

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

ANA CAROLINA NOVAES SILVA

ECONOMIA, CRIME E VITIMIZAÇÃO:
TEORIA, FATOS EMPÍRICOS E MODELOS COMPORTAMENTAIS

CURITIBA

2021

ANA CAROLINA NOVAES SILVA

ECONOMIA, CRIME E VITIMIZAÇÃO:
TEORIA, FATOS EMPÍRICOS E MODELOS COMPORTAMENTAIS

Dissertação apresentada como requisito parcial à obtenção do grau de Mestre em Desenvolvimento Econômico no Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Econômico, Setor de Sociais Aplicadas, da Universidade Federal do Paraná.

Área de concentração: *Economia do Crime; Economia e Complexidade.*

Orientador: Prof^o. Dr. João Basílio Pereima Neto.

CURITIBA

2021

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA BIBLIOTECA DE CIÊNCIAS SOCIAIS
APLICADAS – SIBI/UFPR COM DADOS FORNECIDOS PELO(A) AUTOR(A)
Bibliotecário: Eduardo Silveira – CRB 9/1921

Silva, Ana Carolina Novaes

Economia, crime e vitimização: teoria, fatos empíricos e modelos
comportamentais / Ana Carolina Novaes Silva. – 2021.
137 p.

Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Paraná. Programa
de Pós-Graduação em Desenvolvimento Econômico, do Setor de Ciências
Sociais Aplicadas.

Orientador: João Basílio Pereima Neto.

Defesa: Curitiba, 2021.

1. Desenvolvimento econômico. 2. Economia. 3. Patrimônio.
4. Criminalidade. 5. Curitiba. I. Universidade Federal do Paraná.
Setor de Ciências Sociais Aplicadas. Programa de Pós-Graduação em
Desenvolvimento Econômico. II. Pereima Neto, João Basílio. III. Título.

CDD 364.16

TERMO DE APROVAÇÃO

Os membros da Banca Examinadora designada pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação em DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO da Universidade Federal do Paraná foram convocados para realizar a arguição da dissertação de Mestrado de **ANA CAROLINA NOVAES SILVA** intitulada: **ECONOMIA, CRIME E VITIMIZAÇÃO: TEORIA, FATOS EMPÍRICOS E MODELOS COMPORTAMENTAIS**, sob orientação do Prof. Dr. JOÃO BASILIO PEREIMA NETO, que após terem inquirido a aluna e realizada a avaliação do trabalho, são de parecer pela sua APROVAÇÃO no rito de defesa.

A outorga do título de mestre está sujeita à homologação pelo colegiado, ao atendimento de todas as indicações e correções solicitadas pela banca e ao pleno atendimento das demandas regimentais do Programa de Pós-Graduação.

CURITIBA, 01 de Março de 2021.

Assinatura Eletrônica

11/03/2021 12:25:01.0

JOÃO BASILIO PEREIMA NETO

Presidente da Banca Examinadora (UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ)

Assinatura Eletrônica

03/03/2021 08:00:03.0

MARIA VIVIANA DE FREITAS CABRAL

Avaliador Externo (UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO)

Assinatura Eletrônica

01/03/2021 12:19:38.0

FRANCISCO ADILSON GABARDO

Avaliador Interno Pós-Doc (UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ)

Ao meu pai, José Carlos. Meu primeiro professor, mestre e amigo. Sinto sua falta todos os dias. A educação é transformadora e salva vidas. Sei que você salvou muitas. Inclusive a minha.

A minha mãe, Ana Cláudia. Seu esforço me trouxe até aqui e a você também sou mais do que eternamente grata.

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar, agradeço a Deus por toda a graça de seguir este caminho.

Em segundo lugar, agradeço aos meus pais, pois tudo que sou devo a eles. Obrigada por todo amor e apoio incondicional aos meus longos anos de estudo. Na primeira versão desta nota de agradecimento, meu grande pai ainda estava vivo e orgulhoso do meu trabalho. Ele foi o maior incentivador que eu tive. Infelizmente, foi uma das mais de 550 mil vidas brasileiras perdidas na pandemia. Se eu pudesse voltar no tempo, não teria esperado terminar este trabalho para dedicar mais tempo a vocês.

Aos meus avós, que me apoiaram e ajudaram na mudança para Curitiba e nos meus estudos. Obrigada por todo o incentivo e carinho.

Às minhas famílias, que me ajudaram a revisar este trabalho. Minha irmã Maria Clara, minhas primas Marcela, Maísa e Gabi. Obrigada por tudo.

À Universidade Federal do Paraná e ao Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Econômico, em especial à coordenadora Kênia Barreiro de Souza, pelo grande esforço em manter o bem-estar dos alunos e fornecer o apoio necessário para que realizássemos nosso trabalho, principalmente no último ano.

Aos professores do PPGDE, em especial meu orientador João Basilio Pereima Neto, por todo o conhecimento compartilhado, pelas incontáveis horas dedicadas ao trabalho e por sua louvável paciência e atenção para que esta dissertação se tornasse realidade.

Ao Ministério da Educação do Brasil e à Capes, pela disponibilização de recursos e meios indispensáveis à conclusão desta pós-graduação.

À todos os pesquisadores e cientistas. Me sinto orgulhosa em compartilhar esta profissão com tantas pessoas dispostas a fazer do nosso país um lugar mais seguro e socialmente justo, principalmente frente aos constantes ataques desmerecidos daqueles que negam a ciência e o fomento à pesquisa.

À banca examinadora. Obrigada pela atenção com o trabalho e por todos os ótimos comentários e sugestões.

Aos meus queridos amigos de longa data e também do mestrado. Thiago, Vic, Diogo, Luiz, Bárbara e todos os outros, sinto falta dos nossos dias na sala do PPGDE, no RU, no Jardim Botânico, na casa de alguém ou nas ruas de Curitiba. Vocês tornaram essa trajetória menos difícil e muito mais bonita. Em especial, à Amanda, com quem compartilhei não apenas o mestrado, mas a casa e também a vida. Que possamos ter sempre motivos para comemorar com a *Limoncetta* nunca bebida.

Por último, mas não menos importante, ao meu querido Luís Fernando, que conheci no que acredito ter sido uma pequena brecha do tempo-espaço. Obrigada por todo

amor, parceria e ajuda incondicional não apenas neste trabalho, mas também em todas as situações desafiadoras em que esteve presente e segurou as pontas por mim.

RESUMO

O presente trabalho buscou avaliar o perfil da criminalidade contra patrimônio (tanto de pessoas quanto de residências) pelo lado da vítima e da formação do comportamento criminoso. Na discussão pelo lado da vítima, dados da PNAD de 2009 para a Grande Curitiba foram utilizados para estimar modelos econométricos *probit* e *logit* com o intuito de encontrar as probabilidades médias de vitimização dos indivíduos e residências, testando se a Teoria de Atividades Rotineiras (Cohen e Felson, 1979; Cohen et al., 1981) atrelada a elementos da Teoria da Escolha Racional (Becker, 1968) e da Teoria do Estilo de Vida (Hindelang et al., 1978) explicam a vitimização na cidade sob a ótica do ofensor motivado. Considerando a limitação de dados e a falta de um contrafactual que apoie a possibilidade de análises causais, os modelos baseados em agentes desenvolvidos por De Paula (2018) e Passos (2020) foram adaptados aos resultados empíricos de vitimização com o intuito de entender as decisões dos agentes que se tornam criminosos e o impacto de determinadas mudanças contextuais na vitimização de roubos contra pessoas e residências. Os resultados dos modelos empíricos mostram que, em geral, indivíduos homens; que trabalham; solteiros; que estudaram até o ensino médio; e com faixa de rendimento entre 1 e 2 salários mínimos e entre 3 e 5 salários mínimos têm mais chances de serem roubados, o que confirma as teorias propostas. Ainda, os resultados do modelo baseado em agentes sugerem que contextos em que mais pessoas mostram riqueza, maior é a incidência de crimes contra pessoas, além de que contribuem para o aumento do nível médio de frustração dos indivíduos e da criminalidade ativa. Por fim, as simulações de políticas públicas, que alteraram a distribuição de riqueza, o número de policiais e a taxa de encarceramento, mostraram que, em geral, os contextos em que a riqueza é melhor distribuída mostram menos incidência de crimes contra pessoas, residências e menor criminalidade ativa do que o aumento do número de policiais em patrulha aleatória ou encarceramento em massa.

Palavras-chave: Crime; Vitimização; Probabilidade; ABM

ABSTRACT

The present work aimed to evaluate the profile of criminality against property (both of people and residences) on the victim's side and the formation of criminal behaviour. To this end, data from the 2009 National Household Sample Survey for the Greater Curitiba were used to estimate the econometric probit and logit models in order to find the probabilities of victimization of individuals and residences, testing whether the Routine Activity Theory (Cohen e Felson, 1979; Cohen et al., 1981) attached to elements of the Rational Choice Theory (Becker, 1968) and Lifestyle Theory (Hindelang et al., 1978) explain the victimization in the city from the perspective of the motivated offender. Considering the data limitation and the lack of a counterfactual that supports the possibility of causal analyses, this work adapted the Agentes Based Model of De Paula (2018) and Passos (2020) to the empirical results of victimization in order to understand the decisions of the agents who become criminals and the impact of certain contextual changes in the victimization of robbery against people and residences. The results of the empirical models show that, in general, individuals who are man; who work; who are single; who studied until high school; and with income range between 1 and 2 minimum wages and between 3 and 5 minimum wages are more likely to be stolen, which confirms the proposed theories. Furthermore, the results of the agent-based model suggest that contexts in which more people flaunt wealth increase the incidence of crimes against people and contribute to the increase the average level of frustration of individuals and active criminality. Finally, the public policy simulations that altered the distribution of wealth, the number of police officers and the rate of incarceration, showed that, in general, contexts in which wealth is better distributed have less incidence of crimes of robbery against people and residences well as lower active criminality than the increasing the number of police officers on random patrol or mass incarceration.

Keywords: Crime; Victimization; Probability; ABM.

PRESS RELEASE

Nome: Ana Carolina Novaes Silva

Título da dissertação: Economia, crime e vitimização: teoria, fatos empíricos e modelos comportamentais

PPG: Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Econômico (PPGDE)

Linha de pesquisa: Economia do crime; Economia e Complexidade

Orientador: João Basílio Pereima Neto

1. O que lhe levou a escolher esse tema/objeto de pesquisa?

O estudo da Criminologia sempre teve a minha atenção, de alguma forma. Enquanto criança, meu sonho era ser Juíza de Direito e lutar por justiça. Enquanto adolescente, me interessava em entender a motivação daqueles que cometiam crimes. Enquanto jovem, a luta por justiça social passou de meta para estilo de vida e se transformou em uma inerência à minha pessoa. No mestrado, antes de começar esse trabalho, pensei em vários outros assuntos, mas sabia que apenas esse teria minha total atenção e paixão. No início, a ideia era aquela de salvar o mundo. No meio do processo, esperava que meu trabalho desse apenas uma contribuição minimamente relevante para a área. No fim, só queria terminar e deixar meus pais orgulhosos. Ao verbalizar esse pensamento, uma professora me respondeu carinhosamente com palavras que não esquecerei: "talvez não dê para salvar o mundo, mas aos poucos a gente percebe que pode mudar o mundo de algumas pessoas e também o nosso. Isso já faz valer a pena."

2. Cite 3 obras que foram fundamentais para a realização da sua pesquisa.

A principal referência para realização deste trabalho foi a obra de Gary Becker intitulada *Crime and Punishment* (Becker, 1968). Ainda, foram essenciais os trabalhos sobre a Teoria do Estilo de Vida (Hindelang et al., 1978) e a Teoria de Atividades Rotineiras (ou Teoria das Oportunidades) (Cohen e Felson, 1979). Também não posso deixar de mencionar o trabalho de Passos (2020), imprescindível para a análise do Modelo Baseado em Agentes utilizado neste trabalho.

3. Onde sua pesquisa foi realizada?

Em casa, devido à pandemia do novo coronavírus. Este trabalho foi empírico e utilizou dados da Pesquisa Nacional de Amostra por Domicílios (PNAD) de 2009 para a Grande Curitiba. Os modelos foram estimados com uso do software econométrico R (4.0) e do software *NetLogo* (6.1.1).

4. Qual a principal constatação, o principal resultado de sua pesquisa?

Para efeitos de contextualização, o trabalho buscou avaliar o perfil da criminalidade contra patrimônio (tanto de pessoas quanto de residências) pelo lado da vítima e da formação do comportamento criminoso. Ou seja, que características em comum as vítimas têm e também quais são as características mais comuns entre os agentes criminosos. Em primeiro lugar, os resultados empíricos encontrados apontam que, em geral, indivíduos homens; que trabalham; solteiros; que estudaram até o ensino médio; e com faixa de rendimento entre 1 e 2 salários mínimos e entre 3 e 5 salários mínimos têm mais chances de serem roubados na cidade de Curitiba do que mulheres; indivíduos que não trabalham; que não são solteiros; que não tem instrução; e que ganham até 1 salário mínimo, respectivamente. Ainda, o que parece explicar roubos ou furtos contra residências são a atratividade (renda aparente) e o fato destas não contarem com alguns equipamentos

de segurança. Uma observação importante é que um indivíduo que furta o faz quando tem uma oportunidade, enquanto que um criminoso que rouba o faz não apenas quando tem a oportunidade, mas também quando o retorno financeiro é mais certo.

Em segundo lugar, quando analisados os resultados do modelo baseado em agentes (a parte do trabalho em que são simulados cenários com base nos dados empíricos), na média, contextos em que mais pessoas ostentam riqueza mostram mais incidência de crimes contra pessoas. Além disso, esses contextos ainda contribuem para o aumento do nível médio de frustração dos indivíduos e da criminalidade ativa (quando o número de criminosos agindo na sociedade é maior do que o de criminosos presos). Um dos pontos mais importantes que analisamos se refere a experimentos computadorizados em que determinadas políticas públicas podem ou não diminuir a criminalidade em certos cenários. Por exemplo, quando avaliamos diferentes cenários de distribuição de riqueza, número de policiais e taxa de encarceramento, vimos que, em geral, aqueles em que a riqueza é melhor distribuída mostram menos incidência de crimes contra pessoas, residências e menor criminalidade ativa do que o aumento do número de policiais em patrulha aleatória ou encarceramento em massa. Ainda, os resultados que encontramos sugerem que o encarceramento em massa pode contribuir para o aumento da criminalidade ativa, uma vez que a concentração de indivíduos criminosos em penitenciárias pode ser capaz de aumentar a disseminação do “aprendizado criminoso”. Então, se a taxa de reinserção dos indivíduos que terminaram de cumprir a pena for baixa (principalmente no mercado de trabalho), a reincidência será maior e, assim, maior será a criminalidade ativa. Dessa maneira, parece razoável pensar que as políticas públicas mais eficientes de controle da criminalidade (e financeiramente viáveis no longo prazo) são aquelas que não apenas evitam o crime em si, mas evitam a decisão de um indivíduo se tornar um agente criminoso.

5. Aponte a principal contribuição da sua pesquisa para a área do conhecimento em que ela foi desenvolvida.

Geralmente, as pesquisas sobre economia do crime enfrentam uma certa limitação de dados e também uma falta de contrafactuais que apoiem a possibilidade de análises causais. Então, este trabalho adaptou modelos que possibilitavam realizar experimentos computadorizados por meio de simulações aos resultados empíricos de vitimização e conseguiu entender as decisões dos agentes que se tornam criminosos e o impacto de determinadas mudanças contextuais na vitimização de roubos contra pessoas e residências na Grande Curitiba. Essas simulações computadorizadas permitem especificar como os agentes interagem e observar as propriedades que ocorrem no nível de toda a sociedade sem expor indivíduos a situações de risco. Dessa maneira, a simulação base funcionou como um contrafactual porque foi capaz de representar a sociedade analisada sem qualquer intervenção no “mundo real”. Isso é muito bom porque, neste caso, não poderíamos simplesmente fazer um experimento com pessoas de verdade, expondo-as à criminalidade de propósito só para testar uma teoria.

6. Qual você considera o diferencial ou principal inovação da sua pesquisa em relação a outros estudos já realizados sobre o mesmo tema/objeto?

Por meio da inserção de dados empíricos da Grande Curitiba a um modelo comportamental, foi possível analisar políticas públicas reais da região. A maneira como o trabalho foi desenvolvido ainda permite avaliar vários outros tipos de políticas públicas que podem contribuir para frear a criminalidade de uma maneira mais assertiva no longo prazo. A adaptação do modelo de [Passos \(2020\)](#) permitiu inovar ainda mais a análise por

meio da simulação por computador, uma vez que conseguimos pontuar comportamentos potencialmente irracionais, de escolhas subjetivas e psicologia complexa dos indivíduos da região em questão.

7. Qual a principal contribuição da sua pesquisa para a sociedade de forma mais ampla?

Certamente o fato de que o trabalho permite adaptações que possibilitam simular políticas de segurança pública em um ambiente virtualmente controlado, o que pode ser muito útil para melhorar a segurança da sociedade.

LISTA DE FIGURAS

2.1	Principais estudos empíricos em Economia sobre vitimização	39
2.2	Outros estudos empíricos relevantes sobre vitimização.	40
3.1	Estudos relevantes em ABM	52
4.1	Registros de crimes contra o patrimônio, segundo o dia da semana e a faixa horária dos fatos - 2009 - Paraná	56
4.2	MPL restrito	60
4.3	FDA acumulada	60
4.4	Distribuições acumuladas <i>logit</i> e <i>probit</i>	60
4.5	Faixa de renda por anos de estudo.	67
6.1	Interface do ambiente de simulação com delimitação regional por classe social	83
6.2	Relações de propensão ao risco dos indivíduos	90
6.3	Fluxograma do processo de decisão	93
6.4	Função de <i>learning-by-doing</i>	96
7.1	Roubos evitados e eficiência policial	98
7.2	Roubo à pessoa	99
7.3	Roubo à residência.	99
7.4	Impacto da proporção da população que ostenta riqueza na vitimização de indivíduos.	100
7.5	Impacto da proporção da população que ostenta riqueza na tomada de decisão	101
7.6	Frequência de distribuição de riqueza supondo determinado ϕ	102
7.7	Impacto da desigualdade de riqueza na vitimização de pessoas	102
7.8	Impacto da desigualdade de riqueza na vitimização de residências	103
7.9	Impacto da desigualdade de riqueza na tomada de decisão	103
7.10	Impacto do número de policiais na vitimização de pessoas	104
7.11	Impacto do número de policiais na vitimização de residências	104
7.12	Impacto do número de policiais na tomada de decisão.	105
7.13	Impacto da taxa de encarceramento na vitimização de pessoas	106
7.14	Impacto da taxa de encarceramento na vitimização de residências	106
7.15	Impacto da taxa de encarceramento na tomada de decisão	107
A.1	Pesquisas de Vitimização realizadas no Brasil	123
B.1	<i>probit</i> roubo 1	125

B.2	probit roubo 2	125
B.3	logit roubo 1	125
B.4	logit roubo 2	125
B.5	probit furto	125
B.6	logit furto	125
B.7	probit tentativa	125
B.8	logit tentativa	125
B.9	probit residencia	125
B.10	logit residencia	125
D.1	Identificação visual dos componentes do modelo	136

LISTA DE TABELAS

4.1	Tabela de crimes e registros na amostra	54
4.2	Modelos dos crimes analisados	54
4.3	Quantidade e proporção das vítimas de cada crime	65
4.4	Perfil proporcional das vítimas por tipo de crime sofrido	66
4.5	Perfil proporcional dos domicílios vítimas de roubo ou furto	69
4.6	Domicílios que sofreram roubo ou furto por posse ou não de instrumentos de segurança	70
5.1	Número de observações de cada crime analisado antes da re-amostragem . .	71
5.2	Número de observações de cada crime analisado por grupo após re-amostragem	72
5.3	Testes e estatísticas dos modelos	74
5.4	Resultados dos modelos de roubo, furto e tentativa contra indivíduos	78
5.5	Resultados dos modelos de roubo/furto contra residência	79
6.1	Distribuição inicial dos salários de acordo com a classe social do agente . . .	86
6.2	Distribuição inicial da população de acordo com a função de cada agente . .	86
6.3	Dinâmica temporal dos agentes do modelo	88
B.1	Resultados do teste de Multicolinearidade com base nos Fatores de Inflação de Variância (VIF) para os modelos de indivíduos	124
B.2	Resultados do teste de Multicolinearidade com base nos Fatores de Inflação de Variância (VIF) para os modelos de residência	124
C.1	Resultados do modelo 1 <i>probit</i> de roubo.	126
C.2	Resultados do modelo 2 <i>probit</i> de roubo - exclusão da variável "faixa-etária" .	127
C.3	Resultados do modelo 1 <i>logit</i> de roubo	128
C.4	Resultados do modelo 2 <i>logit</i> de roubo	129
C.5	Resultados do modelo <i>probit</i> de furto	130
C.6	Resultados do modelo <i>logit</i> de furto	131
C.7	Resultados do modelo <i>probit</i> de tentativa de roubo ou furto	132
C.8	Resultados do modelo <i>logit</i> de tentativa de roubo ou furto	133
C.9	Resultados do modelo <i>probit</i> de roubo ou furto à residência	134
C.10	Resultados do modelo <i>logit</i> de roubo ou furto à residência	135
D.1	Principais alterações do modelo de Passos (2020)	137
D.2	Distribuição inicial da população de acordo com a faixa etária	137
D.3	Distribuição inicial dos prisioneiros e infratores de acordo com a faixa etária	137

E.1	Parâmetros da simulação base	138
-----	--	-----

SUMÁRIO

1	Introdução	17
2	Teorias do Crime e Vitimização.	22
2.1	Criminalidade e Vitimização na Psicologia e Sociologia	22
2.2	Criminalidade na Teoria Econômica Clássica	28
2.3	Criminalidade e Vitimização na Teoria Econômica Comportamental.	32
2.4	Evidências Empíricas de Vitimização	35
3	Criminalidade e Vitimização em uma abordagem da Economia da Complexidade	42
3.1	Complexidade e Economia da Complexidade	42
3.2	A Modelagem Baseada em Agentes	44
3.3	Trabalhos relevantes em ABM sobre criminalidade e vitimização.	47
4	Modelos empíricos para a vitimização em Curitiba	53
4.1	Dados	53
4.1.1	Variáveis de características dos indivíduos:	55
4.1.2	Variáveis de características das residências:	57
4.1.3	Variáveis de segurança residencial:	58
4.2	Métodos de estimação	58
4.3	Análise descritiva	64
5	Análise empírica, resultados e discussões.	71
5.1	Análise estatística dos modelos empíricos	71
5.2	Principais resultados empíricos.	75
5.3	Discussão dos resultados empíricos.	80
6	Modelo baseado em agentes para a criminalidade em Curitiba.	82
6.1	Ambiente de Simulação	82
6.2	Características básicas dos agentes.	83
6.2.1	Idade	83
6.2.2	Gênero	84
6.2.3	Estado civil.	84
6.2.4	Escolaridade	84
6.2.5	Riqueza, desigualdade e renda	85
6.2.6	Função social.	86
6.2.7	Dinâmica temporal de cada grupo de agentes.	87
6.2.8	Frustração e Propensão ao risco	89
6.2.9	Tomada de decisão.	90

6.3	Crescimento econômico e desemprego	94
6.4	Taxa de natalidade e mortalidade	94
6.5	Características básicas das residências.	95
6.6	Dinâmica dos roubos residenciais e contra pessoas	95
6.7	Dinâmica espacial de cada grupo de agentes	96
7	Resultados das simulações via ABM e discussões	98
7.1	Experimento 1 - Simulação base	98
7.2	Experimento 2 - Alterando a proporção de indivíduos que mostram riqueza	100
7.3	Políticas Públicas	101
7.3.1	Alterando a distribuição de riqueza	101
7.3.2	Alterando o número de policiais por habitante	103
7.3.3	Alterando a taxa de encarceramento.	105
7.4	Discussão dos resultados das simulações.	107
8	Considerações finais	110
	Referências	112
	APÊNDICE A – VITIMIZAÇÃO	123
	APÊNDICE B – MODELO ECONOMETRICO	124
	APÊNDICE C – RESULTADOS DETALHADOS DOS MODE- LOS ECONOMETRICOS	126
	APÊNDICE D – MODELO BASEADO EM AGENTES.	136
	APÊNDICE E – RESULTADOS DO MODELO BASEADO EM AGENTES	138

1 Introdução

Não é de hoje que muitos pesquisadores tentam identificar os determinantes da criminalidade pelo viés do comportamento criminoso e da reação da vítima. Muitas teorias buscaram explicar o comportamento criminoso como um aprendizado social desviante, causado por estruturas sociais deterioradas e perpetuado por frustrações derivadas dessas deteriorações (Merton, 1938; Dollard et al., 1939; Sutherland, 1947; Burgess e Akers, 1966; Shaw e McKay, 1942; Cloward e Ohlin, 1970, dentre outras). Em especial, a criminalidade contra patrimônios individuais, como furtos e roubos, é alvo de teorias que a tratam como um resultado da interação entre determinadas variáveis socioeconômicas, as quais podem incitar certos indivíduos a praticarem comportamentos delituosos ao invés de participarem do mercado de trabalho ou de outras atividades produtivas legais. A Economia do Crime tem esse foco, cuja discussão mais sistematizada surgiu a partir de Becker (1968), por meio da aplicação da Teoria do Comportamento Racional Maximizador ao comportamento criminoso. Nessa mesma linha, Brandão, Baptista e Engel (2017) consideram a criminalidade contra patrimônio uma “manifestação dos incentivos perversos que, às vezes, os mercados e as economias podem criar”.

