

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE – FURG
INSTITUTO DE CIÊNCIAS ECONÔMICAS, ADMINISTRATIVAS E CONTÁBEIS –
ICEAC
CURSO DE CIÊNCIAS ECÔNOMICAS

CAIO CÉSAR ROSTIROLLA

ARMAS E CRIMES NA REGIÃO METROPOLITANA DE PORTO ALEGRE:
UMA ANÁLISE DE DADOS EM PAINEL

Rio Grande
2016

Caio César Rostirolla

**ARMAS E CRIMES NA REGIÃO METROPOLITANA DE PORTO ALEGRE:
UMA ANÁLISE DE DADOS EM PAINEL**

Monografia apresentada como requisito parcial para obtenção de título de Bacharel pelo curso de Ciências Econômicas da Universidade Federal do Rio Grande.

Orientador: Prof. Dr. Cristiano Aguiar de Oliveira

**Rio Grande
2016**

AGRADECIMENTOS

Devo agradecer especialmente a meus pais, Éverton e Lóris, que enfrentaram as barreiras da distância durante este período de aprendizado - seu esforço instigou minha curiosidade intelectual e a vontade de superação. A minha irmã, Rhana, grande amiga, pela força nos momentos difíceis e complicados, mesmo quando eu era chato e dizia que precisava estudar e trabalhar. Aos meus tios, Simone e Sérgio, que sempre me incentivaram e deram algum tipo de suporte, e ao restante da minha família, que também me proporcionaram momentos felizes - vocês são parte daquilo que eu sou e do que eu contribuo para construir: a família.

À minha namorada Bruna, que esteve do meu lado nos momentos mais difíceis, nas maiores dificuldades, com os pés firmes no chão, e também porque esteve ao meu lado nos momentos mais felizes, mais engraçados, mais divertidos, que me fazem ter uma incrível admiração por ela. Aos meus sogros, Heitor e Susana, que estiveram presentes neste período e me acolheram como filho, dando conselhos e incentivos.

Aos meus colegas economistas e aspirantes, Kelen, Douglas, Mateus, Maiker, Nelson, Marcelo, Carlos, Felipe, Elisa, Paulo, Juliano, Joice, João Pedro, Carol, Isabella, Amanda e Magoga, pelas conversas, risadas, dicas, caronas e conselhos, prezo muito pela amizade de todos vocês.

Devo ainda agradecer ao Prof. Cristiano, cujos conselhos fizeram com que este trabalho ficasse melhor do que jamais poderia ser. A todos os meus colegas e professores nestes cinco anos de graduação, pelas discussões, pelos ensinamentos, pelo excelente ambiente de estudo e convivência.

Por fim, agradeço a todos aqueles que, direta ou indiretamente, contribuíram com a minha formação.

“O complicado na vida não é a matemática e sim o enquadramento da vida em hipóteses matemáticas”

Erwin Schoringer

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Matriz Estratégica do Jogo.....	24
Figura 2 - Forma normal do jogo de Taylor	25

LISTA DE TABELAS

TABELA 1. Proxies para prevalência de armas segundo vários autores	42
TABELA 2. Estatísticas descritivas: Economia, Violência e Segurança Pública na RMPA (2007 - 2013)	46
TABELA 3. Resultados das estimações para Homicídios com Armas de Fogo na EMPA (2007-2013).....	51
TABELA 4. Resultados das estimações para Homicídios com Armas de Fogo na RMPA (2007-2013)	54
TABELA 5. Resultados das estimações para Homicídios com Armas de Fogo na RMPA (2007-2013)	58
Tabela 6. Principais resultados das estimações para Homicídios com Armas de Fogo na RMPA (2007-2013)	60

APENDICE A

TABELA A.1 – Teste de especificação de Chow.....	69
TABELA A.2 - Teste LM de Breusch-Pagan.....	69
TABELA A.3 - Teste de Hausman.....	69
TABELA A.4 - Teste de Sosa-Escudero e Bera	69

APENDICE B

TABELA B.1 - Resultados das estimações para Homicídios com Armas de Fogo na RMPA (2007-2013) - Proxy: Apreensões de Armas de Fogo.....	70
TABELA B.2 - Resultados das estimações para Homicídios com Armas de Fogo na RMPA (2007-2013) - Proxy: Apreensões de Armas de Fogo.....	71
TABELA B.3 - Resultados das estimações para Homicídios com Armas de Fogo na RMPA (2007-2013) - Proxy: Prisões por Porte Ilegal de Armas de Fogo.....	72
TABELA B.4 - Resultados das estimações para Homicídios com Armas de Fogo na RMPA (2007-2013) - Proxy: Prisões por Porte Ilegal de Armas de Fogo.....	73
TABELA B.5 - Resultados das estimações para Homicídios com Armas de Fogo na RMPA (2007-2013) - Proxy: Proporção de Suicídios com Armas de Fogo	74
TABELA B.6 - Resultados das estimações para Homicídios com Armas de Fogo na RMPA (2007-2013) - Proxy: Proporção de Suicídios com Armas de Fogo	75

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	12
2. ASPECTOS TEÓRICOS DO CRIME	15
2.1 Teoria da escolha racional: abordagem criminológica	15
2.2 Custos e benefícios do crime	16
2.2.1 Benefício esperado	17
2.2.2 Custo esperado.....	18
2.3 Medidas de precaução privada	19
2.3.1 Precauções observáveis.....	21
2.3.2 Precauções não observáveis.....	21
2.3.3 Precauções socialmente prejudiciais - o caso das armas de fogo.....	22
2.4 A interação entre criminosos potenciais e vítimas potenciais	23
2.5 O debate das armas de fogo.....	26
3 METODOLOGIA E DADOS	29
3.1 Dados em painel	29
3.1.1 O Modelo Geral para Dados em Painel	30
3.1.2 Testes para especificação correta	33
3.2 Endogeneidade, Variáveis Instrumentais e GMM	35
3.2.1 Variáveis Instrumentais.....	37
3.2.1.1 Definição de um instrumento	37
3.2.1.2 Estimação: VI e GMM	37
3.2.1.3 Relevância e Validade dos instrumentos	39
3.3 Os dados e as variáveis.....	39
3.3.1 Seleção das Variáveis Exógenas.....	39
3.3.2 Proxies para prevalência de armas de fogo.....	41
3.3.3 Fontes de Variáveis Exógenas	43
3.4 Descrição dos dados.....	45
4 RESULTADOS	48
4.1 Modelo de Homicídios com Armas de Fogo.....	48

4.1.1	Apreensões de Armas de Fogo	48
4.1.2	Prisões por Porte Ilegal de Armas de Fogo	52
4.1.3	Proporção de Suicídios com Armas de Fogo	57
4.1.4	Considerações finais	59
5	CONCLUSÕES	61
	REFERÊNCIAS	64
	APENDICE A	69
	APENDICE B	70

RESUMO

O objetivo deste trabalho é a aplicação de metodologias econométricas que permitam inferir a possível relação causal entre armas de fogo e crimes violentos na Região Metropolitana de Porto Alegre (RMPA). Para este fim utilizou-se uma metodologia de dados em painel, em uma abordagem de variáveis instrumentais, estimadas por MQ2E e GMM, que são potencialmente capazes de eliminar a endogeneidade presente no contexto da prevalência de armas. Considerou-se uma amostra dos 33 municípios que compõem a RMPA, no período de 2007 a 2013. Como principal contribuição, este artigo compara os resultados de três variáveis proxy diferentes para medir a prevalência de armas nos modelos de crime violento (prisões por porte ilegal de armas de fogo, apreensões de armas de fogo e a proporção de suicídios com armas de fogo). As principais estimativas indicam que existe uma relação positiva e significativa entre o estoque de armas e crimes e que aumentos na eficiência policial e no combate ao tráfico reduzem significativamente os crimes aqui tratados.

Palavras chave: Armas de Fogo, Crimes Violentos, Dados em Painel, Endogeneidade.

ABSTRACT

The objective of this work is the application of econometric methodologies to infer the possible causal relationship between firearms and violent crime in the metropolitan area of Porto Alegre (RMPA). For this purpose we used a panel data methodology in an instrumental variable approach, estimated by 2SLS and GMM, which can potentially eliminate this endogeneity in the context of the prevalence of weapons. It was considered a sample of 33 municipalities that make up the RMPA, in the period 2007 to 2013. The main contribution of this paper compares the results of three different proxy variables to measure the prevalence of weapons in patterns of violent crime (arrests for illegal possession firearms, firearms seizures and the proportion of suicides with firearms). The main estimates indicate that there is a positive and significant relationship between the stock of guns and crime and increases in police efficiency and to combat trafficking significantly reduce crimes herein.

Keywords: Firearms, Violent Crime, Panel Data, Endogeneity.

1 INTRODUÇÃO

A criminalidade é um dos principais problemas contemporâneos para as sociedades, que faz da segurança a segunda principal preocupação da população, atrás apenas da saúde e à frente da corrupção e da educação¹. O problema econômico encontrado no contexto da segurança pública e armas de fogo é o prejuízo derivado das mortes por homicídios, que tem como consequência o alto custo para o estado e para as famílias, resultante da redução do capital humano.

No ano de 2012, o Brasil registrou uma taxa de 23,8 homicídios dolosos por 100 mil habitantes, superando países como México (21,3), Equador (12,5), Bolívia (12,4), Nigéria (10,1), Iraque (8), Afeganistão (6,5) e Israel (1,8)². Estima-se que, aproximadamente nos últimos 10 anos, os números absolutos de homicídios ocorridos no Brasil possam ter superado em até 8 vezes as perdas geradas em grandes conflitos armados, como a Guerra do Vietnã, por exemplo³.

Como o controle de armas é um tema controverso e emocional, tornou-se cada vez mais difícil sua resolução. Como seria se caso o porte de armas de fogo fosse limitado ou tornado ilegal, ou no caso de a população ser autorizada a adquirir uma arma de fogo? Devidos aos perigos e violência associado com o uso criminoso de armas de fogo, especialmente em áreas urbanas, torna-se mais difícil firmar um consenso entre os lados desta discussão. Sem dúvida, algumas pessoas se sentem ameaçadas pela presença de armas de fogo, enquanto outros se sentem vulneráveis, sem sua proteção.

O Estado do Rio Grande do Sul assumiu recentemente a liderança nacional entre as regiões na aquisição de armas pessoais. Ainda assim, o estado apresenta taxas de homicídios inferiores quando comparado com as outras unidades seccionais.

¹ Datafolha (2014).

² Taxas de 2012, segundo o Escritório das Nações Unidas sobre Drogas e Crime (UNODC).

³ Cerca de 58.209 mortes foram registradas na Guerra do Vietnã.

Simultaneamente, as políticas públicas aplicadas através do Estatuto do Desarmamento, desde 2003, de repressão ao porte ilegal de armas aumentaram muito o custo de portar uma arma e incentivaram a entrega voluntária de armas. As mudanças ocorridas na rigidez da penalidade resultaram na redução da criminalidade, evidenciando o “efeito dissuasão”. Além disso, a retirada de armas de fogo em circulação evitou que muitos conflitos interpessoais terminassem em mortes. Outro ponto é a redução das fontes de abastecimento da criminalidade, nesse exemplo, os furtos e roubos de armas de fogo em poder dos cidadãos foram reduzidos pelo ED. Ademais, as práticas impostas pelo controle de armas tornaram mais difícil que cidadãos e criminosos cometessem crimes letais, aumentando o custo da arma no mercado ilegal. Isso também ocasionou na redução da capacidade de autoproteção da população em relação as vitimizações criminais, e um efeito “substituição”, no sentido de aumentar as lesões corporais dolosas, em que a restrição de acesso as armas fez os indivíduos utilizarem outros meios menos letais, como facas, bastões, soqueiras e até mesmo o próprio corpo.

Teoricamente, as ações propõem que a redução do estoque de armas disponível e da demanda por armas resultariam em menos crimes violentos com armas. Conforme Winter (2008), o debate entre o papel do controle de armas e seu efeito sobre a criminalidade é uma das questões mais abertas na literatura de Economia do Crime, juntamente com os efeitos da pena de morte. O interesse despertado no tema é proporcional à controvérsia obtida nos vários trabalhos encontrados. A grande maioria das conclusões encontradas na literatura sugerem uma relação positiva entre as variáveis armas e crimes. Contudo, inúmeros artigos encontrados na mesma literatura que inferem esta relação causal apresentam-se com problemas de endogeneidade, justificando nesse sentido o não consenso entre os autores.

De um lado, há reivindicações teóricas que afirmam que as armas causam os crimes violentos (DUGGAN, 2001; COOK E LUDWIG, 1998, 2002; CERQUEIRA E DE MELLO, 2012). O principal pressuposto destes autores é que as armas podem ser usadas para resolver conflitos interpessoais. Em contraste, há quem afirme que armas são capazes de reduzir os crimes (LOTT, 2000), pois funcionam como um instrumento de autodefesa, aumentando os custos de cometer crimes, deixando em aberta a discussão entre os pesquisadores. Boa parte dos artigos nesta literatura analisam o efeito de leis que permitiram ou proibiram o porte de armas de fogo, como, por

exemplo, os casos do Estados Unidos (“*Right to carry*”) e Brasil (“Estatuto do Desarmamento”), respectivamente.

São inúmeros os prós e contras para este debate, porém, no Brasil poucos são os trabalhos sobre este tema (HARTUNG, 2009; CERQUEIRA E DE MELLO, 2012; ABRAS et al, 2013; DOS SANTOS, 2013). Diferente dos trabalhos encontrados na literatura que se referem aos casos norte americano (LOTT E MUSTARD, 1997; DUGGAN, 2001), e do caso do Estado de São Paulo (HARTUNG, 2009; DOS SANTOS, 2011; CERQUEIRA E DE MELLO, 2012) esta pesquisa passa por desenvolver uma nova metodologia de estimação, que analisa uma base de dados municipais em um longo período de tempo, diferente dos trabalhos supracitados. Com base nas informações disponibilizadas pela DIPLANCO, pela Secretaria de Justiça e Segurança do Rio Grande do Sul e pelo DATASUS, os dados utilizados provêm dos 33 municípios que compõem a Região Metropolitana de Porto Alegre - RMPA, entre 2007 e 2013.

Dessa forma, a fim eliminar os problemas que causam viés e inconsistência nos resultados, os dados coletados foram analisados com a metodologia de dados em painel e variáveis instrumentais. Para capturar os efeitos que afetam os custos do crime, utilizamos variáveis controle como: população, PIB per capita, punição de homicídios, prisões de indivíduos foragidos recapturados e prisões por tráfico. Em destaque, para mensurar o estoque de armas nos municípios, utiliza-se 3 variáveis proxies diferentes: i) a proporção de suicídios por arma de fogo (COOK; LUDWIG, 1998); ii) o número de armas apreendidas (HARTUNG, 2009) e, iii) o número de prisões por posse ilegal de armas. Sendo esta última ainda não sugerida pela literatura. Ainda assim, para contornar o problema de endogeneidade, fez-se necessário a estimação em painel e variáveis instrumentais com a utilização dos modelos M2QE e GMM, que permitem minimizar a endogeneidade e inferir a relação causal entre as variáveis, nosso principal objetivo proposto.

O trabalho está organizado em 4 seções. A seção seguinte aborda os principais conceitos da teóricos da Economia do Crime, das medidas de precauções privadas e da discussão acerca das armas de fogo. A segunda seção apresenta a metodologia empregada e os dados, bem como a seleção das variáveis que foram utilizadas nesta pesquisa. A terceira seção expõe os principais resultados encontrados. Finalmente, a última seção traz as conclusões a respeito das estratégias de redução da criminalidade violenta.

2. ASPECTOS TEÓRICOS DO CRIME

2.1 Teoria da escolha racional: abordagem criminológica

O comentário de Gary Becker que uma teoria útil do comportamento criminoso poderia "... simplesmente estender a habitual análise de escolha dos economistas" (1968, p. 170), marcou o início das tentativas de aplicar modelos econômicos de tomada de decisão racional. A teoria da escolha racional, derivada dos modelos de utilidade esperada em economia, têm dado ênfase a estudos relacionados à criminologia, sociologia, ciência política e direito. A introdução de modelos de escolha racional em criminologia como parte deste movimento geral prova ser valioso. Muito da literatura da escolha racional leva uma forte abordagem quantitativa, derivada de modelagem econométrica, que avança nossa capacidade de testar modelos complexos de comportamento criminoso e do sistema de justiça criminal. A escolha racional tem inspirado alguns trabalhos empíricos em fazer decisões a crimes específicos e incidentes criminais bem como em política de justiça criminal.

Desde o pioneiro trabalho de Becker (1968), economistas têm usado a função de utilidade esperada de von-Neumann Morgenstein para modelar as escolhas do criminoso. Assim, surge a teoria econômica do crime, cujo principal pressuposto é que o indivíduo opta pelo crime se esperar que ao cometer crime o leve a resultados mais satisfatórios do que não o cometer, ou seja, se cometerá um crime quando este compensa. Desta maneira, "o indivíduo se comporta como sendo um maximizador racional de utilidade" (EIDE; RUBIN; SHEPERD, 2006). Sob tal prisma, qualquer um torna-se um criminoso potencial. Segundo Becker (1968) a utilidade esperada $E[U]$ na decisão de cometer o delito se dá por:

$$E[U] = PU(Y - f) + (1 - P)U(Y) \quad (1)$$

Onde $U(.)$ é a função de utilidade individual de von Neumann-Morgenstein. P é a probabilidade subjetiva de ser identificado e punido. Y é a renda do crime (monetária e/ou psíquica), e f é o equivalente monetário da punição. Assim, o indivíduo comete o crime se a utilidade esperada for positiva, e não comete caso contrário. Pode-se mostrar que um aumento nos custos do crime reduz a criminalidade quando:

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

Ou seja, através de aumento da probabilidade de ser pego e punido, e aumentando a severidade destas punições. Com base na equação (2), a elasticidade dos parâmetros se dá por:

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

onde a elasticidade relacionada a probabilidade de detenção e punição é maior que a elasticidade relacionada a severidade da punição quando:

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

isto acontece se, $U''(Y - f) > 0$, ou seja, assume-se que os indivíduos são tomadores de risco. Independentemente da decisão do criminoso perante o risco, vale notar que o efeito “dissuasão” está presente nos custos de cometer o crime. Assim, a essência do efeito vem à tona: criminosos podem abster-se de cometer crimes quando o mesmo não compensa, sem a necessidade de contê-los em flagrante antes mesmo do delito.

