágios e informação perfeita pode ser facilmente resolvido utilizando indução retroativa. Entretanto, o seu equilíbrio depende de suposições a respeito da dotação financeira (w) e do custo de portar uma arma (g). Se $w > 2g$ ou $w < g$ ²⁹ isto implica que não cometer o crime (-C) é o Equilíbrio de Nash Perfeito no Subjogo (ENPS). Se $w \leq 2g$, então cometer o crime sem armas [(-GC), (-G)] é o ENPS.

Estes resultados possuem algumas implicações. Em primeiro lugar, o efeito do custo de uma arma é não linear. Crimes ocorrem quando o custo de portar uma arma está no intervalo definido por $g < w \leq 2g$, contudo, crimes não ocorrem fora do intervalo. Assim, uma dotação financeira maior será necessária para o crime ser lucrativo.

Se informação imperfeita é considerada, o equilíbrio do jogo é (-C) se $w > 2g$ e [(-GC), (-G)] se $w \leq 2g$. A principal diferença com relação ao jogo com informação perfeita é que a não linearidade do custo de portar uma arma desaparece. Neste jogo, leis que aumentam a oferta de armas reduzem a criminalidade, pois uma redução em g é capaz de levar o equilíbrio para a não realização de crimes. Por outro lado, um aumento neste custo até w leva o equilíbrio para o cometimento de crimes sem armas, após este ponto ($g > w$) não cometer crimes é novamente o equilíbrio. Portanto, neste modelo, o efeito de dissuasão é máximo sob leis que expandem a oferta de armas independente do tipo de informação considerada.

A principal limitação deste modelo é que este assume um comportamento excessivamente violento por parte dos criminosos. Mesmo quando as vítimas não portam uma arma, os criminosos executam a vítima. Embora se possa argumentar que a execução tenha a finalidade de eliminar possíveis testemunhas do crime, isto contraria a evidência de que criminosos possuem uma propensão menor a atacar e ferir as suas vítimas quando

²⁹ Note que $g > w$ não é racional nem para as potenciais vítimas, uma vez que o custo de defesa da sua dotação financeira seria maior do que a mesma.

utilizam armas se comparados a outras formas de coerção (CONKLIN, 1972, COOK, 1976; COOK, 1980). A explicação para este comportamento é que a arma dá ao criminoso uma vantagem no confronto que permite obter a submissão da vítima sem o uso da força (COOK, MOORE; BRAGA, 2002). Assim como as vítimas³⁰, criminosos utilizam armas para autodefesa. Em Wright e Rossi (1994), 58% dos criminosos entrevistados consideravam o propósito de autodefesa o motivo mais importante na decisão de adquirir uma arma. Portanto, para incorporar estas evidências, novas suposições são feitas.

O segundo modelo apresentado neste ensaio assume que criminosos são criminosos e vítimas são vítimas. Logo, vítimas não matam criminosos se as suas vidas não estiverem ameaçadas. Outra suposição adotada neste modelo é que os criminosos são capazes de escolher as suas vítimas e estes irão escolher aquelas em que eles possuem uma vantagem no (a) confronto (luta). Como os criminosos agora possuem o fator surpresa em seu favor, eles não dão chance a vítimas de utilizar as suas armas. Esta suposição se baseia na evidência empírica de que a taxa de sucesso de indivíduos que sacam a arma após o oponente é pequena (MCDOWALL; LOFTIN; WIERSEMA, 1994). Por exemplo, Cook (1991) mostra que somente 3% das vítimas pesquisadas foram capazes de utilizar sua arma contra criminosos que tentaram ou conseguiram invadir a sua residência.

Desta forma, nesta nova versão do jogo, vítimas só são capazes de utilizar armas quando o criminoso está desarmado. Os *payoffs* do jogo anterior são modificados para incluir estas novas suposições. A forma extensiva deste jogo modificado pode ser vista na figura 2.

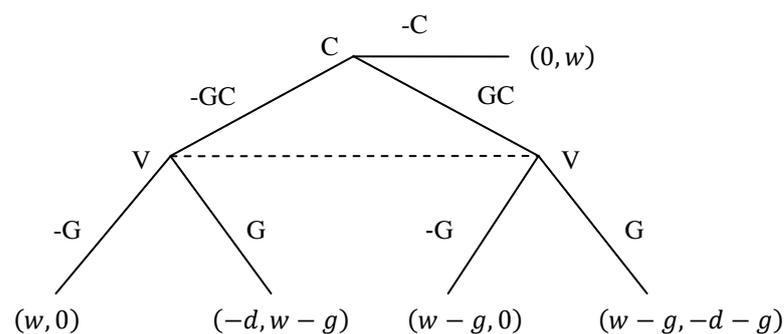


Figura 2 - Jogo sequencial com informação perfeita e imperfeita e habilidades e comportamento diferentes.

Fonte: Elaborado pelo autor.

³⁰ Cook e Ludwig (1998) mostram que 46% dos proprietários de armas a adquiriram para proteção contra o crime.

Considerando informação perfeita, o único ENPS em estratégias puras deste jogo é $[(GC), (-G)]$. Portanto, diferentemente do jogo anterior com informação perfeita, este jogo implica em crimes com armas. No entanto, este resultado também não possui amparo na realidade uma vez que vítimas nunca portam armas no equilíbrio³¹.

Além disso, o custo de portar uma arma não afeta o equilíbrio e, desta maneira, não é possível inferir sobre políticas a respeito de armas e seus impactos na criminalidade. O único valor de g que muda este resultado é $g > w$, que é um resultado trivial, pois nestas condições claramente o crime não compensa.

Quando informação imperfeita é considerada, este jogo não apresenta ENPS em estratégias puras, portanto não é possível chegar a um equilíbrio para este jogo na sua forma com dois estágios. É possível analisá-lo na sua forma estática, no entanto a próxima seção estuda uma forma mais completa deste mesmo jogo. Uma análise alternativa é desconsiderar a possibilidade de não haver crime e considerar a informação imperfeita somente nos dois últimos estágios. Assim, em estratégias mistas, ao atribuir uma probabilidade α de o criminoso portar uma arma e uma probabilidade β de a vítima portar uma arma tem-se:

$$\alpha = \frac{w-g}{w+d}, \quad (1.1)$$

$$1 - \alpha = \frac{d+g}{w+d}, \quad (1.2)$$

$$\beta = \frac{g}{w+d}, \quad (1.3)$$

$$1 - \beta = \frac{w+d-g}{w+d} \quad (1.4)$$

Estes resultados permitem pelo menos duas conclusões interessantes a respeito da modelagem em que há uma vantagem no confronto por parte do criminoso. Em primeiro lugar, neste jogo o melhor para a vítima é sempre escolher a ação oposta a do criminoso, enquanto para o criminoso o melhor é sempre escolher a mesma ação da vítima. Este conflito de interesses leva o jogo a não ter equilíbrio em estratégias puras. Em segundo lugar, o impacto de um aumento nos custos de se portar uma arma são distintos entre vítimas e criminosos. Uma redução no custo de portar uma arma aumenta a crença de utilização por parte do criminoso, $\frac{\partial \alpha}{\partial g} < 0$, mas, por outro lado, reduz a crença do uso por parte das vítimas, $\frac{\partial \beta}{\partial g} > 0$. Isto significa que um aumento na oferta de armas (redução de custo) leva a um

³¹ Cook et al. (2009) estimam que existam entre 200 e 250 milhões de armas nos Estados Unidos. Segundo Lott (2010) em 1997 havia mais de 5 milhões de americanos licenciados a portar uma arma.

equilíbrio em que vítimas portam armas com menor frequência e criminosos utilizam armas em crimes com maior frequência, portanto, diferentemente do resultado obtido no modelo anterior, mais armas levam a mais crimes com armas.

Estes resultados permitem concluir que modelos sequenciais podem ser uma forma insatisfatória de modelar crime e controle de armas, pois estes apresentam resultados que não permitem inferir a respeito de políticas de controles de armas sob certas circunstâncias e em outras não possuem amparo na literatura empírica. Uma alternativa é modelar somente com jogos com ações simultâneas, tal como o último modelo apresentado. A próxima seção apenas desenvolve modelos com estas características, ou seja, jogos estáticos com informação imperfeita.

2.2.2 Jogos estáticos com informação imperfeita e com equilíbrio em estratégias mistas

Considere agora que vítimas e criminosos escolham as suas ações simultaneamente, caracterizando um jogo com informação imperfeita. Suponha que existe uma possibilidade de as vítimas abrirem mão de sua liberdade de ir e vir e possam optar por não saírem à rua ou deixarem de sair à noite ou de frequentar locais com maior risco de encontrar criminosos (L) com um custo $l > 0$, que representa a sua perda de liberdade (bem estar). Se criminosos e vítimas possuem a mesma habilidade em um confronto o modelo é o mesmo apresentado por Mialon e Wiseman (2005). Desta forma, os resultados não são aqui apresentados.

Neste ensaio são apresentados os resultados do jogo em que criminosos possuem vantagem absoluta em um confronto. Isto ocorre porque a vítima sempre é surpreendida pelo criminoso e porque ela não possui a mesma habilidade dos criminosos com armas. A vítima somente possui vantagem no confronto quando esta porta uma arma e o criminoso não. Neste caso, a vítima se sente ameaçada e mata o criminoso, que atribui um custo para morte $d > 0$, com o propósito de autodefesa.

O modelo também considera o encontro de um criminoso armado e uma vítima desarmada gera apenas a perda da dotação financeira por parte da vítima. No caso de um encontro em que ambos estão armados, a vítima leva desvantagem no confronto e morre com um custo também igual a d .

Assim, os agentes aleatoriamente se encontram para jogar o jogo dado por:

	$-G$	G	L
$-C$	$0, w$	$0, w - g$	$0, w - l$
$-GC$	$w, 0$	$-d, w - g$	$0, w - l$
GC	$w - g, 0$	$w - g, -d - g$	$-g, w - l$

Quadro 2 - Forma normal do jogo com custos iguais.

Fonte: Elaborado pelo autor.

Este jogo não possui ENPS em estratégias puras, portanto a busca passa a ser por um equilíbrio em estratégias mistas. Para este fim, uma probabilidade α_1 é denotada para cometer um crime com arma pelo criminoso, uma probabilidade α_2 para o crime cometido sem armas, uma probabilidade β_1 para a vítima não possuir uma arma e β_2 para a vítima possuir uma arma. Quatro suposições a respeito dos *payoffs* são necessárias para que se obtenha probabilidades bem comportadas: $d > w > l > g$ e $2g > l$.

Esta suposições ao contrário do que podem parecer inicialmente não são tão arbitrárias e podem ser justificadas. A primeira suposição é de que o maior custo é o de morrer, o que é bastante intuitivo. A segunda é que a dotação financeira deve ser maior do que o custo de uma arma. Se o contrário é verdadeiro, não há crime com armas, pois os custos seriam maiores que os benefícios do crime tal como foi comentado na seção anterior. A terceira é que a dotação financeira deve ser maior que o custo de ficar em casa. Se o contrário ocorre, ficar em casa é a estratégia dominante e este equilíbrio não encontraria amparo na realidade, pois os indivíduos saem à rua. A quarta suposição é que o custo de uma arma deve ser pelo menos a metade do custo de ficar em casa.

Portanto, neste jogo, o equilíbrio em estratégias mistas gera as seguintes probabilidades:

$$\alpha_1 = \frac{l-g}{(w+d)}, \quad (2.1)$$

$$\alpha_2 = \frac{dl+wg}{w(w+d)}, \quad (2.2)$$

$$(1 - \alpha_1 - \alpha_2) = \frac{w-l}{w}, \quad (2.3)$$

$$\beta_1 = \frac{gd}{w(w+d)}, \quad (2.4)$$

$$\beta_2 = \frac{g}{(w+d)}, \quad (2.5)$$

$$(1 - \beta_1 - \beta_2) = \frac{w-g}{w} \quad (2.6)$$

Os jogadores seguem estas probabilidades de forma a ser indiferentes entre jogar uma ou outra estratégia e assim, mantendo a mesma utilidade esperada. O objetivo é avaliar como mudanças nos custos de uma arma, g , afetam:

- a) a probabilidade de as vítimas portarem uma arma, β_2 ;
- b) a tentativa de cometer crimes sem utilizar armas, α_2 ;
- c) a tentativa de cometer crimes com armas, α_1 ;
- d) os crimes totais sem armas, $\alpha_2(\beta_1)$;
- e) os crimes totais com armas, $\alpha_1(\beta_1 + \beta_2)$.

As análises de estática comparativa entre estes resultados e os custos de uma arma são:

$$\frac{\partial \alpha_1}{\partial g} = -\frac{1}{w+d} < 0, \quad (3.1)$$

$$\frac{\partial \alpha_2}{\partial g} = \frac{1}{w+d} > 0, \quad (3.2)$$

$$\frac{\partial \beta_1}{\partial g} = \frac{d}{w(w+d)} > 0, \quad (3.3)$$

$$\frac{\partial \beta_2}{\partial g} = \frac{1}{(w+d)} > 0, \quad (3.4)$$

$$\frac{\partial \alpha_2(\beta_1)}{\partial g} = \frac{d^2 l + 2dwg}{w^2(w+d)^2} > 0, \quad (3.5)$$

$$\frac{\partial \alpha_1(\beta_1 + \beta_2)}{\partial g} = \frac{l-2g}{w(w+d)} < 0 \quad (3.6)$$

Este modelo é apropriado para avaliar políticas de controle de armas que reduzam a oferta de armas tanto no mercado legal quanto no mercado ilegal, como por exemplo, a criação de barreiras legais para a obtenção e para o porte de arma, o aumento de tributação sobre armas ou um maior controle dos pontos de venda e sobre o acesso a munição. Nestes casos, o custo de uma arma aumenta para ambos os jogadores.

Os resultados mostram que o controle de armas é capaz de reduzir os crimes que utilizam armas, mas não crimes sem armas. Há um efeito de transferência no crime. Portanto, a principal conclusão é que o controle de armas é capaz de reduzir crimes violentos, tal como homicídios, mas não pode não ser uma solução para a redução da criminalidade como um todo. Estes resultados não diferem dos resultados teóricos obtidos por Mialon e Wiseman (1995) e são opostos aos resultados empíricos obtidos por Lott e Mustard (1997). Segundo os autores, leis que reduzem os custos das armas criam uma transferência para crimes menos

violentos, tais como furtos. Todavia, neste modelo, uma redução em g aumenta os crimes com armas e reduz os crimes sem armas (menos violentos).

No modelo, é possível observar outro impacto do aumento da disponibilidade de armas: a perda de liberdade. Isto porque $\frac{\partial(1-\beta_1-\beta_2)}{\partial g} < 0$, por conseguinte, há uma perda de bem estar para as potenciais vítimas que saem à rua com menor frequência em um contexto com mais armas. Este é um tema pouco discutido na literatura, mas que pode gerar distorções relevantes em trabalhos empíricos³².

Cabe notar que o modelo apresenta duas fontes distintas de custos para o criminoso. Uma é imposta pelo sistema legal e é representada por g , a outra é imposta pela vítima que pode reagir e impor um custo d para o criminoso. Mas, qual possui o maior poder de dissuasão nos crimes com armas (mais violentos)?

Proposição 1. *Se $\beta_1 > \alpha_1$, então, $\frac{\partial \alpha_1(\beta_1+\beta_2)}{\partial g} < \frac{\partial \alpha_1(\beta_1+\beta_2)}{\partial d}$.*

Prova: apêndice.

A proposição 1 implica que a punição imposta pelo sistema legal pode ser menos eficiente (impacto marginal inferior) do que a imposta fora dele no caso de a probabilidade de uma vítima não possuir uma arma seja superior a probabilidade de um criminoso cometer crimes com armas. Isto corrobora com o argumento de que a possibilidade de reação possui um poder de dissuasão que não pode ser ignorado nos modelos teóricos de crime. Wright e Rossi (1994) mostraram que 74% dos criminosos entrevistados evitariam entrar em residências na presença de seus moradores devido ao medo de ser atingido por um tiro e que 40% dos mesmos desistiram de praticar um crime porque temiam que a vítima potencial portasse uma arma.

Uma extensão interessante deste jogo é considerar que vítimas e criminosos possuem custos diferentes de portar uma arma por alterações na demanda. Chaudhri e Geanakoplos (1998) argumentam que a demanda por armas seria elástica e, portanto, tornar o porte de armas ilegal geraria uma alteração na oferta que seria capaz de reduzir a quantidade de armas. Bartley (1999) argumenta que tornar as armas ilegais só prejudicaria aqueles que pretendem dar um uso legítimo a elas e que uma política alternativa seria alterar a demanda. Mudanças

³² A omissão de uma variável relevante que está correlacionada com os demais regressores (quantidade de armas) geraria estimadores inconsistentes.

na demanda ocorrem, por exemplo, quando uma nova política altera a legislação introduzindo punições mais severas para crimes praticados com o uso de armas (COOK; LUDWIG, 2006).

Neste contexto, os criminosos possuem um custo adicional dado por $b = pf > 0$. Onde p é a probabilidade de ser punido por praticar um crime com arma e f é o tamanho da punição (severidade). Assim, o jogo com informação imperfeita será:

	$-G$	G	L
$-C$	$0, w$	$0, w - g$	$0, w - l$
$-GC$	$w, 0$	$-d, w - g$	$0, w - l$
GC	$w - g - b, 0$	$w - g - b, -d - g$	$-g, w - l$

Quadro 3 - Forma normal do jogo com custos diferentes.

Fonte: Elaborado pelo autor.

