

## Confronto entre criminosos e vítimas com o uso de armas de fogo

Talita Egevardt de Castro<sup>1</sup>  
Felippe Clemente<sup>2</sup>  
Viviani Silva Lírio<sup>3</sup>  
Evandro Camargos Teixeira<sup>4</sup>

**Resumo:** A violência e a segurança têm se tornado uma das principais preocupações no Brasil e no mundo. Observa-se um aumento constante dos indicadores da violência, principalmente da taxa de homicídios com armas de fogo. Com isso, o objetivo central do trabalho é aplicar ao contexto brasileiro as diferentes simulações em Teoria dos Jogos de confronto entre criminoso e vítima, de acordo com os modelos teóricos de Oliveira (2011) e propor políticas públicas que maximizem o bem-estar e a segurança na sociedade. Os principais resultados mostram que, dada uma sociedade em que os indivíduos possuem habilidades iguais, ofertar armas e aumentar o custo de portá-las acima da remuneração da vítima inibe o crime. Já para uma sociedade com habilidades e comportamentos diferentes, o resultado implica em crimes com armas, sendo, portanto, difícil inferir sobre políticas públicas a respeito de armas e seus impactos na criminalidade.

**Palavras-chave:** vítima, criminoso, Teoria dos Jogos, armas de fogo.

**Classificação JEL:** C72; K14; K42

### Confrontation between criminals and victims with the use of firearms

**Abstract:** The violence and security have become a major concern in Brazil and worldwide. A constant increase has been noticed in violence indicators, especially the rate of homicides with firearms. Thereby, this paper aims to apply to the Brazilian context different simulations in Theory of Games of confrontation between criminal and victim, according to the theoretical models of Oliveira (2011) and propose public policies that maximize the welfare and security in society. The main results show that, given a society where individuals have equal abilities, offering weapons and increasing its cost

<sup>1</sup> Doutoranda em Economia Aplicada - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz. E-mail: taliedecastro@yahoo.com.br

<sup>2</sup> Doutorando em Economia Aplicada - Universidade Federal de Viçosa. E-mail: felippe.clemente@ufv.br

<sup>3</sup> Professora Associada do Departamento de Economia Rural - Universidade Federal de Viçosa. E-mail: vsllirio@ufv.br

<sup>4</sup> Professor Adjunto do Departamento de Economia Rural - Universidade Federal de Viçosa. E-mail: evando.teixeira@ufv.br

above the victim's compensation inhibits crime. As for a society with different skills and behaviors, the result implies crimes with guns, therefore it is difficult to infer about public policies regarding weapons and its impact on crime.

**Key-words:** victim, offender, game theory, firearms.

**JEL Classification:** C72; K14; K42

## 1 Introdução

De acordo com Waiselfisz (2013), o tema da violência em geral e o da criminalidade em particular têm merecido crescente atenção nos últimos anos, com um incremento significativo no número de estudos científicos. O aumento das ocorrências criminosas no Brasil tornou inegável a importância das pesquisas sobre violência, com enfoque especial acerca dos aspectos representativos e problemáticos da atual organização da vida social, especialmente nos grandes centros urbanos (LIRA, 2007).

No Brasil, tanto a violência quanto a criminalidade, têm aumentado desde o começo dos anos oitenta, gerando efeitos diretos sobre as vítimas e seus familiares, levando a um maior dispêndio do Estado com o sistema de saúde, previdência social, justiça, motivando alocações de recursos pelas empresas e famílias para setores improdutivos. A expectativa da violência e criminalidade também gera uma perda na acumulação de capital físico percebida nas mudanças de hábitos, pois inibe o turismo, o consumo de alguns bens e serviços, além de gerar uma redução na demanda por lazer em lugares públicos (CERQUEIRA et al., 2007).

A violência e a segurança têm se tornado uma das principais preocupações no Brasil e no mundo. Observa-se um aumento constante dos indicadores da violência: taxas de homicídios, conflitos religiosos, étnicos, dentre outros. Dentre esses indicadores, destaca-se a taxa de homicídios por armas de fogo (WAISELFISZ, 2011). Entre 1980 e 2010, 880.386 cidadãos morreram no Brasil por disparos de armas de fogo. Os homicídios em 1980 representavam aproximadamente 70% da taxa de mortalidade por armas de fogo, passando para 94,5% em 2012 (WAISELFISZ, 2015). As vítimas, em sua maioria, são do sexo masculino, jovens<sup>5</sup>, negros ou pardos e de baixa escolaridade (ANDRADE et al., 2012; CERQUEIRA et al., 2007; SILVEIRA, 2008).

Assim, é essencial estudar a motivação do confronto entre indivíduos e criminosos com armas de fogo para propor soluções e alternativas que diminuam os homicídios. Nesse sentido, Oliveira (2011) propôs modelos teóricos de crime e auto-defesa utilizando a Teoria dos Jogos. Fazendo uso da teoria dos jogos, o autor avalia como se dá a decisão de portar e usar arma, tanto para praticar um crime quanto para autodefesa, considerando a possibilidade de haver uma reação por parte do oponente.

<sup>5</sup> Jovens de 15 a 29 anos.

Um dos precursores a aplicar a Teoria dos Jogos para modelar encontros entre criminosos e vítimas com o uso de armas de fogo é Taylor (1995). O autor supõe que os criminosos sempre cometem crimes com armas de fogo e também não considera a possibilidade de um confronto resultar em vítimas fatais.

O modelo de Mialon e Wiseman (2005) supõe que criminosos e vítimas têm a mesma chance em um confronto por terem a mesma habilidade. A conclusão principal do trabalho é que o direito de portar armas não pode ser revogado, a menos que isso implique em perda de liberdade e, portanto, bem-estar por parte dos indivíduos.