2.2 Custos e benefícios do crime

A decisão de cometer um crime, assim como qualquer outra decisão econômica, pode ser analisada como uma escolha entre diferentes alternativas de custos e benefícios. De acordo com as proposições da teoria do comportamento

criminoso baseado no pressuposto da escolha racional por Becker (1968), abordamos o simples modelo de custo-benefício, onde o crime é descrito como uma atividade semelhante a um negócio. Se os cidadãos cumpridores da lei estão desarmados com certeza, então a situação de frente para o criminoso, é a diferença do benefício total de cometer o crime B_{ab} , menos o custo de praticá-lo C_{ab} , tal que a condição que o indivíduo está apto a cometer o crime, seguindo OLIVEIRA (2005), se dá por:

$$B_{ab} \geq C_{ab} \quad (5)$$

onde:

$$C_{ab} = W_{ab} + M_{ab} + EP_{ab} + P_{ab}(pu_{ab}) \quad (6)$$

B_{ab} é o benefício esperado pelo indivíduo a ao cometer o crime b ; W_{ab} é o custo de oportunidade do indivíduo a quando este se empenha na prática do crime b , geralmente notado como a renda da atividade legal; M_{ab} é o custo moral de se praticar o delito a pelo indivíduo b ; EP_{ab} é o custo de execução e planejamento que o agente a enfrenta ao tentar cometer o crime b ; e, finalmente, $P_{ab}(pu_{ab})$, que expressa a probabilidade P do indivíduo a ser preso ao cometer o crime b , associada à punição do indivíduo a ao cometer o crime b .

2.2.1 Benefício esperado

Os ganhos resultantes da atividade criminosa variam, dependendo da natureza do crime e do indivíduo. Crimes contra a propriedade, como furtos e roubos, possuem benefícios monetários devido ao objeto de interesse, seja por seu valor monetário ou valor de uso, ser a motivação inicial do crime. Já outros benefícios, oriundos de crimes contra a pessoa (homicídios, estupros, agressões), derivam de fatores psicológicos, ou não monetários, tal como a emoção pelo perigo (aversão ao risco), retribuição (vingança), sentimento de realização, ou satisfação pelo prazer (estupros).

2.2.2 Custo esperado

Os custos do crime englobam a probabilidade de o indivíduo que comete o crime ser preso, as perdas da renda futura decorrentes do tempo em que estiver detido (custo de oportunidade), os custos diretos do ato criminoso (tempo de planejamento, instrumentos, etc) e os custos associados à reprovação moral do grupo e da comunidade em que vive (VIAPIANA, 2006)

A probabilidade de ser preso e punido consiste nos fatores que incentivam os indivíduos a não cometer crimes. Maior presença policial, maior presença de segurança privada e eficiência da justiça criminal na aplicação das penas, em teoria, provocam o efeito dissuasão.

O custo de oportunidade do crime consiste no benefício líquido que o indivíduo racional levará em consideração ao empregar seus recursos em determinada atividade. Dessa forma, variáveis como renda, emprego e educação são dadas como condições de incentivo nas decisões sobre o crime. Por exemplo, quanto menor o nível de renda do indivíduo em uma atividade legal, menor será seu custo de oportunidade para engajar na atividade ilegal. A quantidade que uma pessoa pode ganhar no setor legal pode depender de inúmeros fatores como idade, sexo, raça, educação, formação, região, QI, etc. Indivíduos capazes de ganhar um baixo salário terão custo de oportunidade do crime menor, nesse caso, o custo de desistir de uma baixa renda trabalhando legalmente.

O custo ou trava moral pode pesar suficientemente sobre o custo total a fim de impedir a opção do indivíduo pelo crime. Com relação aos custos morais, a teoria econômica, por exemplo, considera a participação religiosa como resultado da maximização de utilidade. Criminosos que praticam religião poderiam ter custos maiores que benefícios em apresentar comportamento violento.

Os custos de execução e planejamento são similares ao comportamento da firma, que maximiza lucros sujeita a uma restrição orçamentária disponível. Estes custos diferem desta forma, de acordo com a renda atual do criminoso e do tipo de crime que o indivíduo visa cometer. Alguns crimes são mais custosos do que outros, por exemplo, um roubo a banco necessita de maior planejamento e empregam maiores recursos de execução (equipamentos, carro de fuga, capangas) do que outros crimes como roubos a pedestres, em que os custos podem ser resumidos a uma bicicleta para fuga. Neste contexto, chama-se a atenção para a importância

prática de desenvolver modelos tomados de decisão relacionados à probabilidade e severidade da punição, e explorar suas implicações para a formulação de medidas de justiça criminal (como a dissuasão), a fim de reduzir a atividade ilegal. Por exemplo, quando se avalia a alocação de recursos em segurança pública, pelo menos três alternativas são comumente propostas: 1) aumentar o repasse para o serviço policial (presença policial, trabalho investigativo e processos judiciais) de forma a incrementar a probabilidade de punição. 2) a respeito da severidade das punições, estabelecer longas sentenças por crimes (acompanhada de despesas de presídios). 3) investir em programas de reabilitação e vocacionais visando reduzir a propensão de indivíduos em cometer crimes (casos de reincidência) alterando o seu custo de oportunidade para engajar na atividade ilegal. Como os recursos públicos não são ilimitados, muitos estudos (SHAVELL, 1991; BEN-SHAHAR; HAREL, 1995; AYRES; LEVITT, 1998) têm sido elaborados centralizando-se no *trade-off* entre medidas de segurança pública e tecnologias de precaução privada.

2.3 Medidas de precaução privada

Os estudos de economia do crime geralmente centralizam a atenção dos modelos exclusivamente para a maximização de utilidade do criminoso racional, conforme proposto por Becker (1968), que em seu modelo propõe o foco no *trade-off* entre a probabilidade e a severidade de punição. Desta forma, a literatura define quatro teorias acerca da função principal de punição: dissuasão, retribuição, incapacitação e reformação (ou reabilitação). Estas ferramentas concentram-se nos meios mais eficientes pelos quais se pode impedir que crimes sejam cometidos. Em todo este ramo da literatura de combate ao comportamento criminoso, o papel da vítima sempre esteve limitado aos custos (danos) originados pelo crime, pois o conceito de comportamento da vítima não é considerado no contexto de formulação política (BEN-SHAHAR; HAREL, 1995).

Todavia, as decisões e ações da vítima podem provocar diferentes efeitos sobre o resultado de uma ação criminosa. Tal decisão destina-se a aumentar os custos esperados de crime (aumentando a probabilidade de detenção e punição) contra o alvo protegido, atividade ou área, reduzindo a probabilidade de que um criminoso terá sucesso em uma tentativa de roubo ou ataque violento, bem como

reduzindo os danos causados às vítimas. Mesmo assim, os efeitos que a vítima potencial pode causar sobre o crime ainda dependerão da magnitude das punições e das medidas de execução que o Sistema de Justiça (polícia, ministério público e judiciário) emprega (GUHA, 2013). Desta forma, o principal pressuposto da perspectiva da vítima potencial é que estas podem também estar em posição de tomar medidas de precaução, que podem impedir o crime e substituir ou complementar os esforços do Sistema de Justiça.

Geralmente, as medidas de segurança privada resultam em dois efeitos (COOK, 1986; SHAVELL, 1991). Primeiro, elas podem dissuadir alguns criminosos em potencial, ou seja, persuadi-los a desistir do ato criminoso. Em segundo lugar, elas também podem desviar criminosos a outras vítimas potenciais (HUI-WEN; PNG, 1994).

De fato, os tipos de tecnologias e hábitos de precaução privada se diferenciam em vários aspectos. Por exemplo, precauções como manter menos dinheiro e objetos de valor em casa ou carregar cartões de crédito ao invés de dinheiro podem reduzir o prêmio que os criminosos esperam conseguir através da atividade ilegal. Porém, estas precauções diferem intrinsecamente das despesas diretas com segurança privada, tais como alarmes, cercas elétricas, armas, etc., que os moradores investem para aumentar a probabilidade de falhar a tentativa do criminoso em cometer o crime (GUHA, 2013).

Da mesma forma, as despesas com segurança privada podem ser diferentes em aspectos importantes. Por exemplo, alarmes associados a serviços de vigilância privada (residenciais, comerciais e veiculares) podem auxiliar a polícia quando atendem as situações de falso alarme e/ou apenas solicitam a resposta policial nos casos em que efetivamente crimes foram ou estão sendo praticados, nesse sentido a segurança privada é complementar a segurança pública. As armas, por outro lado, podem ser mais úteis para as vítimas potenciais em casos de confronto com criminosos. Glaeser e Glendon (1998) confirmam que a posse de armas de fogo por chefes de família funciona como um substituto para a segurança policial, ao invés de um complemento da intensidade de policiamento, uma vez que a posse deste tipo de tecnologia é mais comum em áreas de baixa presença policial.

Desta forma, o principal benefício pretendido de investimentos em segurança privada é uma dissuasão localizada ou "específica" para um alvo individual (uma pessoa, casa ou empresa, estabelecimento), uma área geográfica (vizinhança,

comunidade privada, shopping center, ou distrito de negócios), ou um tipo específico de atividade (agências bancárias são protegidas por seguranças armadas, portas eletrônicas com scanner, carro-forte). Ayres e Levitt (1998) dividem os métodos de precaução em duas categorias: observáveis e não-observáveis.

2.3.1 Precauções observáveis

Alguns tipos de precauções observáveis para os criminosos são, por exemplo, cercas elétricas, alarmes com sinais e alertas (luzes), fechaduras e grades. Logo, na medida que os métodos de precaução são mais eficientes, os custos associados ao crime contra um indivíduo protegido aumentam, transformando-o em um alvo menos atrativo. Essas medidas, de toda forma, geram uma externalidade negativa: alguns destes crimes serão deslocados para aqueles que não investem em segurança privada e, conseqüentemente, aparentariam ser relativamente mais atrativos para os criminosos.

Dessa forma, fica evidente que os esforços de medidas observáveis de precaução da vítima reduzem sua própria vitimização, porém podem apenas aumentar a vitimização de outros (efeito deslocamento do crime). No entanto, a medida que mais indivíduos utilizam este tipo de precaução pode haver uma redução na criminalidade total, pois a redução de alvos potenciais aumenta os custos de busca e este aumento de custos pode gerar efeitos de dissuasão geral.

2.3.2 Precauções não observáveis

As implicações de autoproteção sobre o bem-estar social mudam marcadamente quando estas ações não são observáveis para os criminosos. Desde que o criminoso não possa observar o nível de proteção de uma vítima potencial, conclusões sobre os benefícios esperados pelo crime devem ser baseados nas estimativas criminais de autoproteção da população como um todo ou por tipo de vítima. Criminosos percebem que há uma probabilidade relativamente elevada de não serem bem-sucedidos no crime quando surge a incerteza de que uma vítima potencial, por exemplo, possa ter uma arma de fogo escondida em sua residência, se uma loja

está equipada (ou não) com câmeras de segurança (ocultas), ou se o caixa do banco é protegido com vidros à prova de balas. Se residências e estabelecimentos comerciais dificultarem a observação das medidas de segurança empregadas (precauções não observáveis), o impacto geral pode ser uma redução da criminalidade.

Deste modo, a taxa de crimes será uma função da probabilidade de que as vítimas potenciais empregam tais precauções. Assim, as precauções não-observáveis exercem uma externalidade positiva sobre pessoas desprotegidas. Em contraste, do ponto de vista coletivo, se uma considerável parte das vítimas potenciais empregam grandes esforços de precauções não-observáveis, o aumento geral do efeito dissuasão poderá ser, para o restante das vítimas potenciais, um incentivo a adotar um comportamento “*free-rider*”, gerando um efeito carona na qual alguns indivíduos empregarão menos esforços de precaução do que outros, já que a presença geral da dissuasão aumentou. Neste caso, o nível ótimo de precaução social não será atingido pelo fato de que uma parte das vítimas não se protegem tanto quanto outras.

2.3.3 Precauções socialmente prejudiciais - o caso das armas de fogo

As medidas de precaução privada que mais têm sido objeto de estudo são sobre manter e transportar uma arma para autodefesa (BLACK; NAGIN, 1996; LOTT; MUSTARD, 1998). Todavia, esta forma de precaução também apresenta evidências de que esta pode causar sérios danos para a sociedade (ZIMRING, 1968; COOK; LUDWIG, 1998).

Para alguns indivíduos, a pronta disponibilidade de uma arma de fogo proporciona uma sensação de segurança contra intrusos, incluindo o cenário de invasão de domicílio por criminosos violentos (COOK; MACDONALD, 2011). A sensação de segurança pode ser compensatória se o cenário local, do ponto de vista da vítima potencial, possui uma probabilidade maior de vitimização, como por exemplo, em áreas com baixa presença policial, maiores taxas de crimes contra pessoa (estupros, assassinatos). Neste contexto, sob o pressuposto da escolha racional do indivíduo, ao adquirir uma arma de fogo, a vítima potencial deve considerar se uma arma será realmente necessária para este fim e, se caso necessário, se será eficiente quanto ao seu uso, ou seja, evitará a vitimização.

Por outro lado, também é possível que armas mantidas em casa possam, por vezes, ter efeitos indesejáveis, por exemplo, ao serem utilizadas para ameaçar terceiro, membros da família ou dar seguimento a um impulso suicida. Além disso, outros membros da família, incluindo adolescentes e crianças, podem apropriar-se indevidamente e resultando em acidentes e danos a terceiros (COOK; MACDONALD, 2011).

A decisão que a vítima potencial enfrenta em manter uma arma no domicílio se dá pelo *trade-off* entre assumir riscos de que sem uma arma o indivíduo será incapaz de defender-se contra criminosos potencialmente violentos enquanto que sob a posse de uma arma, o indivíduo assume riscos de incidentes e uso indevido da ferramenta. O tamanho dos riscos associados a possuir uma arma dependerá, de certa forma, de diferentes fatores, como por exemplo, onde a arma está armazenada, se há crianças na residência, se os membros da família abusam de álcool e drogas, ou também se sofrem de depressão ou outras doenças mentais, estarão estes inclinados a reações violentas. Assim, a posse de arma para autodefesa torna-se uma medida de precaução privada mais atraente individualmente do que coletivamente devido à externalidades negativas já citadas geradas pela mesma.

2.4 A interação entre criminosos potenciais e vítimas potenciais

Consideramos que a sociedade é formada em dois grupos de indivíduos, criminosos potenciais e vítimas potenciais. O termo “potencial” é usado por que “vítimas” podem não ser atacadas e “criminosos” podem abster-se de atacar (TAYLOR, 1995). Logo, qualquer suposição feita sobre a análise de armas deve-se considerar o comportamento dos indivíduos, pois o foco do problema não está nas armas, mas na utilização desta para cometer crimes.

Outro aspecto trivial, porém, fundamental no debate das armas de fogo é que crimes com ou sem armas são atividades de risco (OLIVEIRA, 2011). Neste caso, o criminoso não considera somente a probabilidade de ser preso e punido, como também a probabilidade de se deparar com uma vítima armada, o que a literatura denomina como o efeito dissuasão das armas. As possibilidades de dissuasão das armas de fogo são frequentemente debatidas, em uma disputa acirrada, entre os estudiosos da área (LOTT; MUSTARD, 1997; AYRES, DONOHUE, 2002).

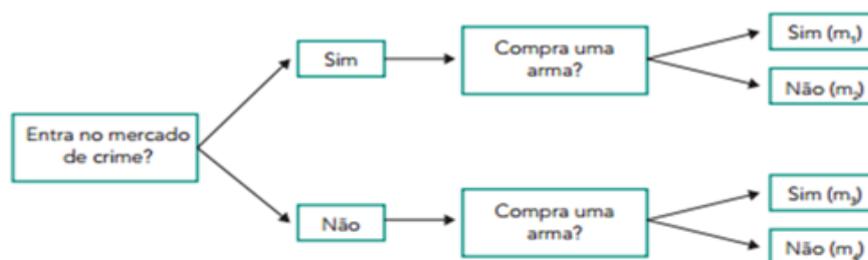
Assim, nas decisões de portar e usar uma arma tanto na prática do crime quanto para autodefesa deve se considerar a possibilidade de haver uma reação por parte do oponente. Entendendo a natureza da interação entre criminosos potenciais e vítimas potenciais, a demanda por armas têm papel importante na causalidade deste debate e das políticas de controle de armas de fogo.

A partir das proposições da teoria do comportamento criminoso baseado no pressuposto da escolha racional por Becker (1968), se o benefício total de cometer o crime supera o custo de praticá-lo, tal que $B > C$, o indivíduo comete o crime. Podemos considerar, analogamente, se os benefícios de possuir uma arma B_{ap} , superam os custos C_{ap} , o indivíduo adquire a mesma. Esta condição pode ser expressada por:

$$B_{ap} > C_{ap} \quad (7)$$

Com base nesta analogia, podemos supor que os indivíduos possuem dois nós de decisão: ingressar no mercado do crime e adquirir uma arma. Para tal demonstração, utilizaremos um modelo de teoria dos jogos, extraído de Cerqueira e De Mello (2012), onde o indivíduo pode encontrar quatro situações distintas: (i) participar do mercado criminal (m_1); (ii) participar do mercado criminal sem arma (m_2); (iii) não participar do mercado criminal, mas possuir arma para autodefesa (m_3); ou (iv) não participar do mercado criminal e não possuir arma (m_4). Assim o indivíduo decide primeiro se ingressa na carreira criminosa e, posteriormente, se adquire a arma.

Figura 1 - Matriz Estratégica do Jogo



Fonte: Cerqueira e De Mello (2012, p. 23)

No contexto dos possíveis conflitos entre potenciais criminosos e potenciais vítimas, Taylor (1995) foi o primeiro a propor modelos de Teoria dos Jogos sobre este tema. Seu primeiro modelo é formalizado em conclusões de Polby (1993). Polby (1993) afirma que o desarmamento universal é a opção ótima e que a relação entre o controle de armas e o bem-estar é não-monotônica, ou seja, o bem-estar pode diminuir primeiro, e depois aumentar, com as leis de controle de armas cada vez mais rigorosas.