Considerando as mesmas suposições a respeito dos *payoffs* do jogo anterior acrescentadas de $w > g + b$, o único equilíbrio em estratégias mistas terá³³:

$$\beta_1^* = \frac{gd}{(w-b)(w+d)}, \quad (4.1)$$

$$\beta_2^* = \frac{wg}{(w-b)(w+d)}, \quad (4.2)$$

$$(1 - \beta_1 - \beta_2)^* = \frac{w-g-b}{w-b} \quad (4.3)$$

Comparando estas probabilidades com o modelo anterior, é possível observar que a probabilidade de ficar em casa é menor, então, neste modelo, vítimas saem às ruas com maior frequência. Isto significa que um custo maior para os criminosos cria uma sensação de segurança para as vítimas e aumenta seu bem estar. Os efeitos marginais de um aumento nos custos de utilizar armas para criminosos são:

$$\frac{\partial \alpha_1}{\partial b} = \frac{\partial \alpha_2}{\partial b} = 0, \quad (5.1)$$

$$\frac{\partial \beta_1^*}{\partial b} = \frac{dg}{(w-b)^2(w+d)} > 0, \quad (5.2)$$

$$\frac{\partial \beta_2^*}{\partial b} = \frac{wg}{(w-b)^2(w+d)} > 0, \quad (5.3)$$

$$\frac{\partial \alpha_2(\beta_1^*)}{\partial b} = \frac{dg(dl+wg)}{w(w-b)^2(w+d)^2} > 0, \quad (5.4)$$

³³ Cabe notar que os α 's não se alteram e que o símbolo (*) foi adicionado para representar as probabilidades modificadas.

$$\frac{\partial \alpha_1(\beta_1^* + \beta_2^*)}{\partial b} = \frac{g(l-g)}{(w-b)^2(w+d)} > 0 \quad (5.5)$$

Um aumento nos custos de utilizar uma arma para criminosos não afetam as escolhas dos criminosos entre cometer crimes com armas ou sem armas. Então, as vítimas obtêm um ganho de bem estar saindo mais de casa na exata medida para deixar os criminosos novamente indiferentes entre uma estratégia e outra.

O resultado mais importante deste jogo é que o efeito de um aumento no custo de utilizar uma arma para praticar crimes é positivo. Isto permite concluir que um aumento nos custos de utilizar uma arma em crimes para criminosos aumenta a probabilidade de ocorrerem crimes, com e sem armas. Isto ocorre porque aumenta a sensação de segurança por parte das vítimas, que alteram o seu comportamento saindo à rua mais frequentemente, e assim, tornam-se mais suscetíveis a crimes com e sem armas. Portanto, leis que prevêm penas mais duras para a utilização de armas em crimes podem ter um efeito diferente do esperado pelos seus proponentes. Este resultado é amparado pela evidência empírica obtida por Raphael e Ludwig (2003) que estudaram o Projeto *Exile* aplicado em Richmond e concluíram que o aumento das punições para crimes com armas não reduziram os crimes com o uso das mesmas.

2.2.3 Modelo dinâmico com informação incompleta (jogo de sinalização)

Uma importante extensão do modelo é considerar o crime e o controle de armas sob informação assimétrica. Neste caso, se assume que as vítimas possuem vantagem de informação com relação aos criminosos. Isto significa que quando os criminosos escolhem as suas vítimas, estes não são capazes de identificar em princípio a sua capacidade de reação. Esta idéia segue a essência da idéia de externalidade positiva criada pelas armas, pois criminosos, em geral, assim como não são capazes de distinguir os indivíduos que portam armas (KLECK, 1988; LOTT, 2010), não são capazes de avaliar *a priori* a capacidade de reação das vítimas. Este é um efeito de dissuasão importante que é omitido nos trabalhos teóricos anteriores.

Seguindo este raciocínio, o modelo desta seção estabelece que a natureza determina o tipo da vítima com probabilidade $t \in T$. As vítimas podem ser violentas (tipo 1) ou não violentas (tipo 2). A vítima do tipo 1 possui a mesma habilidade dos criminosos em lutas e em manusear uma arma, assim os *payoffs* são os mesmos de Mialon e Wiseman (2005), esta é

chamada de vítima violenta. O tipo 2 possui menos habilidade em lutas e no manuseio de armas do que os criminosos. No modelo, por simplicidade, a possibilidade de as vítimas não saírem de casa é excluída.

A principal vantagem deste modelo é que este permite considerar a possibilidade de as vítimas não matarem sempre os criminosos. Vítimas do tipo 2 não matam os criminosos quando estes não possuem armas. Isto significa dizer que neste jogo vítimas do tipo 2 são realmente vítimas. De qualquer forma, as vítimas do tipo 1, somente matam o criminoso no caso de sua vida estar ameaçada. Isto ocorre, por exemplo, quando o mesmo anuncia o assalto sem portar uma arma. No entanto, criminosos não se sentem ameaçados por vítimas do tipo 2 e, portanto, não as matam quando estas não portam armas. Os criminosos cometem assassinatos quando percebem que a vítima é do tipo 1³⁴. Assim, tanto vítimas quanto criminosos matam seus oponentes quando estes sentem as suas vidas estão sob risco e quando possuem condições para isto³⁵. Desta forma, os *payoffs* são os mesmos da seção anterior já incluso os diferentes custos de portar uma arma para vítimas e criminosos. A forma extensiva deste jogo é mostrada na figura 3.

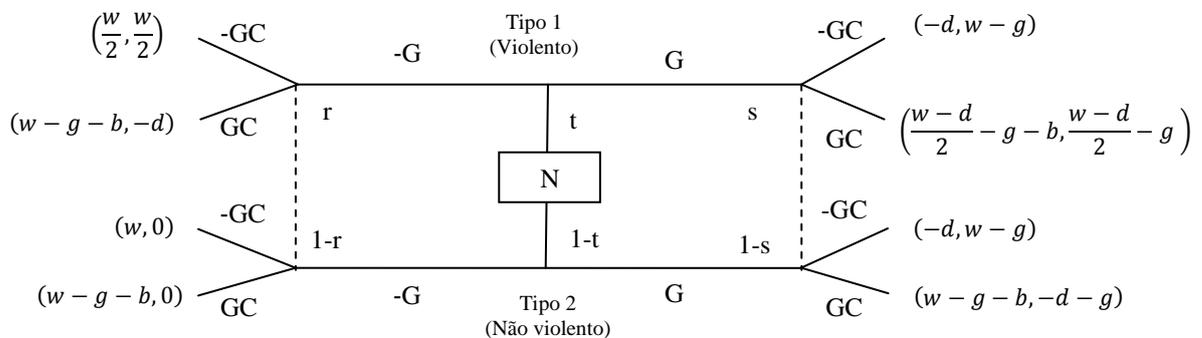


Figura 3 - Jogo dinâmico com informação incompleta.

Fonte: Elaborado pelo autor.

O equilíbrio deste jogo de sinalização é obtido através do Equilíbrio de Nash Bayesiano Perfeito (ENBP)³⁶. As quatro possibilidades de equilíbrio Bayesiano em estratégias puras neste jogo com dois tipos e duas mensagens são: (a) agregador em $-G$, (b)

³⁴ Wright e Rossi (1994) mostraram que 40% dos criminosos entrevistados atingiram as vítimas com um disparo porque estes acreditavam que as vítimas possuíam uma arma.

³⁵ Matar um oponente não é algo trivial. Isto certamente envolve custos, que vão desde a necessidade de explicar a polícia a custos psicológicos.

³⁶ Neste caso, o equilíbrio é o mesmo que o obtido pelo equilíbrio sequencial proposto por Kreps e Wilson (1982).

agregador em G , (c) separador com tipo 1 jogando G e tipo 2 jogando $-G$ e (d) separador com tipo 1 jogando $-G$ e tipo 2 jogando G . Estas possibilidades são analisadas considerando qualquer crença prévia por parte do criminoso a respeito do tipo da vítima.

a) Agregador em $-G$

Neste caso, o criminoso reage ao arcabouço institucional e suas crenças dependem dos custos de uma arma e das penas para crimes com armas, este joga $-GC$ se $r < \frac{2(g+b)}{w}$, assim a vítima do tipo 1 recebe $w/2$ e a vítima do tipo 2 recebe 0, caso contrário, se $r > \frac{2(g+b)}{w}$, o criminoso joga GC e a vítima do tipo 1 recebe $-d$ e a vítima do tipo 2 recebe 0.

Considerando a primeira crença por parte do criminoso, só há possibilidade de equilíbrio agregador em $-G$ se a resposta do criminoso a G for GC . Isto ocorre sempre, pois qualquer probabilidade positiva de continuar vivo é melhor do que morrer com probabilidade igual a um. Mesmo quando se considera o caso em que a vítima do tipo 2 não mata o criminoso quando este está desarmado se tem este equilíbrio, pois, neste caso, G será a melhor resposta a GC se $s > \frac{2(g+b-w)}{d-w}$.

Considerando a segunda crença, não há equilíbrio agregador em $-G$. Portanto, com custos baixos e penas mais brandas para crimes com armas não existe o equilíbrio em que ambos os tipos de vítimas optam por portar armas. Isto pode ocorrer quando os custos são altos e/ou as penas são mais duras³⁸, além disso, a resposta a G deve ser necessariamente GC , ou seja, as vítimas devem crer que se portarem armas necessariamente os criminosos irão portar também. Assim, se obtém um equilíbrio agregador $\{(-G, -G), (-GC, -GC), r, s\}$ para qualquer s e $r < \frac{2(g+b)}{w}$.

b) Agregador em G

Neste caso o criminoso escolhe GC independente de sua crença a respeito do tipo da vítima. Desta forma, a vítima do tipo 1 recebe $\frac{w-d}{2} - g$ e a vítima do tipo 2 recebe $-d - g$.

³⁷ Note que o numerador é negativo e o denominador é positivo quando se segue as suposições estabelecidas para os *payoffs*.

³⁸ Vale ressaltar que quando se diz penas mais duras se refere a um aumento em b , que pode ocorrer tanto com um aumento em f quanto com um aumento em p .

Neste jogo não há equilíbrio agregador em G porque a vítima do tipo 2 sempre tem incentivo a fugir do confronto com armas e escolhe $-G$.

c) Separador com o tipo 1 jogando G e o tipo 2 jogando $-G$

Se o tipo 1 sinaliza com G o melhor para o criminoso é escolher GC , neste caso a vítima recebe $\frac{w-d}{2} - g$, que é melhor do que a alternativa de desvio. Por sua vez, a sinalização do tipo 2 implica na escolha de $-GC$ por parte dos criminosos, assim as vítimas respondem com G , que é uma ameaça vazia, pois os criminosos responderão a esta ameaça com GC e a vítima neste caso escolhe $-G$. Portanto, $\{(G, -G), (GC, GC), s = 1, r = 0\}$ é um equilíbrio. Note que neste equilíbrio os criminosos sempre portam armas independentes do tipo de vítima, dos custos e das penas.

d) Separador com o tipo 1 jogando $-G$ e o tipo 2 jogando G

Se o tipo 1 joga $-G$ o equilíbrio em estratégias puras só existe se a condição $\frac{w}{2} > w - g$ é satisfeita. Ou seja, é necessário que os custos sejam altos para que tanto criminosos quanto vítimas do tipo 1 optem por não portar armas. Em resposta a G por parte do tipo 2 o criminoso escolhe GC , a vítima neste caso escolhe $-G$, por sua vez o criminoso responde com $-GC$, neste caso a melhor resposta para a vítima do tipo 2 é jogar G se o valor esperado de jogar G for maior do que o zero (*payoff* de jogar $-G$). Seja q a probabilidade de o criminoso jogar $-GC$ contra a vítima do tipo 2, esta joga G se a condição $q > \frac{d+g}{w+d}$ é satisfeita. Portanto, o equilíbrio $\{(-G, G), (-GC, GC), s = 0, r = 1\}$ é um ENBP se satisfaz as duas condições anteriores, ou seja, se $w > g + b > g > w/2$. Assim, este equilíbrio separador ocorre somente quando os custos de uma arma são altos.

A eficiência da sinalização está condicionada às tradicionais restrições de racionalidade e compatibilidade de incentivos, ou seja, a primeira estabelece que a vítima do tipo 1 esteja de fato em uma melhor situação em um equilíbrio separador do que em um equilíbrio agregador e segunda estabelece que a vítima do tipo 2 não possui incentivo de portar uma arma.

Neste jogo a sinalização funciona se houverem baixos custos para uma arma³⁹, pois isto elimina o equilíbrio agregador e o equilíbrio separador em que o tipo 2 porta arma, mas o tipo 1 não porta uma arma. Desta forma, a sinalização funciona e as armas são adquiridas pelas “mãos certas”, pois somente os indivíduos com habilidade no manuseio e com alguma chance em um confronto portam armas. Isto permite concluir que políticas do tipo “*shall issue laws*” garantem a unicidade do equilíbrio e são capazes de desarmar uma parte da população, no entanto, não são capazes de desarmar os criminosos, pois estes sempre portam armas neste equilíbrio único.

Este resultado implica que criminosos sempre portarão armas mesmo quando estes possuem vantagem no confronto. É importante salientar que este resultado surge no modelo sem que se faça qualquer suposição diferente a respeito do comportamento frente ao risco⁴⁰. O crime é uma atividade de risco que em determinadas circunstâncias não é possível distinguir o comportamento das vítimas. Além disso, o resultado não elimina crimes com armas e o confronto com vítimas do tipo I gera mortes tanto de vítimas deste tipo quanto de criminosos. Isto replica a idéia de Cook e Ludwig (2006), que afirmam, p. 33, “*if increased gun carrying among potential victims causes criminals to carry guns more often themselves, or became quicker to use guns to avert armed self-defense, the end result could be that street crime more lethal.*”

Contudo, a sinalização não é eficiente quando os custos de portar uma arma são altos e as penas para crimes com armas são duras. Este tipo de política origina um equilíbrio agregador em que vítimas não portam armas e crimes com armas não ocorrem. Este resultado é o melhor no sentido de Pareto e nele se atinge o principal objetivo de uma política de desarmamento, reduzir mortes. Cabe salientar que este equilíbrio pode ser obtido com um aumento nos custos de obter uma arma (g), com o aumento da punição (f) e com um aumento da probabilidade de ser punido por praticar um crime com armas (p). Obviamente estas políticas envolvem diferentes custos e cabe aos formuladores de políticas avaliarem a eficácia das mesmas na redução das armas em poder de vítimas e criminosos.

Entretanto, este não é o único equilíbrio sob estas condições (custos altos), há outro equilíbrio separador em que o tipo 1 não porta uma arma, mas o tipo 2 porta uma arma⁴¹. Este é o tipo de vítima que não possui habilidade em lutas e, por este motivo, busca uma arma para

³⁹ Vale lembrar que o equilíbrio separador em que o tipo 1 porta uma arma e o tipo 2 não porta uma arma independe dos custos e da punição, portanto, baixos custos apenas garantem a unicidade do equilíbrio.

⁴⁰ Em todos os modelos os agentes são considerados neutros ao risco.

⁴¹ Um aumento na punição para a utilização de armas em crimes é capaz de eliminar este equilíbrio, no entanto, ainda se tem equilíbrios múltiplos.

equilibrar o confronto com os criminosos. Neste equilíbrio, as vítimas que morrem são aquelas que não possuem habilidade no manuseio de armas. Este resultado suscita a discussão a respeito do perfil de vítimas que irão portar armas após políticas que reduzam a disponibilidade de armas seja posta em prática. Cook et al. (2002) argumentam que estas podem parar nas mãos de indivíduos mais violentos, pois estes teriam uma demanda inelástica. Porém, o modelo mostra que um aumento dos custos de coloca armas nas mãos dos indivíduos que possuem maior desvantagem no confronto. Os criminosos, por sua vez, neste equilíbrio, alternam entre crimes sem armas e crimes com armas. Este resultado reproduz a evidência empírica de que armas não são utilizadas em todos os crimes. Cook e Ludwig (2006) mostram que em 2002, cerca de 42.1% dos roubos envolviam armas.

Talvez a conclusão mais importante deste modelo seja que nenhuma política a respeito de armas é capaz de acabar com as mortes, pois indivíduos que acreditam ter chances no confronto sempre portarão armas independente de seus custos e, portanto, sempre ocorrerão confrontos com mortes. Embora através deste modelo não seja possível inferir a respeito de mudanças quantitativas na criminalidade, é possível inferir que políticas de armas determinam apenas de qual tipo serão as vítimas que irão morrer. Sob políticas que facilitam o acesso a armas quem morre são as vítimas do tipo I, sob políticas restritivas com penas brandas, morrem as vítimas do tipo II. Penas mais severas para crimes com armas são capazes de salvar as vítimas do tipo II. É difícil determinar *a priori* neste modelo qual política é capaz de salvar mais vidas porque isto depende das parcelas de cada tipo na população.

2.3 CONCLUSÕES

Este ensaio apresentou algumas modificações importantes com relação aos trabalhos teóricos anteriores que avaliam a política de armas com a abordagem da economia do crime. As principais modificações são a inclusão da vantagem de jogar primeiro para criminosos, os custos distintos de uma arma para vítimas e criminosos e as diferentes formas de informação consideradas. Estas suposições tornaram os jogos e suas análises mais realistas e mais adequadas, por exemplo, a situações de roubos nas ruas, o crime econômico mais comum com o uso de armas. Contudo, cabe salientar que este ensaio não permite avaliar o impacto da disponibilidade de armas para outros fins, tais como uso contra outros indivíduos sem motivação econômica ou suicídios. Estes são problemas sociais relevantes, mas que não podem ser analisados utilizando esta metodologia. Isto certamente é uma limitação importante do ensaio.

As diferentes suposições a respeito de informação geraram resultados interessantes. Sob informação imperfeita, os resultados indicam que o controle de armas não é capaz de reduzir crimes sem armas e, portanto, os efeitos de transferência não permitem que a criminalidade como um todo diminua. Além disso, os modelos mostraram que políticas de controle de armas são mais eficientes quando afetam os custos tanto de criminosos quanto das vítimas. O modelo com informação incompleta permite concluir que existe um equilíbrio melhor no sentido de Pareto que pode ser obtido com aumento dos custos de portar uma arma, todavia, isto não garante um equilíbrio único. A unicidade de equilíbrio só ocorre em um contexto com baixo custo e penas mais brandas para crimes com armas. Neste equilíbrio, a sinalização funciona, mas, criminosos sempre portam armas. Assim, criminosos portam armas mesmo que estes possuam vantagem em confrontos, pois o crime é uma atividade de risco e a arma atua como uma forma de seguro para a atividade criminosa.