Bac Mehmet (2010) desenvolve um modelo de crime com potencial heterogêneo de vítimas e agressores com relação à posse de armas e resultados de confrontos entre vítima e infrator. Ele constata que as demandas das vítimas por armas de fogo estão relacionadas com os tipos de vítimas e os benefícios privados de um confronto. O artigo caracteriza a interdependência entre as demandas e avalia o efeito do bem-estar das sanções e das políticas de controle de armas.

Guha (2010) concentra-se no efeito das mudanças na segurança pública (polícia) sobre medidas de segurança privadas que as vítimas podem adotar. Em particular, analisa-se o equilíbrio entre os diferentes tipos de medidas de segurança privada – como usar ou portar armas, carregar menos dinheiro ou manter uma quantidade menor de objetos valiosos em casa – e estuda como essa compensação é afetada por mudanças na segurança pública.

O trabalho de Oliveira (2011) busca preencher as limitações teóricas deixadas pela literatura, tornando os modelos mais completos. Primeiramente, consideram-se todas as formas de informação: perfeita, imperfeita e assimétrica. Além disso, considera-se a possibilidade de vítimas e criminosos terem um confronto desigual, visto que criminosos têm habilidade superior no manuseio de armas e podem surpreender as vítimas, garantindo a eles vantagem no confronto. Outra importante modificação é que este estudo mostra que o objetivo principal de um confronto entre criminoso e vítima não é matar um ao outro, normalmente armas são utilizadas por criminosos para intimidar e obter menor resistência por parte das vítimas.

Face ao exposto, os objetivos do trabalho são aplicar ao contexto brasileiro as diferentes simulações de confronto entre criminoso e vítima, propostas por Oliveira (2011), que considera características distintas dos indivíduos, e inferir acerca de políticas públicas que mitiguem o problema exposto e proporcionem maior bem-estar e segurança.

O artigo é inovador no sentido de aplicar os modelos teóricos de crime e autodefesa no Brasil. Neste estudo, optou-se por utilizar informações do município de São Paulo, tendo em vista a qualidade das informações fornecidas pela polícia do Estado de São Paulo (CERQUEIRA e DE MELLO, 2013), a consistência (CERQUEIRA, 2010) e confiabilidade dos dados (CERQUEIRA, 2010; DE MELLO E SCHNEIDER, 2010).

Este trabalho, além dessa introdução que apresenta breves considerações acerca da situação da criminalidade no país, contém outras cinco seções: o referencial teórico, que aborda os modelos utilizados nesta pesquisa, o referencial analítico, que expõe a técnica utilizada para encontrar os equilíbrios dos jogos, uma seção para as variáveis e o tratamento dado a elas, os resultados e a conclusão.

## 2 Referencial Teórico

Becker (1968) é tido como o precursor a tratar o crime como uma atividade econômica, que até então era visto como uma questão sociológica e biológica. O autor propôs um modelo teórico em que o indivíduo poderia escolher entre a atividade legal e a ilegal, conforme o seu custo e benefício. Assim, o número de crimes que o indivíduo poderia cometer relaciona-se com a probabilidade de ser condenado e a punição que ele receberia pelo crime.

De acordo com Silva Junior (2009), os estudos relacionados à Teoria dos Jogos datam de 1713 com a solução de estratégias mistas de Waldegrave. Em 1838, Augustine Cournot introduziu o problema do duopólio, cujas ideias inspiraram Joseph Bertrand, que apresentou a hipótese de rigidez de preços em 1883. Outra versão do duopólio de Cournot foi proposta por Heinrich von Stackelberg em 1934, que extrapolou as condições de concorrência perfeita ao sugerir que as firmas agiriam sequencialmente.

Em 1944, foi introduzida por von Neumann e Morgenstern a ideia de jogos cooperativos. A noção de jogos não-cooperativos foi apresentada por Nash na década de 1950. As ideias de Nash foram aprofundadas por Reinhard Selten em 1953 e por John C. Harsanyi na década de 1960 (SILVA JUNIOR, 2009).

Fiani (2006) menciona que a contribuição principal de John C. Harsanyi se deu com a publicação de “Games with Incomplete Information Played by ‘Bayesian’ Players, Parts I, II and III”. A ideia apresentada nesses artigos é que nem todos os jogadores têm as mesmas informações sobre o jogo, permitindo que um dos jogadores tenha informações privilegiadas. Esse modelo foi denominado como modelo de informação incompleta.

Myerson (1997, pág. 26) define Teoria dos Jogos como “the study of mathematical models of conflict and cooperation between intelligent rational decision-makers”. Trata-se de técnicas matemáticas em que os jogadores tomam decisões que exercem influência no bem-estar de outro jogador. Os jogos são simplificações da realidade e permitem entender mais facilmente os problemas reais.

Geralmente os teóricos consideram duas suposições relacionadas aos jogadores: que eles são inteligentes e racionais. Dizer que um jogador é racional significa que ele sempre está buscando seus objetivos, isto é, ele sempre quer maximizar o valor esperado da sua utilidade. Ao supor que o jogador é inteligente, acredita-se que ele conheça tudo sobre a teoria daquele jogo e baseando-se nisso ele pode tirar suas próprias conclusões (MYERSON, 1997).

Silva Júnior (2009) menciona que um jogo é constituído de alguns elementos básicos. Os jogadores são indivíduos que tomam decisões conforme a interação com outros jogadores. A ação é a decisão que um jogador toma, não importando a escolha dos outros jogadores. Ao conjunto de ações dá-se o nome de espaço de ações.