Taylor (1995), pressupõe em seu modelo que o criminoso (C) estará sempre armado, e deve decidir entre atacar (A), ou não atacar (NA). Caso a opção “A” seja escolhida, o criminoso sacará a arma e atacará com ela. Já pela ótica da vítima (V), o nó de decisão está entre sacar a arma (G), ou não (NG) para autodefesa. Neste jogo de ordem simultânea, vítimas e criminosos não podem saber a escolha de seus adversários antes de decidirem suas próprias escolhas. Neste momento, fica evidente o papel da incerteza: criminosos não sabem se irão se deparar com uma vítima armada, e as vítimas não sabem se terão a infelicidade de serem vitimadas. O jogo apresenta a forma:

Figura 2 - Forma normal do jogo de Taylor

		C	
		A	NA
V	G	W-G	-C
	NG	Y	0

Fonte: Taylor (1995)

onde $Z > 0 > X > W > Y$ e C representam os custos (iguais) de portar uma arma para ambos. Deste ponto, o jogo estabelece apenas um *payoff* positivo, que para o criminoso o melhor é atacar quando a vítima não saca a arma. Visto que os outros *payoffs* são negativos, o jogo dá ênfase a dois importantes pontos: (i) o único que pode possibilitar a combinação parcial é o criminoso; (ii) o “crime compensa” apenas se a vítima está desarmada. O caso de um confronto armado entre os jogadores dá vantagem para o criminoso pelo fator elemento surpresa. O jogo supõe que a vítima, por sua vez, deve usar a arma para autodefesa, devido a estudos que mostraram

lesões mais leves a indivíduos resistentes do que os não resistentes ou que usaram outros tipos de armas (KLECK, 1991). Sequencialmente, Taylor (1995) propõe um segundo modelo mais complexo, estendendo a opção do criminoso de atacar sem armas e impondo custos diferentes para os jogadores. Novamente, o criminoso assume a vantagem em qualquer encontro em que os jogadores estão igualmente armados ou desarmados. A suposição de que o *payoff* da vítima armada supera estar desarmada é mantida. Esta suposição assume que não há possibilidade de haver vítimas fatais no confronto (OLIVEIRA, 2011), limitando a expansão do estudo, já que não se aplica a homicídios e outras fatalidades que envolvem o uso da arma.

Mialon e Wiseman (2005) propõe um modelo mais completo de crime e autodefesa. Os autores concluem que o impacto do controle de armas não pode ser revogado a menos que isto custe a perda de liberdade dos indivíduos e, conseqüentemente, perda de bem-estar. Porém, a limitação do trabalho é que os criminosos e vítimas potenciais possuem a mesma habilidade, limitando a aplicação do estudo, já que os criminosos, na maioria das vezes, são mais hábeis e surpreendem suas vítimas através do “elemento surpresa”.

Ao realizar esta breve revisão de literatura a respeito do assunto é possível inferir que este processo de interação entre criminosos e vítimas na presença de armas de fogo é bastante complexo e que tanto literatura teórica aqui apresentada quanto à empírica que será apresentada a seguir ainda precisam evoluir para que produzam respostas definitivas a respeito do tema.

2.5 O debate das armas de fogo

Embora existam inúmeros artigos acadêmicos sobre o tema, é possível afirmar que não há um consenso entre os autores sobre o efeito causal da prevalência de armas de fogo e o número de homicídios. As discussões entre os autores frequentemente abordam problemas metodológicos, como por exemplo, limitação dos dados disponíveis para alcançar medidas confiáveis sobre a prevalência de armas de fogo nas localidades. Devido à natureza local dos eventos criminais, surge a necessidade de utilizar unidades de análises de baixa agregação, como microrregiões e municípios. Além disso, muitos trabalhos são criticados por apresentarem problemas de endogeneidade (variável omitida, erros de medida e simultaneidade), que

provocam viés e inconsistência às estimações. Deste modo, é necessário criar estratégias de identificação que tratem adequadamente destes problemas econométricos para que se possa inferir a respeito de causalidade com segurança.

Uma parte considerável dos estudos encontrados na literatura internacional analisam os efeitos das leis que viabilizam o porte de armas de fogo nos Estados Unidos da América ("*Right to carry*") sobre as taxas de homicídio. Lott e Mustard (1997) indicam que os estados que adotaram leis menos restritas à prevalência de armas possuem taxas de criminalidade mais baixas que estados com leis mais restritas. Outros trabalhos que corroboram a esta relação negativa são Kleck (1997), Bronars e Lott (1998), Bartley e Cohen (1998), Benson e Mast (2001), Plassmann e Tideman (2001) e Lott (2003). Os argumentos apresentados por estes autores são que o aumento dos níveis de disponibilidade de arma capacita o público em geral de perturbar ou impedir a ação criminosa (COOK, 1991; KLECK, 1997). Segundo Kleck (1997), a disponibilidade de armas pode perturbar a ação criminosa de duas maneiras. Em primeiro lugar, uma vítima armada pode impedir a realização de um crime por neutralizar o poder de um agressor armado, ou por mudar o equilíbrio de poder a favor da vítima, quando confrontada com um agressor desarmado (KLECK, 1997). Segundo, uma vítima armada está disposta a usar a arma para resistir à agressão e evitar lesões (KLECK, 1997). Desta forma, "uma vez que a percepção do criminoso da maior probabilidade de se deparar com uma vítima armada aumentaria o custo esperado do crime, gerando um efeito dissuasão" (CERQUEIRA; DE MELLO, 2012, p. 11). Assim, os indivíduos podem abster-se de cometer o crime devido ao medo da retaliação violenta por parte das vítimas (ALTHEIMER, 2010). Por exemplo, um criminoso pode abster-se de cometer ataques futuros, porque eles foram confrontados por uma vítima armada durante uma experiência anterior (ALTHEIMER, 2010).

Existem também autores que são controversos aos argumentos de Lott e Mustard (1997). Black e Nagin (1998), afirmam que a pesquisa de Lott e Mustard (1997) não permite tirar conclusões seguras sobre o impacto das leis "*right to carry*" sobre crimes violentos. Utilizando a mesma base de dados, os autores concluíram que os resultados encontrados por Lott e Mustard (1997) são viesados, por possuir erros de especificação em seu modelo econométrico. Como resultado, a inferência baseada nos modelos de Lott e Mustard (1997) é inapropriada e seus resultados não podem ser utilizados de forma responsável para formular políticas públicas (BLACK; NAGIN, 1998). Outras críticas podem ser vistas em Duggan (2001), Ayres e Donohue (2003),

Lambert (2004), Webster, Vernick, Ludwig (2011). Dentre os vários trabalhos que também apontam que mais armas significam mais crimes estão Newton e Zimring (1969), Lester (1991), McDowall (1991), Killias (1993), Ludwig (1998), Black e Nagin (1998), Cook e Ludwig (1998, 2002), Dezhbakhsh e Rubin (1998, 2003), Stolzenberg e D'Alessio (2000), Duggan (2001), Ayres e Donohue (2003), e para o Brasil, Hartung (2009), Dos Santos e Kassouf (2011), Cerqueira e De Mello (2012). Os autores argumentam que as armas são mais letais que a maioria dos outros instrumentos de violência (LUDWIG, 2000), além disso, as armas fogo podem aumentar a letalidade nas tentativas de suicídios e ataques criminosos, bem como causar lesões acidentais (ZIMRING, 1968, 1972; KELLERMANN et al., 1992, 1993). Outro argumento geralmente utilizado é que os indivíduos estariam inclinados a dar respostas violentas para solução de conflitos interpessoais, Duggan (2001) diz que as armas aumentam a probabilidade de que qualquer conflito particular irá resultar na morte de um indivíduo. Em seguida, uma maior prevalência de armas servirá para aumentar o número de homicídios. A facilidade do acesso às armas é, também, outro fator que conseqüentemente diminui o custo para o criminoso no mercado ilegal (CERQUEIRA; DE MELLO, 2012).

Os estudos encontrados na literatura apresentam uma variedade de medidas usadas para capturar a prevalência de armas. Duggan (2001) utilizou como *proxy* o número das vendas de revistas especializadas em armas de fogo, concluindo que a propriedade de armas está positivamente relacionada com as taxas de homicídio. Por sua vez McDowall (1991) estimou um índice de densidade de armas de fogo constituído pela proporção de roubos e suicídios cometidos com o uso da arma de fogo. Stolzenberg e D'Alessio (2000) utilizaram o número de permissões para porte de armas e de armas roubadas reportadas à polícia. Moody e Marvell (2002) criaram um índice composto por informações coletadas de uma pesquisa domiciliar (*General Social Survey*), referente a proporção de suicídios por PAF (Projéteis de Arma de Fogo) e da venda de quatro revistas populares especializadas em armas de fogo. Kleck (1979) buscou uma estimativa de armas com base no volume de armas defasadas e mediana da renda familiar. Cook e Ludwig (2002) realizaram suas estimativas com base na proporção de suicídios por PAF. A partir desta variedade de medidas utilizadas na literatura, o uso de uma ou de várias abordagens dependerá da natureza da base de dados, e da disponibilidade dos mesmos.

3 METODOLOGIA E DADOS

Primeiramente, nesta seção, será tratado a metodologia empregada na análise e adequação dos dados, bem como as estratégias de identificação do modelo, com a intenção de eliminar a endogeneidade, presente no contexto deste trabalho. Seguidamente, fizemos uma análise descritiva dos dados e das variáveis que estão sendo utilizadas, para melhor compreensão da pesquisa.

3.1 Dados em painel

Dados em painel ou dados longitudinais são conjuntos de dados nos quais as mesmas unidades de corte transversal são acompanhadas ao longo do tempo, ou seja, são caracterizados por possuírem observações em duas dimensões que em geral são o tempo e o espaço. A coleta de dados em painel acompanha as mesmas unidades, indivíduos, pessoas, firmas, cidades, estados, países ao longo de um determinado período de tempo. O benefício de utilizar este tipo de dados, segundo Wooldridge (2011), é que ter múltiplas observações sobre as mesmas unidades nos permite controlar certas características não-observáveis dos indivíduos, firmas, etc. Em outras palavras, a estimação de dados em painel proporciona informações que possibilitam uma melhor investigação da dinâmica das mudanças nas variáveis, permitindo considerar o efeito das variáveis não-observadas.

Outra vantagem a ser considerada é a melhoria na inferência dos parâmetros estudados. Conforme Gujarati (2006), a metodologia de dados em painel proporciona dados mais informativos, mais variabilidade e menos colinearidade entre as variáveis, mais graus de liberdade e mais eficiência. Ao combinar dados seccionais e temporais aumenta-se o número de observações, conferindo uma maior variabilidade dos dados. Uma maior quantidade de informação disponível também aumenta a eficiência da estimação. Assim, os dados em painel permitem detectar e

medir efeitos mais complexos que não seriam detectáveis por uma análise puramente *cross section* ou temporal, tipificando as respostas de diferentes indivíduos a determinados acontecimentos, em diferentes momentos.

3.1.1 O Modelo Geral para Dados em Painel

Um modelo de dados em painel, com $i = 1, 2, \dots, N$ observações em $t = 1, 2, \dots, T$ períodos de tempo e K variáveis, pode ser representado da seguinte forma:

$$Y_{it} = \alpha_i + X_{it}\beta + \varepsilon_{it} \quad (1)$$

em que Y_{it} é a variável dependente, α_i representa os fatores não-observados, constantes no tempo, X_{it} é um vetor $1 \times K$ contendo as variáveis explicativas, β é um vetor $K \times 1$ de parâmetros a serem estimados e ε_{it} são os erros aleatórios.

Deve-se notar que há um máximo de N unidades observadas e T períodos de tempo, correspondendo a uma base de dados $N \times T$. Se cada N unidades observadas tiver o mesmo número de T observações de séries de tempo, têm-se o que se chama de painel equilibrado. Caso contrário, tem-se um painel desequilibrado.

Este modelo possibilita duas especificações distintas que são estimadas de acordo com as pressuposições que fazemos a respeito da possível correlação entre o termo de erro e as variáveis explicativas X_{it} : modelo de efeitos fixos e modelo de efeitos aleatórios.

a) Modelo de Efeitos Fixos:

Um método de eliminar o efeito não-observado ou efeito fixo α_i é chamado de *transformação de efeitos fixos* ou *transformação intragrupo*. Primeiramente, relembremos o modelo com uma única variável explicativa:

$$Y_{it} = \alpha_i + \beta X_{it} + \varepsilon_{it}, t = 1, 2, \dots, T \quad (2)$$

para cada i calculamos a média dessa equação ao longo do tempo:

$$\bar{Y}_i = \alpha_i + \beta \bar{X}_i + \bar{\varepsilon}_i, t = 1, 2, \dots, T \quad (3)$$

como α_i é constante ao longo do tempo, ele está tanto na equação (2) como em (3). Se subtrairmos (3) de (2) para cada t , temos:

$$Y_{it} - \bar{Y}_i = \beta(X_{it} - \bar{X}_i) + \varepsilon_{it} - \bar{\varepsilon}_i, t = 1, 2, \dots, T \quad (4)$$

podemos escrever também como:

$$\check{Y}_{it} = \beta \check{X}_{it} + \check{\varepsilon}_{it}, t = 1, 2, \dots, T \quad (5)$$

em que $\check{Y}_{it} = Y_{it} - \bar{Y}_i$ são os dados centrados na média de Y , $\check{X}_{it} = X_{it} - \bar{X}_i$ são os dados centrados na média de X e $\check{\varepsilon}_{it} = \varepsilon_{it} - \bar{\varepsilon}_i$ são os dados centrados na média de ε . Note que o efeito não-observado α_i desaparece na equação (5).

A principal característica desse modelo é tratar os α_i 's como variáveis aleatórias não-observáveis e correlacionadas com algum X_{it} em qualquer período de tempo, como na primeira diferença. Por esse motivo, qualquer variável explicativa que seja constante ao longo do tempo para todo i é removida pela transformação de efeitos fixos. Dessa forma, não podemos incluir variáveis invariantes no tempo, como sexo, por exemplo, pois se $\check{X}_{it} = 0$ para todo i e t , se X_{it} for constante ao longo de t .

b) Modelo de Efeitos Aleatórios:

Relembramos o modelo de efeitos não observados com k variáveis explicativas:

$$Y_{it} = \alpha_i + \beta_0 + \beta_1 X_{it1} + \beta_2 X_{it2} + \dots + \beta_k X_{itk} + \varepsilon_{it}, t = 1, 2, \dots, T \quad (6)$$

de acordo com Cameron e Trivedi (2010), o modelo de efeitos aleatórios assume que α_i em (6) é puramente aleatório, uma forte suposição implicando a ausência de correlação entre α_i e os regressores. Assim, a equação (6) torna-se um modelo de

efeitos aleatórios quando presumimos que o efeito não observado α_i é não correlacionado com cada variável explicativa em todos os períodos de tempo, ou seja, $Cov(X_{it}, \alpha_{it}) = 0, t = 1, 2, \dots, T; j = 1, 2, \dots, k$. Caso esta hipótese seja satisfeita, podemos considerar o erro combinado, isto é, $v_{it} = \alpha_i + \varepsilon_{it}$. Assim, reescrevemos (6) como:

$$Y_{it} = \alpha_i + \beta_0 + \beta_1 X_{it1} + \beta_2 X_{it2} + \dots + \beta_k X_{itk} + v_{it}, t = 1, 2, \dots, T \quad (7)$$

e pressupõe que α_i é i.i.d. (independente e identicamente distribuído), com variância σ_α^2 e que ε_{it} é i.i.d. com variância σ_ε^2 . Como α_i é o erro composto em cada período de tempo, os v_{it} são serialmente correlacionados ao longo do tempo, logo, sob as hipóteses de efeitos aleatórios, $\rho_v = Corr(v_{it}, v_{is}) = \frac{\sigma_\alpha^2}{\sigma_\alpha^2 + \sigma_\varepsilon^2}$, para todo $t \neq s$. Pode se mostrar que $Var(v_{it}) = \sigma_\alpha^2 + \sigma_\varepsilon^2$ e que $Cov(v_{it}, v_{is}) = \sigma_\alpha^2, t \neq s$. A presença de correlação serial no termo de erro composto v_{it} pode ser substancial, visto que os erros-padrão do MQO agrupado (*POLS*) ignoram essa correlação, eles serão viesados, como também serão incorretas as habituais estatísticas de testes. A fim de resolver estes problemas, podemos utilizar os estimadores de mínimos quadrados generalizados (MQG), que considera a correlação entre os erros de cada observação. A transformação que elimina a correlação serial nos erros é a seguinte:

$$Y_{it} - \lambda \bar{Y}_i = \beta_0(1 - \lambda) + \beta_1(X_{it1} - \lambda \bar{X}_{i1}) + \dots + \beta_k(X_{itk} - \lambda \bar{X}_{ik}) + (v_{it} - \lambda \bar{v}_i) \quad (8)$$

onde $\lambda = 1 - [\sigma_\varepsilon^2 / \sigma_\alpha^2 + T \sigma_\alpha^2]^{1/2}$, $\sigma_\alpha^2 = Var(\alpha_i)$ e $\sigma_\varepsilon^2 = Var(\varepsilon_{it})$. A transformação em (8) considera as variáveis explicativas que sejam constantes ao longo do tempo, e essa é uma vantagem dos efeitos aleatórios sobre os efeitos fixos ou sobre a primeira diferença. Esta possibilidade surge devido aos efeitos aleatórios assumirem que o efeito não-observado é não correlacionado com todas as variáveis explicativas, sejam elas constante no tempo ou não.

Outro problema que encontramos em dados em painel é a endogeneidade. Wooldridge (2001) atribui à questão de endogeneidade da variável explicativa a três principais motivos: simultaneidade, variáveis omitidas (heterogeneidade não-observada que varia no tempo) e erros de medida. Quando a correlação entre o termo

de erro e alguma variável explicativa é diferente de zero, isto é, $Cov(x_j, \varepsilon_{it}) \neq 0$, então a variável é considerada endógena.