Este ensaio também analisou os efeitos da disponibilidade de armas através de um modelo de crime e autodefesa e concluiu que mais armas implicam em mais crimes quando se considera que criminosos possuem algum tipo de vantagem no confronto. Este resultado implica que, sob estas condições, o efeito de disponibilidade domina o efeito de dissuasão. Cabe lembrar que este resultado é diferente quando as chances em confrontos são iguais para vítimas e criminosos.

Assim, leis que facilitem o acesso a armas, tais como “*shall issue laws*” e “*may issue laws*” podem ter efeitos distintos do esperado por seus proponentes. Então, as políticas recomendáveis para a redução dos crimes com armas são políticas que aumentem os custos de portar as armas tanto para criminosos quanto para vítimas, pois o modelo apresentado na seção 2.2 mostra que controle de armas são mais eficientes quando afetam os custos de vítimas e de criminosos. Isto significa, por exemplo, que somente políticas de penas mais duras para crimes com armas não são eficientes para reduzir a criminalidade. Este tipo de política, controle de armas, é a única forma de se obter um equilíbrio com menos crimes com armas, e, por conseqüência, mortes. No entanto, deve ser enfatizado que este custo não pode ser demasiadamente alto porque isto esterilizaria as externalidades positivas do porte de arma por parte de vítimas e geraria perda de liberdade (bem estar) por parte das vítimas.

Por fim, deve ser salientado que a redução da criminalidade envolve mais fatores do que o controle de armas. Vários trabalhos desde Becker (1968) têm mostrado que o custo do ato criminal é mais do que simplesmente o custo de portar uma arma, pois armas são apenas um insumo da produção (oferta) de crimes e um componente da demanda por crimes. Todavia, existem outras fontes de custo que podem ser, por exemplo, os custos de

oportunidade, de estigma e custos morais de se cometer um crime. Por exemplo, políticas que aumentem a demanda por trabalhadores no setor legal da economia aumentariam os custos de oportunidade. Estas políticas podem ser mais efetivas do que o controle de armas na redução da criminalidade.

2.4 REFERÊNCIAS

AYRES, I., DONOHUE III, J.J. Shooting down the more guns, less crime hypothesis. **Stanford Law Review**, 55, 1193–1312, 2003.

BARTLEY, W.A. Will rationing guns reduce crime? **Economics Letters**, 62, 241-243, 1999.

BECKER, G.S. Crime and punishment: an economic approach. **Journal of Political Economy**, 76, 169–217, 1968.

BLACK, D.A., NAGIN, D.S. Do right-to-carry laws deter violent crime? **Journal of Legal Studies**, 27, 209–219, 1998.

BLOCK, M. K., GERETY, V.E. Some experimental evidence on differences between student and prisoner reactions to monetary penalties and risk. **Journal of Legal Studies**, 24, 123-138, 1995.

CHAUDHRIA, V. GEANAKOPOLOS, J. A note on the economic rationalization of gun control. **Economics Letters**, 58, 51–53, 1998.

CONKLIN, J. E. **Robbery and the Criminal Justice System**. Philadelphia: Lippincott, 1972.

COOK, P. J. A strategic choice analysis of robbery. In: Skogan, W. (ed). **Sample Surveys of the Victims of Crimes**, 173-187. Pensacola: Ballinger, 1976.

_____. Reducing injury and death rates in robbery. **Policy Analysis**, 1, 21-45, 1980.

_____. The effect of gun availability on violent crime patterns. **Annals of the American Academy of Political and Social Science**, 455, 63-79, 1981.

_____. The technology of personal violence. In: Tonry, M.(ed). **Crime and Justice: A Review of Research**, 1-70, Chicago: University of Chicago Press, 1991.

COOK, P.J., LUDWIG, J. Defensive gun uses: new evidence from a national survey. **Journal of Quantitative Criminology**, 14 (2), 111-131, 1998.

_____. The social costs of gun ownership. **Journal of Public Economics**, 90, 379-391, 1996.

_____. Aiming for evidence-based gun policy. **Journal of Policy Analysis and Management**, 25 (3), 691-735, 2007.

COOK, P. J.; MOORE, M. H.; BRAGA, A. A. Gun control. In: Wilson, J.Q. ; Petersilia, J. (eds.). **Crime and Public Policy**, 257-293, Oxford: Oxford University Press, 2002.

DEZHBAKSH, H., RUBIN, P.H. The effect of concealed handgun laws on crime: beyond the dummy variables. **International Review of Law and Economics**, 23, 199–216, 2003.

DUGGAN, M. More gun, more crime. **Journal of Political Economy**, 109, 1086–1114, 2001.

HEMENWAY, D. Survey research and self-defense gun use: an explanation of extreme overestimates. **The Journal of Criminal Law and Criminology**, 87(4), 1430-1445, 1997.

KELLERMANN, A.L, RIVARA, F.P., RUSHFORTH, N.B. Gun ownership as a risk factor for homicide in the home. **New England Journal of Medicine**, 329, 1084-1091, 1993.

KLECK, G. Crime control through the private use of armed force. **Social Problems**, 35, 1-21, 1988.

KLECK, G., GERTZ, M. Armed resistance to crime: The prevalence and nature of self-defense with a gun. **Journal of Criminal Law and Criminology**, 86, 150-187, 1995.

KLECK, G; PATTERSON, E. B. The impact of gun control and gun- ownership levels on violence rates. **Journal of Quantitative Criminology**, 9, 249-287, 1993.

KOVANDZIC, T.; SCHAFFER, M.E.; KLECK, G. “Gun prevalence, homicide rates and causality: a GMM approach to endogeneity bias”. **CEPR Discussion Paper**, DP5357, 2005.

_____. Estimating the causal effect of gun prevalence on homicide rates: A local average treatment effect approach. **IZA Discussion Paper**, WP3589, 2008.

KREPS, D.; WILSON, R. Sequential equilibria. **Econometrica**, 50(4), 863-894, 1982.

LOTT, J. R. The Concealed Handgun Debate. **Journal of Legal Studies**, 26 (1), 221-243, 1998.

_____. **More Guns, Less Crime**. 3rd edition. Chicago: University of Chicago Press, 2010.

LOTT, J.R., MUSTARD, D.B. Crime, deterrence, and right-to-carry concealed handguns. **Journal of Legal Studies**, 26, 1–68, 1997.

LUDWIG, J. Concealed gun-carrying laws and violent crime: evidence from state panel data. **International Review of Law and Economics**, 18, 239–254, 1998.

_____. Gun self defense and deterrence. **Crime and Justice**, 27, 363-417, 2000.

MCDOWALL, D; LOFTIN, C.; WIERSEMA, B. The incidence of civilian defensive firearm use. **American Journal of Public Health**, 84, 1982-1985, 1994.

_____.Easing concealed- firearm laws: effects on homicide in three states. **Journal of Criminal Law and Criminology**, 86(1), 193-206, 1995.

MIALON, H.M., WISEMAN, T. The impact of gun laws: A model of crime and self-defense. **Economics Letters**, 88,170-175, 2005.

MOORHOUSE, J. M., WANNER, B. Does gun control reduce crime or does crime increase gun control? **Cato Journal**, 26(1), 103-124, 2006.

NIELSON, W. S., WINTER, H. On criminals' risk attitudes. **Economic Letters**, 55, 97-102, 1997.

RAPHAEL, S.; LUDWIG, J. Prison sentence enhancements: The case of Project Exile. In: Ludwig, J., Cook, P.J. (Eds.). **Evaluating Gun Policy**. Washington: Brookings Institution Press, 251-287, 2003.

TAYLOR, R. A game theoretic model of gun control. **International Review of Law and Economics**, 15, 269-288, 1995.

VERNICK, J.S.; HEPBURN, L.M. State and federal gun laws: Trends for 1970-1999. In: Ludwig, J.; Cook, P. (eds.). **Evaluating Gun Policy: Effects on crime and violence**. Washington: Brookings Institution Press, 2003.

WOLFGANG, M. E. A tribute to a view I have opposed. **Journal of Criminal Law and Criminology**, 86(1), 188-92, 1995.

WRIGHT, J.D., ROSSI, P.H. **Armed and considered dangerous: A survey of felons and their firearms**. New York: Aldine Press, 1994.

ZIMRING, F. E. Is gun control likely to reduce violent killings? **University of Chicago Law Review**, 35, 21-37, 1968.

2.5 APÊNDICE

Prova da proposição 1:

$$\frac{\partial \alpha_1(\beta_1 + \beta_2)}{\partial g} = \alpha_1 \left[\frac{\partial \beta_1}{\partial g} + \frac{\partial \beta_2}{\partial g} \right] + \frac{\partial \alpha_1}{\partial g} [\beta_1 + \beta_2] = \frac{l-2g}{w(w+d)} \quad (A1)$$

$$\frac{\partial \alpha_1(\beta_1 + \beta_2)}{\partial d} = \alpha_1 \left[\frac{\partial \beta_1}{\partial d} + \frac{\partial \beta_2}{\partial d} \right] + \frac{\partial \alpha_1}{\partial d} [\beta_1 + \beta_2] = \frac{-g(l-g)}{w(w+d)^2} \quad (A2)$$

Mas, note que:

$$\alpha_1 \left[\frac{\partial \beta_1}{\partial g} + \frac{\partial \beta_2}{\partial g} \right] = \frac{\alpha_1 - \beta_1}{w} \quad (A3)$$

$$\frac{\partial \beta_1}{\partial d} + \frac{\partial \beta_2}{\partial d} = 0 \quad (A4)$$

Substituindo A3 e A4 em A1 e A2, respectivamente, tem-se que:

$$\frac{\partial \alpha_1(\beta_1 + \beta_2)}{\partial g} = \frac{\alpha_1 - \beta_1}{w} < \frac{\partial \alpha_1(\beta_1 + \beta_2)}{\partial d} = -\frac{\alpha_1 g}{w(w+d)} \quad (A5)$$

Assim, o impacto dos custos de uma arma será menor do que os custos de uma reação por parte da vítima se:

$$g < \left(\frac{\beta_1 - \alpha_1}{\beta_1} \right) (w + d). \quad (A6)$$

Portanto, $\beta_1 > \alpha_1$ implica em $\frac{\partial \alpha_1(\beta_1 + \beta_2)}{\partial g} < \frac{\partial \alpha_1(\beta_1 + \beta_2)}{\partial d}$, pois $d > w > g$.

3 A CARREIRA CRIMINOSA SOB A ABORDAGEM DE OPÇÕES REAIS

3.1 INTRODUÇÃO

Uma carreira criminosa é a caracterização longitudinal de uma sequência de crimes cometidos por um indivíduo (BLUMSTEIN et al., 1986), ou seja, representa a trajetória criminal de um indivíduo de seu primeiro até seu último crime (BLUMSTEIN; COHEN; HSIEH, 1982). Embora esta definição seja simples e facilmente compreendida, esta é uma das áreas de pesquisa de maior dificuldade de tratamento na economia do crime. As dificuldades são tanto teóricas quanto empíricas. No que se refere aos modelos empíricos as dificuldades vão desde a forma de mensurar uma carreira, passam pela forma de obter uma amostra e de como delinear um experimento (PIQUERO; BRAME; LYNAM, 2004), até como e quando esta acaba (LAUB; SAMPSON, 2001). Por sua vez, os modelos teóricos que se adéquam à carreira criminosa são necessariamente dinâmicos e isto trás consigo naturalmente uma dificuldade no seu tratamento matemático, pois a maior parte dos modelos apresentados na literatura não possui solução analítica.

Todavia, há um reconhecimento por parte da literatura de que um pequeno grupo de indivíduos (criminosos crônicos) é responsável pela maior parte da atividade criminal (VISHER, 1986; PIEHL; DI IULIO, 1995; BLUMSTEIN et al., 1982; PIQUERO et al, 2007). O comportamento destes criminosos além de ser de grande interesse para o sistema judiciário é o foco deste ensaio, que visa estudar a carreira do criminoso a partir de uma abordagem teórica.

Os modelos tradicionais de economia do crime são insuficientes para modelar uma carreira criminosa devido a sua natureza estática. O indivíduo faz escolhas em um determinado ponto no tempo, responde a incentivos exógenos e dados as suas preferências e as suas restrições toma decisões, sem considerar o impacto destas decisões (no presente) sobre futuras oportunidades.

Além disso, a forma tradicional de modelagem em economia do crime é a de escolha de portfólio. Nestes modelos⁴², o indivíduo representativo deve alocar seu tempo em lazer,

⁴² Ver Schmidt e Witte (1984) para uma resenha dos modelos tradicionais de economia do crime.

atividades legais e ilegais considerando os riscos envolvidos na segunda⁴³. Assim, é possível obter a alocação ótima em cada atividade. Contudo, algumas atividades ilegais só são viáveis economicamente se houver a repetição de crimes, o que na linguagem da criminologia é chamado de reincidência (*recidivism*).

Existe um incentivo a reincidência uma vez que a punição pode não incluir todos os crimes praticados pelo indivíduo, pois este pode ser punido apenas por um ou dois deles. Como a utilidade é crescente no número de crimes e o custo da punição cresce a uma taxa inferior, há um ganho de bem estar para o criminoso quando este se engaja na carreira criminosa, devido a uma forma de ganho de escala que o crime apresenta. Ademais, a utilização por parte de potenciais vítimas de novas tecnologias de proteção eleva os custos de se praticar crimes criando uma barreira a entrada na atividade ilegal. No entanto, estes custos podem ser compensados com a repetição dos crimes. Estas formas de incentivo não podem ser captadas através de modelos estáticos.

A opção por uma carreira de crimes envolve custos que podem ser pagos ao longo de todo o ciclo de vida do indivíduo. No caso de uma punição pelo sistema legal, o estigma de uma punição pode reduzir significativamente os rendimentos deste indivíduo no futuro (LOTT, 1992). Entretanto, este custo é pago somente no futuro e, portanto, as preferências intertemporais do indivíduo serão relevantes para determinar o impacto deste custo (futuro) na decisão tomada no presente.

Por estes argumentos, efeitos dinâmicos podem ser relevantes na explicação do comportamento do criminoso seja este crônico ou não, pois efeitos de acumulação de capital ou da taxa de desconto intertemporal (FLINN, 1986; MOCAN et al., 2000) ou repetição de crimes (SPELMAN, 1994; PIQUERO et al., 2007; MCCRARY, 2009) não podem ser abordados através de modelos estáticos.

Este ensaio propõe um modelo teórico dinâmico para a carreira do criminoso a partir do arcabouço de opções reais. O modelo parte de algumas premissas a respeito do comportamento destes criminosos que estão relacionadas às características de opções reais.

Em primeiro lugar, criminosos crônicos não costumam participar de atividades legais e tendem a fazer uma carreira na atividade ilegal. A constituição de uma carreira na atividade ilegal apenas reflete a estabilidade nas oportunidades (incentivos) que o criminoso enfrenta. Por exemplo, ao cometer um crime se supera um custo psicológico que reduz os custos da

⁴³ Block e Heinecke (1975) e Heinecke (1978) são os precursores da aplicação a economia do crime. Ehrlich (1973) apresenta uma versão rudimentar de escolha entre o mercado legal e ilegal, no entanto o modelo não envolve alocação do tempo.

reincidência. Além disso, uma eventual condenação é capaz reduzir os possíveis ganhos em uma atividade legal devido ao estigma de ser um ex-condenado. Estas características implicam que é possível modelar o crime considerando a escolha entre um setor e o outro como eventos mutuamente exclusivos ao longo do ciclo de vida do indivíduo. Isto resulta em um caráter irreversível a opção pela atividade ilegal, pois uma vez que o indivíduo exerce esta opção dificilmente retornará ao mercado da atividade legal.

Em segundo lugar, decisões podem ser tomadas a qualquer momento com conseqüências para todo o restante do ciclo de vida dos indivíduos. Em modelos estáticos a decisão de engajar na atividade ilegal é feita em um determinado ponto no tempo e não há a opção de adiamento da mesma. Entretanto, na realidade este engajamento pode ser feito em qualquer momento da vida de um indivíduo.

Em terceiro lugar, o rendimento da atividade ilegal é incerto. A possibilidade de sucesso ou fracasso em cada evento (crime) permite supor que o rendimento da atividade ilegal é estocástico. Mocan et al. (2000) e McCrary (2009) associam os rendimentos do crime a distribuições de probabilidade, porém não estabelecem nenhuma distribuição *a priori*. Isto complica significativamente a resolução dos modelos e a interpretação de seus resultados. Este ensaio, assim como os tradicionais modelos de opções reais, propõe que os rendimentos da atividade ilegal seguem um processo misto, parte contínuo e parte discreto, ou seja, um movimento Browniano geométrico sujeito a saltos discretos. Desta forma, estes possuem uma distribuição semelhante à log-normal, porém com caudas mais “pesadas”. Isto permite obter uma solução analítica para o modelo e o torna diferenciado dos demais, pois apresenta uma solução fechada com resultados menos ambíguos.

Apesar de o modelo ter características idênticas de uma opção financeira (americana com dividendos), as dimensões da carreira do criminoso abordadas pelos criminologistas são consideradas⁴⁴. A literatura em criminologia destaca três dimensões básicas: a participação, a freqüência dos crimes e a duração da carreira do criminoso. A participação é modelada a partir da opção que o indivíduo possui de engajar na atividade ilegal (crime) em qualquer ponto no tempo. Esta opção uma vez exercida gera um fluxo contínuo de rendimentos determinado pela freqüência dos crimes e por sua taxa de sucesso. Por sua vez, a duração da

⁴⁴ Ver Piquero et al. (2007) para uma resenha de trabalhos empíricos a respeito destas dimensões.

carreira é incluída no modelo na forma de um processo de Poisson. Esta é determinada pela probabilidade de receber uma condenação e uma conseqüente punição pelo sistema legal⁴⁵.