Quando o jogador toma uma ação, considerando as ações dos demais jogadores, há uma estratégia ou espaço de estratégias. Funções de pagamento ou *payoff's* são os pagamentos que os jogadores podem receber por intermédio das interações dos seus espaços estratégicos. Há estratégias puras, que podem assumir os valores de probabilidade  $p = 0$  ou  $p = 1$ . Varian (2006) define estratégia pura como aquela que não se altera, uma vez escolhida pelo agente.

As estratégias mistas são aquelas cujos valores estão no intervalo  $[0,1]$ . Varian (2006) define equilíbrio de Nash em estratégias mistas como um equilíbrio no qual cada agente escolhe a frequência ótima para jogar as suas estratégias, dadas as frequências das escolhas do outro agente.

O jogo pode ter informação incompleta, quando um ou todos os jogadores não possuem todas as informações das regras do jogo, e informação completa que Fiani (2006) define como aquele jogo em que todos os jogadores conhecem as recompensas dos demais.

O jogo com informação imperfeita é aquele em que o jogador não tem informações sobre o adversário e seus movimentos, e informação perfeita, na definição de Fiani (2006), é aquele jogo em que todos os jogadores conhecem toda a história do jogo antes de fazerem suas escolhas.

Um jogo pode ter equilíbrio de Nash, isto é, a melhor escolha estratégica de um dos jogadores com base na escolha do outro jogador. Equilíbrio de estratégia dominante que consiste na eliminação das estratégias que apresentam um valor inferior para o *j-ésimo* jogador, independentemente da estratégia do outro jogador. Todo o equilíbrio de estratégia dominante é um equilíbrio de Nash, mas o contrário não é verdadeiro (SILVA JÚNIOR, 2009).

Um jogo pode conter um subjogo que se relaciona com os desdobramentos de um processo de interação estratégica, em que as decisões dos jogadores são tomadas seguindo uma ordem predeterminada. Um subjogo pode ser qualquer parte de um jogo na forma extensiva que começa em um único nó de decisão, ele contém todos os nós seguintes e se contiver qualquer nó de um conjunto de informação, ele conterá todos os nós desse conjunto (FIANI, 2006).

O equilíbrio de Nash para jogos sequenciais é chamado de equilíbrio de Nash perfeito em subjogos, que contém um equilíbrio de Nash para todo o jogo e um equilíbrio de Nash para cada subjogo. Assim, a combinação de estratégias deve ser a melhor entre todas as possíveis situações. A combinação de estratégias que maximiza a recompensa de cada jogador, conforme as estratégias, tipos e probabilidades atribuídas aos outros jogadores, é chamada de equilíbrio de Nash Bayesiano.

Fiani (2006) menciona que um jogo simultâneo é aquele em que um jogador age sem se importar com as decisões dos demais jogadores e ele também “não se preocupa com as consequências futuras de suas escolhas”.

Uma limitação de jogos simultâneos é que ele não permite representar situações com mais de uma etapa, não é possível representar um processo de interação em etapas sucessivas. Essa limitação é suprida em jogos sequenciais em que os movimentos dos jogadores seguem uma ordem predeterminada. A escolha seguinte do jogador depende das decisões já tomadas por outros jogadores e considera, também, as consequências futuras das suas escolhas.

Um dos precursores acerca do uso da Teoria dos Jogos para modelar o comportamento estratégico do crime é Tsebelis (1989), que propôs um modelo de crime baseado em um jogo estático com informação imperfeita com o público e a polícia (OLIVEIRA, 2011).

Conforme Oliveira (2011), o primeiro trabalho que modelou o encontro entre criminosos e vítimas com o uso de armas de fogo na Teoria dos Jogos é de Taylor (1995). Nesse modelo não há vítimas fatais e os criminosos cometem crimes somente com armas.

As simulações realizadas nesta pesquisa consideram diferentes interações entre criminoso e vítima, com informação perfeita e imperfeita. Tais interações seguem os modelos de Oliveira (2011), apresentados a seguir.

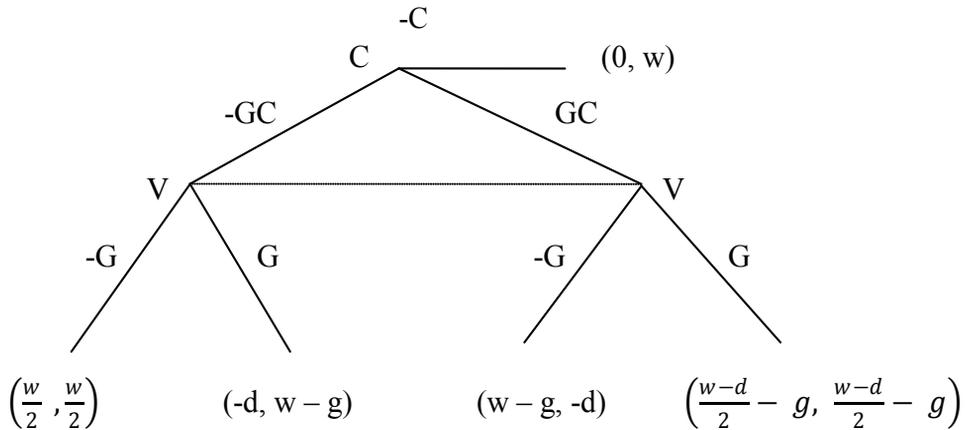
Supõe-se que na população existam vítimas ( $V$ ) e criminosos ( $C$ ) potências e que esses sejam idênticos. Contudo, as vítimas podem ter habilidades diferentes no manuseio de armas. As vítimas detêm uma dotação financeira  $w > 0$ , diferentemente dos criminosos, que podem obtê-la com um crime. Criminosos e vítimas têm o mesmo custo para portar uma arma  $g > 0$  e o mesmo custo de morrer em um confronto  $d > 0$ .