3.1.2 Testes para especificação correta

A preferência entre efeitos fixos e efeitos aleatórios depende da pressuposição que fazemos sobre a correlação entre os termos de erro ε_{it} e as variáveis independentes X_{it} . Se ambos não estiverem relacionados, o modelo a ser utilizado é o de efeitos aleatórios, caso contrário, deve-se utilizar o modelo de efeitos fixos. A definição sobre qual modelo será mais apropriado depende dos resultados dos testes, entre tais, teste F, teste de Breusch-Pagan, teste de Hausman e o teste de Sosa-Escudero e Bera.

a) Teste F

O teste F desenvolvido por Chow (1987) verifica a validade da hipótese de que os efeitos específicos das firmas sejam iguais a zero. A estatística do teste F é dada por:

$$F_{(M, NT-K-N)} = \left(\frac{SQR_{RE} - SQR_{FE}}{SQR_{FE}} \right) \left(\frac{NT-K-N}{M} \right) \quad (9)$$

Os termos SQR_{FE} e SQR_{RE} referem-se a soma dos quadrados dos resíduos dos modelos de efeitos fixos e aleatórios respectivamente. De outro ponto de vista, o teste F verifica a validade da hipótese de ausência de efeitos específicos das firmas, dada por $H_0: \alpha_i = 0$.

b) Teste de Hausman

O teste de especificação desenvolvido por Hausman (1978), é usado para testar a ortogonalidade entre os efeitos em comum (efeito fixo) e os regressores. Sob a hipótese nula, as duas estimações não diferem sistematicamente, e o teste de

especificação pode ser medido através da diferença das matrizes de covariância assintótica dos modelos:

$$H = (\hat{\beta}_{FE} - \hat{\beta}_{RE})' [V_{FE} - V_{RE}]^{-1} (\hat{\beta}_{FE} - \hat{\beta}_{RE}) \quad (10)$$

Note analogamente, que o objetivo do teste de Hausman⁴ é verificar a relação entre o ruído branco ε_{it} e as variáveis explicativas X_{it} , testando as hipóteses:

$$\begin{aligned} H_0: \varepsilon_{it} \text{ não tem relação com as variáveis explicativas;} \\ H_1: \varepsilon_{it} \text{ é relacionado com as variáveis explicativas;} \end{aligned} \quad (11)$$

tal que a condição necessária para rejeitar a hipótese nula é obter um valor crítico com distribuição do qui-quadrado maior que 0,05.

Johnston e DiNardo (1972) explicitam que, caso não seja possível rejeitar a hipótese de que o ruído branco não seja relacionado com as variáveis explicativas, o modelo a ser utilizado é o de efeitos aleatórios, por outro lado, aceitando a hipótese alternativa, ou seja, validando-se a relação entre o ruído branco e as variáveis explicativas, o modelo escolhido é o de efeitos fixos.

c) Testes para heterocedasticidade e autocorrelação: Testes LM

Para testar se o modelo de efeitos aleatórios é apropriado, Breusch e Pagan (1980) desenvolveram um teste baseado no Multiplicador de Lagrange, definindo-se as seguintes hipóteses:

$$\begin{aligned} H_0 = \delta_\alpha^2 = 0 \\ H_1 = \delta_\alpha^2 \neq 0 \end{aligned} \quad (12)$$

⁴ Quando a variância do modelo RE > variância do modelo FE, o teste produz estatística negativa. Fonte: https://www.researchgate.net/post/How_can_the_Hausman_test_be_negative_and_why invertamos a ordem dos comandos (random fixed) na ocorrência desta situação. Este tópico possui vasta discussão, entretanto, sobrepõe nosso objetivo, que é apenas inferir a diferença entre as variâncias.

Sob a hipótese nula, LM tem distribuição qui-quadrado, com um grau de liberdade. Se a hipótese nula for aceita, valida-se a variância constante e o modelo *POLS* (Mínimos Quadrados Empilhados) é preferível ao modelo de efeitos aleatórios. Caso contrário, deve-se assumir a possibilidade de efeitos aleatórios no modelo, ou seja, que essa especificação é mais adequada para os dados que estão sendo tratados na modelagem.

Para análise conjunta de efeitos aleatórios e autocorrelação residual, Sosa-Escudero e Bera (2008) desenvolveram o teste do Multiplicador de Lagrange ajustado, que tem sob hipótese nula, ausência de correlação serial. Caso esta hipótese não seja satisfeita, devemos aplicar métodos que permitam autocorrelação e heterocedasticidade, tais como as com erros padrão-robustos ou cluster-robustos para manter a independência entre os resíduos nos municípios.

Após uma abordagem das características pertinentes aos modelos de dados em painel, se faz necessário a realização de testes a fim de definir a especificação mais apropriada nas investigações de armas e crimes violentos: i) Teste F; ii) Teste LM de Breush-Pagan; iii) Teste de Hausman iv) Teste ALM para correlação serial.

3.2 Endogeneidade, Variáveis Instrumentais e GMM

Endogeneidade é um problema frequentemente encontrado na metodologia de dados em painel. Ocorre quando fatores que determinam a variável dependente não estão incorporados no conjunto de variáveis independentes da equação, por não serem diretamente observáveis ou mensuráveis. No caso das armas não podemos supor que

$$E(\textit{Prevalencia de Armas}_{it}, \varepsilon_{it}) = 0 \forall i, t \quad (13)$$

Dessa forma, devemos realizar teste e tratamento nas variáveis, buscando a identificação do modelo. Considere o exemplo extraído de Hansen (2000), o seguinte modelo de regressão linear:

$$\begin{aligned}
 y_i &= x'_i \beta + \varepsilon_{it} \\
 &= x'_{1i} \beta_1 + x'_{2i} \beta_2 + \varepsilon_{it}
 \end{aligned}
 \tag{14}$$

Em que x'_{1i} é um vetor $k \times 1$ e x'_{2i} é um vetor $r \times 1$ com $m = k + r$, onde m é o número de momentos, k é o número de parâmetros e r é o número de restrições sobreidentificadas. Sabemos que, se caso o pressuposto de que não há associação entre x'_i e ε_{it} , tal que

$$E(x_i \varepsilon_{it}) = 0 \tag{15}$$

O estimador eficiente de β é o estimador MQO. Agora, novamente no exemplo da equação (9), vamos supor que dada a informação de que $\beta_2 = 0$, podemos reescrever o modelo anterior da seguinte maneira:

$$y_i = x'_{1i} \beta_1 + \varepsilon_{it} \tag{16}$$

Neste caso, como deveríamos estimar β_1 ? Um método seria estimar uma regressão de MQO de y_i em x_{1i} apenas. Este método, de toda forma, não se mostra necessariamente eficiente, uma vez que existem restrições ($m - k = r$) de m em $E(x_i \varepsilon_{it}) = 0$, enquanto β_1 é uma dimensão $m > k$ (quantidade de momentos é maior que a quantidade de parâmetros). Esta condição é chamada pela literatura de sobreidentificação. Segundo Wonnacott e Wonnacott (1978), a condição de ordem necessária para identificar uma equação é quando o número de variáveis exógenas ou pré-determinadas⁵ excluídas da equação é igual ao número de variáveis endógenas incluídas no lado direito da equação. Este problema, em outras palavras, nada mais é do que a existência de dependência linear entre variáveis incluídas no modelo. Neste contexto, as condições de identificação são classificadas como:

- (i) Identificados: $m = k$
- (ii) Subidentificados: $m < k$
- (iii) Sobreidentificados: $m > k$

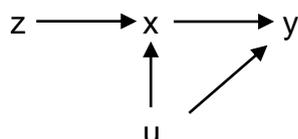
³ Segundo Wonnacott e Wonnacott (1978), uma variável predeterminada pode ser a defasagem da própria variável de interesse para ser usada como seu próprio instrumento.

Dado que as condições de identificação encontradas na literatura são estritamente algébricas, e se aplicam aos parâmetros inseridos na equação, traçamos uma estratégia de eliminar o problema de endogeneidade, estimando a variável proxy que mensura a prevalência de armas através de dois métodos diferentes: (i) estimação nas defasagens (primeira diferença), e (ii) estimação com variáveis instrumentais.

3.2.1 Variáveis Instrumentais

3.2.1.1 Definição de um instrumento

Uma ferramenta que prova ser uma alternativa para solucionar o problema de endogeneidade é a inclusão de uma nova variável instrumentalizada, Z , que ainda assim usa dados observados, permitindo incluir no modelo variáveis que são associadas com mudanças em X mas não estão relacionadas com mudanças em Y (exceto indiretamente via X). O diagrama abaixo extraído de Cameron e Trivedi (2010) pode ilustrar tal situação:



onde a variável instrumental Z introduzida no modelo está correlacionada com a variável X , ou seja, $E(Z, X) \neq 0$, mas não com o termo de erro idiossincrático $E(Z, u) = 0$. Sendo assim, a variável Z é denominada instrumento de X . Em geral, podemos ter muitas variáveis em Z , e mais de um X correlacionados com u .

3.2.1.2 Estimação: VI e GMM

O estimador de VI de variáveis instrumentais exemplificado na seção anterior é:

$$\hat{\beta}_{IV} = \frac{\sum_i z_i y_i}{\sum_i z_i x_i} \quad (17)$$

Que pode ser interpretado como a razão entre a correlação de y com z e a correlação de x com z . Sendo assim a consistência do estimador $\hat{\beta}_{IV}$ deve ser provada através da condição de que z esteja correlacionado com x mas não com o termo de erro ε .

Em função do problema de variável omitida tratado por esta metodologia, devemos considerar a possibilidade de existir mais instrumentos que regressores (*overidentified case*), menos instrumentos que regressores (*not-identified case*), como também a mesma quantidade de instrumentos e regressores (*just-identified case*). Neste último caso citado, não é possível a existência de um $\hat{\beta}_{IV}$ consistente. Porém, outros métodos existentes na econometria provam ser mais eficientes. Um deles é o estimador de mínimos quadrados ordinários em dois estágios (MQ2E)⁶, que, seguindo a notação matricial é

$$\hat{\beta}_{2SLS} = \{X'Z(Z'Z)^{-1}Z'X\}^{-1}X'Z(Z'Z)^{-1}Zy \quad (18)$$

Se caso os termos de erro forem independentes e homocedásticos, este será o mais eficiente estimador. Um outro método de estimação eficiente na eliminação da heterogeneidade não observada é o Método dos Momentos Generalizados (GMM). Seu estimador é representado pela seguinte notação

$$\hat{\beta}_{GMM} = (X'ZWZ'X)^{-1}X'ZWZ'y \quad (19)$$

Onde W é a matriz de covariância (matriz de pesos). O estimador ótimo de $\hat{\beta}_{GMM}$ utiliza uma matriz de pesos ideal, que satisfaça $W = \hat{S}^{-1}$. Naturalmente, o número de momentos deve ser superior ao número de parâmetros (sobreidentificados).

Este método para encontrar o GMM ótimo é realizado através de dois estágios. O primeiro estágio consiste em incorporar uma matriz de pesos \bar{W} , na qual a matriz identidade é geralmente escolhida. No segundo estágio, estima-se a matriz

⁶ Também conhecido na literatura internacional como 2SLS.

de covariância \hat{S} utilizando o parâmetro resultante do estágio 1. O estimador para o GMM em dois estágios se dará por

$$\hat{\beta}_{GMM} = (X' Z \hat{S}^{-1} Z' X)^{-1} X' Z \hat{S}^{-1} Z' y \quad (20)$$

3.2.1.3 Relevância e Validade dos instrumentos

Primordialmente, qualquer instrumento que seja um candidato a ser considerado na estimação deve satisfazer a condição $E(z_i \varepsilon_{it}) = 0$. No caso de existirem mais instrumentos que regressores (superidentificação), é possível realizar testes que validam as condições de ortogonalidade para as variáveis instrumentalizadas no modelo, sugerindo que a endogeneidade foi eliminada na especificação estimada. Por isso, devemos também verificar se os instrumentos são fracos, pois na presença de instrumentos fracos haveria uma fraca correlação entre os instrumentos e as variáveis endógenas, implicando viés. Utilizaremos o teste de Kleibergen-Paap (2006), para testar a hipótese nula de que os instrumentos não são válidos e o teste J de Hansen (1982) para a validade das restrições do modelo⁷.

3.3 Os dados e as variáveis

3.3.1 Seleção das Variáveis Exógenas

O uso de dados municipais gera um *trade-off* no que diz respeito a qualidade das informações disponíveis. Ao mesmo tempo que o crime é uma atividade que possui características estritamente locais, contribuindo com a precisão da análise, os dados municipais disponíveis são limitados, existindo poucas informações anuais disponíveis, sendo as mais completas com periodicidade decenal, o que reduz nossa capacidade de estimação. Uma amostra de curto prazo com informações mais completas como o sexo, a incidência e o tipo de instrumento utilizado pelo criminoso certamente resultaria em uma investigação mais robusta, permitindo a análise de fatores e hipóteses até então indeterminadas.

⁷ Valor crítico deve ser maior que 0,05.

As variáveis de controle selecionadas foram aquelas disponíveis que permitissem mensurar os efeitos específicos dos municípios, tal como os efeitos do nível de renda e demografia, os efeitos da presença e eficiência policial, do sistema judiciário, e de atividades ilegais que possivelmente estão relacionadas com a violência armada.

- a) PIB per capita (ppc): variável de controle, utilizada para capturar os efeitos de variações na renda das economias sobre os crimes contra a pessoa e contra a propriedade, calculada como a razão entre o PIB das cidades e a População estimada. A teoria econômica do crime associa esta variável em dois aspectos. O primeiro, seguindo a teoria da utilidade racional em que os indivíduos respondem a incentivos, estes estariam condicionados a fatores que aumentassem o custo de oportunidade de cometer o crime, como emprego e renda. A medida que a renda dos indivíduos melhora de maneira geral, os benefícios do crime também aumentam, gerando mais ganhos, tornando esta profissão lucrativamente mais atrativa. Ao mesmo tempo, o custo de oportunidade do indivíduo aumenta à medida que o nível de renda se deu em razão do nível de emprego. Uma baixa no desemprego indica mais oportunidades de obter benefícios com menos riscos na atividade legal do que atuando no mercado de trabalho ilegal.
- b) População (pop): variável de controle, utilizada para capturar os efeitos de variações da quantidade populacional em cada município sobre os crimes contra a pessoa e contra a propriedade. O efeito populacional gera, sem sombra de dúvidas, disparidades relevantes entre as localidades quando comparados os níveis de crime ocorridos nestas. Municípios mais populosos tendem a demandar mais trabalho para os sistemas de justiça e policial, pois aumentam as ocorrências de eventos, reduzindo a eficiência destas variáveis. Além disso, o nível de crime em uma região mais povoada tende a expandir os delitos para os municípios vizinhos, gerando ganhos de escala.
- c) Punição de Homicídios (punhom): variável de controle, utilizada para capturar os efeitos da justiça penal sobre os homicídios com armas, calculada como a

razão entre os presos em flagrante por homicídios (hompf) e os homicídios totais (hom). A economia do crime trata que o custo de oportunidade do crime pode aumentar se caso fatores dissuasórios como a probabilidade de ser capturado e punido, além do rigor dessa punição aumentarem também. Logo, se a proporção de indivíduos presos pela prática de homicídios aumenta no passado, esta deve influenciar em menos crimes no futuro, pois menos homicidas estão em circulação, e outros indivíduos podem abster-se de cometer este crime contra a vida.

- d) Criminosos Foragidos Recapturados (fgrc): variável de controle, utilizada para capturar os efeitos da eficiência policial (risco de ser capturado) sobre os homicídios com armas. Esta variável testa a hipótese de que o crime do passado afeta os crimes no futuro, ou seja, se o indivíduo que é criminoso reincidente ou foragido, ou que convive em ambiente em que o crime é comum, ele tende a cometer mais delitos no período seguinte. Logo, um aumento da probabilidade desse criminoso ser recapturado pela polícia pode dissuadir outros criminosos que participam do mesmo nicho deste indivíduo, evitando crimes no tempo seguinte.

- e) Tráfico (trf): variável de controle, utilizada para capturar os efeitos da presença policial (risco de ser pego) sobre os crimes contra pessoa. O tráfico é a atividade mais organizada no mercado ilegal, dando origem a gangues ou outras facções criminosas que sustentam este mercado lucrativo. Existe aqui, a hipótese de o tráfico estar relacionado com delinquência e violência consequentemente. Segundo Tita (2007), as armas de fogo são as ferramentas de trabalho dos traficantes de drogas, uma vez que estes portam grandes quantidades de dinheiro (precisam se defender em caso de tentativa de roubos), além de que o porte de armas se tornou um símbolo de respeito para com os consumidores, distribuidores e devedores, impondo a gravidade das consequências em caso do não pagamento das transações realizadas.

3.3.2 Proxies para prevalência de armas de fogo

Em razão da ausência de informações estatísticas reais quanto ao estoque de armas de fogo nos municípios, viu-se a oportunidade de testar e abrir novas discussões sobre as proxies que melhor representam esta medida. A Tabela 1 mostra as diferentes medidas encontradas na literatura

TABELA 1. Proxies para prevalência de armas segundo vários autores

Autor	Proxy
Kleck (1979)	Estimativa de armas com base no volume de armas defasadas e mediana da renda familiar
McDowall (1991)	Índice de densidade de armas de fogo, constituído pela proporção de roubos e suicídios cometidos com o uso de arma de fogo
Cummings et al (1997)	Número de registros de armas de fogo em órgãos administrativos
Duggan (2001)	Venda de revistas especializadas em armas de fogo
Stolzenberg e D'Alessio (2000)	Número de permissões para porte de armas e número de armas reportadas a polícia
Cook e Ludwig (2002)	Proporção de suicídios com armas
Moody e Marvell (2002)	Proporção de suicídios com armas e venda das 4 revistas mais populares nos EUA especializadas em armas
Hartung (2009)	Apreensões de armas de fogo pela polícia
Cerqueira e De Mello (2012)	Proporção de suicídios com armas
Abras et al (2013)	Proporção de suicídios com armas

Fonte: Elaborado pelo autor.