Muito embora a violência exista desde os primórdios da humanidade, somente a partir da metade do século XX pesquisadores desviaram o foco da atenção do criminoso para a vítima. As reflexões sobre a necessidade de estudos com esse foco têm como objetivo principal delinear o ambiente de oportunidades (Reis e Beato, 2000); descrever o perfil das vítimas considerando suas características socioeconômicas (Beato et al., 2004); e compreender o processo social que resulta na definição do comportamento desviante, focando não no ato criminoso, mas sim nas relações sociais em que eles se estabelecem (Magalhães, 2004). A partir de então, surgiram as chamadas teorias da vitimização, como a Teoria do Estilo de Vida (Hindelang et al., 1978) e a Teoria de Atividades Rotineiras (ou Teoria das Oportunidades) (Cohen e Felson, 1979), que buscam identificar o perfil dos indivíduos que sofrem os crimes, a fim de embasarem políticas preventivas. Além disso, também é importante fazer essa identificação porque a criminalidade manifestada por meio da vitimização gera consequências psicológicas profundas para suas vítimas e, como mostram Madalozzo e Furtado (2011), pode ter implicações importantes para o desenvolvimento pessoal e social, uma vez que se eventos frustrantes ocorrem durante as fases cruciais do curso de vida, acabam desempenhando um papel significativo na trajetória de formação dos indivíduos. Nessa linha, trabalhos que transformam a reação social em objeto de estudo têm como principal instrumento de investigação a pesquisa de vitimização. Em suma, a criminalidade é um grave problema social, uma vez que, até certo ponto, vale a pena dela participar e, ao mesmo tempo, gera significativos custos psicológicos, sociais e econômicos.

As teorias sobre o comportamento criminoso embasaram trabalhos que mostram que maiores desigualdades sociais, altos índices de pobreza e locais onde o Estado não oferece amparo, qualidade de estudo, primeiro emprego, saneamento básico e outras necessidades básicas à sua população, acabam gerando ambientes de insegurança maiores, mais propícios ao surgimento e propagação da criminalidade, em maior ou menor grau dependendo de características relacionadas à cada região. As teorias da vitimização também carregam consigo a distinção da intensidade do problema a depender de cada região e, por isso, os estudos embasados nessas teorias devem distinguir ao máximo a

população analisada. Isso deve acontecer principalmente em trabalhos que utilizam a Teoria das Atividades Rotineiras ou do Estilo de Vida, uma vez que o estilo de vida e rotinas dos indivíduos abrangem uma grande variedade de comportamentos quando são considerados ambientes diferentes. Assim, seria incoerente afirmar que todas as regiões trazem consigo um risco igual de vitimização (Lynch, 1987).

Como mencionado, as pesquisas de vitimização são grandes instrumentos de investigação sobre a reação social ao crime utilizados em metodologias empíricas. Isso porque, além de permitirem aos pesquisadores lidar com o problema do sub-registro e subnotificação das ocorrências policiais, elas se tornam muito relevantes para a construção de políticas preventivas, uma vez que permitem identificar os grupos mais expostos à determinados crimes, além de traçar mapas de risco e possibilitar a estimação da frequência de delitos pequenos, mas numerosos (Soares, Borges e Compagnac, 2008). Na pesquisa de vitimização do Centro de Estudos de Criminalidade e Segurança Pública (CRISP) realizada em 2006 em Curitiba, Foz do Iguaçu e São Paulo, por exemplo, foi observado que os crimes economicamente motivados, como furto e roubo, apareceram em primeiro lugar no ranking de vitimização, com taxas entre 1,5 e 4,5 vezes maiores do que crimes contra a pessoa, o que impacta diretamente o sentimento de desproteção e insegurança da população. Entretanto, as metodologias empíricas encontram limitações para testar teorias, explicar o crime e avaliar políticas públicas. Além da grande indisponibilidade de dados, a manipulação de variáveis às vezes não é ética, pode ser muito cara, ou os formuladores de políticas precisam de resultados imediatos sobre os efeitos de alguma mudança. No que tange aos estudos sobre criminalidade, os pesquisadores não podem simplesmente conduzir ensaios clínicos randomizados (por exemplo, expor indivíduos à criminalidade de propósito para testar uma teoria) e, por isso, têm que fazer avaliações empíricas em projetos quase experimentais, que são mais "fracos". Muitas vezes, não há qualquer contrafactual que possa ser utilizado para estimar quais seriam os resultados esperados em um grupo de tratamento, porque simplesmente não há tratamento. A consequência disso é que se torna muito difícil apoiar afirmações causais fortes. Mesmo em projetos quase experimentais que utilizam um grupo de comparação combinado, ainda existe a possibilidade do grupo de comparação ter alguma característica diferente não observada. Groff et al. (2019) argumenta que quando experimentos controlados aleatórios são possíveis, eles, além de caros e de difícil condução, levam tempo para serem implementados e podem estar repletos de armadilhas éticas e profissionais. Dessa maneira, são necessários outros estudos para identificar os mecanismos causais pelos quais uma intervenção produz seus efeitos.

É assim que surge a Complexidade e a Economia da Complexidade. Axelrod (1997) explica que uma ferramenta de pesquisa primária da Teoria da Complexidade, a simulação por computador, pode contribuir para resolver as limitações apresentadas, porque ela permite especificar como os agentes interagem e observar as propriedades que ocorrem no nível de toda a sociedade sem expor indivíduos a situações de risco. Um tipo de simulação por computador muito utilizado é a Modelagem Baseada em Agentes (ABM, na sigla em inglês). Por mais que existam dificuldades ao utilizar essa técnica, como o desafio de quantificar, calibrar e, às vezes, justificar comportamentos potencialmente irracionais, de escolhas subjetivas e psicologia complexa dos indivíduos, Bonabeau (2002) pontua que a metodologia ABM apresenta alguns benefícios em relação a outras técnicas de modelagem, uma vez que ela possibilita capturar fenômenos emergentes, fornece uma descrição natural de certos tipos de sistemas e é flexível. O uso da metodologia ABM atrelado à Economia Comportamental, especialmente à Teoria da Racionalidade Limitada (Simon, 1957), consegue capturar a realidade complexa em que os seres humanos vivem, que

inclui aprendizagem, adaptação e interações não-lineares ou descontínuas, possibilitando modelar também a complexidade do impulso criminoso. Assim, quando existe limitação ou indisponibilidade de dados, ou até quando é antiético coletá-los, o uso de modelagem baseada em agentes pode ser uma ferramenta de grande utilidade para explorar a teoria criminológica e testar a aceitabilidade de possíveis intervenções de prevenção ao crime. Isso se deve ao fato de que ela é capaz de fornecer um caminho para as previsões sobre como os padrões de crime operam e como as teorias que envolvem a criminologia podem esclarecê-los. Assim, na situação em que os resultados empíricos forem fortes e consistentes, essa técnica pode reafirmar o estado do conhecimento. Por outro lado, na situação em que os resultados forem fracos ou inexistentes, ela pode ser uma alternativa para avaliar diferentes configurações e observar os efeitos nos resultados simulados, além de identificar quais dados estão faltando e devem ser coletados em pesquisas futuras.

Com base no que foi exposto, este trabalho teve dois objetivos: averiguar a criminalidade contra o patrimônio pelo lado da vítima e pelo lado do criminoso. Quanto ao lado da vítima, o objetivo foi testar as teorias da vitimização por meio de dados da PNAD 2009 (Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios) para a região da Grande Curitiba, no Paraná, que engloba a capital e as cidades da região metropolitana. Essa pesquisa foi escolhida para estruturar os modelos empíricos de vitimização, uma vez que abrange as características socioeconômicas e informações sobre vitimização e justiça de cada indivíduo e residência analisados. Ou seja, ela permite uma análise mais contextualizada porque possibilita que particularidades dos crimes vivenciados pelas vítimas possam ser associadas, por exemplo, às características de gênero, escolaridade, trabalho, renda, habitação, dentre outras. Infelizmente, não há pesquisas mais recentes com tanta abrangência de informações, o que indica uma limitação temporal deste estudo, mas ainda serve de insumo para comparações futuras, caso novas pesquisas de vitimização sejam realizadas. Ademais, para diminuir as diferenças regionais entre a população analisada e, assim, poder capturar com mais exatidão o estilo de vida e rotina dos indivíduos, os dados foram limitados à uma região específica.

A escolha da cidade se deveu ao fato de que, além do orçamento público destinado à proteção e segurança dos cidadãos, muitos destes ainda tinham custos a mais com a compra de equipamentos em complemento à proteção oferecida pelo Sistema de Justiça. Os dados da PNAD de 2009 mostram que 58,56% das residências da Grande Curitiba possuíam algum item para melhorar a segurança da propriedade. Ou seja, à luz daquele ano, é possível que existisse uma espécie de custo duplo para os cidadãos (ou “dupla tributação”) destinado à própria segurança. Além disso, em 2010, a cidade apresentou crescimento nos números de roubos e furtos no comparativo com 2009 e era três vezes mais violenta que São Paulo e tão quanto o Rio de Janeiro, sendo a sexta capital mais violenta do país. Quando somados os crimes da região metropolitana aos da capital, o problema foi ainda mais preocupante. Os dados são do Mapa do Crime e dos Relatórios Estatísticos Criminais, divulgado pela Secretaria de Estado de Segurança Pública¹. Os relatórios demonstram que a criminalidade na capital paranaense era, no período analisado, muito elevada em relação ao contexto nacional, demonstrando uma deterioração na cidade.

Quanto ao lado do criminoso, o objetivo foi modelar as nuances socioeconômicas que perpetuam a formação deste agente e atividades delituosas de roubos contra indivíduos e residências. Para tanto, o modelo baseado em agentes de De Paula (2018) e Passos (2020) foi adaptado com um repertório maior de comportamentos e variáveis que influenciam a criminalidade. Assim, foi aplicado para o contexto dos dados empíricos de Curitiba a

¹Disponível em: <http://www.seguranca.pr.gov.br/CAPE/Estatisticas>

fim de testar em qual grau contextos de diferentes comportamentos, de desigualdade e de certas ações do poder público impactam na formação do criminoso e na sua atuação delituosa.

Apesar dos relatórios do Centro de Análise, Planejamento e Estatística (CAPE, 2020), da Secretaria de Estado da Segurança Pública do Paraná, apontarem que nos últimos anos Curitiba tem apresentado uma queda expressiva no número de furtos e roubos, o cenário não é tão favorável quando são analisadas as estruturas que sustentam a segurança, como as polícias e o sistema penitenciário. No contexto estadual, Macedo (2019) elucida alguns problemas graves no que chama de “bomba-relógio” da segurança pública: há muitos anos o efetivo policial não se aproxima da quantidade prevista em lei, além da defasagem nos salários dos servidores; há presos amontoados em delegacias, porque faltam lugares em penitenciárias (o estado tem a terceira maior população carcerária do Brasil²); a quantidade de crimes investigados e solucionados é muito baixa, uma vez que apenas os crimes mais graves são investigados, o que expressa a impunidade do sistema; e a polícia paranaense está entre as que mais matam em todo o país. Este cenário mostra que o modelo de segurança pública que vem sendo aplicado há anos não está surtindo efeito e precisa ir além do enfrentamento. Como visto, o crime é determinado por uma série de fatores relacionados não somente ao sistema de justiça criminal e às características dos indivíduos, mas também a processos de estímulos desajustados, como falta de acesso à educação, falta de orientação e supervisão de crianças e jovens, falta de oportunidades de acesso a certos bens econômicos e simbólicos, bem como a falta do exercício pleno dos direitos de cidadania (Cerqueira, 2014). Além de tudo isso, a exacerbação da desigualdade social em decorrência da pandemia do novo coronavírus pode agravar ainda mais a situação da criminalidade.

O Atlas da Violência de 2018 (IPEA, 2018), elaborado com os dados do Censo Demográfico de 2010 (IBGE, 2010), mostra que as experiências bem sucedidas de redução da criminalidade são sustentadas pela repressão qualificada que utiliza a inteligência policial preventiva e investigativa com absoluto respeito aos direitos da cidadania, conjuntamente aos programas e ações preventivos na esfera social, focados em bairros e regiões com populações socioeconomicamente mais vulneráveis. As estratégias bem sucedidas, portanto, vão contra a ideia de que a melhoria da segurança pública deve-se ao endurecimento das leis e encarceramento em massa, especialmente de jovens negros e de indivíduos com baixa escolaridade (Infopen). A alteração da fisionomia social da cidade requer a identificação dos problemas e o combate via formulação e implementação de ações públicas atreladas a projetos voltados à desconcentração de renda. Igualmente relevante é a ativação de arranjos institucionais, celebrados entre o governo e os demais atores sociais, que enseje o restabelecimento de um clima propício à impulsão do investimento produtivo, da renda e do emprego no território.

Para alcançar os objetivos propostos, este trabalho foi dividido em 8 capítulos, incluindo esta introdução. O Capítulo 2 apresenta a literatura que envolve a criminalidade e a vitimização do ponto de vista das ciências sociológicas e econômicas; o Capítulo 3 apresenta uma revisão do tema do ponto de vista da economia da complexidade, além de nuances que envolvem a modelagem baseada em agentes e sua aplicação aos estudos da criminalidade; o Capítulo 4 apresenta os dados e a metodologia utilizados para análise empírica da vitimização; o Capítulo 5 é responsável por apresentar as análises dos modelos, principais resultados e discussões sobre as estimações; o Capítulo 6 apresenta o modelo

²Levantamento Nacional de Informações Penitenciárias (Infopen). Disponível em: <http://dados.mj.gov.br/dataset/infopen-levantamento-nacional-de-informacoes-penitenciarias>

baseado em agentes utilizado para avaliar o impacto socioeconômico nos crimes analisados pela ótica do criminoso; o Capítulo 7 discorre sobre os resultados das simulações; e, por fim, o Capítulo 8 conclui o trabalho.

2 Teorias do Crime e Vitimização

Este capítulo apresenta as teorias que envolvem a criminalidade (tanto pelo lado do criminoso, quanto da vítima), principalmente pela ótica sociológica e econômica. Além disso, busca identificar as limitações dentro de tais esferas, suas consequências para a literatura e adaptações. A Seção 2.1 discorre sobre as teorias do comportamento criminoso e da vitimização pelo viés da psicologia e da sociologia. A Seção 2.2 apresenta o interesse da economia tradicional em modelar o comportamento criminoso pela perspectiva racional e as teorias desenvolvidas com esse objetivo. A Seção 2.3 é responsável por mostrar as teorias da economia comportamental que analisam o comportamento criminoso e a resposta das vítimas considerando que as escolhas dos indivíduos têm limitações. Por fim, a Seção 2.4 apresenta estudos empíricos sobre a vitimização, principal interesse na construção dos modelos apresentados no Capítulo 4.

2.1 Criminalidade e Vitimização na Psicologia e Sociologia

Atualmente, já existem diversas abordagens sobre a criminalidade que buscam analisar essa questão tanto pelo lado do criminosos quanto pelo lado da vítima. Inicialmente, “o trabalho criminológico mais influente do século XX foi produzido por Thomas e Znaniecki, Park e Burgess, Shaw e McKay, Sutherland, Cressey, dentre outros” (Morizot e Kazemian, 2014, p. 4, tradução própria). Para esses autores, as abordagens psicológicas e de propensão surgiram novamente como um paradigma dominante somente décadas depois, e “apenas nos últimos 15-20 anos é que passaram a ser mais integrativas com outras áreas de pesquisa (Farrington, 2005; Hawkins, 1996; Thornberry, 1997)” (Morizot e Kazemian, 2014, p. 4, tradução própria). Nos últimos anos, várias outras subdisciplinas da psicologia e da sociologia contribuíram para a compreensão do desenvolvimento do comportamento criminoso e a abordagem desenvolvimentista também está se tornando cada vez mais proeminente entre os economistas. McCollister et al. (2010), por exemplo, oferecem avaliações sistemáticas da carga financeira do comportamento criminoso na sociedade. Além destes, Aos et al. (2004) e Doyle et al. (2009) apresentam os potenciais ganhos econômicos dos esforços de prevenção precoce ao crime.

Há autores que não consideram razoável propor apenas funções biológicas para entender o comportamento humano contemporâneo sem reconstruir a filogenia e a socialização, mas Paquette (2015) afirma que muitos pesquisadores no campo da criminologia acabam fazendo isso. Ao mesmo tempo, o autor defende que não é possível concluir com base nos dados existentes que a socialização por si só desempenha um papel singular na determinação de certos traços ou comportamentos, de maneira que estes são parcialmente herdados Bouchard e Loehlin, 2001. Nessa linha, Walsh (2009) acredita que, na perspectiva evolutiva, os seres humanos, assim como outros animais, são resultado da seleção natural que ocorreu ao longo de milhões de anos e permitiu a capacidade de adaptação a determinados ambientes. Assim, “todo traço físico ou comportamental humano é um fenótipo, a expressão de uma interação entre pré-disposições biológicas (potencial genético) e o ambiente, embora a aprendizagem seja geralmente considerada como um papel mais determinante na espécie humana” (Paquette, 2015, p. 315, tradução própria).

Fato é que, desde que Durkheim (1938) abordou o comportamento desviante e o crime como “[...] um comportamento “normal” realizado por indivíduos “normais” em

sistemas sociais “normais”.” (Durkheim (1938) *apud* Cohen e Machalek (1988), p. 466, tradução própria), muitos cientistas sociais se limitaram a essa premissa e recorreram à ideia de origens patológicas do crime, como visto anteriormente. Na abordagem da Teoria Ecológica Evolucionária, proposta por Cohen e Machalek (1988), os autores tentam explicar como o desvio e o crime surgem naturalmente em populações de indivíduos em interação, sem necessariamente implicar influências genéticas. Para Cohen e Machalek (1988), conseqüentemente, os infratores expropriam bens ou serviços de outros indivíduos como expressões de diversas estratégias comportamentais que derivam de padrões normais de organização social da população e interações, ou seja, os indivíduos criminosos são estrategistas e adotam os procedimentos que trazem melhores resultados em determinado momento.

Uma das principais compreensões sobre criminalidade trata-se da hipótese de frustração-agressão (Dollard et al., 1939), a qual incorpora princípios freudianos na explicação da liberação de sentimentos reprimidos e tornou-se uma das mais influentes explicações do comportamento violento da história. De acordo com essa teoria, a agressão é uma resposta inata a estímulos externos frustrantes ocasionados pelo ambiente. Os estímulos frustrantes podem ser quaisquer condições sociais que frustram a satisfação de um indivíduo, como moradia precária, desemprego etc. (Issaquah, 2019, online, tradução própria). Apesar de estarem correlacionadas, a frustração pode não estar necessariamente em uma relação de causalidade com a agressão, de forma que Miller (1941, p. 339, tradução própria) atualiza a abordagem e elucida que “a frustração produz instigação à agressão, mas esse não é o único tipo de instigação que ela pode produzir”. De acordo com Mentovich e Jost (2017), a principal contribuição para o trabalho de Dollard et al. (1939) foi feita pelo psicólogo social Leonard Berkowitz, em 1989. Berkowitz (1989) defende que a frustração é uma circunstância aversiva no âmbito psicológico que pode gerar uma tendência ao comportamento violento. “[Assim,] a escolha entre “bater” ou “correr” depende da intensidade da emoção negativa, bem como da avaliação subjetiva e da interpretação da situação” (Mentovich e Jost, 2017, online, tradução própria). Seguindo essa linha de pensamento, o grau de frustração de um indivíduo pode ser um fator importante para este decidir cometer ou não um crime. Em uma atualização mais recente, Hicks e Hicks (2014) defendem que essa frustração está relacionada com a distância da riqueza relativa calculada a cada renovação de vínculos do indivíduo, de forma que o fato de uma pessoa mostrar ou não sua riqueza por meio de consumo conspícuo pode elevar a taxa de criminalidade.

De fato, já existiam teorias com abordagens interpessoais e situacionais sobre a criminalidade. É o caso da Teoria da Associação Diferencial, desenvolvida por Edwin Sutherland durante a década de 1920 (Sutherland, 1947; Sutherland et al., 1992), a qual foi integrada à Teoria do Aprendizado social e do Condicionamento Operante por Burgess e Akers (1966), para criar uma teoria mais abrangente do comportamento criminoso. Essa teoria tem sido usada para explicar o surgimento e manutenção de comportamentos desviantes, especialmente a agressão. Nesse trabalho, os autores enfatizaram que o comportamento criminoso é aprendido, tanto em situações sociais quanto não sociais, por meio de combinações entre associação diferencial; reforço diferencial; imitação; e definições, os quais, conjuntamente e em equilíbrio, tornam o comportamento criminoso e desviante mais provável de ocorrer e instigam e fortalecem atos de não conformidade sobre atos de conformidade. Em palavras mais recentes, Akers (2011) elucida que a diferença entre esses dois comportamentos está no equilíbrio de influências sobre os eles, o qual geralmente exibe certa estabilidade ao longo do tempo, mas pode se tornar instável e mudar com o tempo ou circunstâncias. Desta forma:

A probabilidade de que as pessoas se envolvam em comportamentos criminosos e desviantes é aumentada e a probabilidade de sua conformidade com a norma é diminuída quando elas se associam diferencialmente a outras que cometem comportamentos criminosos e defendem definições favoráveis a ela; são relativamente mais expostas pessoalmente ou simbolicamente a modelos criminosos salientes; definem-na como desejável ou justificada em uma situação discriminatória para o comportamento; e receberam no passado e anteciparam na situação atual ou futura uma recompensa relativamente maior do que a punição pelo comportamento (Akers, 2011, p. 50, tradução própria).