As estratégias adotadas por criminosos consistem em: escolher não cometer um crime ( $-C$ ), cometê-lo sem uma arma ( $-GC$ ) e cometê-lo com uma arma ( $GC$ ). Enquanto as estratégias das vítimas versam em sair à rua sem uma arma ( $-G$ ) e sair à rua com uma arma com o objetivo de autodefesa ( $G$ ).

## 2.1 Modelos dinâmicos com informação perfeita e equilíbrio em estratégias puras

Neste modelo considera-se a existência de informação perfeita. Ao considerar informação perfeita, tem-se um jogo dinâmico cujas ações acontecem sequencialmente: inicialmente os criminosos decidem se cometem ou não o crime, caso a escolha seja o crime, eles decidem se utilizam ou não uma arma. Posteriormente, as vítimas, sabendo das decisões anteriores, decidem se utilizam uma arma para defesa ou não. Na Figura 1 está representado o jogo com informação perfeita, as respectivas estratégias e *payoffs*, que supõe a mesma habilidade para utilizar armas de ambos os jogadores e nesse caso, o criminoso executa a vítima mesmo que ela não porte arma.

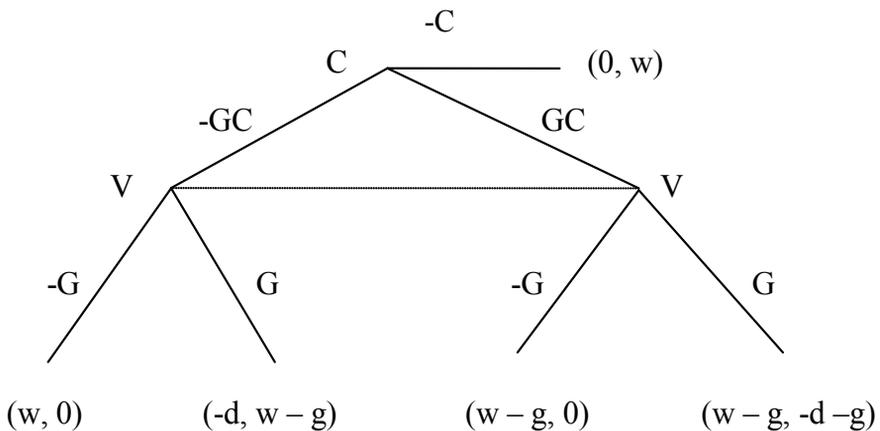
Figura 1: Jogo sequencial com informação perfeita e habilidades iguais.



Fonte: Oliveira (2011).

A Figura 2 apresenta o jogo que considera informação perfeita, habilidades e comportamentos diferentes entre os jogadores. Neste jogo, supõe-se que as vítimas não matem os criminosos se suas vidas não estiverem ameaçadas e que elas têm a chance de utilizar suas armas apenas se o criminoso estiver desarmado. Quanto aos criminosos, supõe-se que eles escolham as vítimas que lhes dão mais vantagem na luta e que as vítimas não têm chance de utilizarem as suas armas. Devido a essas suposições, que são específicas a esse jogo, observa-se na Figura 2, que os *payoffs* se alteraram, mantendo as estratégias.

Figura 2: Jogo sequencial com informação perfeita, habilidades e comportamentos diferentes.



Fonte: Oliveira (2011).

## 2.2 Modelos dinâmicos com informação imperfeita e equilíbrio em estratégias mistas

Uma maneira alternativa, como proposto em Oliveira (2011), é considerar informação imperfeita. Nesse caso, o equilíbrio ocorre em estratégias mistas e considera-se a probabilidade do criminoso portar uma arma ( $\alpha$ ) e a probabilidade da vítima portar uma arma ( $\beta$ ), assim, são apresentadas as seguintes probabilidades:

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

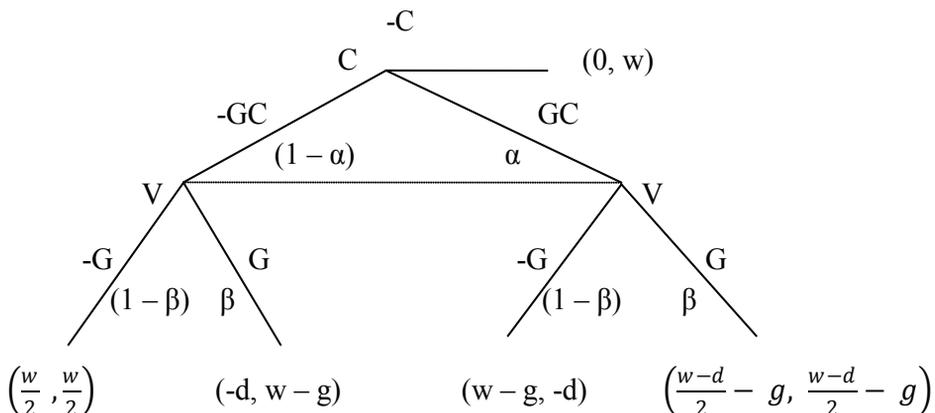
$$1 - \alpha = \frac{d+g}{w+d} \quad (2)$$