No entanto, um estudo (KLECK, 2004) que analisou as diferentes medidas realizadas na literatura empírica qualificou a proporção de suicídios com armas como o melhor e mais adequado instrumento para a realização deste procedimento. Sendo assim, este artigo busca testar a proxy sugerida e também outras duas proxies que melhor representem os efeitos das armas sobre crimes violentos:

- 1) Apreensões de Armas de Fogo (apr): variável proxy que mensura a prevalência de armas. Está associada a oferta e demanda de armas no mercado ilegal, assim como as armas legais apreendidas em incidentes ou que foram voluntariamente entregues aos sistemas de polícia e justiça. Esta proxy, também utilizada por Hartung (2009), além de ser uma medida de

difusão de armas, ela pode causar efeitos na eficiência policial (polícia mais eficiente = mais apreensões, tudo mais constante) logo a criminalidade deveria reduzir em lugares com mais apreensões, pois aumenta o risco de ser pego e punido, mas isso se caso estivéssemos estimando a eficiência policial. Para a prevalência de armas, o sinal do coeficiente nos mostrará qual o efeito causal de armas e crimes, portanto, o sinal do coeficiente é indeterminado.

- 2) Prisões por Porte Ilegal de Armas (prt): variável proxy que mensura a prevalência de armas. Está associada tanto com a demanda e oferta no mercado ilegal como nos incidentes fatais e não fatais que envolvem uso de arma de fogo, em caso desta estar oculta por não estar de acordo com os parâmetros legais da justiça.
- 3) Proporção de Suicídios (psuic): variável proxy que mensura a prevalência de armas, calculada como a razão entre os suicídios cometidos com uso de armas de fogo e o total de suicídios. Amplamente utilizada para mensuração da disponibilidade de armas (COOK E LUDWIG, 2001; KLECK, 2004);

3.3.3 Fontes de Variáveis Exógenas

- 1) Inquéritos Policiais Remetidos (iprm): pressupõe-se que esta atividade burocrática crie um trade-off entre o tempo que o efetivo policial aloca nos trabalhos de campo (investigação e busca de criminosos) e o tempo que aloca executando tarefas administrativas da organização. Logo, se existem mais inquéritos policiais, menos a polícia busca encontrar bandidos, e reduz a quantidade de apreensões. Presume-se que não há correlação com os homicídios e diretamente, devido as atividades burocráticas para estes crimes serem executadas após a ocorrência do evento.
- 2) Termos Circunstanciais Remetidos (tcrm): Aqui a hipótese de relação com a variável endógena é muito parecida com a anterior. A diferença é pressupõe-se que esta atividade burocrática crie um *trade-off* entre o tempo

que o efetivo policial aloca nos trabalhos de campo (investigação e captura de criminosos) e o tempo que aloca executando tarefas administrativas da organização. Logo, se existem mais inquéritos policiais, menos tempo disponível a polícia possui para identificar e capturar criminosos. Presume-se que não há correlação desta variável com os homicídios com armas, devido ao fato que estas atividades burocráticas não estão ligadas a estes crimes em nenhum sentido.

- 3) Posse de Drogas (pssdr): Muitos estudos apontam que o consumo de drogas provoca alterações psicológicas e psicossociais. Entretanto, sob efeito de drogas, não podemos considerar que os indivíduos são homicidas pois assumem comportamento não racional. Logo, esta variável se relaciona aos pequenos distribuidores, que fazem parte do mesmo nicho dos traficantes armados, e com os consumidores que podem vir a portar armas por precaução em caso de serem ameaçados por algum traficante “peixe grande”. Usuários de drogas suicidas geralmente estão preocupados em consumi-las, portanto, não há relação direta com os homicídios que envolvem uso de arma.
- 4) Furtos em Flagrante (frtpf): Aqui vale a hipótese de que os indivíduos que irão tirar algum objeto de outra pessoa sem estabelecer contato físico com ela (furto) estão portando armas por precaução, pois existe a probabilidade do efeito surpresa acontecer, de serem pegos pela polícia no ato (flagrante) ou logo após o crime. Estes indivíduos, muitas vezes possuem armas escondidas, visto que sua intenção primária não é o contato e o conflito com a vítima.
- 5) Embriaguez no Volante (embv): Indivíduos que assumem riscos ou fazem abuso de álcool estão mais propensos a comprometer a própria vida. Um estudo (LESTER, 2000) associou o consumo de álcool e as taxas de suicídios de treze países ao redor do mundo, sendo que em apenas três os resultados foram inconclusivos. Sendo assim, o uso frequente do álcool, pode levar os indivíduos a cometer incidentes mesmo que não estejam sob efeito de tal substância. Acidentes ocorridos contra terceiros ou familiares

tendem a gerar traumas que são, muitas vezes, geradores de comportamentos suicidas, resultando em conduzir um veículo em estado de embriaguez, ou, na pior das hipóteses se autoprovocar um acidente.

3.4 Descrição dos dados

Um outro requisito fundamental é a seleção das unidades que compõem a amostra. Por duas (ou mais) razões: (i) Municípios menores e com baixa ocorrência de eventos tendem a gerar viés na estimação, por estes possuírem valores iguais à zero ou nulos (*missing values*). (ii) Não é recomendável utilizar uma base de dados que compõe todo território nacional, por exemplo, devido as particularidades (culturais, socioeconômicas, populacionais, estrutura judiciária, efetivo policial, etc) de cada unidade da federação.

Definidos estes critérios, o próximo passo seria selecionar os municípios um a um, de acordo com o requisito de seleção. Porém, por conveniência da pesquisa e da qualidade dos dados, optou-se por selecionar os municípios pertencentes a uma região específica, neste caso, os 33 municípios pertencentes a Região Metropolitana de Porto Alegre (RMPA). Segundo o IBGE são eles: Alvorada, Araricá, Arroio dos Ratos, Cachoeirinha, Campo Bom, Canoas, Capela de Santana, Charqueadas, Dois Irmãos, Eldorado do Sul, Estância Velha, Esteio, Glorinha, Gravataí, Guaíba, Igrejinha, Ivoti, Montenegro, Nova Hartz, Nova Santa Rita, Novo Hamburgo, Parobé, Portão, Porto Alegre, Rolante, Sapiranga, Sapucaia do Sul, Santo Antônio da Patrulha, São Jerônimo, São Leopoldo, Taquara, Triunfo, Viamão.

Uma vez levantados os componentes deste grupo, o próximo passo era levantar os dados. Para tanto, era necessário selecionar um período histórico. A partir de 2007, os dados referentes as prisões de porte ilegal de armas de fogo e apreensões de armas de fogo passaram a ser disponibilizados pela SJS-RS. Com base nestas duas informações tornou-se possível a realização deste trabalho, visto a limitada disponibilidade de dados sobre o assunto até então, não era possível obter bons indicadores que permitissem mensurar o efeito das armas sobre o crime. Sendo assim, esta condição justifica nossa opção pelo período fechado de 7 anos, de 2007 a 2013, perfazendo um total de 231 observações.

Definidos os parâmetros relevantes da pesquisa, recorreremos a base de dados de mortalidade de armas através do DATASUS com todas as características quanto a sua natureza e ocorrência, as bases de dados criminais (DIPLANCO) quanto ao seu tipo e ocorrência, e as bases de dados de características econômicas (IBGE) específicas dos municípios para serem utilizadas como variáveis de controle. Levantados os dados, fizemos uma análise estatística descritiva preliminar, com o uso do software estatístico STATA 12.0.

TABELA 2. Estatísticas descritivas: Economia, Violência e Segurança Pública na RMPA (2007 - 2013)

Variável	Média	Mínimo	Máximo	Desvio-Padrão	
				Entre Municípios	Intra Municípios
Município (1)	17	1	33	-	-
PIB per Capita (1)	27.499,24	4.553,17	220.512,1	33.729,87	6.070,75
População (1)	123.379,6	4.781	1.467.816	250.065,9	4.479,05
Proporção de Suicídios (2)	0,099	0	1	0,084	0,131
Homicídios com Armas de Fogo (2)	36,264	0	612	93,642	11,213
Suicídios com Armas de Fogo (2)	1,32	0	28	3,16	1,44
Apreensões de Armas de Fogo (3)	86,589	0	1.544	219,543	40,341
Prisões por Porte Ilegal de Armas de Fogo (3)	49,441	0	816	126,412	31,1926
Homicídios (4)	30,922	0	457	74,523	9,256
Roubos (4)	1.111,749	3	26.017	3.358,201	728,95
Prisões por Tráfico (3)	123,705	0	3.082	399,166	119,068
Posse de Drogas (3)	170,251	0	2.649	318,974	182,495
Foragidos Recapturados (3)	107,835	0	2.450	313,303	80,232
Furtos em Flagrante (4)	65,680	0	1355	161,823	54,013
Inquéritos Policiais Remetidos (3)	2.334,714	0	79.386	8.687,003	3.428,067
Termos Circunstanciais Remetidos (3)	1.810,416	0	34.681	5.289,829	600,653
Embriaguez no Volante (3)	28,484	0	376	48,244	37,591

Homicídios – Prisões em Flagrante (3)	5,563	0	82	9,982	6,542
Roubos – Prisões em Flagrante (3)	64,359	0	1497	189,912	49,764

Fonte: (1) IBGE; (2) Brasil/MS/SIM; (3) DIPLANCO; (4) SJS-RS - Secretaria de Justiça e Segurança do Estado do Rio Grande do Sul.

Os dados apresentados na Tabela 2 retratam as estatísticas dos dados econômicos e criminais da Região Metropolitana de Porto Alegre (RMPA) entre 2007 e 2013. Neste intervalo de tempo, se tem uma média de 36 homicídios com armas por ano nos municípios, número que sobrepõe os homicídios registrados por outras causas (média de 31/ano), evidenciando que a arma de fogo é o instrumento mais utilizado para cometer crimes contra pessoa em cada localidade.

É bastante notável que as regiões que se concentram próximos ao município mais populoso (Porto Alegre), também estancam as primeiras posições no ranking de mortes com armas. O mesmo vale para outros tipos de mortes e crimes. Para os suicídios cometidos com o uso de armas de fogo, temos um número relativamente inferior quanto a grandeza e a frequência das demais variáveis a média de suicídios com armas nos municípios é menor que do um.

Além disso, podemos constatar que, mesmo tratando de um incidente de natureza não criminosa, a frequência de suicídios também tende a ser maior em regiões mais populosas, assim como as outras variáveis discutidas nesta seção. Em relação aos crimes que exigem uma organização ou planejamento – roubos, tráfico e posse de drogas – estes apresentam números superiores em relação aos outros delitos. A média de roubo nos municípios foi de 1.112 roubos/ano. Já a variável tráfico registrou uma média de 123 prisões por ano nas localidades. No que tange aos delitos relacionados a posse de drogas, a média foi um pouco superior ao tráfico, atingindo 170 detidos por posse de entorpecentes no período analisado. Por fim, no que tange a presença e a eficiência policial, neste período, se teve uma média de 49 armas apreendidas nas localidades, enquanto que em média 87 indivíduos foram presos por portar armas ilegalmente. A atuação policial se mostrou bastante eficaz na busca por indivíduos foragidos, registrando 12.373 prisões bem-sucedidas.

4 RESULTADOS

Diante da falta de informações estatísticas que mensurem a quantidade real de armas presente na região de estudo, fez-se uso de 3 variáveis *proxy* que são apontadas como capazes de mensurar este indicador. Contudo, a utilização de *proxies* não exclui a possibilidade de haver problemas de endogeneidade no modelo econométrico, tornando-se importante definir primordialmente uma estratégia de estimação que considere testar a existência de dependência linear entre as variáveis que explicam o crime e o termo de erro.

O objetivo deste exercício é encontrar a especificação mais adequada que explique os efeitos da prevalência de armas sobre crimes. Para execução de tal tarefa, foram realizados os variados testes de especificação expostos na seção metodológica deste trabalho⁸. Inicialmente, apresentamos seis versões do modelo de homicídios com armas, onde tratamos duas especificações diferentes para cada proxy: (i) uma defasada e (ii) com o uso de variáveis instrumentais.

4.1 Modelo de Homicídios com Armas de Fogo

4.1.1 Apreensões de Armas de Fogo

Observamos os testes realizados nos modelos com a variável de interesse defasada e via VI. Para determinar se as regressões no formato *POLS* se adequam aos dados que estão sendo tratados, foram aplicados dois testes para cada uma das especificações. O primeiro consiste no teste F de Chow (1987), usado para verificar a existência de efeitos fixos específicos nos municípios. Os testes produziram estatística de 10,34 no modelo com defasagens e estatística de 9,89 no modelo de variáveis

⁸ Os resultados dos testes estão expostos no Apêndice A deste trabalho.

instrumentais, com valores críticos significativos a 1%, em ambas especificações. Esses resultados, apresentados na Tabela A.1 do Apêndice, indicam que sob as duas especificações, o método de efeitos fixos é mais adequado que o *POLS*.

O segundo teste, baseado no multiplicador lagrangeano de Breusch-Pagan (1980), testa a possibilidade de efeitos aleatórios nos modelos com defasagens e VI. Os resultados dos testes, disponíveis na Tabela A.2 do Apêndice, indicaram valor crítico significativo ao nível de 1% nos dois modelos, rejeitando a hipótese nula de variância constante, validando fortemente que a regressão em painéis é mais adequada que o método *POLS* nesta aplicação.

Visto que a regressão de dados em painel é a melhor opção para as duas especificações que estão sendo tratadas, aplica-se o teste de Hausman (1978), para decidir qual seria o modelo mais adequado: efeitos fixos ou aleatórios. Os resultados podem ser vistos na Tabela A.3 do Apêndice. Ademais, os testes produziram estatística significativas ao nível de 1% para ambos os modelos, indicando a rejeição da hipótese nula e definindo a estimação por efeitos fixos o melhor caminho na busca de resultados relevantes.

Por fim aplica-se o teste do multiplicador de lagrange ajustado de Sosa-Escudero e Bera (2008) para verificação de correlação serial em painéis desbalanceados (nosso caso). O resultado do teste, aplicado somente para o modelo com defasagens, é exposto na Tabela A.4 do Apêndice. Sob aceitação da hipótese nula, os resultados indicam ausência de correlação serial nesta especificação.

Diante da evidencia de heterocedasticidade nos modelos e a possibilidade de correlação contemporânea no modelo de variáveis instrumentais, optou-se por fazer algumas configurações que eliminem a presença destes problemas. A primeira, no modelo com defasagens, acrescentamos *dummies* de controle temporal e os erros padrão robustos agrupados por município, o segundo e último ajuste, é a opção de estimação dos modelos com variáveis instrumentais via M2QE e GMM, sendo estes métodos os mais apropriados no contexto da eliminação de endogeneidade, pois relaxa a heterocedasticidade e a autocorrelação, além de disponibilizar os testes de validade, fraqueza e identificação dos modelos de variáveis instrumentais. Todos os resultados obtidos para os dois modelos estão disponíveis nas Tabelas B.1 e B.2 do Apêndice. Definidas as especificações qualificadas, a Tabela 3 mostra os resultados obtidos que serão discutidos nesta seção.

Podemos verificar que, o resultado do teste de sobreidentificação de Kleibergen-Paap (2006), dos modelos M2QE e GMM na Tabela 3, foram de 6,263 com p-valor igual a 0,0436, o que nos leva a rejeitar a hipótese nula de que o modelo é sobreidentificado, ou seja, confirma-se a validade dos instrumentos utilizados para a variável Apreensões, neste caso, as variáveis inquéritos policiais remetidos e termos circunstanciais remetidos. A estatística J de Hansen (1982) obtida para ambos os modelos é 0,271 com p-valor igual a 0,6027 nos modelos M2QE e GMM estimados, permitindo-nos aceitar a hipótese nula de que as condições de ortogonalidade dos modelos estimados estão satisfeitas, e sugere que a endogeneidade foi controlada na variável de interesse do modelo.

Como pode ser visto na Tabela 3, o sinal da variável de interesse Apreensões de armas de fogo se comportou como esperado. Os coeficientes estimados por ambos os modelos variaram entre 0,11 e 0,31. Logo, sugere-se uma influência positiva do estoque de armas sobre os homicídios com armas. Este efeito se confirma quando existem variáveis explicativas no modelo⁹ que eliminam a eficiência policial do termo de erro (HARTUNG, 2009), assim o efeito positivo entre armas e crimes se torna relevante. Dessa forma, devemos considerar a significância e a validade da estimação aqui realizada, que indica que em locais com maior estoque de armas tiveram mais homicídios com uso de armas, indo de encontro com conclusão dos pesquisadores¹⁰ que afirmam a causalidade de que “mais armas, mais crimes”. Isso é explicado principalmente pelo fato de que a concentração de armas é mais elevada entre os criminosos do que para aqueles que a obtêm para precaução e autodefesa (elevados os custos de ter uma arma de fogo legal no Brasil). Além do fato de que, os conflitos interpessoais com armas que resultam em morte, e os conflitos de autodefesa que resultam em morte, de pelo menos uma das partes, são classificados como homicídio pela polícia. Indivíduos potencialmente armados aumentam a probabilidade de fatalidades para terceiros (conflitos interpessoais) e delinquentes (criminosos), aumentando os incentivos para estes a executarem. Esse efeito “impulsivo” da parte que possui a informação do indivíduo armado impede

⁹ Teoricamente, as apreensões também são resultado da eficiência policial (HARTUNG, 2009). Logo, a inclusão de outras variáveis de eficiência policial resultaria na minimização da participação desta variável sobre o erro, evidenciando seu “efeito difusão de armas de fogo”.

¹⁰ Por exemplo, Cook e Ludwig (2005).

qualquer possibilidade de reação da vítima, devido ao efeito “surpresa”. Logo, uma maior difusão de armas de fogo na sociedade implicaria em maior conhecimento, de maneira geral, de que o oponente está potencialmente armado.