Além desta breve introdução, este ensaio apresenta mais três seções. A próxima seção faz uma revisão dos modelos teóricos dinâmicos da carreira do criminoso. A terceira seção apresenta o modelo teórico proposto, bem como os seus resultados e interpretações. A quarta seção apresenta as conclusões baseadas no que foi apresentado nas seções anteriores.

3.2 MODELOS DINÂMICOS: REVISÃO DA LITERATURA

Poucos trabalhos apresentam modelos dinâmicos de crime baseados no ciclo de vida dos indivíduos. Flinn (1986) é um dos precursores. O autor apresenta três modelos de alocação do tempo no trabalho legal e no ilegal (crime) em cada período. O primeiro é um modelo com salários do trabalho legal constantes, o segundo com acumulação de capital humano no setor legal e o terceiro com penas crescentes para a atividade criminal. A sua preocupação era reproduzir os modelos empíricos que mostram que a participação no crime varia com a idade (BLUMSTEIN et al., 1986; ELLIOTT et al., 1989; FARRINGTON, 1986; PIQUERO et al., 2003; WOLFGANG et al., 1987; PIQUERO et al., 2007). Embora o artigo não apresente nenhuma calibragem, o modelo proposto mostra que a alocação do tempo no crime é maior entre os mais jovens, tal como predizem os modelos empíricos.

Mocan et al. (2000) propõem um modelo estado dependente em que a acumulação de capital humano nos setores legal e ilegal determina os rendimentos obtidos nestes setores. Assim, a acumulação obtida em um dos setores no período anterior implica em maiores rendimentos neste setor no período seguinte levando a um comportamento inercial no ciclo de vida dos indivíduos que tendem a permanecer em um dos setores escolhido inicialmente⁴⁶. Portanto, a carreira na atividade ilegal é um equilíbrio possível do modelo proposto pelos autores, principalmente para indivíduos que acumularam pouco capital humano para trabalhar no setor legal, como por exemplo, jovens que começam a sua carreira na atividade ilegal. Autores como Hamparian et al. (1978) e Krohn et al. (2001) já argumentavam que indivíduos que começam na atividade ilegal mais cedo tendem a desistir mais tarde e, portanto, possuem carreiras mais longas.

⁴⁵ Não se pode ignorar a possibilidade de o indivíduo ser morto em confronto com as vítimas, policiais ou com outros criminosos. Do ponto de vista do modelo o desfecho é o mesmo, pois, resulta no encerramento da carreira do criminoso.

⁴⁶ Segundo os autores isto levaria os indivíduos a permanecerem no setor ilegal mesmo em períodos posteriores a recessões econômicas, período em que estiveram fora do setor legal de trabalho.

O modelo apresentado pelos autores se diferencia dos trabalhos anteriores por considerar os rendimentos do setor legal e ilegal com estocásticos, mas com uma volatilidade maior no setor ilegal. Outra contribuição do trabalho é apresentar a dinâmica de transição no ciclo de vida dos indivíduos, algo que também não está presente nos demais trabalhos a respeito da carreira criminosa. A principal limitação do trabalho é não conseguir obter uma solução analítica para o modelo devido à complexidade de sua formulação, assim seus resultados são interpretados somente através da calibragem do modelo.

Lee e McCrary (2005) não apresentam um modelo dinâmico de crime, mas discutem alguns aspectos fundamentais para a modelagem dinâmica na economia do crime. O trabalho contribui para a literatura ao destacar que crimes mais graves são punidos com penas privativas de liberdade que envolvem uma grande quantidade de tempo e, portanto, o horizonte de tempo do indivíduo é relevante na discussão dos efeitos de dissuasão do sistema legal. Criminologistas, em geral, acreditam que a probabilidade de punição possui um efeito de dissuasão maior do que o tamanho da punição enquanto economistas, tal como foi discutido na introdução, tendem a acreditar que é possível haver uma taxa de substituição ótima entre estes parâmetros. Contudo, este último raciocínio só tem validade se o horizonte dos indivíduos é infinito ou muito longo. Pois, se o seu horizonte for bastante curto, penas de privação de liberdade longas terão pouca importância em sua decisão de praticar crimes. Neste caso, o aumento da probabilidade de punição seria mais eficiente, tal como argumentam os criminologistas. Estes temas voltarão a ser discutidos mais adiante.

Dando continuidade a revisão da literatura, McCrary (2009) apresenta um modelo dinâmico que é a generalização do modelo proposto por Becker (1968). Diferentemente de Mocan et al. (2000), o autor encontra uma solução analítica para o modelo através de um retorno do crime de equilíbrio representado no modelo por um retorno financeiro de reserva, tal qual os modelos tradicionais de mercado de trabalho. O trabalho também apresenta um modelo para demanda por crimes baseado no papel do governo na alocação de recursos no sistema de justiça que determinam a probabilidade de apreensão e condenação e, conseqüentemente, a punição dos criminosos. Os resultados da estática comparativa do modelo com relação aos parâmetros são coerentes com a literatura.

Engelen (2004) e At e Chappe (2005) propõem um modelo alternativo de crime baseado em opções reais. Segundo os autores os modelos dinâmicos baseados na maximização da utilidade esperada se assemelham ao cálculo do valor presente líquido feitos em finanças corporativas e, portanto, apresentam todas as limitações já reconhecidas pela literatura em lidar com incerteza (DIXIT; PINDYCK, 1994). Os autores seguem a linha de

trabalhos que aplicam as teorias de opções reais em modelos microeconômicos que não estão relacionados diretamente a investimentos, tais como Suzuki (2008) que modela o comportamento suicida e Mensah (2004) que utiliza opções reais para estudar a corrupção.

Embora o modelo apresentado por Engelen (2004) e At e Chappe (2005) cheguem às mesmas conclusões dos modelos estáticos, os autores concluem que o efeito de dissuasão de um crime não é necessariamente permanente, ou seja, a decisão de não cometer um crime pode representar apenas um simples adiamento desta decisão.

De qualquer forma, os artigos mostram que na presença de três características, a dizer, incerteza, irreversibilidade e liberdade de escolha do momento de praticar o crime, a utilização da modelagem baseada em opções reais apresenta algumas vantagens em relação à modelagem tradicional. Questões como taxas de substituição intertemporal, aversão ao risco, volatilidade dos retornos e impactos da incerteza na decisão de engajar no crime são mais bem tratadas. Por exemplo, tanto o rendimento da atividade legal quanto da atividade ilegal envolvem alguma incerteza (risco), portanto, o maior risco da atividade criminosa deve implicar em uma maior volatilidade dos seus retornos. Por outro lado, isto também deve implicar em maiores retornos, pois, caso contrário a atividade ilegal não seria vantajosa. Assim, tal como a maior parte dos ativos na economia, há uma relação entre risco e retorno.

Mesmo assim, os trabalhos de Engelen (2004) e At e Chappe (2005) deixam algumas lacunas. At e Chappe (2005) apresentam um modelo simples de opções reais em que os indivíduos possuem rendimentos determinísticos em que a única fonte de incerteza é a distribuição de probabilidade associada à punição, portanto, ignoram os efeitos da incerteza dos rendimentos na decisão de cometer um crime. Por sua vez, Engelen (2004) reconhece as limitações de seu trabalho, segundo o autor, p. 344: *“However, it is more realistic to assume that criminals can exercise their criminal option during the whole time to maturity (American option type)”*. Ao utilizar um modelo de opção européia se assume que a opção só pode ser exercida no seu vencimento o próprio autor reconhece que está hipótese não é realista.

Para modelar o crime com a forma de opções reais, mais especificamente como uma opção americana com dividendos, os retornos da atividade criminosa são modelados com um processo estocástico. Um processo estocástico é uma variável que se desenvolve no tempo de uma forma (pelo menos em parte) aleatória e imprevisível. De uma maneira mais formal, um processo estocástico é definido por uma lei de probabilidade para uma variável x durante um tempo t . A forma mais comum e fácil de modelar um processo estocástico é na sua forma contínua. Um processo de Wiener, ou movimento Browniano, é um processo em tempo contínuo que possui incrementos independentes, cujas mudanças no intervalo são

normalmente distribuídas e sua variância crescem com o tempo e tudo que se precisa para fazer uma previsão do futuro da variável são a sua distribuição de probabilidade e seu valor atual⁴⁷.

Assim, a próxima seção apresenta um modelo baseado em opções reais para avaliar a decisão de seguir uma carreira criminosa, ou seja, de se engajar em uma atividade ilegal por um longo período até o momento que esta é encerrada por um fator externo, tal como a sua incapacitação através do aprisionamento ou a sua morte.

3.3 UM MODELO DINÂMICO DE CARREIRA CRIMINOSA

O modelo apresentado neste ensaio⁴⁸ pode ser considerado uma extensão dos modelos de Becker (1968) e Ehrlich (1973) uma vez que parte dos mesmos princípios. No modelo, os indivíduos podem optar por uma atividade no setor legal ou por uma atividade no setor ilegal.

Embora haja uma diversidade de atividades classificadas como ilegais⁴⁹ estas possuem algumas características comuns, tais como, a possibilidade de um ganho pecuniário e o risco de uma condenação sujeita a uma punição por período de tempo (privação de alguma liberdade) capaz de gerar perdas psíquicas (subjetivas) e monetárias para os indivíduos. Estas perdas monetárias podem ser na forma de multa, na forma de custo de oportunidade (não há geração de rendimentos no período da punição) ou na forma de perda de rendimentos futuros no setor legal devido ao período sem acumular capital humano e ao estigma de ter uma condenação. Além disso, como já foi comentado anteriormente determinadas atividades ilegais incorrem no risco de morte. Por estas razões é necessário atribuir um caráter estocástico a atividade ilegal⁵⁰. Por sua vez, por simplicidade, se assume que atividade legal possui rendimentos determinísticos.

Não há a necessidade de treinamento para participar dos setores legal e ilegal e não há um custo de entrada e saída destes setores, embora haja um custo de oportunidade pela opção feita. Se assume que a participação nestes setores são eventos mutuamente exclusivos e que

⁴⁷ Estas características (de processos Markovianos) é que garantem a solução analítica dos modelos de opções reais. Ver Trigeorgis (1996) para uma apresentação dos principais modelos.

⁴⁸ Todavia, será visto adiante que o modelo também apresenta características de modelos tradicionais de economia do trabalho, tais como procura por trabalho (*Job Search*) e compensações para trabalhos arriscados (*Risky Job*). Ver Borjas (2005) para uma apresentação simplificada destes modelos.

⁴⁹ Vários trabalhos mostram que a diversificação é mais comum do que a especialização na carreira dos criminosos (Farrington et al., 1988; Nevares et al., 1990; Tracy et al., 1990; Wolfgang et al., 1972).

⁵⁰ Neste aspecto há uma semelhança com modelos de trabalhos arriscados, pois atividade ilegal pode ser entendida como uma atividade sujeita a risco de morte. Ver Rosen (1974) e Thaler e Rosen (1976) para um estudo formalizado destes mercados.

não há possibilidade de retorno a atividade legal após uma condenação. A primeira hipótese se justifica pelo interesse do presente ensaio em estudar a carreira do criminoso crônico e não dos criminosos de ocasião e a segunda se fundamenta na literatura que mostra que condenações implicam em retornos inferiores e na impossibilidade de exercer uma série de atividades legais (LOTT, 1992). Ademais, assume-se a estabilidade dos parâmetros do modelo, a fim de garantir a consistência temporal das escolhas feitas.

Diferentemente dos modelos tradicionais da economia do crime, o modelo proposto acrescenta uma dinâmica à escolha do indivíduo e permite que a escolha possa ser feita em qualquer ponto no tempo de seu ciclo de vida. Desta forma, o engajamento na atividade ilegal é uma opção que pode ser adiada e exercida no momento conveniente⁵¹. Engelen (2004) argumenta que um crime pode envolver benefícios baixos no presente e que o adiamento da execução pode gerar um ganho se houver um aumento nestes benefícios, assim, valorizando a opção pela atividade ilegal. Cabe salientar que, segundo a teoria tradicional de economia do crime, isto não seria possível porque as decisões são tomadas em um único instante t , pois se tratam de modelos estáticos.

Os indivíduos acreditam que podem viver por um período infinito e tomam uma decisão que envolve conseqüências para todo o seu período de vida. O valor presente dos rendimentos obtidos na atividade legal representa o custo de oportunidade pago pelos criminosos ao exercer a opção pela atividade ilegal⁵² e podem apresentar duas formas de acordo com o horizonte considerado para o tempo de permanência neste setor:

a) Infinito:

$$W = \int_0^{\infty} w_t e^{(\mu-\rho)t} dt = \frac{w_t}{\rho-\mu} \quad (1)$$

b) Finito:

$$W = \int_0^T w_t e^{(\mu-\rho)t} dt = \frac{w_t [1 - e^{(\mu-\rho)T}]}{\rho-\mu} \quad (2)$$

Onde w_t representa o rendimento da atividade legal em cada instante t , este é exógeno no modelo porque é determinado no mercado de trabalho no qual o setor ilegal é apenas uma

⁵¹ Embora isto não seja comum em modelos de economia do crime, os problemas de momento ótimo para exercer a opção (aceitar uma oferta de emprego) são estudados através de modelos de “*Job Search*” introduzidos inicialmente por McCall (1970). Ver Lippman e McCall (1976) para uma resenha destes modelos.

⁵² Neste caso, se poderiam acrescentar facilmente outros tipos de custo de entrada no mercado ilegal.

pequena fração dele (EHRlich, 1996), ρ representa a taxa de desconto intertemporal do indivíduo e μ representa os incrementos (reduções) em w_t . A diferença $(\rho - \mu)$ representa os dividendos associados aos rendimentos (ativos), pois pode ser interpretada como a diferença entre o retorno esperado e a taxa de valorização do ativo (MCDONALD; SIEGEL, 1986). Desta forma, a condição $\rho > \mu$ é necessária para que se tenham dividendos positivos e, por consequência, o rendimento do mercado legal terá um valor presente positivo.

Por sua vez, o rendimento obtido na atividade ilegal está sujeito a incerteza. Neste ensaio se assume que o rendimento monetário deste tipo de atividade é um processo estocástico que segue um Movimento Browniano Geométrico (MBG), ou seja, se assume que as variações percentuais nos rendimentos são normalmente distribuídas. Um rendimento que segue um MBG é a representação contínua do limite de uma árvore binomial com sucessos (crimes que geram rendimentos) ou fracassos (crimes sem rendimentos) em que cada incremento é independente em relação aos demais, ou seja, a probabilidade de sucesso em um período independe do que ocorreu nos períodos anteriores. Portanto, o rendimento do crime é aleatório uma vez que depende da taxa de sucesso na execução dos crimes.

Além da incerteza a respeito dos rendimentos, a atividade ilegal está sujeita a incerteza associada a uma punição originada em uma condenação cuja probabilidade de ocorrer está associada a um processo de Poisson tal que a probabilidade de ser punido e conseqüente encerramento da carreira em cada instante t é de λdT e a de continuar na carreira é de $1 - \lambda dT$ conforme a figura abaixo⁵³:

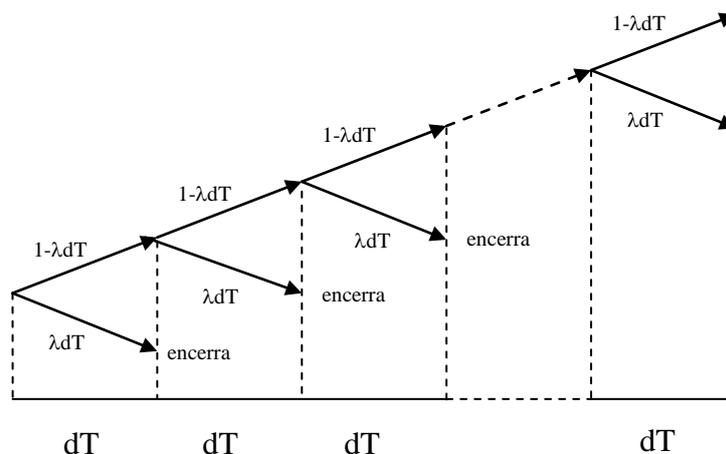


Figura 4 - O processo de Poisson
Fonte: Elaborado pelo autor.

⁵³ Este tipo de modelagem mista com componentes contínuos e discretos pode ser vista originalmente em Merton (1976).

A probabilidade de praticar crimes por n períodos até o período de encerramento da carreira em $T = \tau$ é $1 - e^{-\lambda\tau}$. Após este período, o indivíduo é penalizado com uma fração $0 \leq \phi \leq 1$ de seu rendimento que representa o tamanho da punição (severidade). Esta punição é estabelecida pelo sistema legal de forma exógena e depende do tipo de crime praticado⁵⁴. Assim, o indivíduo recebe Y do momento T em que exerce a opção pela atividade ilegal até o momento τ em que é punido e recebe $(1 - \phi)Y$. A figura 2 ilustra a seqüência de eventos.

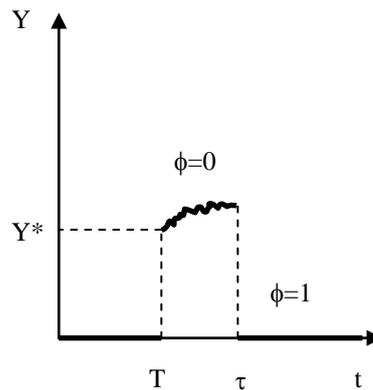


Figura 5 - Momento de exercício da opção e de encerramento carreira criminosa
Fonte: Elaborado pelo autor.