$$\beta = \frac{g}{w+d} \quad (3)$$

$$1 - \beta = \frac{w+d-g}{w+d} \quad (4)$$

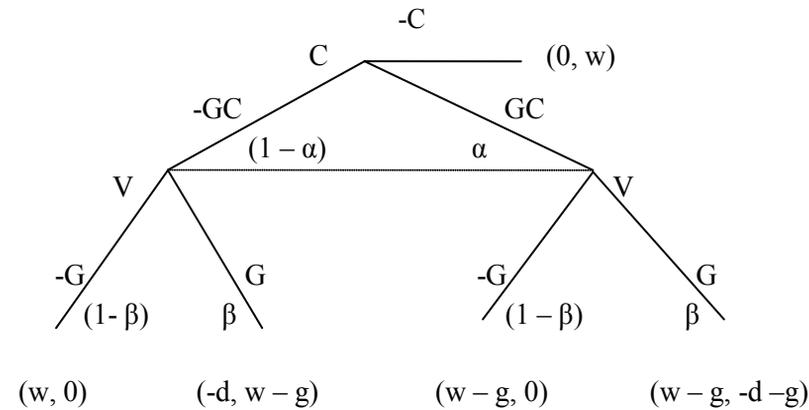
Dadas as probabilidades que devem ser consideradas no cálculo dos *payoffs*, a forma extensiva do jogo com informação imperfeita e habilidades iguais está representada na Figura 3, enquanto a forma extensiva do jogo com informação imperfeita, habilidades e comportamentos diferentes está representada na Figura 4.

Figura 3: Jogo sequencial com informação imperfeita e habilidades iguais.



Fonte: Elaborado pelos autores com base em Oliveira (2011).

Figura 4: Jogo sequencial com informação imperfeita e com habilidades e comportamento diferentes.



Fonte: Elaborado pelos autores com base em Oliveira (2011).

### 3 Referencial Analítico

Nos jogos sequenciais com informação perfeita, o criminoso é o primeiro a tomar a decisão de cometer ou não o crime. Após essa decisão, o sujeito que decide praticar o delito resolve portar ou não armas. Com base nessa decisão, a vítima pode escolher reagir à ação portando ou não uma arma de fogo.

Apresentando objetivos diferentes dentro da Teoria dos Jogos, o problema restringe-se à recompensa que o criminoso terá ao efetuar a ação. O criminoso deseja maximizar sua “conquista” financeira que depende da remuneração da vítima, do custo de se portar armas e do custo de morrer em um confronto.

As ações da vítima correspondem à escolha do porte ou não de armas como forma de reação à atitude do criminoso. É proposto que essas ações estejam relacionadas também ao custo de portar armas e ao custo de morrer em um confronto.

Assim, pode-se considerar que o *timing* do jogo é o seguinte: o criminoso decide cometer ou não o delito fazendo ou não o uso de armas de fogo. Na sequência, a vítima decide reagir ao confronto por meio de duas ações: confrontar com ou sem o uso de uma arma de fogo.

A fim de facilitar a visualização, os dados utilizados nas simulações estão resumidos no anexo e, de maneira geral, podem-se enumerar as etapas seguidas na metodologia:

- ✓ Primeiramente, foram construídas simulações de jogos possíveis, em que a vítima pode escolher sua ação, levando em consideração os custos envolvidos;

- ✓ Posteriormente, foi obtida a solução do jogo por meio de equilíbrio em sub-jogo perfeito, ou seja, resolvendo o jogo de trás para frente;
- ✓ Por fim, analisou-se o equilíbrio do jogo, dadas as escolhas da vítima e a consequente ação do criminoso.

#### 4 Variáveis e Fonte de Dados

Como *proxy* para a dotação financeira da vítima ( $w$ ) considerou-se o rendimento médio real de empregados com carteira assinada na Região Metropolitana de São Paulo para o ano de 2013, cujo valor é de R\$1.965,00 (IBGE, 2013).

Cerqueira et al. (2007) arguem que conhecer o custo da violência é importante para que os recursos sejam melhor alocados. No entanto, saber quais são os custos ainda é bastante controverso. Nesta pesquisa, como *proxy* do custo de morrer em um confronto ( $d$ ), considerou-se o cálculo do Custo Social da Violência realizado por (CERQUEIRA et al., 2007), cujo valor atualizado monetariamente com base no IGP-M (Índice Geral de Preços de Mercado) para o ano de 2013 é de R\$ 844,74. No cômputo desse cálculo foram considerados os custos com Segurança Pública, Sistema Prisional, Sistema de Saúde, Perda de Capital Humano, Segurança Privada, Seguros, Transferências por Roubos e Furtos para o ano de 2004, no entanto, cabe destacar que esse é o custo mínimo com a violência, dado que em seu cálculo não estão incluídos importantes fatores como a perda de produtividade e de bem-estar, custos associados à dor, ao medo, entre outros. (CERQUEIRA et al., 2007).

Dana (2013) avaliou o efeito do Estatuto do Desarmamento nas compras de armas de fogo, com base na POF (Pesquisa de Orçamentos Familiares) dos anos de 2002 e 2008, para o Brasil e o estado de São Paulo. De acordo com o estudo, foi possível identificar o valor médio gasto em armas de fogo no Brasil, que atualizado monetariamente para o ano de 2013 é de R\$ 776, 45, o qual será utilizado como *proxy* do custo de portar arma ( $g$ ).