Com a maior discussão acadêmica sobre criminalidade, a análise de seus determinantes passou a incorporar com mais frequência aspectos ambientais e socioeconômicos, de forma que a literatura sociológica ainda registra a existência de várias outras teorias sobre o crime e a criminalidade.

De tal maneira, para muitos indivíduos, a probabilidade de se envolverem em comportamentos criminosos e desviantes é aumentada por fatores sociais negativos, como pobreza, violência familiar, abuso infantil, má paternidade, estresse econômico, abuso de álcool e drogas (Hare, 1999). De fato, para este autor, se esses fatores não estivessem presentes, muitos desses criminosos não os teriam sido. Mesmo assim, para Hare (1999), alguns indivíduos cometem crimes simplesmente porque ele paga, ou porque praticá-lo é mais fácil do que trabalhar, ou simplesmente por acharem essa atividade “excitante”. Quando questionados sobre a probabilidade de um indivíduo criminoso praticar novamente atos delituosos, “muitos médicos psiquiatras e formuladores de políticas públicas acreditam que o comportamento criminoso não pode ser previsto com precisão, [...] mas uma boa previsão do que uma pessoa fará no futuro é o que ela fez no passado e essa máxima forma a base para muitas decisões feitas pelo sistema de justiça criminal” (Hare, 1999, p. 1677, tradução própria).

A Teoria da Desorganização Social (Shaw e McKay, 1942), surge a partir dessa ênfase em abordagens estruturais. Os autores buscaram analisar a distribuição geográfica dos crimes por meio de uma pesquisa sobre a delinquência juvenil, realizada em Chicago (EUA) durante 30 anos, e identificaram que a criminalidade se concentrava em áreas deterioradas da cidade, mesmo com a constante mudança da população residente no local. Tal fato confirmou as suposições da Ecologia Humana de que essas regiões funcionavam como “ponto de passagem” e não foram capazes de manter uma vizinhança coesa e envolvida como consequência da grande instabilidade residencial. Tão logo era possível, os indivíduos se mudavam para regiões mais desenvolvidas e com melhores condições de vida. As regiões “abandonadas”, portanto, seriam áreas marcadas por problemas econômicos e sociais, o que, segundo os autores, causaria conflitos entre códigos morais distintos durante o processo de socialização, aumentando as chances de que os indivíduos se envolvessem em delitos.

Ainda dentro das abordagens estruturais, Merton (1938, 1949) apresentou a Teoria da Anomia, a qual tem como fundamento a existência de dois principais elementos em toda a estrutura social e cultural: os objetivos culturalmente definidos e as normas ou meios institucionais mobilizados para o alcance desses objetivos. Dessa forma, para o autor, os indivíduos internalizam as metas/sucesso de sua sociedade, de maneira que alguns deles, ao não terem acesso aos meios legítimos de conquistar tais metas, apelam aos meios ilegítimos para consegui-las, como a força, a fraude e o crime. Ainda nessa perspectiva, existiriam dois tipos de sociedade: as que o desequilíbrio favorece os meios e as que os fins são excessivamente valorizados. Esse segundo tipo de sociedade, para Merton (1938), representa o grupo mais propício para o desenvolvimento do crime, posto que

nessas sociedades os indivíduos seriam constantemente incentivados a perseguir elementos supervalorizados diante de condições desiguais para a conquista desses objetivos. Seguindo a mesma abordagem, [Cohen \(1955\)](#) propôs o estudo das chamadas “subculturas delinquentes”, que também tem como base a tensão entre objetivos e meios. Porém, o autor desloca o foco das metas materiais para a conquista de *status* e aceitação, reproduzida através dos hábitos de vestuário, fala e demais padrões de comportamento que refletem os valores das classes econômicas mais altas (ou seja, nem sempre os bens materiais e financeiros seriam o principal objetivo da ação delituosa). Essa teoria também é apoiada por [Miller \(1958\)](#), que postula a existência de uma cultura de classe baixa, diferente do sistema cultural próprio das classes médias e [Wolfgang et al. \(1967\)](#), que acredita que o crime seria o resultado de uma subcultura a qual o indivíduo estaria exposto. Anos mais tarde, ao proporem a Teoria da Estrutura Diferencial de Oportunidades, [Cloward e Ohlin \(1970\)](#) elucidam que os indivíduos ocupariam posições não só na estrutura legítima da sociedade, mas também na ilegítima. Além disso, propõem que as subculturas sobreviveriam apenas em contextos de desorganização social, dado que estão orientadas principalmente para a delinquência juvenil, e explicam o envolvimento de jovens socioeconomicamente marginalizados em grupos onde podem adquirir, via ação delituosa, o status que não lhe é permitido adquirir pelos padrões de comportamento e consumo vigentes nas classes superiores.

Adentrando nas abordagens de controle social, uma das teorias mais relevantes ([Oliveira, 2009](#)) é a Teoria dos Laços Sociais, apresentada por [Hirschi \(1969\)](#). Nesta, o autor aborda a fundamentação do estudo por meio dos elementos que diminuem as possibilidades de delinquência: os vínculos pessoais. Estes compõem o grupo de laços sociais que geram admiração, identificação e uma espécie de compromisso tácito de compartilhamento de valores, de forma que aumentando as ligações, aumentam o número daqueles indivíduos para quem a ação individual tem significado ou é alvo de expectativas. Para [Oliveira \(2009\)](#), no caso brasileiro o cenário de desigualdade social e maior privação econômica restringem as chances de mobilidade, independentemente da situação do crime na região, o que torna o papel do controle social na vizinhança um elemento distinto da criminalidade.

As teorias apresentadas até aqui mostram que, por muito tempo, os criminologistas deram ênfase às ações do criminoso, enquanto o papel da vítima era virtualmente ignorado. Essas teorias têm em comum a característica marcante da chamada criminologia positivista: a preocupação com a identificação dos aspectos que diferenciam indivíduos criminosos dos não-criminosos, ou do delito, identificando os fatores relacionados às motivações dos agentes por uma ou por outra modalidade delituosa. A ênfase analítica dos estudos tenta compreender o processo social que resulta na definição de uma conduta como criminosa ou desviante, de forma que a análise das características individuais que fazem com que um indivíduo cometa um crime ou o desvio deixa de ser o objetivo mais importante. A limitação encontrada advém exatamente da ideia de [Durkheim \(1938\)](#) de que não se deve definir o que é ou não crime, mas transformar a definição legal em um problema sociológico a ser investigado. Ao longo dos anos, descobriu-se que o papel da vítima é realmente significativo, pois pode influenciar direta ou indiretamente o destino e motivar um criminoso. De tal forma, é razoável pensar que o foco deva incidir não somente nas causas sociais, origem e motivações do crime, mas também na reação social a este e ao desvio.

Neste sentido, reflexões sobre a necessidade de estudos com esse foco são sugeridas na literatura brasileira por estudos que buscaram delinear o ambiente de oportunidades, o qual parece estar correlacionado com a incidência de crimes violentos, tanto contra o patrimônio quanto contra pessoas ([Reis e Beato, 2000](#)); descrever o perfil das vítimas de

furto, roubo e agressão física, considerando suas características, condição socioeconômica, hábitos, características familiares e dos locais onde vivem (Beato et al., 2004); e compreender o processo social que resulta na definição do comportamento desviante, focando não no ato criminoso, mas sim nas relações sociais em que eles se estabelecem (Magalhães, 2004). Nessa linha, trabalhos que transformam a reação social em objeto de estudo têm como principal instrumento de investigação a pesquisa de vitimização.

A vitimização é o processo de ser vitimado ou de se tornar vítima. em que a vítima de um crime é qualquer pessoa, grupo ou entidade que sofreu lesão ou perda devido a uma atividade ilegal (Karmen, 2004, p.2). Há quatro teorias principais que tentam explicar a vitimização e suas causas, a saber, a Teoria da Precipitação da Vítima (Wolfgang, 1967), a Teoria do Estilo de Vida (Hindelang et al., 1978), a Teoria das Atividades Rotineiras (ou Teoria das Oportunidades) (Cohen e Felson, 1979) e a Teoria do Lugar Desviante (Stark, 1987) .

A primeira, Teoria da Precipitação da Vítima, é talvez a mais polêmica. Isso porque ela afirma que alguns indivíduos instigam ou iniciam determinado confronto que pode, por fim, fazer com que este se torne vítima de um crime. Apesar da pesquisa de Wolfgang (1967) ter foco no uso primário da força física pela vítima como o fator determinante na definição de homicídios precipitados pela vítima, outros pesquisadores utilizaram a definição em outras aplicações, repercutindo em fortes questionamentos sobre a culpabilização da vítima. Um desses casos é o de um aluno de Wolfgang, que considerou o estupro culpa de uma vítima precipitada quando afirmou que “a vítima na verdade, ou assim foi considerada, concordou com as relações sexuais, mas se retirou antes do ato real ou não reagiu com força suficiente quando a sugestão foi feita pelo(s) agressor(es)” (Amir, 1971, “*Patterns in forcible rape*”, p. 495 *apud* Muftić et al. (2007), tradução própria). O uso que esse autor fez da teoria em questão foi profunda e devidamente criticado por vários estudiosos e estudiosas por usar mitos de estupro para justificar a agressão sexual ou insinuar que a vítima era de alguma forma responsável por sua própria vitimização (Clark e Lewis, 1977).

Por sua vez, as teorias do estilo de vida e da atividade rotineira, as mais relevantes para este trabalho, são baseadas na vitimização como convergência de um criminoso motivado, uma vítima atrativa e a ausência de uma tutela capaz de evitar o crime (normalmente a polícia). Entretanto, essas duas teorias diferem na maneira como avaliam os comportamentos que colocam as pessoas em risco de vitimização.

A Teoria do Estilo de Vida, a qual tem como base dados de pesquisas de vitimização, compreende as diversas maneiras que a alocação do trabalho e do lazer feita pelos indivíduos influenciam no risco de vitimização e enfatiza esse risco em termos probabilísticos. Assim, as diferenças de estilos de vida dos indivíduos afetam a quantidade de tempo alocado em cada atividade, de forma que certos comportamentos e características que os expõem a tempos, lugares e pessoas de alto risco aumentam suas chances de vitimização. Os fatores que mais influenciariam o risco de vitimização dos indivíduos são: exposição, proximidade da vítima ao agressor, capacidade de proteção, chamarizes das vítimas e natureza dos delitos. A exposição é definida pela quantidade de tempo que o indivíduo frequenta locais públicos, estabelecendo contatos e interações sociais. A proximidade diz respeito à frequência de contatos sociais estabelecida entre a vítima e o agressor, o que depende do local de residência, das características socioeconômicas e dos atributos de idade e sexo, assim como da proximidade de interesses culturais. A capacidade de proteção é a capacidade de se resguardar de forma a evitar o contato com possíveis agressores e assim diminuir a probabilidade de ser vitimado. Por exemplo, indivíduos que contratam

segurança privada diminuem a probabilidade de serem vítimas de crime (Beato et al., 2004). Quanto à atratividade, é percebido que os indivíduos são mais atrativos quanto menos oferecem possibilidade de resistência (o que representa menor risco de aprisionamento para o agressor) ou proporcionam maior retorno esperado do crime (por um mesmo risco de aprisionamento, o criminoso pode ganhar mais). A natureza do delito, por fim, refere-se à proporção em que cada um dos fatores influencia a probabilidade de vitimização, uma vez que a influência de cada fator na determinação do crime é diferente, dependendo do tipo de delito.

A Teoria da Atividade Rotineira descreve como acontece o próprio evento de vitimização. Ela é sustentada pela ideia de que para que um crime ocorra três fatores devem acontecer simultaneamente no mesmo espaço: a presença de um alvo disponível; a inexistência de tutela capaz de evitar o crime; e a presença de um agente criminoso motivado. Neste sentido, mudanças de atividades rotineiras aumentam as oportunidades em que esses fatores se unem. Por exemplo, quando moradores de uma casa que não trabalham (ou não trabalham fora) passam a trabalhar fora, estas ficam sozinhas por períodos mais longos, o que aumenta a chance do furto à residência. Tal fator, conseqüentemente, representa mudanças nos elementos de disponibilidade do alvo e da presença de uma tutela, o que gera novas oportunidades para a ocorrência de crimes. Ou seja, os fatores das atividades rotineiras referem-se à influência que a percepção de risco pode sofrer devido às atividades diárias realizadas pelos indivíduos. Essa teoria foi base para o desenvolvimento de políticas públicas que tinham o objetivo de dissuadir autores potenciais ao proteger locais e alvos vulneráveis.

Por último, a Teoria do Lugar Desviante baseia-se nos estudos que mostram que altas taxas de crime e desvio podem ser mais incidentes em bairros específicos, mesmo com mudanças repetidas e completas na composição de suas populações (Stark, 1987). De tal maneira, nesta teoria os indivíduos não motivam o crime, mas têm maior probabilidade de se tornarem vítimas quando vivem em áreas sociais desorganizadas e com altos índices de criminalidade. O fato de isso ocorrer propõe que é necessário desenvolver explicações para “tipos de lugares”, e não somente para “tipos de pessoas”, para analisar a concentração ecológica do crime ou desvio. Desta forma, esses indivíduos correm mais risco de entrarem em contato com criminosos, independentemente de seus estilos de vida ou comportamentos.

Para Pease e Tseloni (2014) (p. 31, tradução própria), existem algumas razões para incluir variáveis de estilo de vida, por exemplo, ao modelar a vitimização do crime com foco em prevenção:

1. “Caso algumas variáveis que geralmente se pensa estarem associadas à vitimização acabarem por não estar, esta é uma maneira útil de reduzir os equívocos entre os profissionais;
2. Na medida em que as informações sobre o estilo de vida forem fornecidas voluntariamente, elas informarão as avaliações de risco;
3. É melhor saber o que se pode saber, pelo menos para entender [...] as inadequações nas previsões de risco. Assim, outras opiniões podem ser elucidadas e, caso haja relutância em usar variáveis pessoais além do histórico de vitimização, esse próprio histórico fornece previsões utilizáveis.”

Apresentadas todas essas teorias, observa-se que a importância de estudos sobre vitimização reside no fato de que essa abordagem descentraliza a resolução do problema

da criminalidade de seu fim (a punição do criminoso) para a situação anterior ao crime consumado. Dessa maneira, a análise pode se concentrar nos métodos preventivos a serem adotados, também pelas próprias vítimas, para evitar que o crime aconteça.

A próxima seção apresenta como a criminologia é entendida e tratada na teoria econômica.

2.2 Criminalidade na Teoria Econômica Clássica

A teoria econômica tradicional considera que os indivíduos são agentes racionais maximizadores de ganho. Desta forma, eles possuem preferências estáveis e agem de acordo com elas, com as informações que adquirem e sujeitos a restrições, para conseguirem sempre o melhor daquilo que querem. As preferências, por conseguinte, são fundadas com base em três frentes: aversão, propensão e neutralidade ao risco. Isso quer dizer que um indivíduo pode ter muito receio de tomar uma decisão que possa lhe custar algo muito importante, pode não ter nenhum ou pouco receio de tomar tal decisão, ou pode ser completamente indiferente. Nessa lógica, criminosos que praticam atos com grandes probabilidades de apreensão e punição são considerados mais propensos ao risco - ou seja, esses indivíduos provavelmente consideram que o crime compensa. Então, para minimizar ou evitar o sucesso a ser alcançado em suas ações criminosas, é necessário que o aparato de dissuasão seja eficiente - ou seja, há de se alocar da melhor maneira os recursos gastos para combater o crime. De tal maneira, a economia explica o crime por meio do comportamento racional, no qual indivíduos, motivados por várias preferências, calculam se compensa ou não participar do “setor ilegal”. Assim, indivíduos se tornam criminosos quando os benefícios de uma atividade ilegal compensam mais do que outra atividade legal (considerando o ganho, os riscos, a probabilidade de ser preso e a severidade da pena). A criminalidade, portanto, é considerada um grave problema social, uma vez que, até certo ponto, vale a pena dela participar e, ao mesmo tempo, gera significativos custos sociais.

O interesse econômico em modelar o comportamento criminoso não é recente. Por meio da obra “O Espírito das Leis”, Montesquieu (1748) foi talvez o primeiro a abordar economicamente as composições das atividades criminais, seguido, à princípio, por [Smith \(1762\)](#), [Beccaria \(1764\)](#) e [Bentham \(1843\)](#). “Beccaria, Bentham e Kant, foram filósofos iluministas cujas [...] concepções sobre o sujeito racional e o ‘contrato social’ levaram a novos sistemas de lei e justiça criminal sob os quais a punição deveria ser proporcional ao crime cometido” ([Bowling e Ross, 2006](#), p. 12, tradução própria).

Em “*Lectures on Jurisprudence*”, [Smith \(1762\)](#) busca elementos de raciocínio econômico sobre crime e punições para formular uma teoria para as regras que deveriam direcionar o governo civil nesse sentido. Para o autor, a racionalidade das punições deve seguir o princípio da reparação individual do cidadão prejudicado pelo crime e o critério que deve balizar essa reparação é o da proporcionalidade com o ressentimento da vítima ([Conti e Justus, 2016](#)). Em sua obra, [Smith \(1762\)](#) demonstra uma posição que posteriormente seria contrária a de [Beccaria \(1764\)](#), retomada por [Bentham \(1843\)](#) e, dois séculos depois, pelo movimento “*Law and Economics*”, cujos principais nomes são [Becker \(1968\)](#) e [Posner \(1985\)](#) ([Conti e Justus, 2016](#)): a crítica quanto à posição normativa de que se deve buscar a redução dos custos sociais ao se distribuir as punições. Entretanto, esses autores, exclusive aqueles do movimento “*Law and Economics*”, apresentam ideia similares quanto, por exemplo, a ideia de que havia uma desproporcionalidade muito grande entre a gravidade do crime e a gravidade da punição nas sociedades onde viviam. Assim, concordavam que o governo civil deveria desenvolver uma concepção distinta dos princípios que regiam o

sistema em direção a uma maior justiça social através de penas mais brandas para alguns crimes julgados “menos importantes” (Conti e Justus, 2016).

Não obstante, a discussão econômica mais sistematizada sobre crime surgiu a partir de Becker (1968), o qual desenvolveu um modelo matemático da teoria do crime. Por intermédio de seu artigo seminal “*Crime and Punishment: An Economic Approach*”, definiu o comportamento criminoso de uma maneira racional ao analisar o custo de oportunidade entre o trabalho legal e ilegal, assim como a gravidade da pena de um crime e a probabilidade do criminoso ser preso, por meio da Teoria do Comportamento Racional Maximizador. A maioria dos autores considera que a chamada Economia do Crime passou a ser realmente um ramo da ciência econômica a partir de então, mas “[...] Fleisher (1963, 1966), Smigel-Leibowitz (1965) e Ehrlich (1967, 1973) [...]” (Conti e Justus, 2016, p. 2) são alguns dos trabalhos que merecem relevância, inclusive por terem influenciado Becker (1968), pois trouxeram à tona questões sobre desenvolvimento econômico, como desemprego e renda, para explicar a criminalidade. Desde então, vários estudos passaram a analisar o tema com o objetivo de caracterizar relações de causalidade entre determinadas variáveis e a criminalidade.

O trabalho de Becker (1968) assume que os criminosos são agentes racionais e intencionais que maximizam a utilidade esperada sujeita a restrições, assim como na teoria microeconômica tradicional. De acordo com o autor, a criminalidade pode ser economicamente abordada em cinco frentes:

- (i) a relação entre a quantidade e o custo dos crimes (de apreensão, custos sociais etc);
- (ii) a relação entre a quantidade de crimes e as diferentes punições impostas;
- (iii) a relação entre a quantidade de crimes, prisões e condenações e os custos envolvidos com policiais e outros funcionários de justiça etc;
- (iv) a relação entre a quantidade crimes, e suas probabilidades de condenação e punição, e a renda disponível em atividades legais e ilegais;
- (v) a quantidade de infrações e as despesas privadas de proteção e apreensão (equipamentos de segurança, por exemplo).

Desta forma, um dos pressupostos da abordagem do autor é que o custo com que um criminoso se depara é determinado pela penalidade que ele espera enfrentar, indicada pela probabilidade de ser punido multiplicada pela desutilidade subjetiva da punição (que poderia incluir a desutilidade devido à imposição de multa monetária, pena de prisão ou ambos). Nesse caso, medidas que aumentam as punições esperadas, como multas mais altas, prazos de prisão mais longos ou maior probabilidade de detecção, aumentariam esse custo. O autor sugere, então, que à medida em que esse custo aumenta, os criminosos em potencial substituem o crime por atividades legais, o que é chamado de “efeito dissuasão”. O trabalho de Becker (1968) considera inicialmente que a criminalidade gera à sociedade uma perda, formada pelos componentes de danos causados pela atividade criminosa, de custos de apreensão e condenação, de oferta de crimes e de custos associados à punição. O autor considera que a quantidade de danos à sociedade tende a aumentar conforme o nível de atividades criminosas aumenta. Ao explicar a “oferta de crimes”, Becker (1968) cita que mudanças na probabilidade de condenação tem mais efeito sobre o número de crimes do que mudanças na intensidade das punições. De outra maneira, o lado da demanda

seria estabelecido pelo grau de tolerância da sociedade em relação às atividades ilegais, que seriam inversamente proporcionais, mas que o autor não calcula.

Becker (1968) ainda argumenta que o aumento da probabilidade de um indivíduo ser descoberto e a aplicação de punições diminuiria a criminalidade, mas, ainda que esses dois fatores impactem diretamente na tomada de decisão pelo indivíduo, caso este tenha preferência pelo risco, um aumento na probabilidade de ser descoberto e condenado reduziria sua utilidade esperada mais do que um aumento na punição, reduzindo portanto o número de crimes. Analogamente, no caso em que o indivíduo é avesso ao risco, um aumento na punição impactaria de forma mais assertiva em sua decisão. No caso em que o indivíduo é neutro ao risco, o efeito de ambos fatores seria o mesmo. Considerando que para Becker (1968) os infratores apresentam comportamento propenso ao risco, um aumento na probabilidade destes indivíduos serem pegos teria mais eficácia na redução da quantidade de crimes.

Becker (1968) considera que a principal contribuição de seu artigo seminal foi a capacidade de demonstrar que políticas ótimas de combate ao comportamento ilegal são caracterizadas por uma alocação ótima de recursos e, portanto, inserir o arcabouço econômico no estudo da criminalidade contribui para progredir a investigação do comportamento criminoso. Alguns outros autores exaltam algumas das características precursoras mostradas no trabalho de Becker (1968). Para de Resende (2007, p. 5), por exemplo, ao fazer o uso da economia do bem-estar “[...] para abordar um problema até então alvo exclusivo de investigações sociológicas [...] [Becker deixa] talvez sua maior contribuição: utilizar a teoria dos incentivos para analisar o fenômeno da criminalidade”.

Uma outra teoria que reflete a participação em atividades ilegais é desenvolvida e testada por Ehrlich (1973). O trabalho do autor lida diretamente com a relação entre crime e aplicação coletiva da lei (ofensa e defesa). Ele ainda demonstra que existe uma forte correlação positiva entre desigualdade de renda e crimes contra a propriedade, de forma que enxergar a decisão de participar de crimes que envolvem ganhos materiais como uma escolha ocupacional não é inconsistente com essa evidência. Por meio de uma abordagem empírica, Ehrlich (1973) mostra que, ao contrário do que muitos dizem popularmente, a oferta de crimes específicos com base nas estimativas de probabilidade e severidade de punição não vão contra a hipótese de que a lei tem um efeito dissuasor sobre os infratores, que é independente de todo e qualquer efeito preventivo do encarceramento. Além disso, o autor indica que as elasticidades associadas aos crimes contra a pessoa não são consideradas inferiores, na média, às associadas aos crimes contra a propriedade, e que, neste segundo caso, os assaltantes e ladrões são avessos ao risco, mesmo que seus ganhos esperados excedem seus custos esperados na margem. Nesse sentido, Ehrlich (1973) diz que essa compreensão pode ajudar a explicar uma variedade de características específicas associadas a criminosos, como por exemplo: o porquê de muitos serem jovens do sexo masculino com pouca escolaridade; o porquê de alguns serem infratores ocasionais que combinam atividades legais e ilegais, enquanto outros se especializam mais no crime; e o porquê de muitos continuarem participando de atividades ilegais mesmo depois de serem presos e punidos. O autor defende que essas características podem ser, em grande parte, o resultado das oportunidades relativas disponíveis para os infratores em atividades legais e ilegais, e não o resultado de sua motivação única.