Sob estas condições o problema dinâmico do indivíduo de escolha sob incerteza será⁵⁵:

$$\begin{aligned} \text{Max } \mathbb{E} & \left[\int_0^{\tau} U(Y_t) e^{-\rho t} dt + \int_{\tau}^{\infty} (1 - \phi) U(Y_t) e^{-\rho t} dt \right] \\ \text{s. t. } \quad & \frac{dY}{Y} = \mu dt + \sigma dz - dq \end{aligned} \quad (3)$$

Onde \mathbb{E} representa o operador de esperança, $U(\cdot)$ representa a função de utilidade monetária da atividade criminosa e Y representa o rendimento monetário da atividade criminosa, o parâmetro μ representa os incrementos positivos ou negativos no rendimento monetário da atividade criminosa⁵⁶ e σ representa a volatilidade destes incrementos, z representa um

⁵⁴ Em Merton (1976) e McDonald e Siegel (1986) estes valores são desconhecidos. Aqui se assume que o indivíduo conhece a punição imposta pelo seu crime praticado. Esta suposição não muda significativamente os resultados.

⁵⁵ Note que a agregação feita inclui todos os períodos de atividade e inatividade após o exercício da opção pela carreira criminosa. Se não há custo de entrada e saída destes períodos, é indiferente se estes períodos são alternados ou contínuos, pois a agregação dos mesmos gera a mesma soma (integral).

⁵⁶ Este parâmetro, uma vez que a opção pela atividade criminal é exercida, capta o ganho de rendimentos que a repetição de crimes pode gerar. Em outras palavras, este ganho poderia, por exemplo, se originar de um processo

processo de Wiener em que $dz = \xi_t \sqrt{dt}$ e $\xi_t \sim N(0,1)$, q representa um processo de Poisson, tal que:

$$dq = \begin{cases} \varepsilon(\phi) \text{ com prob. } \lambda dt \\ 0 \text{ com prob. } (1 - \lambda dt) \end{cases} \quad (3.1)$$

Onde $\varepsilon(\phi)$ representa o impacto de ϕ (severidade da punição) nos rendimentos da atividade ilegal. Existem duas fontes de incerteza no modelo. A primeira se refere à incerteza a respeito dos rendimentos na atividade ilegal, que por sua vez, depende da taxa de sucesso na atividade, a segunda se refere à incerteza quanto à punição. Isto pode ser mais bem visualizado na expressão que representa a variância do processo dada por⁵⁷:

$$Var(dY) = \underbrace{\lambda \phi^2 Y^2 dt}_{\text{Punição}} + \underbrace{\sigma^2 Y^2 dt}_{\text{Rendimento}} \quad (4)$$

A opção de ingressar na carreira criminosa é avaliada considerando o valor da opção quando esta é exercida (valor de estar ativo) e o custo de oportunidade por não participar da atividade criminosa (valor de estar inativo). O valor de estar ativo é dado pela condição de otimalidade da equação de Hamilton-Jacobi-Bellman:

$$\rho F(Y) dt = \mathbb{E}(dF) + U(Y) dt \quad (5)$$

Onde $F(Y)$ representa o valor da opção de ingressar na carreira criminosa. Esta condição determina que o retorno esperado deva ser igual ao ganho de capital (primeiro termo à direita) adicionado ao fluxo de dividendos instantâneo (segundo termo à direita). Este último depende da função de utilidade escolhida. Neste modelo se opta por uma função de utilidade de von Neumann–Morgenstern exponencial dada por $U(Y) = Y^\theta$. Onde o expoente $\theta > 0$ determina a preferência do indivíduo frente ao risco⁵⁸, se $\theta > 1$, este é propenso ao risco, se $\theta < 1$, este é avesso ao risco e se $\theta = 1$, este é neutro ao risco.

Para obter $\mathbb{E}(dF)$ se utiliza o lema de Itô e se aplica o operador de esperança. Substituindo esta expressão e a função de utilidade escolhida em (5) tem-se que:

de aprendizado que não necessariamente é interno e envolver externalidades, tal como o processo de “*learning by doing*” proposto por Arrow (1962).

⁵⁷ Ver apêndice 6.1 para a demonstração deste resultado.

⁵⁸ Neste caso a medida relativa de Arrow-Pratt de aversão ao risco é $1-\theta$.

$$\frac{\sigma^2}{2} Y^2 F''(Y) + \mu Y F'(Y) - (\rho + \lambda) F(Y) + \lambda F[Y(1 - \phi)] + Y^\theta = 0 \quad (6)$$

Esta é uma equação diferencial ordinária não homogênea. Sua solução é composta por uma solução homogênea e outra particular. A solução particular pode ser obtida utilizando o método dos coeficientes indeterminados. Conjecturando uma solução com a seguinte forma:

$$F(Y)_P = c_1 Y^\theta \quad (7)$$

Substituindo esta possível solução em (6) se obtém o seguinte valor para a constante:

$$c_1 = \frac{1}{\Delta'} \quad (8)$$

Onde $\Delta' = \rho - \mu\theta - \frac{\sigma^2}{2} \theta(\theta - 1) + \lambda[1 - (1 - \phi)^\theta]$. Assim, a solução particular será:

$$F(Y)_P = \frac{U(Y)}{\Delta'} \quad (9)$$

A solução homogênea pode ser obtida na forma de potências usando Y^γ . Isto resulta em uma equação indicial com duas raízes reais diferentes com sinais opostos, ou seja, esta equação pode ser escrita da seguinte forma:

$$F(Y)_H = k_1 Y^{\gamma_1} + k_2 Y^{-\gamma_2} \quad (10)$$

Onde k_1 e k_2 são constantes a serem determinadas. Entretanto, este problema só faz sentido econômico se for excluída a possibilidade de ocorrerem bolhas especulativas⁵⁹. Estas são eliminadas considerando as condições de não sobrevalorização e a condição $F(0)=0$. A primeira implica que não é possível obter ganhos vendendo a opção por um valor superior aos seus fundamentos, assim, é necessária a condição $k_1=0$ para que isto não ocorra. A segunda implica que $k_2=0$ é uma condição necessária uma vez que a potência negativa de Y vai para o

⁵⁹ A equação (7) representa os componentes fundamentais do valor da opção enquanto a equação (10) representa os componentes especulativos. Os componentes especulativos permitem o valor da opção ser superior ao valor de seus fundamentos, desta forma, é possível comprá-la no presente e vendê-la no futuro com algum ganho de capital.

infinito quando Y vai para zero. Sob estas condições, o valor de estar ativo será determinado somente pela solução particular, ou seja, por seus fundamentos.

O valor de estar inativo da atividade criminosa não gera rendimentos, uma vez que o potencial criminoso não está exercendo a sua atividade ilegal. Portanto, este é composto pelo custo de oportunidade e pela expectativa de valorização da opção. Neste caso, a equação de Hamilton-Jacobi-Bellman será:

$$\rho F_0(Y)dt = \mathbb{E}(dF) \quad (11)$$

Utilizando os mesmos procedimentos anteriores, a expressão para o valor de estar inativo será:

$$\frac{\sigma^2}{2} Y^2 F_0''(Y) + \mu Y F_0'(Y) - (\rho + \lambda) F_0(Y) + \lambda F_0[Y(1 - \phi)] = 0 \quad (12)$$

Esta equação diferencial homogênea possui a forma de Cauchy-Euler e sua solução pode ser obtida na forma de potências. A sua equação indicial também possui duas raízes reais diferentes com sinais opostos e, assim, tal como o problema anterior, a raiz negativa é eliminada pelo mesmo argumento. Portanto, a sua solução será dada por:

$$F_0(Y) = k_1 Y^{\gamma_1} \quad (13)$$

Onde k_1 é uma constante a ser determinada e se $\phi=1$, tem-se que $\gamma_1 = \frac{1}{2} - \frac{\mu}{\sigma^2} + \left[\left(\frac{\mu}{\sigma^2} - \frac{1}{2} \right)^2 + \frac{2(\rho+\lambda)}{\sigma^2} \right]^{1/2} > 1^{60}$. Para obter esta constante duas condições de fronteira são utilizadas:

$$\begin{aligned} F_0(Y^*) &= F(Y^*) - W \\ F_0'(Y^*) &= F'(Y^*) \end{aligned} \quad (14)$$

Onde Y^* representa o valor crítico do rendimento monetário da atividade criminosa que torna a carreira criminosa a escolha ótima, ou seja, representa um rendimento de reserva da atividade criminosa. A primeira condição de fronteira estabelece que o valor da opção deve ser igual a valor monetário líquido obtido quando a mesma é exercida (*value matching*

⁶⁰ Ver o apêndice 6.2 para uma representação geral de γ_1 .

condition). A segunda condição estabelece que estes valores devem ser tangentes ao ponto em que é ótimo exercer a opção (*smooth-pasting condition*). Utilizando estas condições, se obtém um sistema não linear com duas equações e duas incógnitas (k_I e Y^*). Este sistema possui as seguintes soluções:

$$Y^* = \left[\frac{\Delta' \gamma_1 W}{(\gamma_1 - \theta)} \right]^{\frac{1}{\theta}} \quad (15)$$

$$k_1 = \frac{\theta}{\Delta' \gamma_1} \left(\frac{\Delta' \gamma_1 W}{\gamma_1 - \theta} \right)^{\theta - \gamma_1 / \theta} \quad (16)$$

Onde a condição $\gamma_1 > \theta$ é necessária para obter Y^* e k_I maiores do que zero. O resultado para Y^* implica que o valor presente do retorno financeiro da atividade ilegal deve ser superior ao custo de oportunidade de atuar em uma atividade legal. Isto pode ser visto substituindo (15) e em (9), pois desta forma o valor líquido de estar ativo será:

$$F(Y^*)_{liquido} = \left(\frac{\gamma_1}{\gamma_1 - \theta} \right) W \quad (17)$$

Onde a expressão entre parênteses que multiplica W é maior do que um, uma vez que $\gamma_1 > \theta > 0$. Este resultado é uma consequência da inclusão da incerteza a respeito dos retornos monetários da atividade ilegal no modelo. É possível mostrar⁶¹ que $\frac{\partial \gamma_1}{\partial \sigma} > 0$ e $\frac{\partial \gamma_1}{\partial \lambda} > 0$, por consequência, o retorno da atividade criminosa deve ser incrementado para cobrir o custo de oportunidade de se inserir em uma atividade legal, ou seja, assim como predizia Adam Smith atividades sujeitas a risco devem incluir compensações nos seus rendimentos (ROSEN, 1974; THALER; ROSEN, 1976). Portanto, assim como os modelos de economia do trabalho, este modelo também encontra um valor crítico Y^* , que representa o rendimento mínimo que um indivíduo estaria disposto a receber para se engajar na atividade ilegal. Todavia, o resultado aqui apresentado é fechado para todos os parâmetros e a sua interpretação é mais simples do que os modelos dinâmicos apresentados na literatura.

⁶¹ Para uma demonstração detalhada ver apêndice 6.2.

3.3.1 Estática comparativa e simulações

De acordo com Becker (1968) os indivíduos não optam por atividades ilegais porque estes são diferentes de outros indivíduos em termos de suas motivações básicas, estes optam por atividades ilegais porque possuem características diferentes. Estas diferenças no modelo aqui apresentado são representadas por diferentes parâmetros. Em outras palavras, indivíduos diferentes possuem parâmetros diferentes e, portanto, tomam decisões distintas. Os resultados obtidos no modelo podem ser mais bem analisados através de estáticas comparativas e simulações.

O valor do rendimento de reserva obtido em (15) está relacionado aos demais parâmetros do modelo da seguinte forma⁶², este será maior quanto maior for a probabilidade de punição (λ), quanto maior for a severidade da punição (ϕ), quanto maior for o custo de oportunidade da atividade legal (w). Uma redução no valor de rendimento de reserva ocorre quanto maior for o coeficiente de preferência ao risco (θ), quanto maior for a taxa de desconto intertemporal (ρ) e quanto maior for a taxa de crescimento média dos rendimentos (μ).

Os resultados são intuitivos e seguem a literatura a respeito da carreira do criminoso. A forma como o modelo é construído implica que W , o valor presente dos rendimentos no mercado legal, represente o custo (de oportunidade) pago pelo indivíduo ao exercer a opção pela atividade ilegal. Este é considerado um pagamento único porque a sua inclusão no setor ilegal implica na sua exclusão do setor legal. No modelo este custo é exógeno e não há uma referência de como este valor é obtido. Todavia, este valor é definido no mercado de trabalho e depende de características idiossincráticas, tal como o capital humano acumulado pelo indivíduo; e depende de características gerais da economia, tal como a demanda por trabalhadores no setor legal da economia.

Há uma vasta literatura que relaciona o desemprego, ou seja, custo de oportunidade igual a zero ao crime. A idéia é que a falta de oportunidades no setor legal leva o custo de oportunidade a valores muito baixos e, assim, torna a opção pela atividade mais atrativa (EIDE et al., 2006). Chiricos (1987) utilizando 288 estimações com dados agregados de 63 trabalhos empíricos sobre determinantes do crime encontrou que o desemprego apresenta sinal positivo e coeficientes estatisticamente significantes em 31% dos casos e apenas em 2% este sinal era negativo e o coeficiente estatisticamente significativo. Resultados semelhantes

⁶² Ver no apêndice 6.3 as derivadas em sua forma extensiva.

são encontrados em Freeman (1995) e Levitt (1995). Portanto, o sinal positivo encontrado para a derivada é corroborado pela literatura empírica.

Ehrlich (1996) destaca que incentivos gerais como os salários no mercado legal possuem um efeito global na criminalidade, no entanto, não se podem ignorar os impactos dos incentivos específicos, que são representados pelos demais parâmetros. Um aspecto essencial do modelo é avaliar como a perspectiva de um fluxo de rendimentos no setor ilegal pode afetar a decisão de exercer a opção por este setor. O horizonte deste fluxo está diretamente relacionado à duração da carreira do criminoso que, por sua vez, depende da probabilidade subjetiva de punição representada no modelo por λ^{63} . Para visualizar melhor os impactos da duração da carreira do criminoso considere uma simulação com $\rho = 0.04, \mu = 0.02, \sigma = 0.1, \theta = 1, w = 1000$ e $t = \infty$. Para obter o rendimento de reserva Y^* é necessário utilizar métodos numéricos para obter γ_l quando $0 < \phi < 1$. Os resultados estão resumidos na tabela 1.

Tabela 1. Rendimento de reserva (\$ ao ano) como uma função de λ e ϕ

$1/\lambda$	ϕ			
	1	0.75	0.5	0.25
35	4052.45	3436.64	2778.45	2109.87
20	5250.00	4300.44	3308.54	2302.08
15	6172.40	4977.35	3742.82	2488.85
14	6434.77	5170.79	3868.36	2545.05
13	6736.92	5393.93	4013.69	2610.98
12	7088.70	5654.10	4183.73	2689.09
11	7503.49	5961.34	4385.16	2782.72
10	8000.00	6329.63	4627.33	2896.53
9	8605.17	6779.15	4923.67	3037.27
8	9359.29	7340.06	5294.30	3215.01
7	10325.53	8059.68	5770.71	3445.56
6	11608.78	9016.61	6405.24	3755.17
5	13397.18	10351.88	7291.74	4190.95
4	16065.52	12346.45	8617.21	4846.73
3	20484.22	15652.98	10816.13	5940.33
2	29250.00	22218.74	15185.55	8121.28
1	55250.00	41708.33	28166.51	14610.58

Fonte: Elaborado pelo Autor.

⁶³ Cabe salientar que esta pode variar entre os indivíduos, mesmo se tratando do mesmo crime e sistema de justiça, pois, esta depende também da capacidade do indivíduo em ludibriar a polícia e em se defender nos tribunais, por exemplo, contratando bons advogados.

A tabela 1 mostra que o aumento da punição e da probabilidade de ser pego aumentam o rendimento necessário para que a opção pela atividade ilegal seja exercida. Por exemplo, um indivíduo neutro ao risco com uma oportunidade de ganhar \$1000 ao ano para sempre em uma atividade legal estaria disposto a se engajar em uma atividade ilegal se receber \$ 4052.45 por ano ao longo de 35 anos.

Contudo, a literatura mostra que a carreira no crime não é tão longa assim. Os primeiros trabalhos feitos por Greene (1977), Greenberg (1975) e Shinnar e Shinnar (1975) estimaram uma carreira com duração entre 5 e 12 anos. Blumstein et al. (1982) encontra que a maior parte das carreiras dura pelo menos cinco anos e Spelman (1994) estima um período médio de duração entre 6 e 7 anos. Porém, Piquero et al. (2004) utilizando uma amostra longitudinal encontram um período médio de 17 anos enquanto Laub e Sampson (2003) utilizando a uma amostra semelhante, porém com metodologia distinta, estima uma carreira média de 25 anos.

No modelo, carreiras longas estão associadas diretamente a baixas probabilidades de punição. Kyvsgaard (2004) mostra que estas podem variar bastante entre crimes e entre países. Por exemplo, a probabilidade de ser punido⁶⁴ por um roubo seria de 11% nos Estados Unidos, 17% na Inglaterra, enquanto que na Dinamarca esta probabilidade seria de 33%. Em outros crimes a probabilidade seria ainda menor, o autor estima que a probabilidade de ser punido por um roubo de veículos seja de 3% nos Estados Unidos e de 8% na Dinamarca e na Inglaterra.

Um aspecto interessante da diversidade de probabilidades de punição entre crimes é que indivíduos racionais podem ser indiferentes entre escolher atividades ilegais com alta probabilidade de punição, e, por conseqüência, uma carreira mais curta, mas com uma punição menos severa. Poderia ainda optar por uma carreira mais longa em uma atividade que possui uma punição mais severa. Por exemplo, o valor crítico que torna a opção pela atividade ilegal ótima é semelhante em uma carreira de 35 anos em que o indivíduo perde toda a sua renda quando é punido e uma carreira de 5 anos em uma atividade em que a punição é de 25% de sua renda obtida na atividade ilegal.