#### 5 Resultados

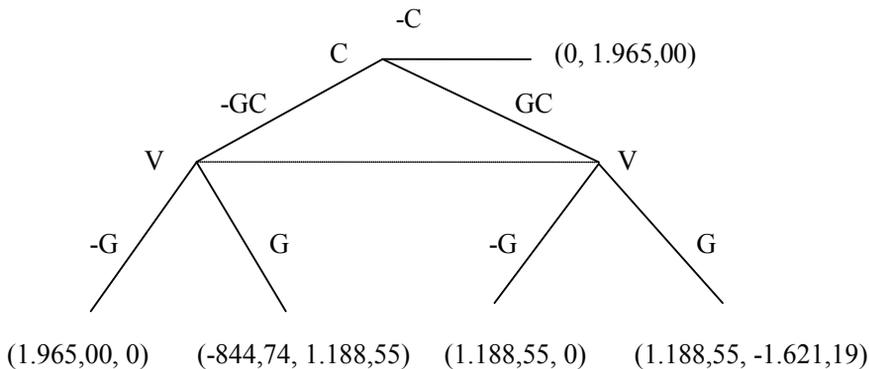
##### 5.1 Modelos dinâmicos com informação perfeita e equilíbrio em estratégias puras

Na Figura 5 está representado o jogo sequencial de três estágios, com informação perfeita e habilidades iguais e seus respectivos *payoffs*. O equilíbrio se dá em sub-jogo perfeito e para encontrar o equilíbrio usa-se a técnica da indução retroativa. Observa-se que, para a vítima, o melhor está em portar armas ( $G$ ), independente da escolha do criminoso. Dada essa escolha, o criminoso decide que o melhor a fazer é cometer o crime com uma arma ( $GC$ ). Ao verificar se o crime compensa ou não, nota-se que para o criminoso é mais vantajoso não cometer o crime ( $-C$ ). Esses resultados possuem alguns questionamentos. Primei-



Tomando-se por base a Figura 6, podem-se observar os *pay-offs* do jogo que considera que os criminosos e as vítimas têm habilidades e comportamentos diferentes. O equilíbrio desse jogo também é calculado por meio de subjogo perfeito. Para a vítima, a melhor ação é possuir arma ( $G$ ). Para o criminoso, o melhor a fazer é cometer o crime com uma arma ( $GC$ ). Nesse jogo, o crime compensa, pois, mesmo a vítima portando arma, ela possui uma habilidade inferior à do criminoso. A vítima só será capaz de utilizar uma arma de fogo se o outro agente não a utilizar. De acordo com Oliveira (2011), essa suposição baseia-se na evidência empírica de que a taxa de sucesso de indivíduos que sacam a arma após o oponente é pequena. Portanto, diferentemente do jogo anterior com informação perfeita, esse jogo implica em crimes com armas. Além disso, o custo de portar uma arma não afeta o equilíbrio, sendo, portanto, difícil inferir sobre políticas públicas a respeito de armas e seus impactos na criminalidade.

Figura 6: Jogo sequencial com informação perfeita e habilidades e comportamentos diferentes.



Fonte: Elaborado pelos autores.

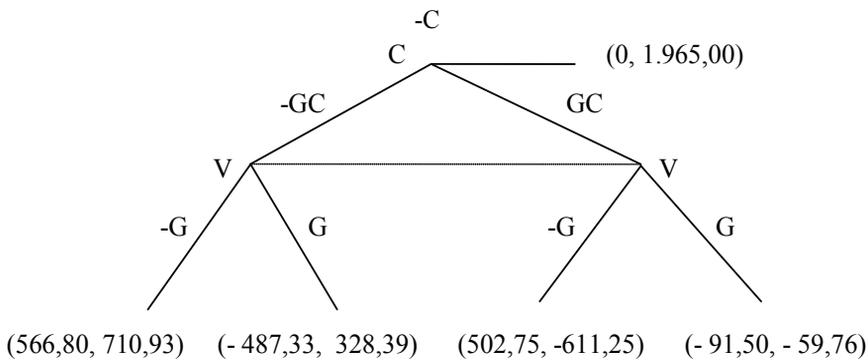
**Nota:** O valor R\$1.965,00 corresponde à remuneração da vítima. Já o valor -R\$844,74 corresponde ao custo de morrer em um confronto. Para os valores R\$1.188,55 tem-se a remuneração da vítima (R\$1.965,00) subtraída do custo médio de portar uma arma (R\$776,45). Para a última parte do jogo, o valor de -R\$1.621,19 corresponde à soma do custo de morrer em um confronto (-R\$844,74) e o custo médio de portar uma arma de fogo (-R\$776,45).

## 5.2 Modelos dinâmicos com informação imperfeita e equilíbrio em estratégias mistas

Para o equilíbrio em estratégias mistas foram efetuados os cálculos considerando-se as probabilidades dos agentes em portar ou não armas. Assim, tem-se que a probabilidade do criminoso portar arma é de  $\alpha = 0,4230$ , e a probabilidade de não portar armas de  $0,5769$ . Enquanto a probabilidade da vítima portar arma é  $\beta = 0,2763$  e a probabilidade dela não portar arma é  $0,7263$ .

Na Figura 7, está representado o jogo sequencial de três estágios com informação imperfeita e habilidades iguais e seus respectivos *payoffs*. O equilíbrio se dá em subjogo perfeito e para encontrar o equilíbrio, mais uma vez, usa-se a técnica da indução retroativa. Observa-se que o melhor para a vítima está em não portar arma (-G), independente da escolha do criminoso. Após essa escolha, o criminoso decide que o melhor a fazer é não portar arma (-GC). Ao verificar se o crime compensa ou não, nota-se que para o criminoso é mais vantajoso cometer o crime (C). Verifica-se que quando se considera a probabilidade dos agentes em portar armas, o equilíbrio perfeito em subjogo muda consideravelmente. Na Figura 5, o equilíbrio é não cometer crimes (-C), enquanto neste jogo o equilíbrio é cometer crimes sem armas (C).

Figura 7: Jogo sequencial com informação imperfeita e habilidades iguais.