Outra abordagem que conecta a análise estratégica e racional do criminoso é a Teoria das Escolhas Racionais aplicada ao crime (Clarke e Cornish, 1985). A partir dessa teoria, Clarke (1995) adaptou conceitos de outras disciplinas envolvidas na análise da tomada de decisão criminal para dar maior peso aos motivos não instrumentais do

crime e à natureza “limitada” dos processos racionais envolvidos. Sob essa perspectiva, as relações entre os conceitos não foram expressas em termos matemáticos, como era o caso no modelo normativo de [Becker \(1968\)](#), mas em diagramas de decisão. Dessa forma, foi assumido que “o crime é um comportamento intencional projetado para atender às necessidades comuns do ofensor por coisas como dinheiro, status, sexo e emoção, e que atender a essas necessidades envolve as tomadas de decisões e escolhas (às vezes bastante rudimentares), restritas a limites de tempo e à capacidade e à disponibilidade de informações relevantes.” ([Clarke, 1995](#), p. 98, tradução própria). Assim, o autor sugere que o crime acontece quando um criminoso em potencial decide cometê-lo depois de considerar variáveis tais como a necessidade por dinheiro, seus valores pessoais, experiências aprendidas, segurança e frequência do policiamento do lugar em que o alvo está, dentre outras. Nessa linha de pensamento, a prevenção situacional é a ideia de reduzir as oportunidades que os criminosos têm de cometerem uma categoria de crimes, aumentando seus riscos e dificuldades e reduzindo suas recompensas. [Clarke \(1995\)](#) então considera que três elementos principais devem ser necessários para evitar o crime:

- (i) uma estrutura teórica articulada, informada pelas teorias de oportunidade, de atividades rotineiras e das perspectivas da escolha racional;
- (ii) uma metodologia padrão para lidar com problemas específicos do crime, em que pesquisadores trabalhem com os profissionais de segurança para analisar e definir o problema, identificar e experimentar possíveis soluções, além de avaliar e divulgar os resultados; e
- (iii) um conjunto de técnicas de redução de oportunidades, que variam desde o simples endurecimento do alvo até métodos mais sofisticados de desviar os criminosos e reduzir os incentivos - por exemplo, a utilização de mecanismos de segurança como câmeras e dispositivos de rastreamento para desencorajar o criminoso em roubos e furtos à residência.

Uma premissa importante adotada por [Clarke \(1995\)](#) é a de que envolvimento criminal e eventos criminosos são coisas diferentes. O primeiro ocorre quando indivíduos escolhem se envolver inicialmente em formas específicas de crime, para continuar e desistir. Já o segundo decorre de processos mais curtos, nos quais os criminosos usam informações amplamente relacionadas às circunstâncias e situações imediatas. Nessa lógica, os processos de decisão são influenciados por um conjunto diferente de fatores e precisam ser modelados separadamente. Outra premissa de substancial importância para a prevenção situacional é a de que os processos de decisão e as informações utilizadas variam muito entre os diferentes tipos de crimes, de forma que ignorá-la pode significar uma redução significativa do espaço para intervenção.

As teorias de [Becker \(1968\)](#), [Ehrlich \(1973\)](#), [Clarke \(1995\)](#) e [Cohen e Felson \(1979\)](#) são de imensa serventia para entender o padrão criminal da distribuição dos crimes. Nessas perspectivas, o criminoso age racionalmente e observa os lugares que não possuem vigilância adequada enquanto realiza suas atividades rotineiras. Analogamente, as diversas teorias sobre vitimização indicam que o indivíduo decide cometer um crime após considerar vários elementos, como a necessidade por dinheiro, a probabilidade de ser preso e punido, a condenação e severidade das penas, além de seus valores pessoais, experiências, segurança da vítima e o local. Dessa maneira, os crimes são concentrados no tempo e em algumas localidades, pessoas e produtos específicos, uma vez que o criminoso escolhe quando, onde e contra quem irá cometer um crime.

Ainda que a aceitação da análise de [Becker \(1968\)](#), a principal análise econômica da criminalidade, tenha se dado de maneira ampla desde a sua publicação, [Garoupa \(2003\)](#) teceu críticas ao autor principalmente devido ao academicismo considerado excessivo para um tema que provavelmente está além do alcance da estratégia regida pela racionalidade perfeita. Por exemplo, vários estudos que buscaram testar o efeito *framing*, o qual corresponde “as grandes mudanças de preferências causadas por variações irrelevantes no modo como um problema de escolha é articulado” ([Kahneman, 2012](#), p. 338, tradução própria), encontraram que o modo como determinado acontecimento é apresentado pode influenciar na tomada de decisão dos indivíduos. Para [Silva Macedo e da Silva Fontes \(2009\)](#), isto, portanto, conflita com a teoria da escolha racional, a qual pressupõe que as decisões são tomadas apenas pela probabilidade dos possíveis resultados passíveis de serem obtidos. Da mesma forma, [Gneezy e Rustichini \(2000\)](#) avaliaram a punição por meio de multas e encontraram resultados que dizem que estas devem ser aplicadas com cautela, pois dependendo do modo como a punição for exposta, há interferência na tomada de decisão sobre praticar ou não a atitude irregular: caso a multa seja interpretada como o preço de uma infração, ou seja, como uma mera transação comercial, a punição pode perder seu efeito. Algumas linhas que sustentam essas críticas advêm da economia comportamental, psicologia e neurociência, que consideram outras abordagens para o comportamento humano, as quais podem oferecer previsões mais pontuais em relação às ações criminosas, além de sugestões mais eficazes para a formulação de políticas públicas de combate à criminalidade.

2.3 Criminalidade e Vitimização na Teoria Econômica Comportamental

Apresentada a teoria econômica tradicional do crime, observa-se que muitos crimes violentos observados na sociedade podem soar insensatos para um agente econômico racional e maximizador, o que pode ser uma limitação da teoria econômica tradicional do crime. Por exemplo, um criminoso que comete um roubo em troca de R\$ 2 não está imediatamente recebendo muito por seu empenho, mas essa estratégia pode valer mais a pena no longo prazo, em termos de aquisição monetária. Bem como outros tipos de comportamentos criminosos parecem sem sentido, mas contribuem para estabelecer domínio e *status* na vizinhança ([Raine, 2013](#)). A partir dessa ideia, a economia comportamental analisa esse comportamento aparentemente irracional considerando que as escolhas dos indivíduos têm, a princípio, três limitações humanas ([Simon, 1957](#)): quanto à racionalidade, ao autointeresse; e à força de vontade. Tal teoria é apresentada a seguir.

Os estudos que tratam a criminalidade em um enfoque voltado para a economia comportamental não defendem que os indivíduos criminosos não fazem escolhas, mas mostram que o impulso para o crime é mais complexo. A teoria da racionalidade limitada, proposta por [Simon \(1957\)](#), baseia-se no fato de que a realidade em que os seres humanos vivem é extremamente complexa, e as informações que permeiam a sociedade teoricamente deveriam ser computadas integralmente para que a escolha de uma ação seja, de fato, maximizadora. Essas informações têm custos, não somente monetários, e a maior parte das decisões dos indivíduos não demandam muito, de forma que são feitas mais ligeiramente ([Kahneman, 2011](#)). Ou seja, observa-se que a capacidade computacional dos indivíduos é limitada. O autointeresse limitado baseia-se na ideia de que os indivíduos dão mais valor aos resultados obtidos por outros, tomando suas decisões com base nisso ([Simon, 1957](#)). A última limitação humana proposta por [Simon \(1957\)](#) refere-se à força de vontade limitada,

em que muitas vezes o indivíduo toma uma decisão sem considerar o esforço demandado para tal ou as implicações de longo-prazo que essa decisão acarreta.

Sintetizando, os economistas clássicos, por meio da teoria da utilidade esperada, consideram que os indivíduos são seres racionais maximizadores de utilidade e que vivem em um ambiente idealizado, e a teoria econômica comportamental defende a concepção de que o comportamento humano é limitado. Desta maneira, a economia atrelada à psicologia e, mais recentemente, à neurociência, é capaz de dar luz à uma percepção mais ampla do comportamento humano (Frieset al. , 2017. Ainda, Ariely (Ariely e Jones, 2008, p. 196) argumenta que “os economistas comportamentais [...] acreditam que somos suscetíveis a influências do ambiente imediato, a emoções irrelevantes, a imprevidência e a outras formas de irracionalidade”. Portanto, deve-se levar em conta que os criminosos podem achar difícil ou muito custoso maximizar suas utilidades, por isso atuam com racionalidade limitada, isto é, são sensíveis aos riscos e ganhos, mas não são capazes de combinar essas considerações de forma ótima, pois estão sujeitos a vieses e heurísticas. Kahneman e Tversky (1979), por meio da Teoria dos Prospectos, apresenta os vieses de decisão; os derivados das heurísticas de decisão; e como a informação é enquadrada ou transmitida. Autores como Pearl (1983) e Emiliano (2015) caracterizam as heurísticas como estratégias de decisão oriundas do conhecimento adquirido com experiências semelhantes que o indivíduo já viveu, usadas como um caminho mais curto para a resolução de eventuais problemas, tanto de indivíduos, quanto de máquinas ou questões abstratas. Tversky e Kahneman (1974) acreditam que as heurísticas têm o poder de simplificar a função de avaliar probabilidades em simples atividades de julgamento.

De fato, os criminosos nem sempre dispõem de dados objetivamente verificáveis para calcular a probabilidade e a severidade das sanções como a teoria da escolha racional propunha (McAdams e Ulen, 2008), de forma que não só os criminosos são atingidos por estas questões, mas também as vítimas. Assim, de Souza Siqueira et al. (2017) elucida que para pensar em diminuir a criminalidade, deve-se levar em consideração aspectos para reduzir ou neutralizar esses desvios da racionalidade (que podem decorrer da ausência de informações estatísticas detalhadas), como a participação popular e a análise do viés do otimismo, da teoria dos prospectos, das normas e vínculos sociais e do desconto futuro.

O viés do otimismo é baseado na concepção de que os indivíduos tendem a acreditar que a probabilidade de acontecer algo negativo é menor do que realmente é, além de que é mais provável que coisas ruins aconteçam com outros indivíduos do que com eles próprios (Jolls e Sunstein, 2006). O otimismo, por sua vez, é acentuado pelo viés da disponibilidade, no qual as pessoas tendem a acreditar que eventos pelos quais passaram, ou viram, há pouco tempo são mais frequentes do que realmente são, além de que fatos mais vívidos (como testemunhos de pessoas próximas) são mais fáceis de assimilar e acreditar do que estatísticas (Jolls e Sunstein, 2006; Jolls et al., 1998). Kahneman et al. (1982) destacam que indivíduos leigos dificilmente usarão pensamentos estatísticos para avaliar e tomar uma decisão, pelo contrário, suas deduções estarão construídas de acordo com fatos que possam lembrá-los do risco da ação que pretendem tomar. Nessa linha, o otimismo afeta o comportamento criminoso porque estes tendem a subestimar a probabilidade de serem descobertos e punidos, e superestimar os ganhos dos crimes. De outra maneira, o otimismo afeta o comportamento das vítimas uma vez que estas tendem a subestimar as chances de serem vitimadas e, com isso, tomam menos precauções ou acreditam que as precauções que tomaram são suficientes (McAdams e Ulen, 2008). A heurística da disponibilidade também faz com que as vítimas exijam uma melhor atuação do sistema de justiça criminal no sentido da contenção da criminalidade (McAdams e Ulen, 2008). Então, a maior

participação dos indivíduos nas políticas de segurança, seja por meio de fóruns, conselho e, principalmente neste caso, a participação em pesquisas de vitimização bem elaboradas possibilita uma melhor percepção das probabilidades de serem vitimadas por um crime, bem como a disseminação de informação sobre boas práticas de prevenção.

A teoria dos prospectos, por sua vez, informa que os indivíduos tendem a avaliar os resultados com base nas probabilidades de mudança a partir de um ponto inicial, e não os resultados reais e, além disso, dão maior relevância para perdas do que para ganhos (Kahneman e Tversky (1979)). Ainda, estes tendem a superestimar pequenas probabilidades e subestimar grandes probabilidades, o que explica o fato de estarem mais dispostos a jogar na loteria do que investir em seguros contra roubo (van Winden e Ash, 2012). Uma maneira de lidar com isso é configurar as informações passadas à comunidade em relação à criminalidade enfatizando as perdas que certo comportamento provocará (Jolls e Sunstein, 2006). Por exemplo, evidenciar que o fato de não se prevenir pode gerar uma perda é mais eficiente do que mostrar os ganhos dessa atitude. Essas considerações são potencializadas pelo efeito dotação, que informa que o valor atribuído pela pessoa a um bem que ela possui é maior do que o valor dado pelos demais indivíduos, de forma que, quando a vítima entrega um bem ao criminoso, o efeito negativo sobre ela é mais gravoso do que o efeito positivo sobre o delinquente (van Winden e Ash, 2012). Evocar na comunidade esse sentimento de perda pode estimular a adoção de práticas preventivas. Entretanto, Silva Macedo e da Silva Fontes (2009) considera que esse processo provoca certo viés na tomada de decisão, uma vez que permite a manipulação da realidade e resulta em decisões preestabelecidas por estereótipos anteriormente formados. De outra maneira, a teoria do prospecto também impacta diretamente a conduta do criminoso, pois sua aversão à perda deve aumentar dissuasão, ou seja, a probabilidade de ser punido impõe uma dissuasão mais significativa do que a teoria econômica prevê (van Winden e Ash, 2012). Quanto mais constante a expectativa da punição e certa a aplicação da pena, mais será gerado o efeito dissuasório (McAdams e Ulen, 2008).

Já os vínculos sociais têm grande potencial como instrumento de políticas de segurança pública, pois crimes locais podem ser substancialmente reduzidos pela influência desses vínculos entre as pessoas da comunidade. Esses vínculos geram duas ordens de emoções decisivas na propensão em cumprir as normas sociais. Para isso, é essencial que as pessoas sejam beneficiadas pela interação social, inclusive pela alocação de recursos estatais, e sejam estimuladas a manterem e cultivarem essas interações. Além disso, a abordagem comportamental defende uma maior atenção à parentalidade e à educação, pois normas, valores e habilidades para controlar impulsos são transmitidos com mais eficiência (van Winden e Ash, 2012).

O último aspecto a ser analisado é o impacto no desconto futuro da punição, ou sensibilidade decrescente, que ocorre quando “o impacto de uma mudança diminui com a distância do ponto de referência” (Tversky e Kahneman, 1992, p. 303, tradução própria), ou seja, os indivíduos tendem a dar maior valor a um evento no presente do que no futuro. A literatura aponta que os criminosos possuem taxas de desconto muito altas, ou seja, valorizam muito mais os benefícios presentes imediatos do que malefícios futuros e incertos (Listokin, 2007). Dessa forma, o desconto reside no fato de que a punição futura tem menor efeito retributivo e dissuasivo do que a mesma punição no presente, de modo que o criminoso progressivamente desconta a severidade da punição pelo tempo entre a ofensa e a pena. Assim, quanto mais rápida a aplicação da sanção penal, maior sua efetividade de dissuasão (Dušek, 2015).

Apresentado o arcabouço teórico que busca entender a questão da criminalidade, assim como as facetas da vitimização e as possíveis medidas preventivas, a seção 2.4 apresenta os diversos estudos empíricos sobre vitimização encontrados para o Brasil, visto que essa abordagem vai de encontro à proposta empírica deste trabalho.

2.4 Evidências Empíricas de Vitimização

Como mencionado na introdução deste trabalho, as pesquisas de vitimização são um dos principais instrumentos de investigação da reação social ao crime. É por meio dessas pesquisas que são estimados com maior precisão os perfis das vítimas, além das condições socioeconômicas que podem determinar de alguma forma a vitimização e o impacto do crime na vida dos indivíduos (Soares, Borges e Compagnac, 2008). Ademais, para Miranda (2008), as pesquisas de vitimização são muito relevantes para a construção de políticas preventivas, uma vez que permitem identificar os grupos mais expostos à determinados crimes, além de traçar mapas de risco e possibilitar a estimação da frequência de delitos pequenos, mas numerosos¹, o que impacta diretamente o sentimento de desproteção e insegurança da população. Por fim, essas pesquisas também permitem lidar com o problema do sub-registro e subnotificação das ocorrências policiais (este ponto será melhor explicado no capítulo metodológico). Na Figura A.1 do Apêndice estão reunidas as principais pesquisas de vitimização realizadas no Brasil, como as pesquisas do Centro de Estudos de Criminalidade e Segurança Pública (CRISP) da Universidade Federal de Minas Gerais, as Pesquisas Nacionais por Amostra de Domicílios (PNAD) e a Pesquisa Nacional de Vitimização (PNV)².

Um dos primeiros trabalhos realizados no âmbito da vitimização foi o de Cohen, Kluegel e Land (1981). Estes pesquisadores testaram como a renda, raça e idade, principalmente, se relacionam com o risco de vitimização criminoso predatória. Por meio da proposição da Teoria das Oportunidades (Cohen e Felson, 1979), o modelo apresentado pelos autores enfatiza o papel mediador desempenhado por cinco fatores de risco: exposição, tutela, proximidade de potenciais infratores, a atratividade de alvos potenciais e propriedades de definição dos próprios crimes específicos. Por meio de uma amostra representativa da população dos EUA para os crimes de agressão, roubo e furto pessoal, são derivadas proposições relativas aos efeitos bi-variados e multivariados parciais (principais) esperados da teoria e testados em análises. Os resultados encontrados sugerem que, em igualdade de circunstâncias, aqueles geralmente considerados mais socioeconomicamente vulneráveis (pobres, não-brancos, mais velhos) não são as vítimas mais prováveis dos crimes analisados. Os autores indicam que a raça tem um pequeno efeito direto sobre o risco de vitimização, enquanto a idade está inversamente relacionada a cada tipo de crime nos níveis de análise bivariada e multivariada, o que é consistente com a teoria proposta.

No Brasil, grande parte da literatura econômica do crime está relacionada à área do Desenvolvimento Econômico e tem como foco a atuação do criminoso, como em Andrade et al. (2000), Mendonça et al. (2003), Cerqueira e Lobão (2004), Carvalho Júnior e Lavor (2008), Dos Santos e Kassouf (2008), Shikida (2010), Resende e Andrade (2011), entre outros. Estes estudos analisam o fenômeno da criminalidade e da violência como

¹Na pesquisa de vitimização do Centro de Estudos de Criminalidade e Segurança Pública (CRISP) da Universidade Federal de Minas Gerais, realizada em 2006 em Curitiba, Foz do Iguaçu e São Paulo, observou-se que os crimes economicamente motivados (furto e roubo) aparecem em primeiro lugar no ranking de vitimização, com taxas entre 1,5 e 4,5 vezes maiores do que os crimes contra a pessoa (agressão).

²Para um melhor detalhamento metodológico dessas e outras pesquisas, vide Catão (2008) e Sálvia (2018).

consequências de problemas socioeconômicos, em especial da desigualdade e da pobreza. Os índices oficiais utilizados nesses trabalhos caracterizam a taxa de criminalidade como a quantidade de homicídios por 100 mil habitantes, mas outras produções acadêmicas vão além e estudam também crimes de motivação econômica (ou crimes contra o patrimônio), como roubo e furto, por exemplo.

Para alguns autores, como [Brandão, Baptista e Engel \(2017\)](#), “se há uma manifestação dos incentivos perversos que, às vezes, os mercados e as economias podem criar, esta é o crime contra o patrimônio”. Ou seja, o crime contra o patrimônio pode ser tratado como um resultado da interação entre variáveis socioeconômicas, de forma que algumas dessas variáveis, em nível individual ou agregado, podem incitar certos indivíduos a praticarem atividades delituosas ao invés de participarem do mercado de trabalho ou de outras atividades produtivas. Uma vez que a disponibilidade de dados sobre vitimização aumentou por causa das pesquisas realizadas ao longo dos anos, principalmente a partir da década de 1990, o Brasil passou a apresentar mais estudos empíricos sobre esse tema. Ao levantar-se uma pesquisa sobre os estudos mais relevantes em termos de citação que tratam sobre vitimização e crimes contra o patrimônio (roubo e furto), encontrou-se a relação apresentada na Figura 2.1.

O estudo mais citado é o de [Beato, Peixoto e Andrade \(2004\)](#), que utilizaram dados do CRISP de 2002 para traçar uma relação entre crime, a teoria de oportunidades e vitimização. Por meio de um modelo *logit*, os autores encontraram resultados que demonstram que os atributos pessoais não são muito importantes para a vitimização de crimes com motivação econômica (furto, roubo e tentativa de roubo). Ainda, mostram que pessoas mais jovens são mais propensas a se tornarem vítimas de crimes de agressão também o são aqueles indivíduos que transitam em lugares públicos à noite ou residem em locais onde se escuta barulho de tiro. Por fim, os autores pontuam que características ambientais e de oportunidades parecem ter mais sentido na determinação das ocorrências desses tipos de crimes.

O segundo estudo é o estudo de [Madalozzo e Furtado \(2011\)](#), que utilizaram dados da pesquisa de vitimização do Instituto Futuro Brasil (IFB) de 2003 com o objetivo de verificar os determinantes da notificação de vitimização na cidade de São Paulo. Os autores estimaram o risco individual de vitimização de roubo ou furto em residência, roubo ou furto de carro ou moto e agressão física por meio de um modelo *probit*. Os resultados encontrados sugerem que as teorias de “estilo de vida” e “atividades rotineiras” possuem alguma validação empírica. Ainda, o estudo mostra que hábitos pessoais, além das condições econômicas e demográficas dos indivíduos são as características que mais impactam na probabilidade de vitimização na cidade analisada. Desta forma, quanto maior é a exposição e atratividade do indivíduo, maiores são as chances deste se tornar uma vítima, ao passo que, quanto mais este se protege, menor é a chance de se tornar vítima. Nos resultados encontrados pelos autores, ainda é demonstrado que as características que são mais relevantes na chance de um indivíduo ser vitimado são sexo, idade, etnia, religião, indicador de migração, classe social, escolaridade, se este trabalha ou não, condições de moradia e hábitos relacionados aos lugares que frequenta e consumo de bebidas alcoólicas.

O terceiro estudo mais citado é o de [Scorzafave, Justus e Shikida \(2015\)](#), que utilizaram dados da pesquisa suplementar da PNAD de 2009 para analisar a vitimização criminal em áreas rurais brasileiras. Os autores estimaram modelos *probit* para quatro tipos de crime: furto, roubo, tentativa de furto/roubo e agressão física, além de um modelo para uma categoria que engloba os três primeiros crimes. Os resultados encontrados sugerem que homens, indivíduos de meia-idade e solteiros correm maior risco de serem vitimados

nas áreas rurais brasileiras, assim como aqueles que possuem uma renda mais elevada e maior escolaridade.