Cabe salientar que a duração da carreira tem implicações a respeito de políticas de punição, pois esta diretamente relacionada à eficiência da incapacitação. Penas privativas de liberdade em prisões longas para indivíduos com uma carreira de crimes residual pequena são um desperdício de recursos. Ademais, a manutenção de indivíduos aprisionados em idades

⁶⁴ Esta é obtida através da razão entre o número de condenações e o número de crimes para cada 1000 habitantes.

avançadas pode levar a um aumento nos custos com a saúde do mesmo (PIQUERO et. al., 2003).

Ainda com respeito à punição cabe considerar no modelo pelo menos dois estados da mesma. Quando $\phi < 1$ isto significa que a punição não esgota a capacidade de gerar recursos na atividade ilegal⁶⁵. Este seria o caso de penas alternativas ao aprisionamento, tais como serviços comunitários ou regime semi-aberto. Como estas punições envolvem uma alocação significativa de tempo pelo indivíduo este teria uma redução parcial de seu rendimento. Quando $\phi = 1$, então o indivíduo não obtém rendimentos no período da punição. Sieberg (2005) comenta que mesmo penas privativas de liberdade cumpridas em prisões em que não há trabalho podem não ter o efeito de detenção esperado pela sociedade. Isto porque segundo o autor, “[...] *the leisure of prison, combined with privileges such as access to weights and unlimited phone use, as well as cable television, compact disc players, stereos, and computers in a prisoner's cell, have diminished the punitive effect of prison [...]*”. (SIEBERG, 2005, p.9)

Independente da eficiência dos sistemas de punição, o modelo replica a existência de um efeito de “dissuasão” tanto na probabilidade de punição quanto na severidade da punição já consagrados na literatura⁶⁶. Criminologistas normalmente acreditam que a primeira é mais eficiente na redução da criminalidade do que a segunda e economistas, por sua vez, tendem a acreditar que há uma espécie de *trade-off* e que é possível encontrar uma combinação ótima entre elas que podem ser mais eficiente⁶⁷. Contudo, há neste ponto, muitas divergências (GAROUPA, 2001).

Engelen (2004) afirma que os efeitos de dissuasão podem ser apenas transitórios uma vez que a opção pelo crime pode se valorizar e torna o seu exercício ótimo em um período no futuro. Entretanto, dinâmica do modelo permite que exista uma forma teórica de dissuadir o indivíduo a se engajar na carreira criminosa de forma definitiva. Este resultado é apresentado na forma de uma proposição.

Proposição 1: *Se $Y^* > Y(0)$, o efeito de dissuasão ótimo é $\lambda\phi = \mu$ para todo $\mu > 0, 0 \leq \lambda \leq 1$ e $0 \leq \phi \leq 1$.*

Prova: apêndice 6.4.

⁶⁵ Caso não haja punição ($\phi=0$) o rendimento de reserva considera apenas uma fonte de incerteza. Neste caso, seguindo os parâmetros apresentados na tabela 1, o rendimento de reserva seria de \$2425.39.

⁶⁶ Cabe salientar que vários crimes deixam de ser praticados simplesmente porque não compensam. Portanto, é possível inibir um crime sem que o criminoso seja pego em flagrante antes de cometê-lo. Esta é a essência do conceito de dissuasão.

⁶⁷ Ver Polinsky e Shavell (2000) para uma revisão sobre o tema.

Como o rendimento esperado do setor ilegal cresce a uma taxa $\mu - \lambda\phi$, se a punição esperada crescer a mesma taxa que os rendimentos, não haverá uma valorização da opção. Assim, os rendimentos do setor ilegal não serão superiores ao rendimento de reserva e a opção pelo crime não será exercida. Alguns autores argumentam que a diferença $\mu - \lambda\phi$ deve ser constante para que exista a viabilidade na atividade e para que a opção possa ser exercida em algum ponto no tempo (MERTON, 1976; MCDONALD; SIEGEL, 1986; DIXIT; PYNDICK, 1994). Portanto, aumentos na probabilidade e na severidade das punições seriam compensados com um aumento nos rendimentos do setor ilegal, ou seja, haveria um ajuste na demanda garantiria a existência da atividade ilegal. Uma implicação deste resultado é que um aumento em μ implica em um aumento em ρ , pois se assume que os ativos geram dividendos positivos. Assim, crimes com maiores probabilidades de punição (saltos mais frequentes) ou com maior severidade na punição (saltos mais intensos) tendem a ser praticados por indivíduos com uma alta taxa de desconto temporal, ou seja, indivíduos que valorizam pouco o futuro.

No modelo proposto neste ensaio, assim como o modelo proposto por Becker (1968), onde potenciais criminosos não possuem restrições de renda, todas as combinações de probabilidades de punição e severidades na punição são capazes de produzir o mesmo nível de dissuasão se os indivíduos são neutros ao risco. Contudo, os impactos podem ter magnitudes distintas quando são considerados indivíduos que não são neutros ao risco.

Proposição 2: *A elasticidade de Y^* com respeito a probabilidade de punição é superior a severidade da punição se $\frac{U(Y) - U(Y-f)}{f} > U'(Y - f)$, ou seja, se os indivíduos são apreciadores do risco.*

Prova: apêndice 6.5.

A proposição 2, assim como Becker (1968), mostra que para manter o mesmo nível de dissuasão (mesmo valor de Y^*) as probabilidades de punição e a sua severidade devem mudar de acordo com as preferências sobre o risco dos indivíduos. Indivíduos avessos ao risco são mais sensíveis a mudança na severidade da punição enquanto indivíduos apreciadores do risco são mais sensíveis a mudanças na probabilidade de punição. Autores como Witte (1980), Grogger (1991) e Block e Gerety (1995) concluem através de estudos empíricos que os criminosos devem ser apreciadores do risco porque a proposição 2 é verificada tal como

proposta por Becker (1968). Isto ocorre porque no modelo a atividade ilegal é uma forma de aposta em que indivíduos apreciadores do risco mostrariam a sua preferência por esta opção.

Eide (1994) encontra um valor mediano para a elasticidade da probabilidade de punição superior a elasticidade da severidade da punição ao coletar informações de 118 estimações apresentadas na literatura. Isto reforça o argumento de que criminosos são em média apreciadores do risco. Todavia, a literatura mostra que a preferência dos indivíduos a respeito do risco pode ser diferente para ganhos e perdas e pode depender também das chances de ganhos e perdas⁶⁸. A preferência pelo risco em perdas e a aversão ao risco em ganhos pode ser suficiente para encontrar elasticidades com respeito à probabilidade de punição superiores a elasticidade a respeito da severidade da punição (FOREMAN-PECK; MOORE, 2010). Como a punição é uma perda e o rendimento do crime é um ganho, um aumento na severidade da punição terá um efeito pequeno em indivíduos propensos ao risco, enquanto um aumento na probabilidade de punição irá reduzir substancialmente a utilidade esperada de um indivíduo que é avesso ao risco em ganhos.

Tabela 2 - Rendimento de reserva (\$ ao ano) como uma função de θ e σ

θ	σ				
	0.05	0.1	0.15	0.2	0.25
0.5	21 339 997.27	23 765 625.00	26 973 523.26	30 920 941.55	35 687 327.37
0.6	1 292 402.80	1 437 723.37	1 627 525.01	1 857 704.11	2 131 204.14
0.7	174 392.11	193 792.62	218 826.79	248 770.04	283 821.45
0.8	38 824.81	43 098.56	48 549.08	54 983.43	62 411.44
0.9	12 068.71	13 383.42	15 041.17	16 973.88	19 176.29
1	4 739.05	5 250.00	5 887.21	6 621.32	7 447.77
1.1	2 205.58	2 440.97	2 731.40	3 062.22	3 430.43
1.2	1 166.03	1 289.22	1 439.65	1 609.15	1 795.81
1.3	679.94	751.07	837.04	932.92	1 037.45
1.4	428.24	472.60	525.69	584.32	647.63
1.5	286.86	316.29	351.17	389.33	430.16
1.6	202.02	222.55	246.65	272.78	300.51
1.7	148.26	163.18	180.55	199.21	218.85
1.8	112.61	123.84	136.79	150.59	165.00
1.9	88.05	96.74	106.69	117.20	128.10
2	70.56	77.46	85.29	93.50	101.96

Fonte: Elaborado pelo autor.

⁶⁸ Os avanços em estudos comportamentais sobre decisões mostram que indivíduos são avessos ao risco para ganhos com altas probabilidades e perdas com baixa probabilidade e são apreciadores do risco para ganhos com baixa probabilidade e perdas com altas probabilidades (Tversky; Kahneman, 1992).

O modelo permite que se avalie como o rendimento de reserva se altera com mudanças nos parâmetros de aversão ao risco e volatilidade dos rendimentos da atividade ilegal. A tabela 2 apresenta os resultados considerando uma simulação com $\rho = 0.04$, $\mu = 0.02$, $\lambda = 0.05$, $\phi = 1$, $w = 1000$ e $t = \infty$.

É possível observar que os valores são bastante sensíveis a mudança no parâmetro que determina a preferência quanto ao risco. Um indivíduo avesso ao risco com $\theta=0.9$ estaria disposto a exercer a opção pela atividade ilegal somente se esta apresentar rendimentos iguais ou superiores a 13 vezes ao rendimento obtido no mercado legal, enquanto indivíduos apreciadores do risco com $\theta=1.3$ exerceriam esta opção por um valor 30% inferior ao rendimento que obteriam na atividade legal quando $\sigma=0.1$.

Trabalhos empíricos comportamentais mostram que apenas uma parcela da população é propensa ao risco em ganhos. Cramer et al. (2002) estimou que 1.39% dos trabalhadores e 2.58% dos empregadores são apreciadores do risco. Diaz-Serrano e O'Neill (2004) encontraram 6.5% em 1995 e 0.85% em 2000. Dohmen et al. (2005) identificou 9% de sua amostra como apreciadores do risco. Entretanto, indivíduos avessos ao risco podem se engajar na atividade criminosa se esta for rentável o suficiente para cobrir o seu rendimento de reserva ou simplesmente se este parâmetro de preferência ao risco está associado a outros parâmetros que reduzem este valor crítico, tais como uma remuneração baixa no mercado legal e/ou uma taxa de desconto intertemporal mais alta.

Em geral, criminosos possuem taxas de desconto mais altas (WILSON; HERRNSTEIN, 1985; KATZ et al., 2003). Em um caso extremo, em que criminosos possuem taxas de desconto infinitas, punições por período de tempo não teriam efeito algum. Na verdade, neste caso, os parâmetros relevantes são as preferências do indivíduo quanto ao risco e o seu rendimento do mercado legal.

Proposição 3: *Quando $\rho \rightarrow \infty$ o valor crítico $Y^* \rightarrow w^{1/\theta}$ independente dos demais parâmetros.*

Prova: apêndice 6.6.

A proposição 3 mostra uma taxa de desconto intertemporal infinita torna o indivíduo indiferente entre a atividade legal e a ilegal se este for neutro ao risco. Como o rendimento da atividade legal é determinístico, o papel da preferência quanto ao risco é de somente compensar o fato de o indivíduo optar pela atividade que envolve risco. Portanto, um

rendimento pouco superior ao obtido na atividade legal é suficiente para tornar a opção pela atividade ilegal ótima. Embora haja poucos trabalhos que concluam que criminosos podem ser avessos ao risco, já há alguma evidência empírica disto. Shepherd (2003) mostra uma evidência empírica de que criminosos podem ser tão avessos ao risco quanto qualquer cidadão que respeita a lei. A autora mostra que há um estigma associado à condenação e este gera um aumento na punição esperada. Assim, indivíduos que podem optar entre sentenças certas e incertas (loteria) com a mesma sentença esperada optariam pela segunda por causa da maior punição esperada associada à primeira.

Outra linha mais teórica mostra que é possível ter criminosos avessos ao risco através de funções de utilidade espaço-dependentes ou posto-dependentes (NEILSON; WINTER, 1997), no entanto, estas são funções de utilidade atípicas que não possuem amparo na realidade. O modelo apresentado neste ensaio mostra que é possível indivíduos avessos ao risco optarem pela carreira criminosa. Contudo, para indivíduos avessos ao risco o benefício da atividade ilegal deverá sempre ser superior ao rendimento da atividade legal. Mesmo em casos menos extremos do que a proposição 3, ou seja, com taxas de desconto finitas, há a possibilidade de indivíduos avessos ao risco optarem pela carreira criminosa desde que a demanda por crimes seja capaz de gerar os rendimentos suficientes para que esta opção seja ótima.

Tabela 3. Rendimento de reserva (\$ ao ano) como uma função de ρ e τ

ρ	τ				
	∞	35	30	25	20
0.02	8637.46	2550.74	2238.67	1910.60	1565.71
0.03	4882.78	2458.06	2203.05	1921.23	1609.76
0.04	3628.67	2358.86	2153.36	1914.61	1637.21
0.05	3000.00	2260.21	2096.42	1896.36	1652.01
0.06	2621.70	2166.12	2036.72	1870.57	1657.23
0.07	2368.70	2078.64	1977.16	1840.17	1655.26
0.08	2187.39	1998.63	1919.53	1807.28	1647.99
0.09	2050.94	1926.22	1864.88	1773.38	1636.86
0.1	1944.44	1861.12	1813.77	1739.50	1623.03
∞	1000.00	1000.00	1000.00	1000.00	1000.00

Fonte: Elaborado pelo autor.

A tabela 3 mostra como o rendimento de reserva se altera com mudanças na taxa de desconto intertemporal e no período em que o indivíduo obtém rendimentos no setor legal considerando uma simulação com $\theta=1$, $\mu=0.02$, $\sigma=0.1$, $\lambda=0.05$, $\phi=1$ e $w=1000$.

Assim como as preferências quanto ao risco às preferências quanto ao tempo também apresentam heterogeneidade relacionada às circunstâncias. A prática corrente em economia é assumir a taxa de desconto constante para um indivíduo, mas esta pode diferir entre indivíduos (BECKER, 1996; GROSSMAN, 2000). Por exemplo, Kirby et al.(1999) e Gomme et al. (2001) mostram que indivíduos que utilizam drogas tem seu raciocínio afetado e possuem uma taxa de desconto bem superior comparada ao que se assume nos modelos econômicos.

No modelo proposto, a taxa exponencial de desconto intertemporal não permite que se avalie o impacto desta mudança no mesmo indivíduo, entretanto, é possível que se analise indivíduos diferentes em diferentes pontos de seu ciclo de vida. Por exemplo, um indivíduo que possui a perspectiva de executar uma atividade legal por 35 anos recebendo \$ 1000 e desconta os rendimentos futuros a uma taxa de 2% estaria disposto a exercer a opção pela atividade ilegal se esta rendesse ao menos \$ 2550.74 a cada período, porém se a taxa de desconto fosse de 10% este valor se reduziria para \$ 1861.12 a cada período.

Frederick et al. (2002) mostram que a taxa de desconto constante é mais uma conveniência matemática do que um resultado fundamentado na experiência empírica. Os autores mostram que estas podem variar de acordo com os valores envolvidos, pois ganhos são mais descontados do que perdas. Isto levaria indivíduos a praticar crimes porque o valor presente das punições que ocorrerão no futuro possui um valor baixo no presente. Além disso, valores maiores são mais descontados do que valores menores. O que levaria a uma perda de eficiência nos alongamentos de punições. Todavia, o artifício matemático mais comum para superar as limitações da taxa de desconto constante é considerar que estas se reduzem ao longo do tempo, estas são chamadas de taxas hiperbólicas de desconto. Porém, a sua adoção dificulta a chance de encontrar resultados que sejam consistentes temporalmente (FREDERICK et al., 2002).

Mudanças nas preferências dos indivíduos quanto ao risco e ao tempo são explicações relevantes para a maior participação de jovens no crime. Há evidências empíricas de que existe uma relação positiva entre a idade dos indivíduos e aversão ao risco dos mesmos (JIANAKOPLIS; BERNASEK, 1998; PALSSON, 1996) e uma relação negativa com as taxas de desconto intertemporal (KIRBY, 1997; KIRBY; MARAKOVIC, 1995; MYERSON; GREEN, 1995).

Muito embora existam também autores que atribuam aos baixos rendimentos obtidos no mercado legal de trabalho a causa para esta maior participação. Grogger (1998), p.757, afirma que *“if criminal behavior responds to wages, then the age distribution of crime may*

well be a labor market phenomenon. Wages represent the opportunity cost of committing crime, and they rise steeply with age during the early part of one's career.” Entretanto, Witte e Witt (2000) destacam que a evolução dos rendimentos nas atividades legais não podem ser a única explicação para a participação maior de jovens em atividades ilegais, pois muitos jovens cometem crimes muito antes de terem oportunidades de trabalho no setor legal. Lee e McCrary (2005) destacam a mudança no regime penal para indivíduos que possuem mais de 18 anos. Segundo os autores, a maior idade é responsável por um aumento considerável no custo do crime porque aumentam conjuntamente a probabilidade de punições e a severidade das mesmas.

Em suma, é possível concluir que jovens praticam mais crimes por um conjunto de fatores, pois possuem taxas de desconto intertemporal maiores, aversão ao risco menor, punições menos severas e menos prováveis e poucas oportunidades no mercado legal de trabalho que se traduzem em um baixo custo de oportunidade. Estas características quando colocadas no modelo proposto levam a uma redução do rendimento de reserva dos indivíduos, que, por sua vez, estariam dispostos a se engajar na carreira de crimes por um rendimento mais baixo. Na verdade, jovens recebem oportunidades na atividade ilegal porque representam uma mão-de-obra de custo inferior a de um adulto.