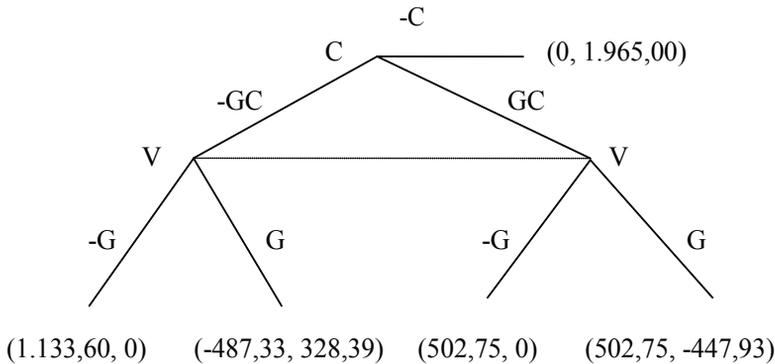
Fonte: Elaborado pelos autores.

Nota: Para os valores R\$566,80 e R\$710,93, considerou-se a metade do valor de remuneração da vítima (R\$1.965,00) multiplicado pelas respectivas probabilidades  $(1-\alpha)=0,5769$  e  $(1-\beta)=0,7263$ . Já o valor -R\$487,33 corresponde ao custo de morrer em um confronto (-R\$844,74) multiplicado por  $(1-\alpha)=0,5769$ . Para o valor R\$328,39 tem-se a remuneração da vítima (R\$1.965,00) subtraída do custo médio de portar uma arma (R\$776,45) e multiplicada por  $\beta=0,2763$ . Já para o valor R\$502,75 tem-se a remuneração da vítima (R\$1.965,00) subtraída do custo médio de portar uma arma (R\$776,45) e multiplicada por  $\alpha=0,4230$ . O valor de -R\$611,25 corresponde ao custo de morrer em um confronto multiplicado por  $(1-\beta)=0,7263$ . Para a última parte do jogo, os valores de -R\$91,50 e -R\$59,76 correspondem à metade da subtração da remuneração da vítima e o custo de morrer em um confronto  $([R\$1.965,00 - 844,74]/2)$  subtraído do custo médio de portar uma arma (R\$ 776,45) e multiplicado, respectivamente, por  $\alpha=0,4230$  e  $\beta=0,2763$ .

Na Figura 8, pode-se observar os *payoffs* do jogo, que considera que os criminosos e as vítimas têm habilidades e comportamentos diferentes. A melhor opção para a vítima é portar arma (G). Para o criminoso o melhor a fazer é assaltar com uma arma (GC). Ao analisar se o crime compensa ou não, observa-se que o equilíbrio do jogo está em cometer o crime portando arma (C). Percebe-se que o equilíbrio não muda, mesmo considerando as probabilidades de ambos os jogado-

res. Uma das justificativas para esse resultado é que, dado que o criminoso escolhe a vítima que lhe dá mais vantagem, não importa se a vítima porta ou não arma de fogo, ele sempre terá vantagem no confronto.

Figura 8: Jogo sequencial com informação imperfeita e habilidades e comportamentos diferentes.



Fonte: Elaborado pelos autores.

Nota: Para o valor R\$1.133,60, considerou-se o valor de remuneração da vítima (R\$1.965,00) multiplicado pela probabilidade  $(1-\alpha)=0,5769$ . Já o valor -R\$487,33 corresponde ao custo de morrer em um confronto (-R\$844,74) multiplicado por  $(1-\alpha)=0,5769$ . Para o valor R\$328,39 tem-se a remuneração da vítima (R\$1.965,00) subtraída do custo médio de portar uma arma (R\$776,45) e multiplicada por  $\beta=0,2763$ . Já para o valor R\$502,75 tem-se a remuneração da vítima (R\$1.965,00) subtraída do custo médio de portar uma arma (R\$776,45) e multiplicada por  $\alpha=0,4230$ . Para a última parte do jogo, o valor de -R\$447,93 corresponde à soma do custo de morrer em um confronto (-R\$844,74) e o custo médio de portar uma arma de fogo (-R\$776,45) multiplicado por  $\beta=0,2763$ .

## 6 Conclusões

Nesse trabalho objetivou-se simular diferentes interações de confronto na sociedade entre criminoso e vítima, a fim de propor políticas públicas que mitiguem o problema da falta de segurança pública. Tais simulações estão alicerçadas em suposições que tornam os jogos e suas análises mais realistas e adequadas, como por exemplo, a situação de roubos nas ruas, que é um dos crimes econômicos mais comuns com o uso de armas de fogo. Essas diferentes suposições geram resultados interessantes.

No primeiro jogo, o equilíbrio encontrado é não cometer o crime (-C) e a variável, custo de portar uma arma, exerce grande influência nesse resultado. Assim, dada uma sociedade em que os indivíduos possuem habilidades iguais, ofertar armas inibe o crime. Esse modelo mostra que políticas de controle de armas são mais eficientes, pois afetam os custos, tanto dos criminosos quanto das vítimas. Por outro lado, no segundo jogo que considera indivíduos com habilidades e comportamentos

diferentes, tem-se como equilíbrio a prática do crime com armas. Nesse caso, os criminosos portam armas mesmo que eles possuam vantagem no confronto, já que a arma atua como um seguro para a atividade criminosa. Nessa situação, políticas de oferta de armas não são eficientes no controle da criminalidade.

Quando se consideram estratégias mistas envolvendo as probabilidades dos agentes portarem armas, observa-se que esses valores influenciam apenas no equilíbrio do primeiro jogo, que é cometer crimes sem arma (C).