Em quarto lugar está o estudo de [Borges \(2013\)](#), que utilizou dados da Pesquisa sobre as Condições de Vida e o Acesso das Pessoas a Serviços Públicos de 2010 para analisar a relação entre as taxas de vitimização e o sentimento de insegurança no Brasil. Por meio de quatro regressões logísticas, o autor encontrou resultados que demonstram que o sentimento de insegurança dos indivíduos se relaciona positivamente com a vitimização, além de que as variáveis de sexo, educação, idade e Grandes Regiões apresentam efeitos interessantes na predição do sentimento de insegurança.

O quinto trabalho é o de [Peixoto, Andrade, Moro e others \(2007\)](#), que utilizaram dados da pesquisa de vitimização realizada pela FIA/USP e ILLANUD, em 2002, para fazer uma aproximação entre a teoria econômica e sociológica sobre o crime através da incorporação de elementos da teoria das atividades rotineiras no modelo de escolha racional. Os autores trabalharam cinco categorias de vitimização, além de uma categoria geral (agressão, roubo, furto, arrombamento a residência e roubo a carro e qualquer crime) em modelos *logit*. Os resultados encontrados por eles sugerem que o que mais explica a vitimização, independente do delito, são a proximidade e a atratividade da vítima para com o criminoso. Ademais, a comparação entre a vitimização nas cidades analisadas mostra que Recife é a capital com maior chance de vitimização, seguida por São Paulo e, por seguinte, Rio de Janeiro.

O sexto estudo mais mencionado é o de [Cruz, Azevedo e Gonçalves \(2011\)](#), que utilizaram dados da pesquisa de vitimização da Universidade Federal de Pelotas (UFPel) de 2007 para avaliar a situação de violência em Pelotas. Os autores investigaram a prevalência de vitimização por violência urbana para furtos, roubos, agressões e furto/roubo à residência e o perfil das vítimas, além da prevalência de notificação à polícia. Os resultados das regressões de Poisson da análise multivariada mostram que nenhuma variável independente analisada apresentou associação com o desfecho de furto/roubo à residência. Além disso, ao ajustar o efeito das variáveis demográficas e socioeconômicas, a escolaridade deixou de se associar à ocorrência de furtos e roubos.

O sétimo estudo é o de [de Oliveira \(2018\)](#), que utilizou dados da PNAD de 2009 para avaliar o impacto das precauções privadas em roubos e furtos contra residências no Brasil. O autor considera a presença de itens como grades nas janelas, travas extras, alarmes, cercas elétricas, CFTV, segurança privada e cães nas residências para estimar um *probit* bivariado recursivo e verificar se esses equipamentos tem algum efeito na diminuição da vitimização. Entretanto, os resultados encontrados mostram que nenhuma tecnologia é eficiente para reduzir roubos, mas a presença de segurança privada e cães mostrou eficácia na redução do crime. O trabalho do autor conclui ainda que a possibilidade de reação de um guardião pode gerar efeitos de desvio capazes de reduzir a expectativa de vitimização em crimes contra o patrimônio.

O oitavo trabalho é o de [Souza e Cunha \(2015\)](#), que utilizaram dados das PNADs de 1988 e 2009 para estudar o perfil das vítimas dos delitos de roubo/furto, tentativa de roubo/furto e agressão no Brasil por meio da estimação de modelos *logit*, além de analisar possíveis mudanças de vitimização entre os dois períodos. Os resultados encontrados demonstram que fatores como atratividade da vítima e proximidade a potenciais criminosos acabam interferindo nas chances de um indivíduo sofrer os crimes em análise, de forma que mulheres e jovens têm maiores chances de vitimização. Além disso, os autores encontraram evidências de que há uma maior homogeneidade das chances de vitimização no que tange às características pessoais dos indivíduos, mas uma maior heterogeneidade espacial no

país no período de análise, além de que a proporção de indivíduos vitimados no Brasil aumentou.

O nono estudo mais importante no quesito citação é o de [Peixoto, Souza e Lima \(2012\)](#), que utilizaram dados de duas pesquisas realizadas pelo Insper em 2003 e 2008 e dois bancos de dados complementares: um que contém características dos distritos administrativos de São Paulo (Fundação Seade), e outro com indicadores das regiões homogêneas do município (Pesquisa Mensal de Emprego e Desemprego - Seade e Dieese). O objetivo dos autores foi analisar a vitimização em São Paulo ao longo desse período por meio de modelos *logit* estimados para cada dinâmica de vitimização. Os resultados encontrados mostram que se o indivíduo for mulher, fora da faixa etária jovem, frequentar atividades de lazer externas, bares e morar em um distrito com redução nas taxas de homicídio, a probabilidade de ser vítima de roubo é maior. Ademais, os autores demonstram que os crimes possuem dinâmicas distintas, em que uma variável pode aumentar a variação da vitimização entre os anos em um tipo de crime, mas diminuir em outros.

O décimo estudo é o de [Sant'anna et al. \(2012\)](#), que utilizaram dados da PNAD de 2009 para descrever o perfil dos vitimados, de acordo com as modalidades de crime investigadas pela pesquisa e verificar qual o efeito de determinadas características sobre a probabilidade de vitimização. Utilizando modelos *probit*, os autores encontraram resultados de demonstram que o efeito da renda sobre a probabilidade de vitimização tem a forma de U invertido, de forma que ter uma renda maior pode aumentar a probabilidade de vitimização, porém em altas faixas de renda, um aumento maior desta reduz a probabilidade de vitimização. Ademais, encontraram também que, em geral, os estados do Norte do Brasil se mostram como os estados mais violentos, exceto para o crime de agressão.

Ainda, [Oliveira \(2009\)](#), utiliza dados da pesquisa do CRISP de 2005/2006 para estudar os condicionantes da vitimização em vizinhanças de Belo Horizonte, Curitiba e Rio de Janeiro. A partir de Modelos Lineares Generalizados Hierárquicos (MLGH), que foram considerados mais adequados para a estimação da chance de sucesso em determinado fenômeno, tendo em vista a estrutura multinível dos dados analisados, a autora encontrou resultados que demonstram que o Rio de Janeiro possui a maior chance de vitimização entre as capitais analisadas. Ademais, a autora observa que a média do nível socioeconômico da vizinhança e as incivildades aumentam as chances de vitimização, ou seja, quanto mais intensos os sinais de desordem social na vizinhança, maior o risco de que os moradores da área sejam alvo da criminalidade no local.

Além desses, outros estudos relevantes para esse trabalho buscaram analisar os determinantes da vitimização de crimes contra o patrimônio na perspectiva das Teorias de Estilo de Vida e Atividades Rotineiras ([Silva, Silva, Cassuce e Cirino, 2019](#), [Oliveira e Xavier, 2012](#) e [Fernandes, 2006](#)). Outros buscaram demonstrar o problema das subnotificações dos crimes, além da probabilidade de indivíduo notificar a vitimização dadas certas características ([Caetano, Ribeiro, Yeung e Ghiggi, 2020](#) e [Santos, 2006](#)). Ainda, há trabalhos que atribuem níveis de renda e escolaridade mais elevados, dentre outras características individuais, à maior chance de vitimização ([Salvato, Junior e Silva, 2016](#), [Silva, 2015](#), [Santos, 2008](#) e [Faria, 2008](#)). Por fim, são importantes também estudos que busquem retratar o perfil dos indivíduos delituosos e a probabilidade destes cometerem crimes dadas algumas características individuais ([Schlemperet al. , 2018](#)). A relação de todos esses trabalhos, assim como as pesquisas, métodos utilizados por estes e seus principais resultados pode ser consultada na Figura 2.2.

Cada estudo apresentado utiliza como teste para as teorias amostras diferentes: ou a amostra do país inteiro ou de uma região específica e, quando são usadas amostras do

Figura 2.1: Principais estudos empíricos em Economia sobre vitimização

Título	Autor	Ano	Pesquisa	Método	Principais resultados	Citações
Crime, oportunidade e vitimização	BEATO, PEIXOTO e ANDRADE	2004	CRISP 2002	Modelo Logit	<ol style="list-style-type: none"> 1. Atributos pessoais não são muito importantes para a vitimização de crimes com motivação econômica; 2. Pessoas mais jovens são mais propensas a se tornarem vítimas de crimes de agressão e também o são aqueles indivíduos que transitam em lugares públicos à noite ou residem em locais onde se escuta barulho de tiro; 3. Características ambientais e de oportunidades parecem ter mais sentido na determinação das ocorrências desses tipos de crimes 	145
Um estudo sobre a vitimização para a cidade de São Paulo	MADALOZZO e FURTADO	2011	Instituto Futuro Brasil 2003 e 2008	Modelo Probit	<ol style="list-style-type: none"> 1. Teorias de "estilo de vida" e "atividades rotineiras" possuem alguma validação empírica; 2. Hábitos pessoais, além das condições econômicas e demográficas dos indivíduos são as características que mais impactam na probabilidade de vitimização na cidade analisada; 3. Quanto maior é a exposição e atratividade do indivíduo, maiores são as chances deste se tornar uma vítima, ao passo que, quanto mais este se protege, menor é a chance de se tornar vítima; 4. As características que são mais relevantes na chance de um indivíduo ser vitimado são sexo, idade, etnia, religião, indicador de migração, classe social, escolaridade, se este trabalha ou não, condições de moradia e hábitos relacionados aos lugares que frequenta e consumo de bebidas alcoólicas. 	27
Safety in the global south: Criminal victimization in Brazilian rural areas	SCORZAFAVE, JUSTUS e SHIKIDA	2015	PNAD 1998 e 2009	Modelo Probit	<ol style="list-style-type: none"> 1. Homens, indivíduos de meia-idade e solteiros correm maior risco de serem vitimados nas áreas rurais brasileiras, assim como aqueles que possuem uma renda mais elevada e maior escolaridade 	16
Vitimização e Sentimento de Insegurança no Brasil em 2010: Teoria, Análise e Contexto	BORGES	2013	Pesquisa sobre as Condições de Vida e o Acesso das Pessoas a Serviços Públicos 2010	Regressões Logísticas	<ol style="list-style-type: none"> 1. O sentimento de insegurança dos indivíduos se relaciona positivamente com a vitimização; 2. Sexo, educação, idade e Grandes Regiões apresentam efeitos interessantes na predição do sentimento de insegurança. 	13
Violência urbana: uma análise comparativa da vitimização em São Paulo, Rio de Janeiro, Recife e Vitória	ANDRADE, PEIXOTO E VIEGAS	2007	FIA/USP e ILLANUD 2002	Modelo Logit	<ol style="list-style-type: none"> 1. O que mais explica a vitimização, independente do delito, são a proximidade e a atratividade da vítima para com o criminoso; 2. Recife é a capital com maior a chance de vitimização, seguida por São Paulo e, por seguinte, Rio de Janeiro. 	13
Vitimização por violência urbana em uma cidade de médio porte do sul do Brasil	CRUZ, AZEVEDO e GONÇALVES	2011	UFPEl	Regressão de Poisson	<ol style="list-style-type: none"> 1. Nenhuma variável independente analisada apresentou associação com o desfecho de furto/roubo à residência; 2. Ao ajustar o efeito das variáveis demográficas e socioeconômicas, a escolaridade deixou de se associar à ocorrência de furtos e roubos. 	11
The impact of private precautions on home burglary and robbery in Brazil	AGUIAR OLIVEIRA	2018	PNAD 2009	Modelo Probit	<ol style="list-style-type: none"> 1. Nenhuma tecnologia é eficiente para reduzir roubos, mas a presença de segurança privada e cães mostrou eficácia na redução do crime; 2. A possibilidade de reação de um guardião pode gerar efeitos de desvio capazes de reduzir a expectativa de vitimização em crimes contra o patrimônio. 	9
Evidências sobre a vitimização no Brasil	SOUZA e CUNHA	2015	PNAD 1998 e 2009	Modelo Logit	<ol style="list-style-type: none"> 3. Fatores como atratividade da vítima e proximidade a potenciais criminosos acabam interferindo nas chances de um indivíduo sofrer os crimes em análise, de forma que mulheres e jovens têm maiores chances de vitimização. Há uma maior homogeneidade das chances de vitimização no que tange às características pessoais dos indivíduos, mas uma maior heterogeneidade espacial no país no período de análise; 5. A proporção de indivíduos vitimados no Brasil aumentou. 	7
Uma análise sistêmica: vitimização e políticas de segurança em São Paulo	PEIXOTO, SOUZA e LIMA	2012	INSPER 2003 a 2008	Modelo Logit	<ol style="list-style-type: none"> 1. Se o indivíduo for mulher, fora da faixa etária jovem, frequentar atividades de lazer externas, bares e morar em um distrito com redução nas taxas de homicídio, a probabilidade de ser vítima de roubo é maior; 2. Os crimes possuem dinâmicas distintas 	6
Uma análise da vitimização no Brasil	SANT'ANNA	2012	PNAD 2009	Modelo Probit	<ol style="list-style-type: none"> 1. Ter uma renda maior pode aumentar a probabilidade de vitimização, porém em altas faixas de renda, um aumento maior desta reduz a probabilidade de vitimização; 2. Em geral, os estados do Norte do Brasil se mostram como os estados mais violentos, exceto para o crime de agressão. 	3
Revisão sistêmica da Teoria da Desorganização Social: um estudo sobre vitimização em Belo Horizonte, Rio de Janeiro e Curitiba:	OLIVEIRA	2009	CRISP/UFMG	Modelos Lineares Generalizados Hierárquicos (MLGH)	<ol style="list-style-type: none"> 1. O Rio de Janeiro possui a maior chance de vitimização entre as capitais analisadas; 2. A média do nível socioeconômico da vizinhança e as incividades aumentam as chances de vitimização, ou seja, quanto mais intensos os sinais de desordem social na vizinhança, maior o risco de que os moradores da área sejam alvo da criminalidade no local. 	3

Fonte: elaboração própria.

Figura 2.2: Outros estudos empíricos relevantes sobre vitimização

Título	Autor	Ano	Pesquisa	Método	Principais resultados
Determinantes da cifra oculta do crime no Brasil: uma análise utilizando os dados da PNAD 2009	CAETANO	2020	PNAD 2009	Modelo Probit	<ol style="list-style-type: none"> 62,55% das ocorrências de roubo, furto e agressão física não chegam aos registros policiais; Pessoas com menor grau escolaridade e faixa etária contribuem de maneira geral para o aumento da cifra oculta.
Características associadas à vitimização por furto ou roubo no estado de Minas Gerais	DA SILVA	2019	PNAD 2009	Modelo Probit	<ol style="list-style-type: none"> Tanto para crime de furto quanto de roubo, os indivíduos do sexo masculino, não casados, que apresentam bons rendimentos e são domiciliados em áreas urbanas estão mais propensos a sofrerem um furto ou roubo. Os indivíduos economicamente mais atrativos e socialmente mais expostos têm maiores chances de serem vítimas de crimes contra o patrimônio, tal como os crimes aqui estudados (Teoria do Estilo de Vida e das Atividades Rotineiras).
Economia do crime: uma análise para jovens criminosos no Paraná e Rio Grande do Sul	SCHLEMPER	2018	Questionários seguidos de entrevistas em penitenciárias	Modelo Logit	<ol style="list-style-type: none"> Pessoas que cometeram o “crime jovem” foram: solteiros; de cor branca; de origem urbana; nascidas majoritariamente nos estados do Paraná e Rio Grande do Sul; estudaram até o ensino fundamental; os pais estavam separados; possuíam uma renda entre 1 e 2 salários mínimos; usuários de bebida alcoólica, cigarro e drogas ilícitas.
Discriminação racial: Um estudo sobre a vitimização por região	SILVA, FARIAS e DE FREITAS	2017	PNV 2013	Modelo Probit	<ol style="list-style-type: none"> Quando se trata das raças negra, morena, indígena e amarela, o Sudeste brasileiro é a região onde há maior probabilidade de discriminação racial referente às raças em questão, e o Sul como região onde há maior chance de discriminação da raça parda; No geral, as raças com mais chances de serem discriminadas em todas as regiões são a negra e a indígena, sendo que na região Norte a probabilidade de discriminação pelos indígenas supera a por negros.
Características pessoais e probabilidade de vitimização	SALVATO, JUNIOR e SILVA	2016	PNAD 2009	Modelo Logit	<ol style="list-style-type: none"> Têm maior probabilidade de serem vitimados, em geral: pessoas do sexo masculino, na faixa de idade entre 18 e 30 anos, solteiros e separados, níveis de renda e de escolaridade mais elevados, residentes na região Norte do país.
Determinantes da Vitimização no Brasil	SILVA	2015	PNAD 2008 e 2009	Modelo Probit	<ol style="list-style-type: none"> A vitimização acontece mais em jovens, do sexo masculino e com alto nível de escolaridade sugerindo que estes estão mais expostos a violência.
Determinantes da vitimização criminal no Estado do Rio Grande do Sul	OLIVEIRA e XAVIER	2012	PNAD 2009	Modelo Probit	<ol style="list-style-type: none"> Sexo e estado civil são características determinantes para a vitimização; Homens solteiros estão mais expostos a estes tipos de crimes (Teorias do Estilo de Vida e das Atividades Rotineiras).
Vitimização e desigualdade de renda no Brasil	SANTOS	2008	PNAD 1988 e IPEADATA	Modelo de Regressão Negativo Binomial	<ol style="list-style-type: none"> Sexo, idade, escolaridade e renda podem influenciar na ocorrência de delitos; Indicadores de desigualdade, como o índice de Gini, podem auxiliar na verificação de alguma relação entre distribuição de renda e vitimização.
O crime contra a pessoa e o crime contra o patrimônio na cidade de São Paulo: uma análise do perfil das vítimas	FARIA	2008	Instituto Futuro Brasil (IFB)	Modelo Probit	<ol style="list-style-type: none"> Vítimas alvo de crimes contra o patrimônio são pessoas com um bom nível de renda e que residem com pessoas que já sofreram crimes contra o patrimônio.
Uma abordagem econômica da criminalidade no Brasil	SANTOS	2006	FIA/USP e ILANUD 2002	Modelo Probit	<ol style="list-style-type: none"> Vítimas com idade entre 25 e 44 anos, que vivem conjugalmente, de maior nível de escolaridade, que pertencem aos estratos de renda intermediários são, em média, mais propensas a registrar um crime; Vítimas que trabalham têm, em média, menor probabilidade de efetivar um registro criminal; Nenhum efeito foi observado para o gênero, raça e local de residência; Nenhum efeito estatisticamente significativo sobre a probabilidade de registro de crimes foi observado para a eficiência da polícia. Quanto maiores as perdas decorrentes de um crime contra a propriedade, maior é a probabilidade de a vítima registrá-lo a polícia. Os fatores de maior peso sobre decisão da vítima são as perdas sofridas e a confiança na eficiência da justiça.
Efeitos contextuais no risco de vitimização criminal: testando teorias de Atividades Rotineiras e Estilo de Vida/Exposição em diferentes estratos urbanos de Belo Horizonte:	FERNANDES	2006	CRISP/UFMG	Modelos estatísticos de multiníveis ou hierárquicos	<ol style="list-style-type: none"> Indivíduos com maior exposição ao risco e que já foram vítimas de crime alguma vez na vida possuem maiores chances de vitimização (Teoria de Atividades Rotineiras e Estilo de Vida); Morar em vizinhanças com alto nível de desordem física aumenta a probabilidade de vitimização.

Fonte: elaboração própria.

país inteiro, não há distinção entre populações específicas. É importante considerar que pesquisas sobre os riscos e probabilidades de vitimização necessitam de modelos particulares baseados em cada domínio de vitimização, porque o estilo de vida dos indivíduos e suas atividades abrangem uma grande variedade de comportamentos quando são considerados ambientes diferentes, os quais não apresentam o mesmo risco de vitimização (Lynch, 1987). De tal maneira, é imprescindível analisar populações e domínios específicos em qualquer avaliação que utilize a Teoria das Atividades Rotineiras ou do Estilo de Vida, uma vez que os comportamentos são diferentes e, assim, seria incoerente afirmar que cada um dos ambientes/regiões/lugares traz consigo um risco igual de vitimização.

3 Criminalidade e Vitimização em uma abordagem da Economia da Complexidade

O intuito desse capítulo é apresentar os principais tópicos da Complexidade e da Economia da Complexidade que contribuem para a construção de uma abordagem baseada em agentes da criminalidade e da vitimização, um dos objetivos deste trabalho. Para efeitos de contextualização e conceituação, a Seção 3.1 discorre sobre as nuances da Complexidade e de que maneira a Economia se encaixa nessa abordagem. A Seção 3.2 busca caracterizar a modelagem baseada em agentes, principal ferramenta utilizada neste trabalho para a elaboração de modelos comportamentais dos agentes e, por fim, a Seção 3.3 apresenta alguns estudos da área que buscaram analisar a criminalidade e a vitimização utilizando modelos comportamentais.

3.1 Complexidade e Economia da Complexidade

“Complexo” vem do latim *plectere*, que significa tecer, ou entrelaçar. Mitchell (2009), uma das mais influentes cientistas de sistemas complexos, explica como o comportamento complexo, organizado e adaptativo em larga escala pode emergir de interações simples entre uma imensidão de indivíduos. Para a autora, os sistemas complexos fazem parte de um campo multidisciplinar de pesquisa que procura explicar como um grande número de instituições, indivíduos e sociedades relativamente simples se organizam, sem o benefício de qualquer controlador central, criam padrões, usam informações e, em alguns casos, evoluem e aprendem. Mitchell (2009) ainda aborda que os vários sistemas que coexistem são bem diferentes e abstratos, mas quando são analisados em detalhes têm algumas propriedades intrigantes em comum, sendo elas:

- (i) um comportamento coletivo complexo, em que todos os sistemas consistem em grandes redes de componentes individuais, cada um seguindo regras relativamente simples, sem controle ou líder central. São as ações coletivas de um grande número de componentes que dão origem a padrões de comportamento complexos, difíceis de prever;
- (ii) a sinalização e processamento de informações, de maneira que todos os sistemas produzem e usam informações e sinais de seus ambientes internos e externos;
- (iii) a adaptação, em que todos os sistemas mudam seu comportamento para melhorar suas chances de sobrevivência ou sucesso - por meio de processos evolutivos ou de aprendizado.

Já para Érdi (2007) (p. 35, tradução própria), os conceitos básicos da abordagem de sistemas complexos são caracterizados por três elementos. O primeiro refere-se a um todo que funciona em virtude da interação de suas partes e é definido por seus elementos e pela relação entre eles. O segundo é o fato de que a abordagem de sistemas integra os métodos analíticos e sintéticos levando em consideração a interação do sistema com seu ambiente. Por fim, o terceiro elemento trata sobre “Sistemas Fechados” *versus* “Sistemas Abertos”, em que os primeiros não interagem com outros sistemas, mas o segundo sim.

Uma questão científica chave, portanto, é como a adaptação dos agentes e suas interações com o ambiente alteram a dinâmica dos sistemas complexos. Miller e Page

(2009), em uma perspectiva de modelagem, defende que a introdução de agentes adaptáveis possibilita criar modelos que podem explorar novos domínios do comportamento do agente que superam os limites usuais impostos pelo modelador. Isso porque, do ponto de vista prático, os sistemas são capazes de realizar adaptações efetivas em ambientes sociais complexos ao explorar, projetar e refinar novos sistemas sociais complexos. Para [Miller e Page \(2009\)](#), há, de fato, várias maneiras de incorporar a adaptação nos modelos. Por exemplo, os agentes podem ter crenças anteriores sobre possíveis heurísticas comportamentais e atualizá-las à medida que experimentam recompensas; ou os agentes podem usar algoritmos para reconhecer as principais oportunidades de ação e assim por diante. Essas adaptações advêm, então, de um conjunto de modelos que capturam aspectos da dinâmica de outros sistemas, simples ou complexos ([Bar-Yum, 1997](#)).