TABELA 3. Resultados das estimações para Homicídios com Armas de Fogo na RMPA (2007-2013)

Variável Dependente: Homicídios com Armas de Fogo (harm)			
	DEFASAGENS	VARIABLES INSTRUMENTAIS	
Estimador	WITHIN-FE	M2QE-FE	GMM-FE
Dummies de tempo?	Sim	Sim	Sim
	(1)	(2)	(3)
Constante	-16,4706 (21,6028)		
PIB per Capita	0,0003 (0,0002)	0,0004* (0,0023)	0,0004* (0,0002)
População	0,0003** (0,0001)	-0,0003 (0,0003)	-0,0003 (0,003)
Punição de Homicídios t-1	0,3468 (0,9132)	0,3222 (1,2706)	0,2804 (1,2681)
Foragidos Recapturados t-1	-0,0320*** (0,0048)	-0,0380* (0,021)	-0,0417** (0,01975)
Tráfico	-0,0486*** (0,0026)	-0,1209*** (0,0128)	-0,1222*** (0,0125)
Apreensões t-1	0,1158** (0,054)		
Apreensões		0,3144*** (0,0615)	0,3175*** (0,6129)
sigma_u	21,4643		
sigma_e	7,7837		
Rho	0,8837		
N	198	198	198
Within	0,502		
Between	0,9634		
Overall	0,958		
Centered R ²		0,2948	0,2839
Uncentered R ²		0,2948	0,2839
Kleibergen-Paap rk LM		6,263	6,263
Chi-sq(2) P-valor		0,0436	0,0436
Kleibergen-Paap rk Wald		27,378	27,378
Estatística J		0,271	0,271
Chi-sq(1) P-valor		0,6027	1,6027

Fonte: Elaboração Própria através dos resultados obtidos no software estatístico STATA 12.0.

Proxy para prevalência de armas: Prisões por Porte Ilegal t-1 e Prisões por Porte Ilegal. * p-valor<0,1,

** p-valor<0,05, *** p-valor<0,01. Erros-padrão robustos entre parênteses.

Por fim, as variáveis população e PIB per capita não se mostraram significativas em quase todas as estimações, com exceção do último modelo, que o PIB per capita foi positivo significativo a 10%, mas muito pequeno. Isto é facilmente explicado pelo aumento de renda na população como um todo, que aumentaram os *payoffs* recebidos pelos criminosos. A variável que mensura a eficiência policial foi significativa quanto aos seus coeficientes, que indicam que locais que tiveram mais criminosos foragidos que foram recapturados no passado tiveram menos homicídios com armas no período seguinte. A cada 24 prisões de foragidos há a redução de um homicídio com arma de fogo. Já a variável prisão por tráfico, também evidenciou uma relação negativa com os homicídios em todas as estimações. A cada 8 prisões por tráfico implicam em um homicídio com uso de arma de fogo a menos. Os resultados obtidos para esta variável são condizentes aos argumentos propostos por Tita (2007)¹¹, e reforçam como a influência do tráfico ajuda no combate ao crime violento, sob a hipótese de que a regulação das drogas pode reduzir tanto o crime organizado de modo geral quanto estimular a economia, resultando em menos crimes que envolvam o uso da violência.

De maneira geral, os graus de explicação dos 3 modelos apresentaram-se satisfatórios para este tipo de estimação, com a especificação nas defasagens (inconsistente) explicando 50% das variações entre os municípios, enquanto que os resultados dos modelos M2QE e GMM explicam 29%.

4.1.2 Prisões por Porte Ilegal de Armas de Fogo

O segundo modelo econométrico de homicídios com armas repete os procedimentos de especificação adotados na seção 4.1.1. A única diferença é que se utiliza a *proxy* Prisões por Porte Ilegal de Armas de Fogo para mensuração da prevalência de armas.

Seguindo a estratégia de estimação, observou-se os testes realizados nos modelos com a variável de interesse defasada e via VI. Os testes F, usados para

¹¹ Tita (2007) aborda a relação entre uso de drogas, membros de gangues e armas de fogo a partir de estudos europeus (Bennett e Holloway, 2004; Miron, 2001; McKeganey e Morrie, 2000) norte-americanos (Hill et al., 1999).

verificar a existência de efeitos fixos específicos nos municípios podem ser vistos na Tabela A.1 do Apêndice. Os resultados produziram valores críticos estatisticamente significativos ao nível de 1% nas duas especificações. Sendo assim, ambos os testes indicam que sob as duas especificações, o método de efeitos fixos é mais adequado que o simples método dos mínimos quadrados empilhados (*POLS*).

O teste de Breusch-Pagan (1980), baseado no multiplicador de Lagrange, testou a possibilidade de efeitos aleatórios nos modelos. Disponíveis na Tabela A.2 do Apêndice, os resultados dos testes indicaram significância ao nível de 1%, rejeitando a hipótese nula de variância constante, validando mais uma vez que a regressão em painéis é mais adequada que o método *POLS* para os dados que estão sendo tratados.

Seguimos para a habitual escolha entre os métodos testados, fixos ou aleatórios, através da aplicação do teste de Hausman (1978). Os resultados dos testes estão expostos na Tabela A.3 do Apêndice. Ademais, os testes produziram estatísticas significativas ao nível de 5% no modelo com defasagens e 1% para o modelo com variáveis instrumentais. Portanto, para os dois modelos, o melhor caminho é a estimação através de efeitos fixos, indicando a rejeição da hipótese nula do teste.

Finalmente, aplicamos o teste de correlação serial para painéis desbalanceados, o teste LM ajustado de Sosa-Escudero e Bera (2008). O teste, pode ser visto na Tabela A.4 do Apêndice. Os resultados indicam aceitação da hipótese nula, confirmando a ausência de correlação serial nos modelos.

Em virtude da presença de heterocedasticidade nos modelos e a possibilidade de autocorrelação contemporânea no método VI, foram realizados os mesmos ajustes tratados na seção anterior, a fim de eliminar a presença de vies nos modelos. Novamente, acrescentamos *dummies* de controle temporal e erros padrão robustos agrupados por município no modelo com defasagens, com objetivo de eliminar a possível dependência entre as variáveis ao longo do tempo. No modelo com variáveis instrumentais, se segue utilizando os estimadores M2QE e GMM, com *dummies* de tempo e erros-padrão robustos, pois quando se trata do problema de endogeneidade, estes são os mais eficientes estimadores segundo a literatura econométrica (CAMERON; TRIVEDI, 2010). Todos os resultados obtidos nesta seção estão disponíveis nas Tabelas B.7 e B.8 do Apêndice. Conforme a descrição das

especificações mais robustas a serem estimadas, os resultados obtidos pelos modelos que serão analisados nesta seção são expostos na Tabela 4 a seguir.

TABELA 4. Resultados das estimações para Homicídios com Armas de Fogo na RMPA (2007-2013)

Variável Dependente: Homicídios com Armas de Fogo (harm)			
	DEFASAGENS	VARIABLES INSTRUMENTAIS	
Estimador	WITHIN-FE	M2QE-FE	GMM-FE
Dummies de tempo?	Sim	Sim	Sim
	(1)	(2)	(3)
Constante	-12,4781 (24,6259)		
PIB per Capita	0,0001 (0,0001)	0,0001 (0,0001)	0,0001 (0,0001)
População	0,0004** (0,0002)	0,0005** (0,0002)	0,0005** (0,002)
Punição de Homicídios t-1	0,6681 (0,7972)	0,2444 (0,7637)	0,2956 (0,7573)
Foragidos Recapturados t-1	-0,0308*** (0,0062)	-0,0320*** (0,012)	-0,0304*** (0,0113)
Tráfico	-0,0440*** (0,0022)	-0,0564*** (0,0083)	-0,0567*** (0,0113)
Prisões por Porte Ilegal t-1	0,0749* (0,0371)		
Prisões por Porte Ilegal		0,1687*** (0,0297)	0,1628*** (0,0274)
sigma_u	17,1035		
sigma_e	8,2202		
Rho	0,8123		
N	198	198	198
Within	0,4446		
Between	0,9769		
Overall	0,9707		
Centered R ²		0,6159	0,6175
Uncentered R ²		0,6159	0,6175
Kleibergen-Paap rk LM		8,038	8,038
Chi-sq(2) P-valor		0,0180	0,0180
Kleibergen-Paap rk Wald		28,770	28,770
Estatística J		0,270	0,270
Chi-sq(1) P-valor		0,6035	0,6035

Fonte: Elaboração Própria através dos resultados obtidos no software estatístico STATA 12.0.

Proxy para prevalência de armas: Prisões por Porte Ilegal t-1 e Prisões por Porte Ilegal. * p-valor<0,1, ** p-valor<0,05, *** p-valor<0,01. Erros-padrão robustos entre parênteses.

As colunas 2 e 3 mostram os resultados dos modelos com variáveis instrumentais, estimados por M2QE e GMM. Aqui, se tem resultados significativos estatisticamente em todas as variáveis, com exceção da variável Punição de Homicídios t-1, que se mostrou ao longo de todos os modelos não significativa. Isto se deve pelo fato que esta variável pode estar mais relacionada com os homicídios por outras causas externas que não as armas de fogo, devido que os homicídios com armas geralmente demandarem investigação e julgamento mais longo e severo. Ainda assim, os coeficientes estimados indicam a eliminação de informações omitidas ou simultaneidade entre as variáveis. O teste de superidentificação de Kleibergen-Paap (2006) rejeitou a hipótese nula ao nível de 5%, validando a força e a relevância dos instrumentos. O teste de endogeneidade de Hansen (1982) produziu estatística J de 0,270 e valor crítico acima de 0,05, isto quer dizer que, não há alguma evidência de que os instrumentos incorporados nesta especificação estão correlacionados com o erro da equação, e indicam que a endogeneidade foi controlada nas variáveis do modelo.

Os resultados obtidos na Tabela 4 apontam uma disparidade em relação aos coeficientes da variável de interesse que mede a prevalência de armas. Na coluna 1, o coeficiente indicou uma influência positiva do estoque de armas sobre os homicídios com armas de 7%, com significância de 10%, enquanto que nas colunas 2 e 3, o estoque de armas explica 16% dos homicídios a um nível de 1% de significância estatística. Ainda assim, todos resultados foram válidos, pois não há indícios de autocorrelação nas variáveis.

A regressões estimadas por M2QE e GMM, mostraram-se mais eficientes e significativas (calibragem e ajuste do modelo), sendo estas as especificações a ser considerada na análise. Os coeficientes de armas indicam uma relação positiva e significativa ao nível de 1% em todos os modelos estimados, conforme já esperávamos, evidenciando, de maneira geral, a existência de mais homicídios com armas nos municípios que tiveram mais prisões por porte ilegal de armas de fogo. Novamente, esse resultado ocorre devido a concentração de armas estar em grande maioria sob poder dos criminosos, pois o custo para portar armas é muito alto no Brasil. É possível que cidadãos de bem possuam armas ilegais devido as barreiras

impostas pelo estado¹², entretanto, como poderíamos explicar, se essa hipótese fosse confirmada, a influência desse fator sobre os aumentos dos homicídios? Como não podemos classificar aqui os homicídios com armas por motivos de autodefesa dos demais, precisamos deixar esta discussão em aberto. Ademais, os resultados conferem a relação positiva sugerida no debate empírico por Cerqueira e De Mello (2012). Desta forma, os números sugerem uma relação do estoque de armas sobre os homicídios, isto significa que, a cada 7 prisões por motivo de porte ilegal na RMPA, ocorre, ao mesmo tempo, um homicídio com uso de arma. Este efeito prova ser válido devido aos efeitos eficiência e presença policial presente nas prisões serem minimizados, já que reduções na oferta (as prisões geram apreensões) e na demanda (criminosos que portam armas foram presos e/ou incapacitados) causariam menos homicídios. Além de que, como já discutido, há a possibilidade de outros indivíduos não criminosos, mas que possuíam armas ilegais também, virem a serem presos.

As variáveis controle População, Foragidos Recapturados defasada e, Tráfico foram significativas e não mostraram diferenças extrapolantes entre todas as especificações da Tabela 4. Os homicídios com armas cresceram muito pouco devido ao crescimento da população de modo geral, enquanto que o efeito de mais criminosos recapturados no passado resultaram em menos homicídios. As prisões por tráfico também mostram uma relação inversa sobre os homicídios com armas, sendo um homicídio a menos a cada 20 prisões. As explicações para esses efeitos se dão, além dos fatores discutidos na seção anterior, devido ao tamanho das cidades. Cidades mais populosas (como Porto Alegre, neste caso) tendem a alocar mais policiais militares e municipais nas ruas. Além disso, estes locais estão mais propensos a criar ganhos de escala, interligando o tráfico, ou os criminosos profissionais de Porto Alegre aos de Canoas ou Alvorada, por exemplo. Logo, a atuação da polícia recairia sobre ambas localidades, influenciando negativamente os crimes.

¹² No Brasil, para adquirir uma arma de fogo legal, de uso permitido, além de declarar a efetiva necessidade, é preciso comprovar idoneidade, ocupação lícita, residência certa, capacidade técnica e aptidão psicológica para manuseio da arma de fogo.

4.1.3 Proporção de Suicídios com Armas de Fogo

O terceiro modelo econométrico de homicídios com armas repete os procedimentos adotados nas seções anteriores. Agora, a variável que mensura a prevalência de armas é a Proporção de Suicídios com armas de fogo, amplamente reconhecida pela literatura internacional como a mais adequada na estimação do efeito causal entre armas e crimes.

Seguindo novamente a rotina de estimação e testes, analisamos os resultados gerados pelas especificações nas defasagens e com o método de variáveis instrumentais. O primeiro, teste F de Chow (1987) foi significativo ao nível de 1% nos dois modelos indicando que os efeitos fixos específicos dos municípios são estatisticamente válidos, rejeitando a hipótese nula de que o modelo *POLS* é o adequado.

A fim de verificar a hipótese nula de variância constante, realizamos o teste de Breusch-Pagan (1980), baseado no multiplicador de Lagrange. Os resultados dos testes, expostos na Tabela A.2 do Apêndice, indicam a rejeição da hipótese nula ao nível de 1% de significância, validando a possibilidade de efeitos aleatórios.

Para a usual decisão entre os painéis de efeitos fixos ou efeitos aleatórios, realizamos o teste de Hausman (1978). Os testes produziram estatísticas significativas ao nível de 1% somente no modelo com defasagens. Para o modelo de variáveis instrumentais, o teste produziu um valor crítico de 0,0580. Portanto, com o objetivo de seguir a estratégia traçada nesta modelagem, rejeitamos a hipótese nula em ambos os testes, definindo que o caminho de estimação mais apropriado se dá através do modelo de efeitos fixos. Ambos os resultados dos testes de Hausman (1978) podem ser vistos na Tabela A.3 do Apêndice. Finalmente, aplicamos o teste de correlação serial para painéis desbalanceados, o teste LM ajustado de Sosa-Escudero e Bera (2008). Os valores dos testes estão disponíveis na Tabela A.4 do Apêndice. Os resultados indicam valor crítico de 0,0570, implicando aceitação da hipótese nula, confirmando a ausência de autocorrelação nos resíduos dos modelos.

Devido a constatação de heterocedasticidade nos modelos e da possibilidade de autocorrelação no método VI, realizamos os devidos ajustes metodológicos tratados nesta investigação econométrica, buscando evitar o viés e a inconsistência das estimações. Novamente, acrescentamos *dummies* de controle temporal e erros-padrão robustos no modelo com defasagens, permitindo que haja

autocorrelação e heterocedasticidade nos erros dos municípios. No modelo com variáveis instrumentais, optamos novamente pelos estimadores M2QE e GMM, com *dummies* de tempo e erros-padrão robustos, para o habitual tratamento da endogeneidade já discutida ao longo deste trabalho. Todos os resultados obtidos nesta seção estão expostos na Tabela B.9 e B.10 do Apêndice. Feitos os ajustes adequados, os resultados que serão analisados são expostos na Tabela 5 a seguir.

TABELA 5. Resultados das estimações para Homicídios com Armas de Fogo na RMPA (2007-2013)

Variável Dependente: Homicídios com Armas de Fogo (harm)			
	DEFASAGENS	VARIABLES INSTRUMENTAIS	
Estimador	WITHIN-FE	2SLS-FE	GMM-FE
Dummies de tempo?	Sim	Sim	Sim
	(1)	(2)	(3)
Constante	-26,9917 (36,9054)		
PIB per Capita	0,0001 (0,0001)	0,0000 (0,0001)	0,0000 (0,0001)
População	0,0005* (0,0003)	0,0005 (0,0003)	0,0001 (0,0002)
Punição de Homicídios t-1	1,0566 (0,7613)	0,9221 (0,9135)	0,1114* (0,7991)
Foragidos Recapturados t-1	-0,0278*** (0,0072)	-0,0278* (0,0156)	-0,0264* (0,0155)
Tráfico	-0,0514*** (0,0059)	-0,05215** (0,0237)	-0,0403* (0,3281)
Proporção de Suicídios t-1	-3,0953 (3,2921)		
Proporção de Suicídios		15,1156 (52,991)	62,3079 (46,3098)
sigma_u	24,1109		
sigma_e	8,4963		
Rho	0,8895		
N	198	198	198
Within	0,4067		
Between	0,9811		
Overall	0,9743		
Centered R ²		0,3998	-0,0880
Uncentered R ²		0,3998	-0,0880
Kleibergen-Paap rk LM		5,993	5,993
Chi-sq(2) P-valor		0,05	0,05
Kleibergen-Paap rk Wald		3,253	3,253
Estatística J		3,357	3,357

Chi-sq(1) P-valor

0,0669

0,0669

 Fonte: Elaboração Própria através dos resultados obtidos no software estatístico STATA 12.0.

Notas: Proxy para prevalência de armas: Proporção de Suicídios t-1 e Proporção de Suicídios. * p-valor<0,1, ** p-valor<0,05, ***. p-valor<0,01. Erros-padrão robustos entre parênteses.