Este trabalho mostra que apenas políticas de penas mais severas para crimes com armas não são tão eficientes para reduzir a criminalidade. Faz-se necessário uma política de controle de armas para real redução de crimes e por consequência diminuição de mortes.

Uma das limitações do trabalho é não considerar jogos com ações simultâneas e compará-los com os jogos sequenciais. Além disso, esses resultados não permitem avaliar o impacto da disponibilidade de armas para outros fins, como suicídios ou vingança.

Por fim, deve-se atentar para o fato de que a redução da criminalidade envolve fatores além do controle de armas, tais como diminuição da desigualdade social, aumento da oferta de emprego e educação.

## Referências

ANDRADE, S. S. C. A. et al. **Perfil das vítimas de violências e acidentes atendidas em serviço de urgência e emergência selecionados em capitais brasileiras: Vigilância de Violências e Acidentes, 2009.** Epidemiol. Serv. Saúde, Brasília, p. 21 – 30, 2012.

BAC, M. **The interaction between potential criminals' and victims' demands for guns, 2010.** Journal of Public Economics, 94, 337-343. **crossref** <https://doi.org/10.1016/j.jpubeco.2010.01.004>

BECKER, G. S. **Crime and Punishment: an Economic Approach.** Journal of Political Economy. n. 76, 169-217, 1968.

CERQUEIRA, D. R. C; et al. **Análise dos custos e consequências da violência no Brasil.** Texto para discussão n°1284. IPEA. Brasília, 2007.

CERQUEIRA, D. R.; DE MELLO, J. M. P. **Evaluating a National Anti-Firearm Law and Estimating the Causal Effect of Guns on Crime.** Texto para discussão n. 607. Rio de Janeiro: PUC-RJ, 2013.

CERQUEIRA, D.R. C. **Causas e consequências do crime no Brasil.** Tese de Doutorado. Orientador: João Manoel Pinho de Mello. PUC-RJ, 2010.

DANA, T. F. **Efeito do Estatuto do Desarmamento sobre o consumo de armas de fogo**. Orientador: João Manoel Pinho de Mello. Relatório PIBIC. Rio de Janeiro: PUC-RJ, 2013.

DE MELLO, J.M. P.; SCHNEIDER, A. **Assessing São Paulo's Large Drop in Homicides: The Role of Demography and Policy Interventions**. In: **The Economics of Crime: Lessons for and Latin America**. National Bureau of Economic Research: University of Chicago Press, p. 207 – 235, 2010. **crossref** <https://doi.org/10.7208/chicago/9780226153766.003.0007>

FIANI, R. **Teoria dos Jogos com aplicações em Economia, Administração e Ciências Sociais**. Editora Campus, 2ª Edição, 394p, 2006.

GUHA, B. **Guns and Crime Revisited**. Manuscript from Department of Economics, Singapore Management University, 21p, 2010.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/>. Acesso em: 15 de junho de 2013.

LAURIDSEN, J. T.; ZEREN, F.; ARI, A. **A spatial panel data analysis of crime rates in EU**. Discussion papers on Business and Economics, n° 2/2013.

LIRA, Pablo. **Geografia do Crime: construção e geoprocessamento do Índice de Criminalidade Violenta - IVC no município de Vitória-ES**. 2007. 124 f. Pesquisa Acadêmica. Vitória: UFES, 2007.

MIALON, H. M., WISEMAN, T. **The impact of gun laws: a model of crime and self-defense**. Economics Letters, 88, p.170 – 175, 2005. **crossref** <https://doi.org/10.1016/j.econlet.2005.02.006>

MYERSON, R. B. **Game Theory: Analysis of Conflict**. Harvard University Press, 1997.

OLIVEIRA, C. A. de. **Ensaio em economia do crime: dissuasão, armas e carreira criminosa**. Tese de Doutorado. Orientador: Giacomio Balbinotto Neto. Porto Alegre: UFRGS, 2011.

SILVA JÚNIOR, G. E. in SANTOS, M. L. et al. **Microeconomia Aplicada**. Cap. 10. Suprema, 2009.

SILVEIRA, A. M. **A Prevenção de Homicídios: a experiência do Programa Fica Vivo no Morro das Pedras**. Educação e Realidade, p. 163 – 176, 2008.

TAYLOR, R. **A Game Theoretic Model of Gun Control**. International Review of Law and Economics, 15, p. 269-288, 1995. **crossref** [https://doi.org/10.1016/0144-8188\(95\)00018-4](https://doi.org/10.1016/0144-8188(95)00018-4)

VARIAN, H. R. **Microeconomia - Princípios Básicos: Uma Abordagem Moderna**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2006. 7ª edição.

WAISELFISZ, J. J. **Mapa da Violência 2011: Os jovens do Brasil**. Instituto Sangari. Ministério da Justiça. 2011.

WAISELFISZ, J. J. **Mapa da Violência 2013: Mortes matadas por armas de fogo**. Cebela, 2013.

WAISELFISZ, J. J. **Mapa da Violência 2015: Mortes matadas por armas de fogo**. Cebela, 2015.

Recebido em 17.03.16  
Aprovado em 10.10.16

**Anexo**

Quadro com as principais variáveis utilizadas no trabalho

Dotação Financeira (w)	R\$ 1.965,00
Custo de morrer em um confronto (d)	R\$ 844,74
Custo de portar armas (g)	R\$ 776,45
Probabilidade de o criminoso portar armas ( $\alpha$ )	0,4230
Probabilidade de o criminoso não portar armas ( $1-\alpha$ )	0,5769
Probabilidade de a vítima portar armas ( $\beta$ )	0,2763
Probabilidade de a vítima não portar armas ( $1-\beta$ )	0,7263

Fonte: Dados da pesquisa.