Para formalizar teorias que explicam os padrões e adaptações dos agentes, os economistas da complexidade usam uma variedade de técnicas de modelagem matemática, dentre elas a Modelagem Baseada em Agentes. Esse tipo de modelagem é capaz de capturar comportamentos fora de equilíbrio e não requer as suposições de agentes otimizadores ou de equilíbrio econômico ([Schasfoort, 2017](#)). Além disso, em muitos casos, os modelos ABM assumem topologias diversas de *networks* como uma maneira de formalizar algumas interações entre os agentes, bem como o fluxo de informações num sistema. A ideia de falta de equilíbrio no estado natural da economia é defendida por um dos principais nomes da chamada Economia da Complexidade, [Arthur \(2013\)](#), e uma explicação para isso é que a economia está sempre em um fluxo de evolução e mudanças constantes devido, principalmente, à incerteza e à inovação tecnológica.

Quanto à incerteza, os agentes econômicos fazem suposições com base em experiências anteriores para dar sentido aos problemas e usam heurísticas para tomarem decisões simples ([Arthur, 2013](#)). Como consequência, estes estão constantemente atualizando seus modelos internos de tomada de decisão, ou seja, se adaptando, descartando e substituindo a todo momento suas ações e estratégias, com base nas experiências adquiridas à medida em que exploram. Essas dinâmicas também são conhecidas como dinâmicas evolutivas ([Lindgren, 2018](#)). Por meio da teoria dos jogos evolucionários, [Lindgren \(2018\)](#) demonstra que os modelos evolutivos muitas vezes não terminam em um equilíbrio de Nash estável na presença de ruído. Dessa maneira, caso esses resultados sejam extrapolados para a economia mais ampla, esta deve estar em um movimento permanente de descontinuidade à medida que os agentes exploram, aprendem e se adaptam. A inovação tecnológica, por outro lado, também contribui para o estado de fluxo, mesmo que seja um pouco mais lento do que a incerteza. Isso porque sua própria natureza permite um maior desenvolvimento tecnológico ([Arthur, 2013](#)), o que não é apenas uma ruptura única do equilíbrio, mas também um gerador e demandante permanente e contínuo de novas tecnologias que geram e demandam ainda mais tecnologias ([Arthur, 2010](#)).

Dessa forma, a economia é vista pelos economistas da complexidade como um sistema complexo, de maneira que os fenômenos econômicos agregados são entendidos como padrões que emergiram das interações entre agentes heterogêneos. Então, enquanto os sistemas econômicos podem estar em estados relativamente estáveis, os quais podem ser aproximados por um equilíbrio, a presença de incerteza e inovação faz com que todos os sistemas econômicos estejam em um estado de fluxo constante. Os sistemas econômicos passam por transições de fase com frequência e terminam em um estado diferente, logo, para representar e estudar essas dinâmicas da maneira mais adequada, a economia da complexidade usa ferramentas e teorias que geralmente são consideradas mais amplas do que as abordagens da economia tradicional.

Para [Dopfer et al. \(2004\)](#), em um sistema complexo há preferencialmente três níveis que direcionam a dinâmica deste: o nível dos indivíduos ou agentes (micro), o nível das regras (meso) e o nível do sistema como um todo (macro), de forma que diferentes tipos de decisões e interações são feitas em cada um deles. No nível micro, os agentes são vistos como racionais, o que na perspectiva de [Simon \(1991\)](#) tem limitações. Isso porque a racionalidade desses agentes depende de como o problema de decisão é tratado, além da sua cognição e do tempo disponível para tomar uma decisão. Seguindo a mesma linha de pensamento, [Arthur \(2010\)](#) considera que os indivíduos geralmente não são otimizadores, uma vez que eles se envolvem em processos cognitivos, como a comparação social, imitação e o comportamento repetitivo (hábitos).

É importante salientar que, em todos os três níveis, o tempo desempenha um papel muito importante. É fácil pensar isso, uma vez que muitos estados dos sistemas econômicos dependem de seus estados anteriores, o que torna a economia um sistema evolutivo; torna-se algorítmico ([Arthur, 2013](#)). Assim, como o foco está no estado de fluxo de um sistema complexo, entender essa mudança contínua pode ser considerado o problema econômico central da economia da complexidade [Schasfoort \(2017\)](#).

Percebe-se, portanto, que a Complexidade surge envolvendo o estudo de muitas áreas, além de muitos agentes e suas interações. [Axelrod \(1997\)](#) explica que o estudo de um grande número de agentes com padrões de interação variáveis geralmente é muito difícil de ser analisado em uma solução matemática, ou é limitado por algumas questões de disponibilidade de dados. Dessa forma, uma ferramenta de pesquisa primária da teoria da complexidade, a simulação por computador, pode contribuir para resolver essa questão. O principal truque, de acordo com [Axelrod \(1997\)](#), é especificar como os agentes interagem e observar as propriedades que ocorrem no nível de toda a sociedade.

Interesse da próxima seção (Seção 3.2), a Modelagem Baseada em Agentes, especificamente a Economia Computacional Baseada em Agentes (*ACE*, na sigla em inglês), é atualmente um dos métodos mais avançados para explorar os sistemas complexos e analisar determinados temas em que a economia tradicional carece em apresentar análises mais categóricas ([Epstein, 1999](#)) e que, aliada ao ferramental econômico tradicional, pode contribuir muito para resolver questões de caráter analítico.

3.2 A Modelagem Baseada em Agentes

A Modelagem Baseada em Agentes surgiu na década de 1980, quando os economistas passaram a ter mais acesso a estações de trabalho com computadores. Dessa forma, eles passaram a se perguntar como os padrões na economia se formavam e perceberam que essa questão era muito complicada para tratada analiticamente, daí o recurso à simulação por computador ([Arthur, 2006](#)). [Arthur \(2006\)](#) considera que a principal contribuição de modelos baseados em agente é a possibilidade de olhar os problemas econômicos fora do equilíbrio, ou seja, uma mudança de visão para uma economia mais geral. A modelagem baseada em agentes se aprimorou com o tempo à medida em que o mundo foi se tornando cada vez mais complexo em termos de interdependências entre os sistemas. Isso significa que as ferramentas de modelagem tradicionais poder ter uma aplicabilidade diferente do que tinham antes ([Macal e North, 2005](#)).

De acordo com [Bonabeau \(2002\)](#), a modelagem baseada em agentes é desenvolvida a partir da modelagem de um sistema tal qual uma coleção de indivíduos autônomos que tomam decisões, os chamados agentes. Ou seja, é a construção de um sistema de agentes heterogêneos, sejam pessoas, firmas, países etc, e as relações entre eles. Existem

variadas aplicações e abordagens para esse tipo de modelo, mas todos eles tentam criar o que entendem como “micro-mundos” computadorizados, com o intuito de averiguar como as interações e comportamentos individuais dos agentes analisados produzem estruturas e padrões (Berry et al., 2002). Por conseguinte, Macal e North (2006) mostra as quatro características que um modelo baseado em agentes típico deve apresentar:

1. *Agentes*: quais são os tipos de agentes, suas classes, atributos e comportamentos.
2. *Ambiente*: qual é o ambiente em que os agentes vivem e com o qual interagem.
3. *Métodos do agente*: quais são os métodos pelos quais os atributos do agente são atualizados em resposta às interações agente-agente ou às interações do agente com o ambiente.
4. *Interações do Agente*: quais são os métodos que controlam as interações de cada agente, quando eles interagem e como eles interagem durante a simulação.

A partir dessa estrutura básica, observa-se que a criação de modelos eficazes demanda um ambiente que tenha estrutura suficiente para que alguns detalhes possam ser ignorados. Mais especificamente na economia, Macal e North (2005) defende que algumas suposições da teoria microeconômica tradicional devem ser relaxadas em modelos baseados em agente, tais como a hipótese de racionalidade e homogeneidade dos agentes, a hipótese dos retornos decrescentes de escala e a hipótese do equilíbrio de longo prazo. Assim, por mais desenvolvido que um modelo seja, este deve se firmar em uma simplificada, mas melhor possível, representação do que seria o “mundo real”.

Após a especificação e estruturação do modelo, o próximo passo é investigar seus desdobramentos operacionais e realizar a calibração. É nesta etapa que os modelos de simulação se diferenciam dos modelos analíticos mais comumente encontrados na literatura, uma vez que as simulações fornecem proposições gerais sobre a dinâmica do modelo a partir somente de observações específicas. Lima et al. (2009) elucida para o desafio de descrever os fenômenos por meio de uma quantidade adequada de detalhes, comum a todas as técnicas de modelagem, além do difícil desafio de quantificar, calibrar e, às vezes, justificar comportamentos potencialmente irracionais, de escolhas subjetivas e psicologia complexa.

Por mais que existam dificuldades, Bonabeau (2002) pontua que a metodologia *ABM* apresenta alguns benefícios em relação a outras técnicas de modelagem, uma vez que ela possibilita capturar fenômenos emergentes, fornece uma descrição natural de certos tipos de sistemas e é flexível. Os autores ainda classificam algumas eventuais circunstâncias para utilização da *ABM*, como quando os agentes possuem um comportamento complexo, que inclui aprendizagem e adaptação, ou quando as interações entre eles são complexas, não-lineares ou descontínuas; quando a topologia das interações é heterogênea e complexa; quando o ambiente ou sistema é descrito de forma mais natural por meio de atividades ao invés de processos; dentre outras.

Além das técnicas de calibração, outra etapa do modelo é a análise de sensibilidade, que corresponde a um dos principais processos da simulação social. Essa análise descreve os métodos utilizados para variar os valores de entrada do modelo (Richiardi et al., 2006) e é realizada no estágio de validação de quase todas as simulações técnicas (Law e Kelton, 2000). Ainda, ela é responsável por indicar as variações nos resultados, quando existem, e também orientar pesquisas futuras. Assim, um modelo de simulação satisfatório (ou “significativo”) se dá quando seus valores de saída de interesse mantêm-se em um intervalo

constante, mesmo que ocorram mudanças nos valores de entrada definidos. Os métodos de análise de sensibilidade mais utilizados pelos pesquisadores, são (Richiardi et al., 2006, p. 21-22, tradução própria):

- (i) *“Variação de sementes aleatórias: consiste em testar o efeito da variação de elementos aleatórios no modelo, repetindo uma simulação usando uma sequência diferente de números aleatórios gerados por computador para cada execução;*
- (ii) *Variação do nível de ruído: consiste em testar os efeitos da variação de elementos estocásticos do modelo, variando a distribuição de ruído (de erros normais para erros uniformes, por exemplo) ou seu nível para uma distribuição particular (mudando a média ou variância de um erro normalmente distribuído) [...];*
- (iii) *Variação de parâmetro: [...] os parâmetros são usados para se referir a uma faixa muito ampla de elementos fixos ou quase fixos nos modelos [...], podendo ser “físicos” (o tempo entre a concepção e o nascimento em uma simulação demográfica), “cognitivos” (a taxa de esquecimento durante alguma tarefa de tomada de decisão) e “comportamentais” (a regra usada pelos consumidores para relacionar o consumo atual à renda atual, por exemplo);*
- (iv) *Variação do modelo temporal: esse tipo de variação é utilizado para simplificar os processos sociais da simulação em que seja desejável fazer suposições sobre a ordem das ações e se elas ocorrem em tempo discreto ou contínuo [...];*
- (v) *Variação no nível de agregação de dados: [...] de maneira geral, os dados microeconômicos conflitantes não podem ser usados para criticar de maneira direta os modelos macroeconômicos, uma vez que seus efeitos agregados não podem ser facilmente explorados. Então, a simulação permite que estimativas econométricas geradas pelos dados agregados resultantes do modelo sejam comparadas diretamente às distribuições do comportamento individual;*
- (vi) *Variação nos processos de decisão e capacidades dos agentes: a maioria dos tipos de análise de sensibilidade discutidos até agora faz mais sentido no contexto de abordagens baseadas em equações “tradicionais” para modelagem. No entanto, abordagens baseadas em agentes permitem investigar os efeitos agregados das interações entre agentes individuais com processos de decisão e capacidades diferentes;*
- (vii) *Variação do tamanho da amostra: consiste em testar o efeito do tamanho da amostra no modelo por meio da repetição de uma simulação com um tamanho de amostra diferente para cada execução. Nesse caso, a saída do modelo pode variar com pequenas amostras, ficando fora do intervalo definido.”*

Esses procedimentos permitem verificar o quão ajustado à realidade o modelo está, assim como verificar imprecisões dentro dos códigos da programação (Passos, 2020). Além disso, para este autor, ao utilizar códigos construídos com base em resultados empíricos ou teorias tradicionais, a análise de sensibilidade também possibilita verificar divergências dessas teorias, respeitando novos resultados que podem emergir da simulação baseada em agentes.

No escopo deste trabalho, Pease e Tseloni (2014) defendem que a redução de crimes por meio da manipulação de situações é muito viável quando concebida de forma inteligente e bem implementada. Os autores elucidam que, uma vez que os dados estatísticos mostram que o crime pode estar concentrado em pessoas e lugares específicos, a redução da criminalidade com foco nas pessoas mais prováveis de sofrerem vitimização sugere uma alocação eficiente de recursos. Observa-se, entretanto, que a precisão com que as forças policiais fazem isso é, muitas vezes, limitada pelas deficiências dos dados criminais disponíveis, ou comunicada de maneira insatisfatória para que os profissionais reconheçam as implicações operacionais de suas ações. Tal fator, portanto, dificulta a implementação ideal de atividades de prevenção ao crime e essa disjunção entre a prática e o estudo

analítico é vista como o fator mais limitante da alocação ideal de recursos para a redução da criminalidade.

Ao fortalecerem a ligação entre a modelagem estatística do crime e a tomada de decisões operacionais na busca pela redução do crime, Pease e Tseloni (2014) detalham as evidências derivadas da modelagem estatística que priorizam o esforço de controle do crime e sugerem algumas abordagens para o uso generalizado de análises de perfis de vulnerabilidade nas atividades policiais de rotina. Uma dessas abordagens é a Modelagem Baseada em Agentes, capaz de fornecer um caminho para as previsões sobre como os padrões de crime operam e como as teorias que envolvem a criminologia podem esclarecê-los. Além disso, os autores elucidam que a ABM é oportuna para identificar visões teóricas importantes para modelar o comportamento alvo e identificar elementos comuns entre as teorias. Assim, na medida em que os resultados empíricos são fortes e consistentes, o Modelo Baseado em Agentes poderá potencializar o estado do conhecimento e na situação em que os resultados são fracos ou inexistentes, é uma alternativa para examinar diferentes operacionalizações e observar os efeitos nos resultados simulados. O desempenho do modelo pode, portanto, identificar quais dados estão faltando e devem ser coletados em pesquisas futuras.

Também, por meio do ABM o pesquisador é capaz de mensurar diretamente os comportamentos e percepções dos agentes durante as execuções do modelo. Isso significa que construtos¹ na pesquisa empírica são esclarecidos no Modelo Baseado em Agentes. Isso é a capacidade de investigar “fenômenos ocultos” (Liu e Eck, 2008, p. 416). A título de exemplo dentro do escopo deste estudo, em um modelo que abrange o efeito do policiamento na decisão de cometer ou não um crime de um agente infrator, este pode considerar a chance de outros agentes presentes intervirem em sua ação. Descobrir esse tipo de informação em pesquisas empíricas é muito difícil, talvez impossível, de maneira que a simulação de diferentes contextos pode auxiliar na composição do conhecimento científico e avanço da teoria.

Na elaboração das simulações, Pease e Tseloni (2014) afirma que também é necessário que as características do agressor e do alvo estejam bem justificadas, porque Modelos Baseados em Agentes geralmente apresentam em sua estrutura dezenas de dinâmicas implícitas que não podem ser facilmente visualizadas ou deduzidas. No Capítulo 6 será apresentada uma descrição do modelo adaptado neste trabalho. A seção a seguir (Seção 3.3) apresenta trabalhos que utilizaram a simulação de Modelos Baseados em Agentes na aplicação da temática criminológica.

3.3 Trabalhos relevantes em ABM sobre criminalidade e vitimização

Como visto, a ABM pode ser uma ferramenta de grande utilidade para explorar a teoria criminológica e testar a aceitabilidade das intervenções de prevenção do crime quando os dados são limitados ou não estão disponíveis ou até quando seria antiético coletá-los. A literatura econômica que retrata os Modelos Baseados em Agentes pode ser observada em diversas pesquisas. Groff et al. (2019) atesta que o interesse dos criminologistas em usar ABM é relativamente recente, com os primeiros estudos surgindo no início da década de 2000.

Em um estudo bibliométrico, esses autores identificaram e revisaram 45 publicações que simularam padrões de crime urbano por meio de Modelos Baseados em Agentes. A maior parte dos estudos analisados (60%) explorou teorias que envolvem a criminalidade,

¹O construto é uma designação da ciência para um conceito teórico não observável diretamente.

enquanto o restante (40%) esteve voltado para políticas, principalmente aquelas relacionadas ao policiamento com diferentes estratégias de patrulha (policiamento aleatório, direcionado, *hotspots* e orientado para o problema). Em termos das teorias utilizadas como base para o comportamento dos agentes nos modelos, a Teorias das Oportunidades, ou Teoria das Atividades Rotineiras (Cohen e Felson, 1979), foi a que apareceu com mais frequência, seguida, respectivamente, pela Teoria do Padrão de Crime (Brantingham e Brantingham, 1984), pela perspectiva da escolha racional (Clarke e Cornish, 1985) e pela Teoria da Desorganização Social (Shaw e McKay, 1942). Os autores ainda mostraram que a maioria dos modelos focou em um tipo específico de crime, cujo mais frequente foi o roubo à residência, seguido, respectivamente, por roubos nas ruas, crimes relacionados à drogas e crimes no geral. Além disso, 22,2% dos trabalhos utilizaram até 100 agentes, 24,4% utilizaram entre 101 e 1.000 agentes, 13,3% entre 1.001 e 10.000, 8,9% mais de 10.000 e o restante não especificou a quantidade de agentes utilizados nas simulações. Mais da metade dos trabalhos analisados utilizaram um panorama com espacialidade abstrata, ou o equivalente à “redes de ruas”. Quanto aos aspectos temporais utilizados nos modelos, que incluem as etapas de tempo usadas para atualizar a atividade do agente ou tomada de decisão e a duração de uma execução do modelo, quase dois terços dos modelos (64%) não relataram o tamanho do intervalo de tempo usado e 28,9% utilizaram um intervalo de 1 hora ou menos. Ainda, 15,6% dos modelos foram simulados para o tempo de 1 ano ou menos de 10 anos, 13,3% para um mês, 6,7% para mais de um mês e menos de um ano, 4,4% para 10 anos ou mais e o restante não especificou ou especificou em “tiques” ou “etapas”. Ainda, o *software* mais utilizado foi o *Repast/JAVA*, seguido pelo *NetLogo* e outros. Por fim, os autores atestaram que a maioria das publicações não tinha detalhes suficientes para permitir a replicação e muitos estudos não incluíram uma justificativa clara para as escolhas de modelagem, seleção de parâmetros ou calibração, sendo que raramente os parâmetros foram calibrados com dados empíricos. A Figura 3.1 resume os trabalhos apresentados nesta seção.

No que tange a roubos à residência, o trabalho mais influente em ABM é o de Johnson et al. (2007), que testaram a hipótese de que a quase repetição da vitimização por esse fenômeno é algo onipresente. Os autores analisaram os padrões espaço-temporais de assaltos em 10 áreas de cinco países diferentes (Austrália, Holanda, Nova Zelândia, Reino Unido e EUA) utilizando técnicas desenvolvidas no campo da epidemiologia. Os resultados encontrados confirmaram que os assaltos se aglomeram no espaço e também demonstraram que quando acontecia um roubo em um local, as casas em um raio de 200 metros da casa assaltada corriam um risco elevado de assalto por um período de pelo menos duas semanas, mas, conforme o tempo passou, essa comunicação de risco diminuiu. Para três dos cinco países, há algumas diferenças nos padrões, que podem ser parcialmente explicadas por diferenças simples na densidade habitacional.

Em sequência está o trabalho de Malleson et al. (2010), dando prosseguimento a Malleson et al. (2009), que desenvolveram um modelo de roubo residencial baseado em agentes para analisar a redução do crime por meio de simulação. O modelo foi construído a partir de uma estrutura que permitiu que fatores humanos e ambientais fossem simulados em uma cidade artificial, vagamente baseada na cidade real de Leeds, no Reino Unido, com uma população artificial. Os resultados demonstraram que os infratores em potencial não tinham conhecimento global de seu ambiente e por vezes escolhiam vitimar uma propriedade que já conheciam, de maneira que encontravam novas propriedades enquanto se movimentavam pelo ambiente. Além disso, inicialmente os crimes se espalharam pela área onde residem os infratores e nas rotas entre a área carente, a área comercial e a

área estudantil, mas conforme a simulação avançou e os potenciais infratores começaram a reconhecer a atratividade da área estudantil, esta passou a absorver a maioria dos crimes. Os autores testaram a validade do modelo por meio de quatro experimentos em análise de *cluster*, que confirmou que almejar propriedades individuais de forma isolada era insuficiente para remover o ponto de acesso, já que assim os infratores no modelo passavam a roubar casas próximas que não sofreram endurecimento de alvo. No entanto, mirar um quarteirão inteiro removeu com sucesso o ponto de acesso porque toda a área se tornou pouco atraente para os ladrões. Isso demonstrou que o modelo, por meio da correspondência de resultados empíricos, era robusto e capaz de simular os processos e tendências importantes dentro do sistema.

Em continuação, [Malleson et al. \(2013\)](#) apresentaram uma nova simulação de roubo no nível do indivíduo (assaltantes e casas), o qual levou em consideração a dinâmica individual do sistema de crimes, e defenderam que é provável que os pressupostos teóricos nos quais o modelo foi baseado não sejam aplicáveis em determinadas áreas. Por exemplo, a experiência sugere que em alguns bairros os ladrões são motivados por incentivos não monetários, como para intimidar residentes. De maneira diferente, os ladrões do modelo são motivados por ganhos monetários, como para sustentar um vício em drogas. Nesse caso, portanto, o modelo dos autores foi capaz de demonstrar onde as suposições comuns sobre roubos não funcionam e, portanto, onde as iniciativas de redução de crimes que tiveram sucesso em outras áreas devem se adaptar para lidar com essa diferença de motivação.

No que concerne aos roubos de rua em áreas urbanas, [Groff \(2007\)](#) apresenta o trabalho mais influente. O método da autora é demonstrado pela operacionalização e teste da Teoria das Atividades Rotineiras conforme se aplica ao crime de roubo de rua. Os resultados do modelo sugerem um forte apoio à premissa básica desta teoria, ou seja, à medida em que o tempo passado fora de casa aumenta, o crime também aumenta, além de que o número de vezes que a presença de um agente policial impede a ocorrência de um roubo também aumenta à medida que aumenta o tempo da sociedade fora de casa, pois a polícia tem mais chances de atuar como guardião competente. Para testar a sensibilidade e a robustez do modelo, cinco parâmetros (número de policiais, tempo de espera antes de poder reincidir, distribuição de riqueza inicial, percepção do termo aleatório de adequação do alvo e a percepção do termo aleatório de tutela) são aumentados, as execuções do modelo são repetidas para todas essas cinco condições e uma ANOVA unilateral é aplicada para analisar os resultados. Enquanto o número absoluto de roubos de rua aumentou ou diminuiu dependendo do parâmetro variado, em todos os casos as diferenças significativas originais entre os grupos permaneceram, demonstrando a robustez dos resultados do modelo para mudanças nos parâmetros iniciais. Finalmente, a sensibilidade é atestada por meio da variação dos cinco valores de parâmetro, repetindo-se esse processo mais quatro vezes usando diferentes sementes de número aleatório para testar o efeito da alteração desta nos resultados do modelo.