Aqui, os resultados estimados apresentaram ambiguidade quanto ao coeficiente de interesse, não mostrando significância estatística e com sinais indeterminados. As equações 2 e 3 estimadas com efeitos fixos via variáveis instrumentais, apresentaram coeficientes não significativos e muito diferentes, mesmo considerando erros-padrão robustos. Isto indica que há fatores não observados espacialmente ou nenhuma relação que os suicídios com armas influenciam nos homicídios. No que diz respeito aos testes de endogeneidade, estes revelaram uma estatística de 5,993 e p-valores iguais a 0,05 em ambas as especificações, apontando a validade dos instrumentos. O teste J de Hansen (1982) mostrou estatística de 3,357 e p-valor muito próximo de 0,05, porém, significativo, indicando a remoção da endogeneidade. Há aqui um forte indício de fraqueza dos instrumentos utilizados, conforme exposto pelo teste Kleibergen-Paap rk Wald.

Considerando as estimações e os tratamentos realizados na tabela 5, os resultados apresentados são definitivamente indeterminados. Aqui, analisando os testes, e as especificações mais robustas tratadas neste trabalho, nada podemos considerar a respeito da prevalência de armas sobre homicídios, quando utilizamos a variável proxy Proporção de Suicídios com armas de fogo, contrariando os resultados encontrados por Cook e Ludwig (2006) Cerqueira e De Mello (2012), e a vasta quantidade de artigos publicados que utilizaram este instrumento. Talvez, por falta de melhores informações e ferramentas, nossa estimação não caminhou na mesma direção das demais, levantando a necessidade de se expandir exploração de dados, se caso quisermos encontrar estimativas conclusivas que possam integrar o conjunto de análises que mostraram significância estatística.

4.1.4 Considerações finais

A aplicação de técnicas que eliminassem a endogeneidade se mostrou uma árdua tarefa e nem um pouco simples. Ao fim, obtivemos resultados bastante robustos, e nos modelos finais, que combinam os reforços de testes teóricos e

práticos, mostraram-se bastante eficientes e consistentes, uma característica pertinente dos estimadores de variáveis instrumentais M2QE e GMM.

Tabela 6. Principais resultados das estimações para Homicídios com Armas de Fogo na RMPA (2007-2013)

Variável Dependente: Homicídios com Armas de Fogo (harm)			
MODELOS COM DEFASAGENS E VARIÁVEIS INSTRUMENTAIS			
Estimador	WITHIN-FE (1)	IV-M2QE-FE (2)	IV-GMM-FE (3)
Apreensões	0,1158** (0,054)	0,3144*** (0,0615)	0,3175*** (0,0613)
Prisões Porte Ilegal	0,0749* (0,0371)	0,1687*** (0,0297)	0,1628*** (0,0274)
Proporção de Suicídios	-3,0953 (3,2921)	15,1156 (52,991)	62,3079 (46,3098)

Fonte: Elaboração Própria através dos resultados obtidos no software estatístico STATA 12.0.

Notas: * p-valor<0,1, ** p-valor<0,05, *** p-valor<0,01. Erros padrão entre parênteses

As variáveis proxy utilizadas neste trabalho, provaram – em pelo menos dois dos três modelos – relevância estatística quanto aos seus efeitos sobre os homicídios. De maneira geral, todas as especificações robustas evidenciaram um efeito positivo da prevalência de armas sobre as variáveis dependentes, como pode ser visto na Tabela 6.

Assim, podemos concluir que os resultados das variáveis apreensões e porte ilegal de armas exercem uma relação positiva sobre os homicídios com armas, caracterizados como crimes contra a pessoa, mesmo havendo diferença entre os coeficientes. Nas colunas 2 e 3, os modelos M2QE e GMM eliminaram a endogeneidade nestas variáveis, conforme os resultados dos testes. A diferença entre os coeficientes se dá pelo fato das apreensões serem compostas também por entregas voluntárias de armas de fogo e de armas apreendidas quando quadrilhas e grupos de criminosos também são presos, ou seja, o fluxo de armas é superior. Já o porte ilegal, a prisão é dada quando o indivíduo foi pego ou flagrado sob posse irregular da arma, independentemente de sua intensão. Logo, locais que demandaram mais esforços das unidades de controle e opressão de armas, também tiveram mais homicídios, evidenciando os efeitos do estoque de armas sobre os crimes contra a pessoa.

5 CONCLUSÕES

As evidências de estudos empíricos sobre os efeitos das armas sobre crimes violentos afirmam o pragmático argumento de que há uma influência positiva entre as variáveis. No âmbito teórico, no entanto, não há um consenso firmado. De um lado, a proibição das armas de fogo traz a sensação de insegurança, já que no Brasil o Sistema de Justiça e Polícia apresenta uma realidade precária (baixa probabilidade de ser pego, preso, julgado, condenado e efetivamente punido). Por outro lado, o desmantelamento das leis que restringem o acesso as armas de fogo implicariam em uma difusão de eventos violentos na solução de conflitos interpessoais. Entretanto, a criminalidade é um fenômeno complexo e multidimensional, o que nos impede de afirmar que um único fator é responsável por suas variações, sejam elas positivas ou negativas. Embora as armas de fogo sejam uma medida de precaução privada não observável e eficiente, sua funcionalidade é benéfica apenas a nível individual, pois as externalidades negativas geradas, como o efeito deslocamento do crime ou o risco a terceiros, tornam as armas de fogo uma alternativa menos atraente para reduzir os homicídios na sociedade como um todo.

Diferentemente dos artigos nacionais¹³ que objetivaram verificar os efeitos do Estatuto do Desarmamento (2003) sobre os crimes violentos no tempo, nosso trabalho foi desenvolvido para verificar a existência de causalidade entre armas e crimes violentos, sem a presença de endogeneidade. Com uma base de dados municipais pertencentes a RMPA, de 2007 a 2013, o presente trabalho destaca-se pela aplicação de uma metodologia de dados em painel, em uma abordagem de variáveis instrumentais, que emprega modelos estimados com defasagens, MQ2E e GMM, e que permitem eliminar os problemas amplamente debatidos na literatura internacional sobre o tema armas de fogo.

¹³ Três teses de doutorado Hartung (2009), Cerqueira e De Mello (2012) e Dos Santos (2012) foram elaboradas sobre o tema.

Os principais resultados obtidos coincidem com os números e evidências empíricas encontradas na teoria econômica do crime e das armas. As variáveis *proxy* Apreensões de armas de fogo e Prisões por porte ilegal de armas de fogo reforçaram o consenso empírico de que armas causam mais crimes, indo de encontro aos resultados de Hartung (2009). Já a variável *proxy* Proporção de Suicídios com armas de fogo - qualificada pela literatura como a *proxy* mais adequada para mensurar o estoque de armas - não apresentou resultados estatisticamente significativos, ao contrário dos resultados de Abras et al (2013), Cerqueira e De Mello (2012). O uso de armas para conter crimes contra a propriedade ainda é um tópico indefinido, visto que não há qualquer resultado em nosso trabalho que afirme o contrário, já que a variável dependente tratada na pesquisa se refere apenas a crimes contra a pessoa.

De fato, existe a influência positiva, porém, além das armas, o crime pode ser influenciado por uma série de “efeitos motivacionais” como o desemprego, por “efeitos de oportunidade” como a renda dos indivíduos, que não estão associados com o uso da arma em si. Além disso, os custos de cometer crimes violentos aumentam a medida que a atuação da polícia é mais presente. Mas, infelizmente, a repressão ao porte de armas e o efetivo policial não se dão de forma homogênea em todas as localidades, permitindo-nos considerar que pelo menos nos lugares que tiveram maior controle de armas (apreensões, prisões por porte ilegal) tiveram mais homicídios, e que em locais que tiveram mais atuação policial, referente as buscas por criminosos (foragidos recapturados e traficantes), ocorreram menos homicídios.

Apesar de que os resultados estimados foram significativos na maioria dos coeficientes, as estimações não foram satisfatórias em alguns tópicos. Conforme mencionado anteriormente, a *proxy* Proporção de Suicídios com armas de fogo, variável mais apropriada para o caso das armas segundo literatura internacional (KLECK, 2004), teve comportamento ambíguo em todos os modelos, definindo seus resultados como inconclusivos para este problema de pesquisa. Além disso, devido a qualidade de dados disponíveis, não sabemos se os homicidas são homens ou mulheres, se já haviam cometido algum delito ou eram reincidentes, ou se eram chefes de família. O nível de renda das vítimas ou a classe social destas é um fator que não pode ser explorado. Também não é possível distinguir quais homicídios foram por autodefesa ou conflitos diretos de vitimização, como por exemplo, execução e assassinato. Estes tópicos são fundamentais quando falamos de leis que ferem o direito de liberdade e tratam da segurança do “cidadão de bem”. Além disso, nota-se

as lacunas deixadas sobre o tema na literatura nacional, no caso de analisar o problema das armas de fogo: estimar a prevalência nos demais estados, o comércio ilegal de armas, as relações de armas e crime organizado, e outras medidas de precaução privada e segurança pública utilizadas na redução de crimes.

Por fim, os resultados encontrados fornecem aos formuladores de políticas a oportunidade de discutir e explorar os efeitos das armas sobre a sociedade. A tese aqui defendida contraria o que é proposto por Lott e Mustard (1997), de que um controle de armas menos rígido que incentiva a demanda por armas para autodefesa reduziria a criminalidade, neste caso, reduziria os homicídios. A difusão das armas de fogo nas cidades é um importante elemento crimógeno para fazer aumentar os crimes letais contra a pessoa (CERQUEIRA; DE MELLO, 2012). O conceito de que as armas influenciam a criminalidade é importante porque, sendo o combate da difusão destas uma das únicas saídas para reduzir os homicídios, é possível afirmar que incrementos de esforços sobre o controle de armas e serviços de polícia e justiça irão gerar, com certeza, benefícios para a sociedade como um todo.

REFERÊNCIAS

- ABRAS, L. de L. H.; ARAUJO JUNIOR, A. F. de; SHIKIDA, C. D.; SHIKIDA, P. F. A. Mais armas, menos crimes? Uma análise econométrica para o estado de Minas Gerais. **Rev. Ciênc. Empres. UNIPAR**, Umuarama, v. 15, n. 1, p. 5-24, jan./jun. 2014.
- AYRES, I.; DONOHUE III, J.J. Shooting down the more guns, less crime hypothesis. **Stanford Law Review**, 55, 1193-1312, 2003.
- AYRES, I., LEVITT, S., 1998. Measuring positive externalities from unobservable victim precaution: an empirical analysis of Lojack. **The Quarterly Journal of Economics**. 113, 43–77.
- BARTLEY, W.A.; COHEN, M.A. The effect of concealed weapons laws: an extreme bound analysis. **Economic Inquiry**, v. 36, n. 2, 1998.
- BECKER, G. Crime and Punishment: an economic approach. **Journal of Political Economy**. V. 76, n. 2, mar/1968.
- BENSON, B.L.; MAST, B.D. Privately Produced General Deterrence. **Journal of Law and Economics**, vol. XLIV, 2001.
- BEN-SHAHAR, O., HAREL, A., 1995. Blaming the victim: optimal incentives for private precautions against crime. **Journal of Economic Behavior & Organization**. 11, 434–455.
- BLACK, D.A.; NAGIN, D.S. Do right to carry laws deter violent crime? **Journal of Legal Studies**, 27, 209-219, 1998.
- BREUSCH, T.; PAGAN, A. “The LM Test and Its Applications to Model Specification in Econometrics,” **Review of Economic Studies**, 47, 1980, 239-254.
- BRONARS, S. G.; LOTT JUNIOR, J. R. Criminal deterrence, geographic spillovers, and the right to carry concealed handguns. **American Economic Review**, May 1998.
- CAMERON, A. C., TRIVEDI, P. K., **Microeconometrics using Stata**. Texas: Stata Press, 2010.
- CERQUEIRA, D. **Causas e Consequências do Crime no Brasil**. Tese (Doutorado em Economia). Rio de Janeiro: PUC, 2010.
- CERQUEIRA, D.; DE MELLO, J. M. **Menos Armas, Menos Crimes**. Brasília: IPEA – Texto para Discussão nº. 1721, mar/2012.

- CHOW, P. C. Y. Causality between Export Growth and Industrial Development: Empirical Evidence from NICs. **Journal of Development Economics**, 36, 405-415, 1987.
- COOK, P. J. 1986. The relationship between victim resistance and injury in noncommercial robbery. **Journal of Legal Studies**. 15:405-416.
- COOK, P. J.; LUDWIG, J. Defensive gun uses: new evidence from a national survey **Journal of Quantitative Criminology**, v. 14, n. 2, 1998.
- COOK, P. J.; LUDWIG, J. The social costs of gun ownership. **Journal of Public Economics**, 90 (2006) 379–391.
- COOK, P. J.; LUDWIG, J. The Costs of Gun Violence against Children. **Future of Children**, Vol. 12, No. 2, Children, Youth, and Gun Violence. (Summer - Autumn, 2002), pp. 86-99.
- COOK, P. J.; MACDONALD, J., 2011. Public safety through private action: an economic analysis of BIDs. **Economic Journal**. 121 (552), 445–462.
- CUMMINGS, P. et al. The association between the purchase of a handgun and homicide or suicide. **American Journal of Public Health**, v. 87, n. 6, June 1997.
- DEZHBAKHSK H.; RUBIN, P. Lives saved or lives lost? The effects of concealed-handgun laws on crime. **American Economic Review**, May 1998.
- DEZHBAKHSK, 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.
- DOS SANTOS, M. J. **Uma abordagem econômica das causas da criminalidade: evidências para a cidade de São Paulo**. Tese (Doutorado em Economia). Piracicaba: Universidade de São Paulo, 2012.
- DUGGAN, M. More guns, more crime. **Journal of Political Economy**, 109, 1086-1114, 2001.
- EIDE, E.; RUBIN, P. H.; SHEPERD, J. **Economics of Crime**. Boston: Foundations and Trends in Microeconomics, 2006.
- GLAESER, E., GLENDON, S., 1998. Who owns guns? Criminals, victims and the culture of violence. In: **AER Papers and Proceedings**, vol. 88, pp. 458–462.
- GUHA, B. Guns and crime revisited. **Journal of Economic Behavior & Organization**, 94 (2013): 1-10.
- GUJARATI, D. N. **Econometria básica**. Elsevier Brazil, 2006.
- HARTUNG, G. C. **O papel das armas de fogo na queda de homicídios em São Paulo: Dissuasão**. Tese (Doutorado em Economia). São Paulo: Fundação Getúlio Vargas, 2009.
- HANSEN, L. P.; SINGLETON, K. J. 1982. Generalized Instrumental Variables of Nonlinear Rational Expectations Models. **Econometrica** 50:1269–1286.

HANSEN, B.E. (2000) Sample splitting and threshold estimation. **Econometrica** 68, 575-603.

HAUSMAN, J.A. (1978), Specification tests in econometrics, **Econometrica**, 46, 1251-71.

HILL, K. G., HOWELL, J. C., HAWKINS, J. D., BATTIN-PEARSON, S. R. (1999). "Childhood Risk Factors for Adolescent Gang Membership: Results from the Seattle Social Development Project." **Journal of Research in Crime and Delinquency**, 36(3): 300-322

HUI-WEN, K.; PNG, I. P. L., 1994. "Private Security: Deterrent or Diversion?" **International Review of Law and Economics** 14:87-101

JOHNSTON, J., DINARDO, J. **Econometrics methods**, volume 4. Wiley Online Library, 1972.

KELLERMANN, A. L. *et al.* Gun ownership as a risk factor for homicide in the home. **The New England Journal of Medicine**, v. 329, n. 15, p. 1.084-1.091, 1993.

KILLIAS, M. International correlations between gun ownership and rates of homicide and suicide. **Canadian Medical Association Journal**, v. 148, n. 10, May 1993

KLECK, G. Capital punishment, gun ownership, and homicide. **The American Journal of Sociology**, v. 84, n. 4, p. 882-910, Jan. 1979.

_____. **Point Blank: Guns and Violence in America**. New York: Aldine de Gruyter, 1991.

_____. **Targeting guns, firearms and their control**. New York: Walter de Gruyter, Inc., 1997.

_____. Measures of gun ownership levels for macro level crime and violence research. **Journal of Research in Crime and Delinquency**, v. 41, n. 1, p. 3-36, Feb. 2004.

KLEIBERGEN, F.; PAAP, R. (2006): "Generalized Reduced Rank Tests Using the Singular Value Decomposition," **Journal of Econometrics**, 133(1), 97-126.

LESTER D. **Alcoholism, substance abuse, and suicide**. In: Maris RW, Berman AL, Silverman MM. *Comprehensive Textbook of Suicidology*. New York, The Guilford Press, 2000:357-75.

LOTT, J. R. **More Guns, Less Crime**. 3 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.

LOTT, J.R., JR. **More Guns, Less Crime: Understanding Crime and Gun-Control Laws**. Chicago: University of Chicago Press, 1998.

LUDWIG, J. Concealed gun-carrying laws and violent crime: evidence from panel data. **Internacional Review of Law and Economics**, 18, 1982-1985, 1994.

MCDOWALL, D. Firearm Availability and Homicide Rates in Detroit, 1951-1986. **Social Forces** 69:1085-1101, 1991.

MCKEGANEY, N.; J. NORRIE (2000). "Association Between Illegal Drugs and Weapon Carrying in Young People in Scotland: Schools' Survey." **British Medical Journal**, (320): 982-984.

MIRON, J. A. (2001). "Violence, Guns, and Drugs: A Cross-Country Analysis." **Journal of Law & Economics, Guns, Crime and Safety: A Conference Sponsored by the American Enterprise Institute and the Center for Law Economics and Public Policy at Yale Law School**, 44(2), Part 2: 615-633

MIALON, H.; WISEMAN, T., 2005. The impact of gun laws: a model of crime and self-defense. **Economic Letters**. 88 (2), 170–175.

MOODY, C.E.; MARVELL, T.B., Guns and Crime. **Southern Economic Journal**. 2005, 71 (4), 720-736.

NEWTON, G. D.; ZIMRING, F. **Firearms and violence in American life: a staff report to the national commission on the causes and prevention of violence**. Washington: Government Printing Office, 1969.

OLIVEIRA, C.A. Criminalidade e o Tamanho das Cidades Brasileira: Um Enfoque da Economia do Crime. In: **XXXIII Encontro Nacional de Economia**, 2005, ANPEC. Disponível em: <http://www.anpec.org.br/encontro2005/artigos/A05A152.pdf> Acesso em 12 de outubro de 2015.