3.4 CONCLUSÕES

Este ensaio apresentou um modelo dinâmico de crime. Vários componentes do crime e do controle do crime são dinâmicos em sua natureza e estes não podem ser captados por modelos estáticos (McCRARY, 2009). Os resultados obtidos estão em consonância com a literatura de economia do crime. Além disso, o modelo proposto apresenta algumas vantagens em relação aos anteriores. Em primeiro lugar, apresenta uma solução analítica fechada para o modelo que evita ambigüidades. Em segundo lugar, permite simular resultados numéricos a partir de um modelo teórico. O modelo também apresenta algumas vantagens em relação ao modelo proposto por Engelen (2004). A utilização de um processo de Poisson para modelar a probabilidade de punição e as suas conseqüências nos rendimentos do setor ilegal aproxima o modelo do mundo real em que existem pelo menos duas fontes de incerteza nestes rendimentos. Outra distinção ao trabalho do autor é que a utilização de uma opção americana é mais realista do que uma opção européia, uma vez que dificilmente os indivíduos possuem opções de carreira com data de vencimento. No mundo real a opção pela carreira criminosa pode ser exercida a qualquer momento do período de vida do indivíduo.

No entanto, cabe salientar que o modelo proposto possui algumas limitações. O modelo aqui apresentado só modela a oferta de crimes e, portanto, não avalia os custos de mudanças nos parâmetros do modelo, que poderiam ser modelados na demanda por crimes. Assim, não foi possível inferir a respeito de políticas ótimas de punição, que é um tema relevante e com vasta literatura. As conclusões aqui apresentadas, portanto, estão limitadas a oferta de crimes, assim como os demais modelos dinâmicos encontrados na literatura, tais como Mocan et al. (2000) e McCrary (2009). Esta limitação dos modelos de economia do crime já foi destacada por Merlo (2001), que enfatiza a importância de utilizar equilíbrio geral dinâmico para modelar o comportamento criminoso. Esta é uma limitação que deve ser superada em novos trabalhos.

Por fim, este ensaio deixa outras lacunas que podem ser abordadas em trabalhos futuros. Seria interessante considerar os rendimentos dos indivíduos estado dependentes através de uma formalização da acumulação de capital humano e suas implicações para a inserção no mercado de trabalho de ambos os setores. Outra possibilidade é considerar a alternância e a concomitância entre os setores. Esta uma característica que se adaptaria ao comportamento de criminosos esporádicos que não se enquadrariam na definição de um criminoso crônico. Além disso, modelos dinâmicos que possuíssem formas diferentes para a taxa de desconto intertemporal também poderiam gerar resultados interessantes. Há uma literatura robusta indicando que taxas de desconto exponenciais são insatisfatórias para modelar o comportamento dinâmico dos indivíduos.

3.5 REFERÊNCIAS

ARROW, K. J. The economic implications of learning by doing. **The Review of Economic Studies**, 29(3), 155-173, 1962.

AT, C.; CHAPPE, N. Crime timing. **Economics Bulletin**, 11 (2), 1-7, 2005.

BECKER, G.S. Crime and punishment: an economic approach. **Journal of Political Economy**, 76, 169–217, 1968.

_____. **Accounting for tastes**. Cambridge: Harvard University Press, 1996.

BLOCK, M. K.; HEINEKE, J.M. A labor theoretic analysis of the criminal choice. **American Economic Review**, 65, 314–325, 1975.

BLOCK, M. K., GERETY, V.E. Some experimental evidence on differences between student and prisoner reactions to monetary penalties and risk. **Journal of Legal Studies**, 24, 123-132, 1995.

BLUMSTEIN, A.; COHEN, J.; ROTH, J.; VISHNER, C.A. (eds). **Criminal Careers and Career Criminals**. Washington D.C.: National Academy Press, 1986. 2v.

BLUMSTEIN, A.; COHEN, J.; HSIEH, P. **The Duration of Adult Criminal Careers**. Final report submitted to National Institute of Justice, August 1982. Pittsburgh: School of Urban and Public Affairs, Carnegie Mellon University, 1982.

BORJAS, G.J. **Labor economics**. 3rd Edition, New York: McGraw-Hill, 2005.

CASE, A. C.; LAWRENCE F. K. The company you keep: The effects of family and neighborhood on disadvantaged youths. **NBER Working Paper**, WP3705, 1991.

CHIRICOS, T. G. Rates of crime and unemployment: An analysis of aggregate research evidence. **Social Problems**, 34, 187-212, 1987.

CRAMER, J. S.; HARTOG, J.; JONKER, N.; VAN PRAAG, C. M. Low risk aversion encourages the choice of entrepreneurship: An empirical test of a truism. **Journal of Economic Behaviour and Organization**, 48, 29–36, 2002.

DIAZ-SERRANO, L.; O'NEILL, D. The relationship between unemployment and risk-aversion. **IZA Discussion Paper**, DP 1214, 2004.

DIXIT, A.K.; PINDYCK, R. S. **Investment under Uncertainty**. Princeton: Princeton University Press, 1994.

DOHMEN, T., FALK, A., HUFFMAN, D., SUNDE, U., SCHUPP, J., WAGNE, G. G. Individual risk attitudes: new evidence from a large, representative, experimentally-validated survey. **IZA Discussion Paper**, DP 1730, 2005.

EHRlich, I. Participation in illegitimate activities: A theoretical and empirical investigation. **Journal of Political Economy**, 81 (3), 521–565, 1973.

_____. Crime, punishment and the market for offenses. **Journal of Economic Perspectives**, 10, 43-67, 1996.

EIDE, E. **Economics of Crime: Deterrence and the Rational Offender**, Contributions to Economic Analysis. Amsterdam, Oxford e Tokyo: North-Holland, 1994.

EIDE, E.; RUBIN, P.H.; SHEPHERD, J.M. **Economics of Crime**. (Foundations and Trends in Microeconomics vol. 2), 2006.

ELLIOTT, D.S.; HUIZINGA, D.H.; MENARD, S. **Multiple Problem Youth: Delinquency, Substance Use, and Mental Health Problems**. New York: Springer-Verlag, 1989.

ENGELLEN, P-J. Criminal behavior: A real option approach with an application to restricting illegal insider trading. **European Journal of Law and Economics**, 17, 329–352, 2004.

FARRINGTON, D. P. Age and crime. In: Tonry, M.; Morris, N. (eds). **Crime and Justice: An Annual Review of Research**, vol. 7. Chicago: University of Chicago Press, 1986.

_____. Predictors, causes and correlates of male youth violence. **Crime and Justice**, 24, 421-475, 1998.

_____. Behavioral economic analysis of crime: A critical review. **European Journal of Law and Economics**, 15(1), 2003.

FARRINGTON, D. P.; SNYDER, H.N.; FINNEGAN, T.A. Specialization in juvenile court careers. **Criminology**, 26, 461–487, 1988.

FLINN, C. Dynamic models of criminal careers. In: Blumstein, A.; Cohen, J; Roth, J.A.; Visher, C.A. (eds). **Criminal Careers and Career Criminals**, Vol. 2, 356-379. Washington D.C: National Academy Press, 1986.

FOREMAN-PECK, J.; MOORE, S.C. Gratuitous violence and the rational offender model. **International Review of Law and Economics**, 30, 160–172, 2010.

FREDERICK, S.; LOEWENSTEIN, G.; O'DONOGHUE, T. Time discounting and time preference: a critical review. **Journal of Economic Literature**, 40 (2), 351-401, 2002.

FREEMAN, R. B. The labor market. In: Wilson, J.Q.; Petersilia, J. (eds.). **Crime**. 171–191, Institute for Contemporary Studies, 1995.

GAROUPA, N. The theory of optimal law enforcement. **Journal of Economic Surveys**, 11, 267-295, 1997.

_____. Optimal magnitude and probability of fines. **European Economic Review**, 45, 1765–1771, 2001.

GAVIRIA, A.; RAPHAEL, S. School-based peer effects and juvenile behavior. **Review of Economics and Statistics**, 83 (2), 257–268, 2001.

GREENBERG, D. F. The incapacitative effect of imprisonment: Some estimates. **Law and Society Review**, 9, 541–580, 1975.

GROGGER, J. Certainty vs. severity of punishment. **Economic Inquiry**, 29, 297-315, 1991.

_____. Market wages and youth crime. **Journal of Labor Economics**, 16(4), 756-791, 1998.

GROSSMAN, M. On the concept of health capital and the demand for health. **Journal of Political Economy**, 80, 223-255, 1972.

HAMPARIAN, D.; SCHUSTER, R.; DINITZ, S.; CONRAD, J. **The Violent Few: A study of dangerous juvenile offenders**. Lexington: D. C. Heath, 1978.

HEINEKE, J. M. (ed.). **Economic Models of Criminal Behaviour**. Amsterdam: North Holland, 1978.

JIANAKOPOLOS, N. A.; BERNASEK, A. Are women more risk averse? **Economic Inquiry**, 36(4), 620-630, 1998.

KATZ, L. F.; LEVITT, S.D.; SHUSTOROVICH, E. Prison conditions, capital punishment and deterrence. **American Law and Economics Review**, 5 (2), 318-343, 2003.

KIRBY, K. N. Bidding on the future: Evidence against normative discounting of delayed rewards. **Journal of Experimental Psychology**, 126(1), 54-70, 1997.

KIRBY, K. N.; MARAKOVIC, N. N. Modeling myopic decisions: Evidence for hyperbolic delay-discounting within subjects and amounts. **Organizational Behavior and Human Decision Processes**, 64(1), 22-30, 1995.

KIRBY, K. N.; PETRY, N. M.; BICKEL, W. Heroin addicts have higher discount rates for delayed rewards than non-drug-using controls. **Journal of Experimental Psychology**, 128(1), 78-87, 1999.

KROHN, M. D.; THORNBERRY, T.P.; RIVERA, C.; LE BLANC, M. Later delinquency careers. In: Loeber, R.; Farrington, D. P. (eds.). **Child Delinquents: Development, Intervention, and Service Needs**. Thousand Oaks: Sage, 2001.

KYVSGAARD, B. **The Criminal Career: The Danish Longitudinal Study**. Cambridge: Cambridge University Press, 2003.

LAUB, J. H.; SAMPSON, R.J. Understanding desistance from crime. In: Tonry, M. (ed.) **Crime and Justice: A Review of Research**, vol. 28. Chicago: University of Chicago Press, 2001.

LEE, D. S.; MCCRARY, J. Crime, punishment, and myopia. **NBER Working Paper**, WP 11491, 2005.

LEVITT, S. D. Why do increased arrests rates appear to reduce crime: Deterrence, incapacitation, or measurement error? **Economic Inquiry**, 36, 353–372, 1995.

LIPPMAN, S.A; MCCALL, J.J. The economics of job search: a survey. **Economic Inquiry**, 14(2), 155-189, 1976.

LOTT JR., J. R. Do we punish high income criminals too heavily? **Economic Inquiry**, 30, 583-608, 1992.

MCCALL, J. J. Economics of information and job search. **Quarterly Journal of Economics**, 84(1), 113-126, 1970.

MCDONALD, R.; SIEGEL, D. R. The value of waiting to invest. **Quarterly Journal of Economics**, 101(4), 707-727, 1986.

MOCAN, H. N; BILLUPS, S.C.; OVERLAND, J. A dynamic model of differential human capital and criminal activity. **NBER Working Paper**, WP 7584, 2000.

MENSAH, J. A. The valuation of corruption: An option pricing approach. **UNECA Working paper**, 2004.

MERLO, A. The research agenda: dynamic models of crime and punishment. **Economic Dynamics**, 2(2), 1-12, 2001.

MERTON, R. C. Option pricing when underlying stock returns are discontinuous. **Journal of Financial Economics**, 3, 125-144, 1976.

MYERSON, J.; GREEN, L. Discounting of delayed rewards: Models of individual choice. **Journal of the Experimental Analysis of Behavior**, 64, 263-276, 1995.

NEVARES, D.; WOLFGANG, M.E.; TRACY, P.E. **Delinquency in Puerto Rico: The 1970 Birth Cohort Study**. New York: Greenwood Press, 1990.

NIELSON, W. S., WINTER, H. On criminals' risk attitudes. **Economic Letters**, 55, 97-102, 1997.

PALSSON, A-M. Does the degree of relative risk aversion vary with household characteristics? **Journal of Economics Psychology**, 17(6), 771-787, 1996.

PIEHL, A. M.; DIJULIO, J.J. Does prison pay? revisited: Returning to the crime scene. **Brookings Review**, 13, 21-25, 1995.

PIQUERO, A. R.; BRAME, R.; LYNAM, D. Studying the factors related to career length. **Crime and Delinquency**, 50, 412-435, 2004.

PIQUERO, A. R.; FARRINGTON, D.P.; BLUMSTEIN, A. The Criminal career paradigm. In: Tonry, M. (ed). **Crime and Justice: A Review of Research**, vol. 30. Chicago: University of Chicago Press, 2003.

_____. **Key issues in criminal career research: New analyses of the Cambridge study in delinquent development**. Cambridge: Cambridge University Press, 2007.

POLINSKY, A, M.; SHAVELL, S. The economic theory of public enforcement of law. **Journal of Economic Literature**, 38(1), 45-76, 2000.

ROSEN, S. Hedonic prices and implicit markets: product differentiation in pure competition. **Journal of Political Economy**, 82 (1), 34-55, 1974.

SHEPHERD, J.M. Are criminals like us? Risk attitudes, sentencing guidelines, and increased crime. **Law & Economics Research Paper Series**, Emory School of Law, WP 04-03, 2003.

SHINNAR, S; SHINNAR, R. The effects of the criminal justice system on the control of crime: A quantitative approach. **Law and Society Review**, 9, 581-611, 1975.

SIEBERG, K.K. **Criminal Dilemmas: Understanding and Preventing Crime**, 2nd edition, Berlin: Springer, 2005.

SPELMAN, W. **Criminal Incapacitation**. New York: Plenum, 1994.

SUZUKI, T. Economic modeling of suicide under income uncertainty: for better understanding of middle-aged suicide. **Australian Economic Papers**, 47 (3), 296-310, 2008.

THALER, R.; ROSEN, S. The value of saving a life: evidence from the labor market. In: Terleckyj, N.E. (ed.). **Household Production and Consumption**, NBER, 265-302, 1976.

TRACY, P.E.; WOLFGANG, M.E.; FIGLIO, R.M. **Delinquency Careers in Two Birth Cohorts**. New York: Plenum, 1990.

TRIGEORGIS, L. **Real Options**. Cambridge: MIT Press, 1996.

TVERSKY, A., KAHNEMAN, D. Advances in prospect theory: Cumulative representation of uncertainty. **Journal of Risk and Uncertainty**, 5, 297-323, 1992.

VISHER, C. A. The rand inmate survey: a reanalysis. In: Blumstein, A.; Cohen, A.J.; Roth, J.A.; Visher, C.A. (eds). **Criminal Careers and Career Criminals**, Vol. 2, 161-211. Washington D.C: National Academy Press, 1986.

WILSON, J.Q.; HERRNSTEIN, R.J. **Crime and human nature**. New York: Simon and Schuster, 1985.

WITTE, A. D. Estimating the economic model of crime with individual data. **Quarterly Journal of Economics**, 94, 57-84, 1980.

WITTE, A. D.; WITT, R. Crime causation: economic theories. In: **Encyclopedia of Crime Justice**. New York: Free Press, 2000.

WOLFGANG, M. E.; THORNBERRY, T.P.; FIGLIO, R.M. **From Boy to Man, from Delinquency to Crime**. Chicago: University of Chicago Press, 1987.

WOLFGANG, M. E.; FIGLIO, R.M.; SELLIN, T. **Delinquency in a Birth Cohort**. Chicago: University of Chicago Press, 1972.