[Bosse e Gerritsen \(2010\)](#) desenvolveram uma simulação social e analisaram a dinâmica dos *hot-spots* sobre a criminalidade. Os resultados dos autores apontaram que, em quase todas as simulações, foi encontrado o mesmo padrão de repetição: os transeuntes se afastam dos criminosos, os criminosos seguem os transeuntes e os policiais seguem os criminosos, o que a literatura de teoria dos jogos entende como uma situação de descoordenação (quando ciclos ocorrem devido à inexistência de equilíbrios de *Nash* em estratégias puras). Além disso, o padrão se mostrou bastante robusto a variações nas configurações dos parâmetros. Em um estudo mais recente sobre a política de policiamento *hot-spots* na redução de crimes em áreas urbanas, [Weisburd et al. \(2017\)](#) desenvolveu duas

implementações desse tipo de policiamento representadas por diferentes níveis de alocação de recursos e duas condições de controle: um modelo com patrulha aleatória constante e outro sem policiais. Os resultados dos experimentos sugerem que a aplicação mais ampla do policiamento de *hot-spots* pode ter impactos significativos na redução de níveis gerais de crime em áreas urbanas. Esse resultado é similar àquele encontrado anteriormente por [Melo et al. \(2005\)](#). Neste estudo, os autores atestaram que, independentemente do tipo de rota, a reorganização policial foi capaz de reduzir os índices de criminalidade, além de que quanto menos rotas, melhores foram os resultados em termos de taxas de criminalidade, bem como em termos de mudança de tendência. Portanto, observa-se que a estratégia policial deve visitar os alvos tanto quanto possível e o tempo de deslocamento é muito pouco produtivo. Os autores elucidam que mesmo que especialistas em policiamento discordem sobre o tamanho ideal das rotas policiais, algumas heurísticas são compartilhadas pela maioria deles. A principal delas é a de que policiais não podem ser totalmente estáticos nas ruas, eles devem se movimentar para serem vistos e, então, trazer uma sensação de segurança. Porém, quando os percursos são muito grandes e precisam ser realizados com veículos, essa sensação de segurança é momentânea, uma vez que os policiais passam, mas não ficam.

No Brasil, [Pint et al. \(2010\)](#) focam no advento de atividades criminosas pertinentes às necessidades humanas não satisfeitas daqueles que residem em determinados bairros do Rio de Janeiro. O autor desenvolve um modelo baseado em agentes para explorar como as necessidades humanas, os fatores ambientais e os atributos individuais influenciam os comportamentos em nível de estado. O surgimento do crime organizado foi observado em um contexto de criminosos “comuns” que se transformam em membros de gangues. Três conjuntos de experimentos foram realizados no trabalho: um experimento de controle; um que ajusta as necessidades estaduais de Ipanema para coincidir com as do Cantagalo; e um experimento que ajusta as necessidades estaduais do Cantagalo para coincidir com as de Ipanema. Cada experiência foi realizada 10 vezes e cada execução foi definida para 100 anos, assim, caso ocorressem quaisquer mudanças importantes na dinâmica da população, o período de tempo e o número de execuções seriam extensos o suficiente para permitir a ocorrência de quaisquer anomalias. Para fins de validação, a dinâmica espacial da população foi observada com mudanças nas configurações de nível estadual. O modelo desenvolvido pelos autores possibilita prever potencialmente o início da violência onde ela ainda não existe ou entender a fonte do conflito em áreas que já estão em meio à violência, de maneira que pode ajudar políticas de prevenção de conflitos.

[De Paula \(2018\)](#) retratou a criminalidade através da investigação de como as conexões do indivíduo dentro de uma rede social (*social network*) podem influenciar a decisão de cometer crimes, uma vez que a escolha relacionada aos ganhos e riscos associados a essa ação é afetada. O autor demonstra que o modelo está bem ajustado à realidade, uma vez que o comportamento criminoso pode ser explicado pela junção da teoria econômica do crime e da teoria do aprendizado social, podendo reproduzir os fatos estilizados da literatura, tais como padrão não-lineares de difusão, distribuição espacial de criminosos e taxas criminais. Além disso, o autor elucidou para a possibilidade de que o modelo tem de permitir a construção de cenários de políticas contrafactuais e, assim, criar intervenções visando a alteração dos índices de criminalidade. Os resultados encontrados sugerem que o aumento das taxas de resolução e prisão de crimes foi o que se mostrou mais significativo para a redução das taxas de roubo. Além disso, os resultados relativos ao desemprego também se mostraram importantes, porque há um efeito bastante perverso do desemprego sobre a decisão individual, o que eleva os indicadores de tomada de decisão para todos os

indivíduos presentes no modelo, de modo que é possível relacionar uma crise econômica com aumentos nos casos de criminalidade. Por último, o autor destaca que o aumento do número de policiais indica um efeito de dissuasão sobre crimes contra o patrimônio, apesar de que esse aumento não se traduziu em mudanças dos indicadores individuais e nem no número de criminosos dentro do modelo.

Passos (2020) analisou a dinâmica existente entre criminalidade, desigualdade, pobreza e crescimento econômico em contexto urbano. Através da fusão de elementos provenientes da hipótese psicológica de frustração-agressão, da teoria do comportamento racional maximizador, e também dos conceitos de desigualdade percebida e riqueza relativa, o autor desenvolveu uma cidade fictícia sem governo central contendo grupos de instituições e de agentes que se relacionam através de regras comportamentais pré-estabelecidas. Na simulação base, os resultados mostraram que a eficiência policial em conter o avanço dos crimes contra a pessoa foi inferior à verificada para roubos residenciais. Além disso, sistemas de segurança residenciais mostraram-se bastante efetivos para a dissuasão criminosa. Já no segundo experimento, a alteração do raio de ação dos agentes se mostrou significativa para que ocorressem mudanças no número de roubos por hora e também no número de casas roubadas. Adicionalmente, o modelo do autor mostra evidências de que tecnologias de monitoramento remoto podem ser mais eficientes do que policiamento aleatório em locais públicos.

Figura 3.1: Estudos relevantes em ABM

Titulo	Autor	Ano	Principais resultados	Citações
Near Repeats: A Cross National Assessment of Residential Burglary	JOHNSON, BERNASCO, BOWERS, ELFFERS, RATCLIFFE, RENGERT, E TOWNSLEY	2007	<ol style="list-style-type: none"> 1. Assaltos se aglomeram no espaço; 2. Quando acontecia um roubo em um local, as casas em um raio de 200 metros da casa assaltada corriam um risco elevado de assalto por um período de pelo menos duas semanas; 3. Conforme o tempo passou, essa comunicação de risco diminuiu; 4. Há algumas diferenças nos padrões, que podem ser parcialmente explicadas por diferenças simples na densidade habitacional 	360
An agent-based model of burglary	MALLESON, EVANS E JENKINS	2009	<ol style="list-style-type: none"> 1. Para dois bairros, o modelo superestima o número de crimes cometidos, embora os erros de superestimação estejam dentro de dois desvios-padrão do erro médio e, portanto, não sejam significativos; 2. Em outro bairro, o modelo estima significativamente o número de crimes cometidos e o erro é maior do que dois desvios-padrão da média. 	40
Crime reduction through simulation: An agent-based model of burglary	MALLESON, HEPPENSTALL E SEE	2010	<ol style="list-style-type: none"> 1. Os infratores em potencial não tinham conhecimento global de seu ambiente e escolhiam vitimar uma propriedade que já conheciam; 2. Inicialmente, os crimes se espalharam pela área onde residem os infratores e nas rotas entre a área carente, a área comercial e a área estudantil, mas conforme a simulação avançou e os potenciais infratores começaram a reconhecer a atratividade da área estudantil, esta passou a absorver a maioria dos crimes; 3. Almejar propriedades individuais de forma isolada era insuficiente para remover o ponto de acesso, já que assim os infratores no modelo passavam a roubar casas próximas que não sofreram endurecimento de alvo; 4. Mirar um quarteirão inteiro removeu com sucesso o ponto de acesso porque toda a área se tornou pouco atraente para os ladrões. 	135
Using an agent-based crime simulation to predict the effects of urban regeneration on individual household burglary risk	MALLESON, HEPPENSTALL, SEE E EVANS	2013	<ol style="list-style-type: none"> 1. É provável que os pressupostos teóricos nos quais o modelo foi baseado não sejam aplicáveis em determinadas áreas; 2. A experiência sugere que em alguns bairros os ladrões são motivados por incentivos não monetários, como para intimidar residentes, mas no modelo os ladrões são motivados por ganhos monetários, como para sustentar um vício em drogas. 	49
Simulation for theory testing and experimentation: An example using routine activity theory and street robbery	GROFF	2007	<ol style="list-style-type: none"> 1. À medida em que o tempo passado fora de casa aumenta, o crime também aumenta; 2. O número de vezes que a presença de um agente policial impede a ocorrência de um roubo também aumenta à medida que aumenta o tempo da sociedade fora de casa; 3. Enquanto o número absoluto de roubos de rua aumentou ou diminuiu dependendo do parâmetro variado, em todos os casos as diferenças significativas originais entre os grupos permaneceram. 	249
Social simulation and analysis of the dynamics of criminal hot spots	BOSSE E GERRITSEN	2010	<ol style="list-style-type: none"> 1. Em quase todas as simulações, foi encontrado o mesmo padrão de repetição: os transeuntes se afastam dos criminosos, os criminosos seguem os transeuntes e os policiais seguem os criminosos; 2. O padrão se mostrou bastante robusto às variações nas configurações dos parâmetros. 	29
Can hot-spots policing reduce crime in urban areas? An agent-based simulation	WEISBURD, BRAGA, GROFF E WOODITCH	2017	<ol style="list-style-type: none"> 1. A aplicação mais ampla do policiamento de hot-spots pode ter impactos significativos na redução de níveis gerais de crime em áreas urbanas. 	62
Analyzing police patrol routes by simulating the physical reorganization of agents	MELO, BELCHIOR E FURTADO	2006	<ol style="list-style-type: none"> 1. Independentemente do tipo de rota, a reorganização policial foi capaz de reduzir os índices de criminalidade; 2. Quanto menos rotas, melhores foram os resultados em termos de taxas de criminalidade, bem como em termos de mudança de tendência; 3. A estratégia policial deve visitar os alvos tanto quanto possível e o tempo de deslocamento é muito pouco produtivo; 4. Policiais não podem ser totalmente estáticos nas ruas, eles devem se movimentar para serem vistos e, então, trazer uma sensação de segurança. Porém, quando os percursos são muito grandes e precisam ser realizados com veículos, essa sensação de segurança é momentânea, uma vez que os policiais passam, mas não ficam. 	55
Exploring the emergence of organized crime in Rio de Janeiro: An agent-based modeling approach	PINT, CROOKS E GELLER	2010	<ol style="list-style-type: none"> 1. O modelo desenvolvido pelos autores possibilita prever potencialmente o início da violência onde ela ainda não existe ou entender a fonte do conflito em áreas que já estão em meio à violência, de maneira que pode ajudar políticas de prevenção de conflitos. 	7
Redes criminais: uma investigação a partir do uso de simulações computacionais	DE PAULA	2018	<ol style="list-style-type: none"> 1. O aumento das taxas de resolução e prisão de crimes foi o que se mostrou mais significativo para a redução das taxas de roubo; 2. Há um efeito bastante perverso do desemprego sobre a decisão individual, o que eleva os indicadores de tomada de decisão para todos os indivíduos presentes no modelo, de modo que é possível relacionar uma crise econômica com aumentos nos casos de criminalidade; 3. O aumento do número de policiais indica um efeito de dissuasão sobre crimes contra o patrimônio, apesar de que esse aumento não se traduziu em mudanças dos indicadores individuais e nem no número de criminosos dentro do modelo. 	-
A complexa relação entre crescimento, pobreza, desigualdade e violência: uma modelagem baseada em agente	PASSOS	2020	<ol style="list-style-type: none"> 1. A eficiência policial em conter o avanço dos crimes contra a pessoa foi inferior à verificada para roubos residenciais; 2. Sistemas de segurança residenciais mostraram-se bastante efetivos para a dissuasão criminosa; 3. A alteração do raio de ação dos agentes se mostrou significativa para que ocorressem mudanças no número de roubos por hora e também no número de casas roubadas; 4. Tecnologias de monitoramento remoto podem ser mais eficientes do que policiamento aleatório em locais públicos. 	-

Fonte: elaboração própria.

4 Modelos empíricos para a vitimização em Curitiba

Este capítulo tem por objetivo mapear os dados de vitimização na Grande Curitiba para o ano de 2009 nos crimes de roubo, furto, tentativa de roubo/furto e roubo/furto à residência. Para tanto, está dividido em três seções. A Seção 4.1 apresenta a base de dados utilizada, assim como as variáveis inicialmente consideradas para análise. A Seção 4.2 descreve os métodos de estimação utilizados e como interpretar seus resultados. Finalmente, a Seção 4.3 faz uma análise descritiva dos dados de vitimização dos indivíduos e residências. Os resultados finais são apresentados no Capítulo 5.

4.1 Dados

Os dados utilizados neste trabalho foram extraídos da Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios (PNAD), realizada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), entre 27 de setembro de 2008 e 26 de setembro de 2009 na Grande Curitiba. Apesar de temporalmente distante, é a pesquisa de vitimização com informações completas mais recente para a região analisada, a qual inclui dados para roubos contra pessoas e residências. A pesquisa, realizada em âmbito nacional em diversas capitais, é estruturada em três grupos de temas: básicos, suplementares e especiais. O grupo básico engloba questões sobre habitação, trabalho, educação e rendimentos; os temas suplementares são relacionados a migração, fecundidade, saúde e outros temas socioeconômicos como vitimização e justiça; e os tópicos especiais são assuntos que devido a sua natureza necessitam de um tratamento especial como um desenho de amostra diferenciado. Para fins deste estudo são utilizados os dados dos grupos básico e suplementar de vitimização.

Fazem parte das pesquisas suplementares da PNAD 2009 perguntas sobre vitimização para moradores de 10 anos ou mais de idade e sobre acesso à justiça para moradores do domicílio com 18 anos ou mais de idade. A pesquisa teve como objetivo criar um banco de dados nacional sobre o tema que possa servir de base para a realização de estudos sobre o assunto. Isto porque no Brasil os únicos dados produzidos nacionalmente, até então, são os registros policiais e os registros de saúde, os quais mantêm informações apenas de casos de homicídio e agressão. Um problema grande de trabalhar com registros policiais é a subnotificação (crimes não reportados à polícia) e o sub-registro (crimes reportados, mas não registrados), que constituem um fenômeno que ocorre em todos os países, variando em grau de intensidade. Muitas vítimas não registram os crimes que sofreram por motivos diversos. A intenção da vítima em reportar o crime à polícia depende, entre outros: da natureza e gravidade do delito; da credibilidade da polícia; da confiabilidade no sistema de justiça criminal; do relacionamento com o agressor; do receio de represálias; do valor perdido ou por haver reparação por outras vias (Catão, 2008). A Tabela 4.1 mostra que, para os dados do da Grande Curitiba extraídos da PNAD 2009, apenas 44,87% dos roubos ocorridos foram registrados pela polícia e, quando se observam os furtos registrados o número é ainda menor, apenas 38,59% foram registrados no período que compreende a pesquisa. MacDonald (2002) calcula que menos de 40% dos crimes na Inglaterra são registrados e pondera ainda que esse valor pode ser menor quando são consideradas as diferenças entre o que é reportado pela vítima e o que as autoridades de segurança efetivamente registram. Desta forma, a pesquisa de vitimização se apresenta como uma melhor alternativa para mensurar os eventos. A partir das informações coletadas junto à

vítima, é possível reduzir a subnotificação e estimar a quantidade de crimes ocorridos e não registrados pela polícia.

A PNAD 2009 apresenta informações sobre os acontecimentos criminais sofridos pelos indivíduos, além de englobar informações sobre as características socioeconômicas, os hábitos e características da residência dos indivíduos. A pesquisa de vitimização em questão considera as seguintes categorias de crime: furtos (quando há apropriação de bens alheios sem o uso de ameaça ou violência, sendo comum a vítima não notar o crime no momento da ação); roubos (quando há subtração de qualquer objeto com ameaça, uso de força ou violência); tentativa de furto/roubo (quando a ação não é concluída, mas existem evidências da intenção do autor de cometer o crime, como situações em que um assalto é anunciado ou uma porta é arrombada, mas a ação não é finalizada).

Tabela 4.1: Tabela de crimes e registros na amostra

Tipo de crime	Vítimas na amostra	Vítimas que registraram o crime em Delegacia de Polícia	Registros em Delegacia de Polícia (em %)
Roubo contra pessoas	615	276	44,87
Furto contra pessoas	798	308	38,59
Tentativa de roubo ou furto contra pessoas	1.183	-	-
Roubo/furto contra residências	293	-	-

Fonte: elaboração própria com base nos dados da PNAD 2009.

Um dos objetivos deste capítulo é mapear os dados do perfil das vítimas na Grande Curitiba, para o ano de 2009, para que os modelos econométricos possam ser estimados. Cada categoria de crime é analisada separadamente (furto, roubo e tentativa de furto ou roubo contra pessoas e furto ou roubo contra residências), uma vez que trabalhando com os dados desagrupados por cada tipo de crime, considera-se a hipótese de que o perfil das vítimas de cada um dos crimes com motivação econômica pode ser diferente, permitindo a diferenciação entre os diversos perfis. Os modelos serão estimados considerando as categorias dos crimes apresentadas na Tabela 4.2.

Tabela 4.2: Modelos dos crimes analisados

Modelo	Tipo de crime analisado
Modelo 1	Roubo contra pessoas
Modelo 2	Furto contra pessoas
Modelo 3	Tentativa de roubo ou furto contra pessoas
Modelo 4	Roubo ou furto contra residência

Fonte: elaboração própria.

As variáveis dependentes são, portanto: (1) Roubo contra pessoas; (2) Furto contra pessoas; (3) Tentativa de roubo ou furto contra pessoas; e (4) Roubo ou Furto contra residências. As variáveis independentes consideradas são as variáveis de características dos

indivíduos, de características da residência e as variáveis de equipamentos de segurança das residências, apresentadas a seguir nas Subseções 4.1.1, 4.1.2 e 4.1.3.

4.1.1 Variáveis de características dos indivíduos:

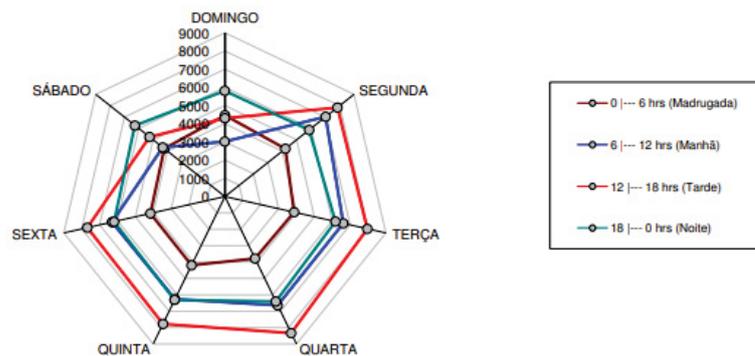
As teorias que explicam a inclusão das variáveis individuais dos indivíduos nos modelos de vitimização são a Teoria do Estilo de Vida (Hindelang et al., 1978) e a Teoria das Atividades Rotineiras (Cohen e Felson, 1979), apresentadas no Capítulo 2 - Subseção 2.1. Os resultados empíricos esperados advêm dos estudos apresentados nas Figuras 2.1 e 2.2.

- a) **Sexo:** o gênero pode influir na probabilidade de vitimização em virtude das diferenças de comportamento. Em geral, os homens podem apresentar maior probabilidade de serem vítimas de agressão por causa da sua maior exposição e proximidade com os agressores, enquanto que as mulheres podem ser vítimas mais atrativas de roubo e furto se os infratores pensarem que estas possuem menor capacidade de reação (Paixão e Beato F, 1997; Souza e Cunha, 2015; outros).
- b) **Cor:** quanto à cor a população é dividida em três grupos: branco, pretos e pardos e outros. É importante salientar que a declaração de cor é subjetiva e está muito condicionada ao tipo de ambiente que o indivíduo vive. Desta forma, a agregação entre pretos e pardos elimina parte da subjetividade presente neste tipo de resposta. Esta variável é importante porque em sociedades segregadas racialmente os grupos minoritários tendem a frequentar locais “marginalizados”, que normalmente são escondidos e distantes das principais áreas de lazer e comércio. O hábito de ir a estes lugares pode aumentar a proximidade com os agressores elevando a probabilidade de vitimização. Por outro lado, os grupos minoritários tendem a ter menos acesso à educação e ao mercado de trabalho o que proporciona menor renda. Assim é possível que isso os torne indivíduos menos atrativos economicamente para os criminosos, por proporcionarem menor retorno esperado do crime (Beato et al., 2004).
- c) **Faixa etária:** a amostra foi dividida em cinco grupos de idade, 13 a 18 anos, 19 a 24 anos, 25 a 34 anos, 35 a 44 anos e mais de 45 anos. Esta divisão foi feita com o objetivo de captar a diferença na probabilidade de vitimização entre os diferentes grupos de idade dos indivíduos, pois o estilo de vida e as oportunidades mudam de acordo com a faixa etária. Caso a idade fosse trabalhada como variável contínua, não seria possível distinguir a diferença na probabilidade de vitimização ocasionada pela mudança comportamental inerente em cada fase da vida do indivíduo. Para Beato et al. (2004), indivíduos com a mesma idade costumam frequentar os mesmos ambientes nas atividades de lazer, de maneira que aqueles nas duas primeiras faixas etárias devem apresentar maior probabilidade de vitimização, uma vez que estão normalmente mais expostos, seja por frequentarem mais lugares públicos ou terem mais interação social no geral, e têm menor capacidade de proteção.
- d) **Estado civil:** quanto ao estado civil, a amostra foi dividida em quatro grupos, formados por indivíduos solteiros, indivíduos casados ou que vivem em união consensual, indivíduos divorciados e indivíduos viúvos. Esta divisão permite captar a importância do núcleo familiar na determinação da vitimização. O estado civil do indivíduo está relacionado ao fator de exposição, pois indivíduos

que são casados ou viúvos tendem a gastar mais tempo com os familiares, tem menos tempo para interações sociais e, conseqüentemente, são menos expostos (Scorzafave et al., 2015). Além disto, indivíduos solteiros e divorciados tendem a ter hábitos diferentes daqueles casados e viúvos, por exemplo, a frequência à eventos sociais, casas noturnas, bares etc, o que aumenta a proximidade com os agressores.

- e) **Condição de ocupação em atividade econômica:** os indivíduos foram divididos entre os que trabalham e os que não trabalham. Pessoas que trabalham devem apresentar maior probabilidade de vitimização do que as que não trabalham, por estarem mais expostas (andam mais em lugares públicos e convivem com muitas pessoas, por exemplo), além de que são mais financeiramente atrativas em comparação aos que não trabalham. Na figura 4.1, elaborada pela Polícia Civil através da base de boletins de ocorrências unificados do Estado do Paraná¹, é possível observar que, em 2009, grande parte dos crimes contra o patrimônio² foram registrados em dias úteis e horários comerciais, inferindo-se que pessoas em circulação no horário de trabalho podem ser mais visadas por indivíduos delituosos

Figura 4.1: Registros de crimes contra o patrimônio, segundo o dia da semana e a faixa horária dos fatos - 2009 - Paraná



Fonte: Boletins de Ocorrências Unificados da Polícia Civil do Estado do Paraná.