OLIVEIRA, C. A. **Ensaio em Economia do Crime: Dissuasão, Armas e Carreira Criminosa**. Tese (Doutorado em Economia). Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2011.

PLASSMANN, F., TIDEMAN, T.N. Does the right to carry concealed handguns deter countable crimes? **Journal of Law and Economics**, vol. XLIV, 2001.

POLSBY, D. (1993). Equal protection. **Reason**. (October):34-38.

SHAVELL, S., 1991. Individual precautions to prevent theft: private versus socially optimal behavior. **International Review of Law and Economics**. 11, 123–132.

SOSA-ESCUADERO, W.; BERA, A. K. Tests for unbalanced error-components models under local misspecification. **The Stata Journal**, v. 8, n. 1, p. 68-78, 2008.

STOLZENBERG, L.; D'ALESSIO, S. J. Gun availability and violent crime: new evidence from the national incident-based reporting system. **Social Forces**, v. 78, n. 4, p. 1.461-1.482, June 2000.

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

TITA, G. E. **Strategies for reducing gun violence: The role of gangs, drugs and firearm accessibility**. Canada: National Crime Prevention Centre (NCPC), Research Report: 2007-3

VELJANOVSKI, Cento. **A economia do direito e da lei: uma introdução**. Rio de Janeiro: Instituto Liberal, 1994.

VIAPIANNA, L. T. **Economia do crime**. Ed AGE. Porto Alegre. 2006.

WONNACOTT, Ronald J. WONNACOTT, Thomas. **Econometria**. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos.1978.

WOOLDRIDGE, J. M. **Econometric analysis of cross section and panel data**. MIT press, 2001.

WOOLDRIDGE, J. M. **Introdução à econometria: uma abordagem moderna**. 2 ed. São Paulo: Thompson Learning, 2011

ZIMRING, F.E. The Medium Is the Message: The Firearm Caliber as a Determinant of Death from Assault. **Journal of Legal Studies** 1 (1972): 97-123.

APENDICE A

TABELA A.1 – Teste de especificação de Chow

Variável Dependente: Homicídios com Armas de Fogo (harm)						
	MODELO COM DEFASAGENS			MODELO COM VARIÁVEIS INSTRUMENTAIS		
<i>Proxy</i>	Apreensões	Porte Ilegal	Prop. Suicídios	Apreensões	Porte Ilegal	Prop Suicídios
Estatística F	10,34	11,07	10,53	9,89	17,52	7,78
Valor crítico	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000

Fonte: Elaboração Própria através dos resultados obtidos no software estatístico STATA 12.0.

TABELA A.2 - Teste LM de Breusch-Pagan

Variável Dependente: Homicídios com Armas de Fogo (harm)			
	MODELOS COM DEFASAGENS E VARIÁVEIS INSTRUMENTAIS		
<i>Proxy</i>	Apreensões	Porte Ilegal	Prop. Suicídios
Estatística	125,77	147,57	133,15
Valor crítico	0,0000	0,0000	0,0000

Fonte: Elaboração Própria através dos resultados obtidos no software estatístico STATA 12.0.

TABELA A.3 - Teste de Hausman

Variável Dependente: Homicídios com Armas de Fogo (harm)						
	MODELO COM DEFASAGENS			MODELO COM VARIÁVEIS INSTRUMENTAIS		
<i>Proxy</i>	Apreensões	Porte Ilegal	Prop. Suicídios	Apreensões	Porte Ilegal	Prop Suicídios
Estatística	49,13	14,61	20,38	42,21	114,96	9,13
Valor crítico	0,0000	0,0235	0,0004	0,0000	0,0000	0,0580

Fonte: Elaboração Própria através dos resultados obtidos no software estatístico STATA 12.0.

TABELA A.4 - Teste de Sosa-Escudero e Bera

Variável Dependente: Homicídios com Armas de Fogo (harm)			
	MODELOS COM DEFASAGENS E VARIÁVEIS INSTRUMENTAIS		
<i>Proxy</i>	Apreensões	Porte Ilegal	Prop. Suicídios
Estatística	0,69	0,92	3,62
Valor crítico	0,4054	0,3382	0,0570

Fonte: Elaboração Própria através dos resultados obtidos no software estatístico STATA 12.0.

APENDICE B

TABELA B.1 - Resultados das estimações para Homicídios com Armas de Fogo na RMPA (2007-2013) - Proxy: Apreensões de Armas de Fogo

MODELO COM DEFASAGENS				
Variável Dependente: Homicídios com Armas de Fogo (harm)				
ESTIMADOR	POLS	GLS-RE	WITHIN-FE	WITHIN-FE
Dummies de tempo?	Não	Não	Não	Sim
	(1)	(2)	(3)	(4)
Constante	-7,9036*** (1,5462)	-11,8518*** (2,4596)	-12,4247 (15,7544)	-16,4706 (21,6028)
PIB per Capita	0,0000 (0,0000)	0,0000 (0,0000)	0,0001 (0,0001)	0,0003 (0,0002)
População	0,0003*** (0,0000)	0,0000*** (0,0000)	0,0003*** (0,0001)	0,0003** (0,0001)
Punição de Homicídios t-1	-4,3397* (2,4190)	-0,3726 (1,7574)	0,4016 (1,7167)	0,3468 (0,9132)
Foragidos Recapturados t-1	-0,2654** (0,0114)	-0,0318*** (0,0081)	-0,0343*** (0,008)	-0,0320*** (0,0048)
Tráfico	-0,0159** (0,078)	-0,0078*** (0,0062)	-0,0510*** (0,0063)	-0,0486*** (0,0026)
Apreensões t-1	0,1212*** (0,0185)	0,1149*** (0,018)	0,1106*** (0,0195)	0,1158** (0,054)
sigma_u		8,7614	14,3599	21,4643
sigma_e		7,9225	7,9225	7,7837
Rho		0,5501	0,7666	0,8837
N	198	198	198	198
R ²	0,9811			
Within		0,46	0,4674	0,502
Between		0,9852	0,9806	0,9634
Overall		0,9791	0,9747	0,958

Fonte: Elaboração Própria através dos resultados obtidos no software estatístico STATA 12.0.

Notas: Proxy para prevalência de armas: Apreensões t-1. * p-valor<0,1, ** p-valor<0,05, *** p-valor<0,01. Erros padrão entre parênteses.

TABELA B.2 - Resultados das estimações para Homicídios com Armas de Fogo na RMPA (2007-2013) - Proxy: Apreensões de Armas de Fogo

MODELO COM VARIÁVEIS INSTRUMENTAIS					
Variável Dependente: Homicídios com Armas de Fogo (harm)					
ESTIMADOR	POLS	G2SLS-RE	WITHIN-FE	M2QE-FE	GMM-FE
Dummies de tempo?	Não	Não	Não	Sim	Sim
	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)
Constante	-9,5732*** (2,113)	-13,4563*** (2,2494)	52,9170** (21,6031)		
PIB per Capita	0,0000 (0,0000)	0,0000 (0,0000)	0,0000 (0,0001)	0,0004* (0,0023)	0,0004* (0,0002)
População	0,0004*** (0,0000)	0,0004*** (0,0000)	0,0002 (0,0002)	-0,0003 (0,0003)	-0,0003 (0,0003)
Punição de Homicídios t-1	-3,4272** (1,5711)	-0,2239 (1,8278)	0,5915 (1,9929)	0,3222 (1,2706)	0,2804 (1,2681)
Foragidos Recapturados t-1	0,0088 (0,0292)	-0,0329*** (0,0087)	-0,0420*** (0,0094)	-0,0380* (0,021)	-0,0417** (0,01975)
Tráfico	-0,0213 (0,0237)	-0,0685*** (0,0088)	-0,1216*** (0,0125)	-0,1209*** (0,0128)	-0,1222*** (0,0125)
Apreensões	-0,0306 (0,5905)	0,1345*** (0,0301)	0,2988*** (0,0429)	0,3144*** (0,0615)	0,3175*** (0,6129)
sigma_u		8,6241	138,954		
sigma_e		9,2146	9,2146		
Rho		0,4669	0,9956		
N	198	198	198	198	198
R ²	0,9747				
Within		0,5122	0,2795		
Between		0,9803	0,8464		
Overall		0,9748	0,7706		
Centered R ²				0,2948	0,2839
Uncentered R ²				0,2948	0,2839
Kleibergen-Paap rk LM				6,263	6,263
Chi-sq(2) P-val				0,0436	0,0436
Kleibergen-Paap rk Wald				27,378	27,378
Estatística J				0,271	0,271
p-valor				0,6027	0,6027

Fonte: Elaboração Própria através dos resultados obtidos no software estatístico STATA.

Notas: Proxy para prevalência de armas: Apreensões. * p-valor<0,1, ** p-valor<0,05, *** p-valor<0,01. Erros padrão entre parênteses.

TABELA B.3 - Resultados das estimações para Homicídios com Armas de Fogo na RMPA (2007-2013) - Proxy: Prisões por Porte Ilegal de Armas de Fogo

MODELO COM DEFASAGENS				
Variável Dependente: Homicídios com Armas de Fogo (ham)				
ESTIMADOR	POLS	GLS-RE	WITHIN-FE	WITHIN-FE
Dummies de tempo?	Não	Não	Não	Sim
	(1)	(2)	(3)	(4)
Constante	-8,1917*** (1,7151)	-12,5606*** (2,7497)	-11,1459 (17,3266)	-12,4781 (24,6259)
PIB per Capita	0,0000 (0,0000)	0,0000 (0,0000)	0,0001 (0,0001)	0,0001 (0,0001)
População-	0,0003*** (0,0000)	0,0004*** (0,0000)	0,0003*** (0,0001)	0,0004** (0,0002)
Punição de Homicídios t-1	-4,1891** (2,6264)	-0,0886 (1,8476)	0,5991 (1,8183)	0,6681 (0,7972)
Foragidos Recapturados t-1	-0,0093 (0,0120)	-0,0288*** (0,0085)	-0,0329*** (0,0085)	-0,0308*** (0,0062)
Tráfico	-0,0176** (0,0086)	-0,0372*** (0,0067)	-0,0440*** (0,0069)	-0,0440*** (0,0022)
Prisões por Porte Ilegal t-1	0,0901*** (0,0477)	0,08217*** (0,0217)	0,0769*** (0,0226)	0,0749* (0,0371)
sigma_u		10,0167	18,6097	17,1035
sigma_e		8,3853	8,3853	8,2202
Rho		0,5879	0,8312	0,8123
N	198	198	198	198
R ²	0,9778			
Within		0,3943	0,4033	0,4446
Between		0,9827	0,9755	0,9769
Overall		0,9759	0,9688	0,9707

Fonte: Elaboração Própria através dos resultados obtidos no software estatístico STATA.

Notas: Proxy para prevalência de armas: Prisões por Porte Ilegal t-1. * p-valor<0,1, ** p-valor<0,05, *** p-valor<0,01. Erros padrão entre parênteses.

TABELA B.4 - Resultados das estimações para Homicídios com Armas de Fogo na RMPA (2007-2013) - Proxy: Prisões por Porte Ilegal de Armas de Fogo

MODELO COM VARIÁVEIS INSTRUMENTAIS					
Variável Dependente: Homicídios com Armas de Fogo (harm)					
ESTIMADOR	POLS	G2SLS-RE	WITHIN-FE	M2QE-FE	GMM-FE
Dummies de tempo?	Não	Não	Não	Sim	Sim
	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)
Constante	-8,3399*** (1,6486)	-12,959*** (2,7931)	-12,4781 (24,6259)		
PIB per Capita	0,0000 (0,0000)	0,0000 (0,0000)	0,0001 (0,0001)	0,0001 (0,0001)	0,0001 (0,0001)
População	0,0003*** (0,0000)	0,0004*** (0,0000)	0,0003** (0,0001)	0,0005** (0,0002)	0,0005** (0,0002)
Punição de Homicídios t-1	-4,495* (2,5606)	-0,2484 (1,5317)	0,6682 (0,7972)	0,2444 (0,7637)	0,2956 (0,7573)
Foragidos Recapturados t-1	-0,0107 (0,0118)	-0,0291*** (0,007)	-0,0308*** (0,0062)	-0,0321*** (0,012)	0,0304*** (0,0113)
Tráfico	-0,0216*** (0,0081)	-0,0530*** (0,0055)	-0,0439*** (0,0022)	-0,0564*** (0,0083)	-0,0568*** (0,0083)
Prisões por Porte Ilegal	0,1276*** (0,0405)	0,1720*** (0,0229)	0,1446** (0,0371)	0,1687*** (0,0297)	0,1628*** (0,0274)
sigma_u		10,8166	17,1035		
sigma_e		6,8811	8,2202		
Rho		0,7118	0,8123		
N	198	198	198	198	198
R ²	0,9790				
Within		0,5908	0,4446		
Between		0,9801	0,9769		
Overall		0,9756	0,9707		
Centered R ²				0,6159	0,6162
Uncentered R ²				0,6159	0,6162
Kleibergen-Paap rk LM				8,038	8,038
Chi-sq(2) P-val				0,0180	0,0180
Kleibergen-Paap rk Wald				28,770	28,770
Estatística J				0,270	0,270
p-valor				0,6035	0,6035

Fonte: Elaboração Própria através dos resultados obtidos no software estatístico STATA.

Notas: Proxy para prevalência de armas: Prisões por Porte Ilegal. * p-valor<0,1, ** p-valor<0,05, *** p-valor<0,01. Erros padrão entre parênteses.

TABELA B.5 - Resultados das estimações para Homicídios com Armas de Fogo na RMPA (2007-2013) - Proxy: Proporção de Suicídios com Armas de Fogo

MODELO COM DEFASAGENS				
Variável Dependente: Homicídios com Armas de Fogo (harm)				
ESTIMADOR	POLS	GLS-RE	WITHIN-FE	WITHIN-RE
Dummies de tempo?	Não	Não	Não	Sim
	(1)	(2)	(3)	(4)
Constante	-8,9104*** (1,7988)	-13,8049*** (2,8053)	-30,4999* (16,8656)	-26,9917 (36,9054)
PIB per Capita	0 (0,0000)	0 (0,0000)	0,0001 (0,0001)	0,0001 (0,0001)
População	0,0004*** (0,0023)	0,0004*** (0,0000)	0,0005*** (0,0001)	0,0005** (0,0003)
Punição de Homicídios t-1	-3,8226** (1,6229)	0,2997 (1,9096)	0,9912 (1,8772)	1,0566 (0,7613)
Foragidos Recapturados t-1	0,0015 (1,7496)	-0,0231*** (0,0087)	-0,0299*** (0,0087)	-0,0278*** (0,0072)
Tráfico	-0,253 (0,0234)	-0,0443*** (0,0067)	-0,0511*** (0,0069)	-0,0514*** (0,0059)
Proporção de Suicídios t-1	-9,327 (6,6825)	-5,9077 (4,7211)	-4,0062 (4,6639)	-3,0953 (3,2921)
sigma_u		10,212	27,0404	24,1109
sigma_e		8,6657	8,6657	8,4963
Rho		0,5813	0,9068	0,8895
N	198	198	198	198
R ²	0,9771			
Within		0,354	0,3628	0,4067
Between		0,9821	0,9796	0,9811
Overall		0,9748	0,9723	0,9743

Fonte: Elaboração Própria através dos resultados obtidos no software estatístico STATA.

Notas: Proxy para prevalência de armas: Proporção de Suicídios com Armas de Fogo t-1. * p-valor<0,1, ** p-valor<0,05, *** p-valor<0,01. Erros padrão entre parênteses.

TABELA B.6 - Resultados das estimações para Homicídios com Armas de Fogo na RMPA (2007-2013) - Proxy: Proporção de Suicídios com Armas de Fogo

MODELO COM VARIÁVEIS INSTRUMENTAIS					
Variável Dependente: Homicídios com Armas de Fogo (harm)					
ESTIMADOR	POLS	G2SLS-RE	WITHIN-FE	MQ2E-FE	GMM-FE
Dummies de tempo?	Não (5)	Não (6)	Não (7)	Sim (8)	Sim (9)
Constante	-2,3276 (7,4426)	-17,8658 (6,6748)	-36,3592* (21,3865)		
PIB per Capita	0,0000 (0,0000)	0,0000 (0,0000)	0,0001 (0,0001)	0,0000 (0,0001)	0,0000 (0,0001)
População	0,0005*** (0,0001)	0,0004*** (0,0000)	0,0006*** (0,0002)	0,0005 (0,0003)	0,0001 (0,0002)
Punição de Homicídios t-1	-1,3267 (4,406)	0,8234 (1,9853)	1,6236 (2,3374)	0,9221 (0,9135)	0,1114* (0,7991)
Foragidos Recapturados t-1	-0,0294 (0,0367)	-0,0282*** (0,0083)	-0,03177*** (0,0103)	-0,0278* (0,0156)	-0,0264* (0,0155)
Tráfico	-0,0511* (0,0309)	-0,0487*** (0,0064)	-0,0506*** (0,008)	-0,05215** (0,0237)	-0,0403* (0,3281)
Proporção de Suicídios	-153,581 (151,052)	9,2291 (56,0401)	-33,3132 (55,1605)	15,1156 (52,991)	62,3079 (46,3098)
sigma_u		27,0042			
sigma_e		10,0442			
Rho		0,8784			
N	198	198	198	198	198
R ²	0,9203				
Within		0,3556	0,1439		
Between		0,9786	0,9823		
Overall		0,9714	0,9734		
Centered R ²				0,3998	-0,088
Uncentered R ²				0,3998	-0,088
Kleibergen-Paap rk LM				5,993	5,993
Chi-sq(2) P-val				0,05	0,05
Kleibergen-Paap rk Wald					
Estatística J				3,357	3,357
Chi-sq(1) P-val				0,0669	0,0669

Fonte: Elaboração Própria através dos resultados obtidos no software estatístico STATA.

Notas: Proxy para prevalência de armas: Proporção de Suicídios com Armas de Fogo. * p-valor<0,1, ** p-valor<0,05, *** p-valor<0,01. Erros padrão entre parênteses.