3.6 APÊNDICE

3.6.1 Momentos de dY

$$\begin{aligned}
 E(dY) &= (\mu Y dt + \sigma Y \varepsilon \sqrt{dt}) \left(\frac{1 - \lambda dt}{2} \right) + (\mu Y dt - \sigma Y \varepsilon \sqrt{dt}) \left(\frac{1 - \lambda dt}{2} \right) - \phi Y \lambda dt \\
 &= \mu Y dt (1 - \lambda dt) - \phi Y \lambda dt \\
 &= \underbrace{(\mu - \phi \lambda)}_{\text{taxa de mudança esperada em } Y} Y dt
 \end{aligned} \tag{A1}$$

$$E(dY^2) = E(\mu^2 Y^2 dt^2 + \sigma^2 Y^2 dz^2 + (-Y)^2 dq^2) = \sigma^2 Y^2 dt + Y^2 \lambda \phi^2 dt$$

Onde $E(dz^2) = dt$ e $E(dq^2) = \lambda \phi^2 dt$ e todos os termos com dt^2 são ignorados, portanto, a variância do processo será:

$$\begin{aligned}
 Var(dY) &= E(dY^2) - [E(dY)]^2 \\
 Var(dY) &= \underbrace{\lambda \phi^2 Y^2 dt}_{\text{Poisson}} + \underbrace{\sigma^2 Y^2 dt}_{\text{MBG}}
 \end{aligned} \tag{A2}$$

3.6.2. Obtenção de γ_1 e suas derivadas

Após substituir (13) em (12) e fazer alguma manipulação algébrica tem-se que:

$$\frac{\gamma_1^2}{2} + \left(\frac{\mu}{\sigma^2} - \frac{1}{2} \right) \gamma_1 - (\rho + \lambda) + \lambda(1 - \phi) \gamma_1 \tag{A3}$$

Nos casos em que $0 < \phi < 1$, as raízes deste polinômio podem ser obtidas através de métodos numéricos tal como o método de Newton. No entanto, nos casos em que $\phi = 0$ e $\phi = 1$, estas podem ser obtidas analiticamente, estas são, respectivamente:

$$\gamma_1 = \frac{1}{2} - \frac{\mu}{\sigma^2} + \left[\left(\frac{\mu}{\sigma^2} - \frac{1}{2} \right)^2 + \frac{2\rho}{\sigma^2} \right]^{1/2} > 1 \Leftrightarrow \rho > \mu \tag{A4}$$

$$\gamma_1 = \frac{1}{2} - \frac{\mu}{\sigma^2} + \left[\left(\frac{\mu}{\sigma^2} - \frac{1}{2} \right)^2 + \frac{2(\rho + \lambda)}{\sigma^2} \right]^{1/2} > 1 \Leftrightarrow \rho > \mu - \lambda \tag{A5}$$

As suas derivadas com relação aos parâmetros σ^2 e λ quando $\phi = 1$ são, respectivamente:

$$\frac{\partial \gamma_1}{\partial \sigma} = \frac{2}{\sigma^3} \left\{ \mu - \frac{\left(\frac{\mu}{\sigma^2} - \frac{1}{2}\right)(\mu + \rho + \lambda)}{\left[\left(\frac{\mu}{\sigma^2} - \frac{1}{2}\right)^2 + \frac{2(\rho + \lambda)}{\sigma^2}\right]^{1/2}} \right\} < 0 \quad (\text{A6})$$

$$\frac{\partial \gamma_1}{\partial \lambda} = -\frac{1}{\sigma^2 \left[\left(\frac{\mu}{\sigma^2} - \frac{1}{2}\right)^2 + \frac{2(\rho + \lambda)}{\sigma^2}\right]^{1/2}} < 0 \quad (\text{A7})$$

3.6.3. Estática comparativa de Y^*

$$\frac{\partial Y^*}{\partial \lambda} = \frac{[1 - (1 - \phi)\theta]}{\theta} \left(\frac{\Delta' \gamma_i w}{\gamma_1 - \theta}\right)^{1 - \theta / \theta} > 0 \quad (\text{A8})$$

$$\frac{\partial Y^*}{\partial \phi} = \lambda(1 - \phi)^{\theta - 1} \left(\frac{\Delta' \gamma_i w}{\gamma_1 - \theta}\right)^{1 - \theta / \theta} > 0 \quad (\text{A9})$$

$$\frac{\partial Y^*}{\partial \rho} = \frac{\gamma_i w + \Delta' [(\gamma_1 - \theta)\gamma_1 \frac{\partial w}{\partial \rho} + w \frac{\partial \gamma_1}{\partial \rho}]}{\theta(\gamma_1 - \theta)^2} \left(\frac{\Delta' \gamma_i w}{\gamma_1 - \theta}\right)^{1 - \theta / \theta} < 0 \quad (\text{A10})$$

$$\frac{\partial Y^*}{\partial \mu} = \frac{-\theta w [(\gamma_1 - \theta)\gamma_1 + \Delta' \frac{\partial \gamma_1}{\partial \mu}]}{\theta(\gamma_1 - \theta)^2} \left(\frac{\Delta' \gamma_i w}{\gamma_1 - \theta}\right)^{1 - \theta / \theta} < 0 \quad (\text{A11})$$

$$\frac{\partial Y^*}{\partial \sigma} = \frac{w [(\gamma_1 - \theta)\gamma_1 \frac{\partial \Delta'}{\partial \sigma} - \theta \Delta' \frac{\partial \gamma_1}{\partial \sigma}]}{\theta(\gamma_1 - \theta)^2} \left(\frac{\Delta' \gamma_i w}{\gamma_1 - \theta}\right)^{1 - \theta / \theta} > 0 \quad (\text{A12})$$

$$\frac{\partial Y^*}{\partial \theta} = \frac{\gamma_1 w [(\gamma_1 - \theta) \frac{\partial \Delta'}{\partial \theta} + \Delta']}{\theta(\gamma_1 - \theta)^2} \left(\frac{\Delta' \gamma_i w}{\gamma_1 - \theta}\right)^{1 - \theta / \theta} < 0 \quad (\text{A13})$$

$$\frac{\partial Y^*}{\partial w} = \frac{1}{\theta w} \left(\frac{\Delta' \gamma_i w}{\gamma_1 - \theta}\right)^{1 / \theta} > 0 \quad (\text{A14})$$

3.6.4. Prova da proposição 1

De (A1) pode se extrair a seguinte equação diferencial:

$$\frac{\dot{Y}}{Y} = \mu - \lambda \phi \quad (\text{A15})$$

A sua solução é dada por:

$$Y_t = Y_0 e^{(\mu - \lambda \phi)t} \quad (\text{A16})$$

Substituindo (15) em (A16) e rearranjando os termos, tem-se que:

$$t = \frac{\ln Y_t^* - \ln Y_0}{\mu - \lambda \phi} \quad (\text{A17})$$

Sabendo que o momento ótimo para o exercício da opção é quando $Y_t \geq Y^*$ e que se $Y^* > Y_0$ a opção não é exercida em $t = 0$ (o numerador é um valor positivo), então, tem-se que $t \rightarrow \infty$ quando $\lambda \phi \rightarrow \mu$.

3.6.5. Prova da proposição 2.

Iniciando pelo modelo de Becker (1968), a utilidade esperada de cometer um crime é dada por⁶⁹:

$$E[U] = pU(Y - f) + (1 - p)U(Y) \quad (\text{A18})$$

Onde $U[.]$ é a função utilidade, Y é a renda do crime, monetária mais a psíquica, f é o equivalente monetário da punição e p é a probabilidade de ser pego e condenado. Desta forma, um indivíduo comete um crime se a utilidade esperada é positiva e não comete caso esta seja negativa. Note que:

$$\frac{\partial E[U]}{\partial p} = U(Y - f) - U(Y) < 0 \quad \text{e} \quad \frac{\partial E[U]}{\partial f} = -pU'(Y - f) < 0 \quad (\text{A19})$$

Através da equação (A18) é possível construir as elasticidades em relação aos dois parâmetros. Estas são dadas por:

$$\frac{-\partial E[U]}{\partial p} \frac{p}{U} = U(Y - f) - U(Y) \frac{p}{U} \quad \text{e} \quad \frac{-\partial E[U]}{\partial f} \frac{f}{U} = -pU'(Y - f) \frac{f}{U} \quad (\text{A20})$$

Portanto, a elasticidade com relação à probabilidade de punição será maior do que com relação à punição se:

$$\frac{U(Y) - U(Y - f)}{f} > U'(Y - f) \quad (\text{A21})$$

Isto ocorre se $U''(Y - f) > 0$, ou seja, quando os indivíduos são apreciadores do risco.

⁶⁹ Becker (1968), pág. 177.

No modelo, a elasticidade com relação à probabilidade de punição ($E_{Y\lambda}$) será maior do que com relação à punição ($E_{Y\phi}$) se $\frac{\lambda}{Y^*} \frac{\partial Y^*}{\partial \lambda} > \frac{\phi}{Y^*} \frac{\partial Y^*}{\partial \phi}$.

Utilizando $\frac{\partial Y^*}{\partial \lambda}$ e $\frac{\partial Y^*}{\partial \phi}$ do apêndice 6.3 a desigualdade após retirar os termos em comum será:

$$1 - (1 - \phi)^\theta > \phi\theta(1 - \phi)^{\theta-1} \quad (\text{A22})$$

Denotando $\phi = \frac{f}{Y}$ e $1 - \phi = \frac{Y-f}{Y}$ e substituindo em (7) tem-se que:

$$\frac{Y^\theta - (Y-f)^\theta}{f} > \theta(Y-f)^{\theta-1} \quad (\text{A23})$$

Usando que $U(Y) = Y^\theta$ as equações (A21) e (A23) são equivalentes.

3.6.6. Prova da proposição 3.

Quando $\rho \rightarrow \infty$, $\Delta' \rightarrow \infty$ e $\gamma_1 \rightarrow \infty$. Assim, substituindo (1) em (15) tem-se que:

$$Y^* = \Lambda w_t^{\frac{1}{\theta}} \quad (\text{A24})$$

Onde $\Lambda = \left[\frac{\Delta' \gamma_1}{(\gamma_1 - \theta)(\rho - \mu)} \right]^{\frac{1}{\theta}}$. Portanto, se $\rho \rightarrow \infty \Rightarrow \Lambda \rightarrow 1$, logo, $Y^* \rightarrow w_t^{\frac{1}{\theta}}$.

4 CONCLUSÕES

Esta Tese de doutoramento tinha por objetivo contribuir para a Teoria Econômica do Crime através de ensaios teóricos que consideram aspectos omitidos pela literatura tradicional: o comportamento estratégico e a dinâmica das decisões dos agentes. Estes aspectos foram avaliados em dois ensaios distintos.

No primeiro ensaio foi abordado o impacto de políticas a respeito de armas na criminalidade. O ensaio apresenta uma aplicação de Teoria dos Jogos à economia do crime que se diferencia dos artigos de Tsebelis (1989, 1990, 1993) por considerar a interação direta entre vítimas e criminosos e por incluir mais do que duas estratégias no conjunto de ações dos agentes. Isto permite que políticas relacionadas à punição tenham impacto no crime através de mudanças de comportamento por parte dos agentes diante de um novo arcabouço institucional.

O ensaio apresentou acréscimos em relação aos seus antecessores, especialmente aos trabalhos de Taylor (1994) e Mialon e Wiseman (2005). Em linhas gerais, três novas suposições foram acrescentadas aos modelos propostos pelos autores citados. A primeira suposição é de que os criminosos possuem a vantagem de jogar primeiro e, portanto, podem selecionar as suas vítimas. A segunda suposição é que criminosos possuem vantagens em confrontos com equidade instrumental, ou seja, possuem maior habilidade no manuseio de uma arma e maior capacidade em lutas sem armas. A terceira suposição é que os criminosos podem ter informação incompleta a respeito das vítimas, pois este desconhece *a priori* a capacidade da vítima em se defender seja com uma arma ou sem uma arma.

O ensaio conclui que estas diferentes suposições podem modificar significativamente os resultados do modelo, pois ao analisar os efeitos da disponibilidade de armas através de um modelo de crime e autodefesa concluiu que mais armas implicam em mais crimes quando se considera que criminosos possuem algum tipo de vantagem no confronto. Desta forma, as políticas recomendáveis para a redução dos crimes com armas são políticas que aumentem os custos de portar as armas tanto para criminosos quanto para vítimas, pois os modelos propostos mostram que o controle de armas é mais eficiente quando afeta os custos de vítimas e de criminosos.

O segundo ensaio propõe um modelo dinâmico para avaliar a decisão do indivíduo de se engajar no crime de forma a constituir uma carreira criminosa. O modelo parte dos

princípios propostos por Becker (1968), em que o indivíduo opta entre um evento com rendimento certo e outro sujeito a incerteza, e de Ehrlich (1973) em que a atividade legal e ilegal são tratadas como fontes alternativas de trabalho e rendimentos. Contudo, o modelo proposto é dinâmico, enquanto os apresentados nos trabalhos citados são estáticos. Embora o ensaio siga alguns argumentos propostos por Engelen (2004), este contribui para a literatura ao considerar a opção pela carreira criminosa como uma opção americana, pois indivíduos não costumam tomar decisões deste tipo com data de vencimento. Ademais, a utilização de um processo de Poisson para modelar a probabilidade de punição e as suas conseqüências nos rendimentos do setor ilegal aproxima o modelo do mundo real em que existem pelo menos duas fontes de incerteza nestes rendimentos. Estes aspectos não são considerados em Engelen (2004).

Com relação aos demais modelos dinâmicos apresentados na literatura, tais como Mocan et al. (2000) e McCrary (2009), o modelo proposto possui a vantagem de gerar uma solução analítica fechada para o modelo que evita ambigüidades e, assim, permite simular resultados numéricos a partir de um modelo teórico robusto. Os resultados obtidos estão em consonância com a literatura de economia do crime.

REFERÊNCIAS

- ANDREONI, J. A. Reasonable doubt and the optimal magnitude of fines: should the penalty fit the crime? **Rand Journal of Economics**, 22, 385-395, 1991.
- AYRES, I., DONOHUE III, J.J. Shooting down the more guns, less crime hypothesis. **Stanford Law Review**, 55, 1193–1312, 2003.
- BALDRY, J. C. Crime punishable by imprisonment: a note. **Journal of Legal Studies**, 9, 617-619, 1980.
- BEBCHUK, L. A.; KAPLOW, L. Optimal sanctions when individuals are imperfectly informed about the probability of apprehension. **Journal of Legal Studies**, 21, 365-370, 1992.
- BECKER, G.S. Crime and punishment: an economic approach. **Journal of Political Economy**, 76, 169–217, 1968.
- BIANCO, W.T.; ORDESHOOK, P.C.; TSEBELIS, G. Crime and punishment: are one-shot, two-person games enough? **American Political Science Review**, 84, 569-586, 1990.
- BLACK, D.A., NAGIN, D.S. Do right-to-carry laws deter violent crime? **Journal of Legal Studies**, 27, 209–219, 1998.
- BLOCK, M. K.; HEINEKE, J.M. A labor theoretic analysis of the criminal choice. **American Economic Review**, 65, 314–325, 1975.
- BLUMSTEIN, A.; COHEN, J.; HSIEH, P. **The Duration of Adult Criminal Careers**. Final report submitted to National Institute of Justice, August 1982. Pittsburgh: School of Urban and Public Affairs, Carnegie Mellon University, 1982
- COOK, P. J. The technology of personal violence. In: Tonry , M.(ed). **Crime and Justice: A Review of Research**, 1-70, Chicago: University of Chicago Press, 1991.
- COOK, P.J., LUDWIG, J. The social costs of gun ownership. **Journal of Public Economics**, 90, 379-391, 1996.

DEZHBAKHSH, H., RUBIN, P.H. The effect of concealed handgun laws on crime: beyond the dummy variables. **International Review of Law and Economics**, 23, 199-216, 2003.

DUGGAN, M. More gun, more crime. **Journal of Political Economy**, 109, 1086-1114, 2001.

EHRlich, I. Participation in illegitimate activities: A theoretical and empirical investigation. **Journal of Political Economy**, 81 (3), 521-565, 1973.

EIDE, E.; RUBIN, P.H.; SHEPHERD, J.M. **Economics of Crime**. (Foundations and Trends in Microeconomics vol. 2), 2006.

FRIEDMAN, J. A non-cooperative equilibrium for supergames, **Review of Economic Studies**, 38, 1-12, 1971.

GAROUPA, N. The theory of optimal law enforcement. **Journal of Economic Surveys**, 11, 267-295, 1997.

_____. Optimal magnitude and probability of fines. **European Economic Review**, 45, 1765-1771, 2001.

_____. Behavioral economic analysis of crime: A critical review. **European Journal of Law and Economics**, 15(1), 2003.

HEINEKE, J. M. (ed.). **Economic Models of Criminal Behaviour**. Amsterdam: North Holland, 1978.

HIRSHLEIFER, J.; RASMUSEN, E. Are equilibrium strategies unaffected by incentives? **Journal of Theoretical Politics**, 4, 353-367, 1992.

KATZ, L. F.; LEVITT, S.D.; SHUSTOROVICH, E. Prison conditions, capital punishment and deterrence. **American Law and Economics Review**, 5 (2), 318-343, 2003.

LOTT, J. R. The Concealed Handgun Debate. **Journal of Legal Studies**, 26 (1), 221-243, 1998.

_____. **More Guns, Less Crime**. 3^a edição. Chicago: University of Chicago Press, 2010.

LOTT, J.R., MUSTARD, D.B. Crime, deterrence, and right-to-carry concealed handguns. **Journal of Legal Studies**, 26, 1-68, 1997.

LJUNGQVIST, L.; SARGENT, T. J. **Recursive Macroeconomic Theory**. Cambridge: MIT Press, 2004.

LUDWIG, J. Concealed gun-carrying laws and violent crime: evidence from state panel data. **International Review of Law and Economics**, 18, 239–254, 1998.

MCCALL, J. J. Economics of information and job search. **Quarterly Journal of Economics**, 84(1), 113-126, 1970.

POLINSKY, A, M.; SHAVELL, S. The optimal use of fines and imprisonment. **Journal of Public Economics**, 24, 89-99, 1984.

_____. A note on optimal fines when wealth varies among individuals. **American Economic Review**, 81, 618-621, 1991.

PRADIPTYO, R. Does punishment matter? A refinement of the inspection game. **Review of Law and Economics**, 3 (2), 197-219, 2007.

SHEPHERD, J.M. Fear of the first strike: The full deterrent effect of California's two- and three-strikes legislation. **Journal of Legal Studies**, 31, 159–201, 2002.

SIEBERG, K.K. **Criminal Dilemmas: Understanding and Preventing Crime**, 2nd edition, Berlin: Springer, 2005.

STOLZENBERG, L.; D'ALESSIO, S. Three strikes and you're out: The impact of California's new mandatory sentencing law on serious crime rates. **Crime and Delinquency**, 43, 457–469, 1997.

TULLOCK, G. Penalty has no impact on crime: A comment on Tsebelis. **Rationality and Society**, 3(1), 142-143, 1991.

TSEBELIS, G. The abuse of probability in political analysis: the Robinson Crusoe fallacy. **American Political Science Review**, 83, 77-92, 1989.

_____. Crime and punishment: are one-shot, two-person games enough? **American Political Science Review**, 84, 576-585, 1990.

_____. Penalty and crime: further theoretical considerations and empirical evidence. **Journal of Theoretical Politics**, 5, 349-374, 1993.

WEISSING, F.; OSTROM, E. Crime and punishment: further reflections on the counter intuitive results of mixed equilibria games. **Journal of Theoretical Politics**, 3, 343-350, 1991.

WILSON, J.Q.; HERRNSTEIN, R.J. **Crime and human nature**. New York: Simon and Schuster, 1985.

WITTE, A. D. Estimating the economic model of crime: reply. **Quarterly Journal of Economics**, 98 (1), 167-175, 1983.

ZIMRING, F. E. Is gun control likely to reduce violent killings? **University of Chicago Law Review**, 35, 21-37, 1968.