- f) **Escolaridade:** foram considerados seis grupos, sendo eles indivíduos sem instrução ou que possuem o ensino fundamental incompleto; indivíduos que possuem até o primeiro grau completo; indivíduos que completaram o primeiro grau e cursaram pelo menos uma série do segundo grau, mas não terminaram; indivíduos que têm até o segundo grau completo; indivíduos que cursaram pelo menos uma série do ensino superior, mas não terminaram; e indivíduos com ensino superior completo. O efeito da escolaridade sobre a probabilidade de vitimização é diferente dependendo do tipo de crime. Primeiramente, podemos argumentar que quanto maior a escolaridade maior a capacidade de inserção do indivíduo no mercado de trabalho, o que aumenta a renda esperada e a interação social deste. Isto torna o indivíduo mais atrativo e exposto, elevando a probabilidade de vitimização. Por

¹Disponível em: http://www.seguranca.pr.gov.br/sites/default/arquivos_restritos/files/documento/2019-10/relatorioanual2009erratal.pdf

²Aqui os crimes contra o patrimônio, além de furto e roubo, incluem também estelionato, dano, apropriação indébita, esbulho possessório, extorsão e demais crimes contra o patrimônio.

outro lado, como criminosos, em geral, têm baixa escolaridade, é razoável pensar que indivíduos com baixa escolaridade têm maior proximidade com criminosos, tendo maior risco de vitimização (Beato et al., 2004). Além disso, a educação tem um papel civilizador, de forma que indivíduos menos educados estão menos aptos a viverem em sociedade, o que pode elevar a probabilidade de vitimização (Durkheim, 1978).

- g) **Renda familiar per capita:** foram considerados cinco grupos de renda familiar, aqueles que ganhavam até um salário mínimo, que em 2009 era de R\$ 465,00, os que ganhavam de um a dois salários mínimos, os que ganhavam de dois a três, os que ganhavam de três a cinco, e os que ganhavam cinco ou mais salários mínimos. Esta variável também pode ter efeito dúbio. Pessoas que têm renda alta são mais atrativas aos criminosos, tendo por um lado maior probabilidade de vitimização do que as de baixa renda. Por outro lado, têm maior capacidade de proteção, fazendo com que a probabilidade de vitimização seja menor que das pessoas de renda menores.

4.1.2 Variáveis de características das residências:

Além das teorias das Atividades Rotineiras e do Estilo de Vida aplicadas para roubos residenciais (Cohen e Cantor, 1981), uma outra que explica a inclusão das variáveis de características das residências e equipamentos de segurança no modelo de vitimização de residências é a Teoria das Escolhas Racionais (Clarke, 1995), apresentada no Capítulo 2 - Subseção 2.2. Os resultados empíricos esperados também advêm dos estudos apresentados nas Figuras 2.1 e 2.2.

- a) **Composição familiar da residência:** o tipo de composição familiar da residência foi inserido a fim de testar a capacidade de famílias com mais tutores terem um efeito maior na manutenção da segurança e, assim, terem menos chance de sofrerem furtos e roubo. A saber, famílias uniparentais são aquelas formadas por pelo menos um filho menor de idade que tem apenas um dos tutores legais (pai, mãe, vó etc.) morando na residência.
- b) **Condição de ocupação do domicílio:** esta variável foi dividida em três categorias, sendo elas alugada, própria ou cedida. *A priori*, pessoas com residência própria têm mais autonomia para realizar interferências na manutenção da segurança.
- c) **Área do domicílio:** esta variável foi dividida em duas categorias, sendo elas urbana e rural. De acordo com os dados da PNAD 2009, 5% dos indivíduos residentes de área urbana ganham cinco ou mais salários mínimos, enquanto que na área rural essa quantidade representa apenas 1,1%. Desta forma, considerando que a vitimização por motivação econômica está relacionada ao fator de atratividade financeira e uma vez que o diferencial de renda entre os meios urbano e rural do estado é discrepante, ao considerar o quesito localização do domicílio, espera-se que um indivíduo residente na zona rural tenha menos chances de sofrer vitimização do que um indivíduo residente em área urbana. Além disso, pode haver influência do fator exposição, uma vez que em locais mais densamente povoados a chance de encontro entre vítimas e criminosos é maior, favorecendo a ocorrência de crimes em áreas urbanas (de Carvalho Souza e da Cunha, 2015).

- d) **Local do domicílio:** para efeitos de comparação, essa variável foi dividida em duas categorias, sendo elas formadas pelos indivíduos residentes de áreas censitárias não autorrepresentativas e indivíduos residentes de áreas censitárias autorrepresentativas ou da Região Metropolitana de Curitiba.

4.1.3 Variáveis de segurança residencial:

Este é um grupo de variáveis específicas do modelo de roubo ou furto contra residência, que refletem o sistema de segurança existente. O efeito destas variáveis é ambíguo, pois pode ocorrer problema de endogeneidade em que residências com mais equipamentos os possuam por terem sofrido mais roubos. Se este problema não ocorrer, espera-se que residências com mais equipamentos de segurança tenham menor probabilidade de sofrerem roubo, pois estes aumentam o risco do criminoso ser capturado. As variáveis que foram adquiridas pelos indivíduos para melhoria de segurança consideradas na PNAD 2009 são:

- a) presença de olho mágico, abertura na porta, corrente no trinco da porta, ou, interfone;
- b) fechaduras extras, barras (de ferro ou madeira) na porta/janela contra arrombamento;
- c) grades da janela/porta;
- d) cerca eletrificada; muro ou grade com mais de 2 metros ou cacos de vidro, arame farpado ou alarme eletrônico;
- e) câmera de vídeo;
- f) segurança privada ou cancela;
- g) outro mecanismo de segurança; e
- h) cachorro.

4.2 Métodos de estimação

Antes de explicar os métodos utilizados nesse trabalho, algumas considerações pontuais são necessárias. As equações estimadas têm como base os modelos de Teoria do Estilo de Vida e das Atividades Rotineiras usados na análise de vitimização por [Cohen e Felson \(1979\)](#) e [Cohen et al. \(1981\)](#), com inclusão de elementos da Teoria da Escolha Racional proposto por [Becker \(1968\)](#) e da Teoria do Estilo de Vida, de [Hindelang et al. \(1978\)](#)). Neste modelo a probabilidade de vitimização é determinada pelas características das vítimas e pelos hábitos inerentes à essas características. Uma vez que o objetivo do estudo é estimar a influência de características de indivíduos e de seu estilo de vida na probabilidade de serem vítimas de crime de motivação econômica, as variáveis dependentes utilizadas em cada estimativa são variáveis binárias que indicam se o indivíduo foi ou não vítima de algum dos crimes mencionados na Tabela 4.2. Neste caso, vítimas de roubo, furto, tentativas de roubo ou furto e roubo ou furto contra residência (ou seja, os modelos estimados neste trabalho são múltiplos, uma vez que possuem mais de uma variável explicativa). Os modelos indicados para esse tipo de estimação são aqueles de

resposta qualitativa de escolha binária, os quais restringem o valor das probabilidades de resposta estimadas ao intervalo entre zero e um. Gujarati e Porter (2011) elucidam três principais modelos de regressão de resposta qualitativa: modelos de probabilidade linear (MPL), modelos *logit* e modelos *probit* (ou *normit*).

Para simplificar matematicamente a explicação, o que ocorre sem que haja prejuízo algum, considere um modelo de regressão simples tal que:

$$Y_i = \beta_1 + \beta_2 X_i + u_i \quad (4.1)$$

em que X_i é a variável explicativa (no caso dos modelos múltiplos, tem-se um X para cada variável explicativa, assim como seu respectivo β) e Y_i é uma variável de resposta qualitativa. A Equação 4.1 parece muito um modelo típico de regressão linear, com a diferença de que o regressando é binário, ou dicotômico. Assim, a expectativa condicional de Y_i dado por X_i , $E(Y_i | X_i)$, pode ser interpretada como probabilidade condicional de que o evento ocorra dado X_i , isto é, $P(Y_i = 1 | X_i)$.

Supondo $E(u_i) = 0$, tem-se:

$$E(Y_i | X_i) = \beta_1 + \beta_2 X_i \quad (4.2)$$

Agora, se $P_i =$ probabilidade de que $Y_i = 1$ (de que o evento ocorra) e $(1 - P_i) =$ probabilidade de que $Y_i = 0$ (de que o evento não ocorra), a variável Y_i segue a distribuição de probabilidade de *Bernoulli*. Então, por definição de esperança matemática:

$$E(Y_i) = 0(1 - P_i) + 1(P_i) = P_i \quad (4.3)$$

Igualando as Equações 4.2 e 4.3, tem-se,

$$E(Y_i | X_i) = \beta_1 + \beta_2 X_i = P_i \quad (4.4)$$

ou seja, a esperança condicional do modelo (4.1) pode, de fato, ser interpretada como a probabilidade condicional de Y_i . Em geral, a esperança de uma variável de *Bernoulli* é a probabilidade de que a variável aleatória seja igual a 1. Caso haja n experimentos independentes, cada um com uma probabilidade p de sucesso e probabilidade $(1-p)$ de fracasso, e X desses experimentos representarem o número de sucessos, X segue uma distribuição binomial. A média de uma distribuição binomial é np e sua variância é $np(1-p)$. O termo sucesso é definido no contexto do problema. Uma vez que a probabilidade P_i deve estar entre 0 e 1, a restrição é que a esperança (ou probabilidade) condicional esteja entre 0 e 1. Essa restrição pode ser observada na Equação 4.5.

$$0 \leq E(Y_i | X_i) \leq 1 \quad (4.5)$$

Embora essa restrição seja verdade, a *priori* nada garante que os estimadores da Equação 4.5, \hat{Y}_i , satisfaçam necessariamente essa restrição se estimados via Mínimos Quadrados Ordinários (MQO), por exemplo. Esse é o problema real da estimativa dos modelos de probabilidade linear por este método, uma vez que estes não levam em conta a restrição de que $0 \leq E(Y_i) \leq 1$. Além desse problema crítico, o MPL ainda é afetado pela não normalidade e heterocedasticidade de u_i (Ver Gujarati e Porter (2011), p. 540-542).

Há duas maneiras de verificar se o \hat{Y}_i estimado situa-se entre 0 e 1. Uma delas é estimar o MPL pelo método habitual de MQO e constatar se \hat{Y}_i situa-se entre 0 e 1. Se alguns forem menores que 0 (negativos), consideraremos que \hat{Y}_i seja zero nesses casos; se forem maiores que 1, consideraremos que sejam iguais a 1. Entretanto, essa forma

ainda pressupõe que $P_i = E(Y = 1|X)$ aumenta linearmente com X , o que não é razoável, pois considera que o efeito marginal ou incremental de X permanece constante o tempo todo (Figura 4.2). O segundo procedimento é formular uma técnica de estimação que garanta duas condições: (1) que as probabilidades condicionais \hat{Y}_i estejam entre 0 e 1; e (2) que quando X_i aumente, $P_i = E(Y = 1|X)$ aumente de maneira não linear, ou seja, “aproxime-se de zero a taxas cada vez menores quando X_i fica menor e aproxime-se de 1 a taxas cada vez menores à medida que X_i aumenta bastante” (Aldrich e Nelson, 1984, p. 26), tal como mostra a Figura 4.3.

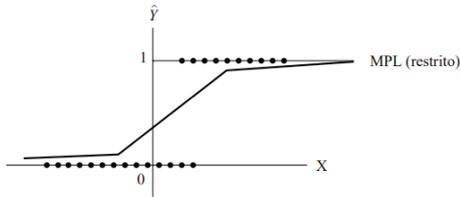


Figura 4.2: MPL restrito

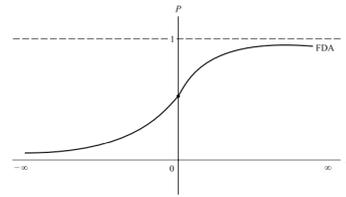


Figura 4.3: FDA acumulada

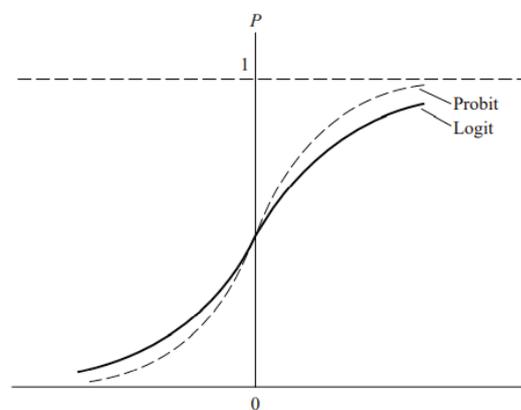
Fonte: Gujarati e Porter (2011).

Os modelos *logit* e *probit* garantirão as condições do segundo procedimento. A principal diferença entre esses dois modelos está nas caudas da distribuição logística, como pode ser observado na Figura 4.4. Ou seja, a probabilidade condicional P_i aproxima-se de 0 ou 1 com um ritmo mais lento no *logit* que no *probit*. Gujarati e Porter (2011) considera que não há razões convincentes para preferir um dos modelos ao outro, de forma que, na prática, muitos pesquisadores escolhem o modelo *logit* por sua relativa simplicidade matemática.

Para o modelo *logit*, ao invés da Equação 4.4, considere:

$$P_i = \frac{1}{1 + e^{-(\beta_1 + \beta_2 X_i)}} \implies P_i = \frac{1}{1 + e^{-Z_i}} = \frac{e^{Z_i}}{1 + e^{Z_i}} \quad (4.6)$$

em que $Z_i = \beta_1 + \beta_2 X_i$. Essa é a função de distribuição logística (acumulada), a qual dá o formato em “S” das curvas apresentadas nas Figuras 4.3 e 4.4. Como Z_i varia de $-\infty$ a $+\infty$, P_i varia entre 0 e 1 e P_i está relacionado não linearmente a Z_i (ou seja, X_i),

Figura 4.4: Distribuições acumuladas *logit* e *probit*

Fonte: Gujarati e Porter (2011)

satisfazendo os dois requisitos considerados anteriormente. Ao satisfazer esses requisitos, é gerado um problema de estimação, porque P_i é não linear não só em X , mas também no β . Para linearizar a Equação 4.6, considerando P_i a probabilidade do evento acontecer, a probabilidade do evento não acontecer ($1 - P_i$) é tal que:

$$1 - P_i = \frac{1}{1 + e^{Z_i}} \quad (4.7)$$

sendo a razão de chances em favor do evento ocorrer menos a razão da probabilidade do evento ocorrer contra a probabilidade de que o evento não ocorra igual a

$$\frac{P_i}{1 - P_i} = \frac{1 + e^{Z_i}}{1 + e^{-Z_i}} = e^{Z_i} \quad (4.8)$$

Tomando o logaritmo natural da Equação 4.8, tem-se o logaritmo da razão de chances (L), representado por:

$$L_i = \ln\left(\frac{P_i}{1 - P_i}\right) = Z_i = \beta_1 + \beta_2 X_i \quad (4.9)$$

Ou seja, L não é apenas linear em X , mas também (do ponto de vista de estimação), linear nos parâmetros. Enquanto o MPL supõe que P_i está linearmente relacionado a X_i , o modelo *logit* supõe que o *log* da razão de chances esteja linearmente relacionado a X_i . Se L , o *logit*, for positivo, significa que, quando o valor dos regressores aumenta, as chances de o regressando ser igual a 1 (quando o evento acontece) aumentam. Se L for negativo, as chances de o regressando ser igual a 1 diminuem à medida que o valor de X aumenta. Para calcular a razão de chance em um modelo múltiplo com dados agrupados (como é o caso deste trabalho) relacionada a uma determinada variável explicativa X_j , deve-se manter as outras variáveis constantes e variar o valor de X_j . Desta forma, quando o sinal do β estimado for positivo, significa que um indivíduo pertencente ao grupo deste β tem maior probabilidade de ser vitimizado do que o grupo de referência considerado. De outra maneira, caso o sinal do β estimado seja negativo, significa que um indivíduo pertencente ao grupo deste β tem menos probabilidade de ser vitimizado do que o grupo de referência considerado. A razão de chances (ou *odds ratio*) representa a comparação da probabilidade do evento relacionado a variável dependente acontecer ou não de acordo com as variáveis explicativas. No âmbito deste trabalho, é a comparação entre a probabilidade de um indivíduo se tornar uma vítima ou não considerando sexo, cor, idade etc.

Para fins de estimação, a Equação 4.9 é reescrita de maneira a incluir o termo de erro estocástico u_i , tal que:

$$L_i = \ln\left(\frac{P_i}{1 - P_i}\right) = \beta_1 + \beta_2 X_i + u_i \quad (4.10)$$

Como os dados deste trabalho estão agrupados (indivíduos divididos por gênero, estado civil, faixa etária etc.), as estimações são realizadas diretamente em L_i , tal que:

$$\hat{L}_i = \ln\left(\frac{\hat{P}_i}{1 - \hat{P}_i}\right) = \hat{\beta}_1 + \hat{\beta}_2 X_i \quad (4.11)$$

Softwares estatísticos diversos, como o *R*, utilizado neste trabalho, possuem rotinas para esses cálculos, de modo que este trabalho se limita a mostrar apenas como interpretar os resultados. No *logit*, para encontrar o impacto das variáveis explicativas X sobre a probabilidade de ocorrência de vitimização Y são medidos os efeitos parciais. No caso de

variáveis explicativas binárias, o efeito parcial provém de mudanças de X_k de zero para um, mantendo todas as demais variáveis fixas, tal que:

$$OR = F(\beta_1 + \beta_2 X_2 + \dots + \beta_{k-1} X_{k-1} + \beta_k) - F(\beta_1 + \beta_2 X_2 + \dots + \beta_{k-1} X_{k-1}) \quad (4.12)$$

Na Equação 4.12, então, o valor do efeito parcial depende das demais variáveis, portanto, os resultados são apresentados na forma da razão de chances entre o grupo em questão e o grupo de referência. Assim, quando o coeficiente da razão de chance (OR) é maior que 1, significa que o grupo em questão tem uma probabilidade de sofrer vitimização (OR - 1) vezes maior que o grupo de referência considerado. De maneira análoga, quando a razão de chance (OR) é menor que 1, significa que o grupo analisado tem uma probabilidade (1 - OR) vezes menor que o grupo de referência. Por exemplo, caso o coeficiente do efeito parcial seja igual a 1,20, significa que a probabilidade de quem está no grupo analisado sofrer vitimização é 20% maior que a probabilidade de quem está no grupo de referência (se o efeito parcial dos indivíduos homens for 1,20, significa que estes têm uma probabilidade 20% maior de serem vitimizados do que as mulheres).

Assim como o modelo *logit*, o modelo *probit* apresenta propriedades que garantem que a probabilidade de o evento de vitimização ocorrer esteja no intervalo entre zero e um, além de dependência não constante, em que a relação entre as variáveis independentes e a probabilidade é não linear (Gujarati e Porter, 2011). A rigor, este modelo segue quase a mesma lógica que o modelo *logit*, mas a forma funcional da Equação 4.6 é diferente, tal que a FDA logística é substituída pela FDA normal, dada por:

$$P_i = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^{\beta_1 + \beta_2 X_i} e^{-z^2/2} dz \quad (4.13)$$

em que $P_i = P(Z_i \leq \beta_1 + \beta_2 X_i) = F(\beta_1 + \beta_2 X_i)$, sendo Z_i a variável normal padrão e F a FDA normal padrão.

No caso do modelo *probit*, as análises dos impactos das variáveis explicativas sobre a probabilidade de ocorrência de vitimização são realizadas considerando os efeitos marginais. O efeito marginal da variável X sobre a probabilidade de ocorrência de vitimização (quando $Y = 1$, ou seja, P_i) é dado pela derivada primeira da função de probabilidade acumulativa normal para cada observação em relação a cada variável explicativa. Tal função representa uma alteração na probabilidade de ocorrência do evento quando o valor de determinada variável X muda. Sendo assim, as variáveis de resposta captam a ocorrência ($Y = 1$) ou não ($Y = 0$) de determinado crime (furto, roubo, tentativa de furto/roubo e furto/roubo contra residência). No caso de variáveis dicotômicas o efeito marginal é dado por:

$$EM = F(\hat{\beta}_0 + \hat{\beta}_k) - F(\hat{\beta}_0) \quad (4.14)$$

em que F é função de densidade de probabilidade acumulativa normal

Nesse sentido, serão estimados os quatro modelos citados na Tabela 4.2 em função das variáveis de interesse (os crimes), os quais podem ser expressos por:

$$P_i(Y = 1|\mathbf{X}) = F_{(l,p)}(\beta_0 + \beta_1 X_1 + \dots + \beta_k X_k) \quad (4.15)$$

em que P_i é a probabilidade condicional de um indivíduo i ter sido vítima de algum dos crimes em questão ($Y = 1$), dado o vetor de características \mathbf{X} analisado; F é a função que assume apenas valores entre zero e um para todos os números reais, sendo F_l a função

logit e F_p a função *probit*.

Portanto, observa-se que enquanto a interpretação dos resultados do *logit* é feita em razão de chance, a do *probit* é feita no que seria o “risco relativo”, ou probabilidade. Chance e probabilidade parecem sinônimos, mas na estatística têm significados diferentes. Em estudo que discorre sobre essa diferença, Pontes (2018) elucida que a chance estima a probabilidade de ocorrência de um evento sobre a probabilidade deste evento não ocorrer. Assim, a razão de chance é definida como a relação entre a chance de um evento ocorrer em um grupo sobre a chance de ocorrer em outro grupo. Por outro lado, a probabilidade estima a possibilidade que um evento ocorra de acordo com os possíveis eventos que ocorreram.

Explicados os métodos de estimação, é muito importante elucidar que a avaliação deste trabalho deve lidar com um problema muito frequente encontrado quanto à propriedade dos dados observados: a distribuição extremamente desbalanceada entre “sucessos” e “fracasso” (vítimas e não-vítimas, respectivamente), que as variáveis dicotômicas possuem. Esse desbalanceamento pode gerar um viés na modelagem desse “evento raro”. Ou seja, pelo fato da quantidade de observações para não-vítimas ser muito maior do que para vítimas, a primeira podem se sobrepor à segunda, indicando resultados que não se aproximam da realidade.

Ademais, as consequências de trabalhar com dados de eventos raros também influencia os efeitos marginais do modelo *probit*. Dado que o efeito marginal de cada observação é representado pela Equação 4.16, tal que:

$$\frac{\partial E_i(Y_i)}{\partial X_{ik}} = \Phi(\mathbf{X}'_i \boldsymbol{\beta}) \beta_k \quad (4.16)$$

em que $\Phi(\mathbf{X}'_i \boldsymbol{\beta}) = P_i$ e, dado que os efeitos marginais individuais são agregados e interpretados por meio de uma média, representada pela Equação 4.17, tal que:

$$\sum P_i \frac{\beta_k}{n} \quad (4.17)$$

as probabilidades individuais previstas serão muito pequenas e os efeitos marginais médios serão dominados pelas observações de “fracasso” do evento, ou seja, quando $Y_i = 0$.

Uma técnica utilizada para lidar com esse problema é a de *Propensity Score Matching* (PSM), muito utilizada em avaliações de políticas públicas. Uma de suas aplicações utiliza modelos *probit* em uma interpretação do algoritmo de PSM proposto por Parsons (2004). O algoritmo de Parsons (2004) parte da metodologia do escore de propensão de Rosenbaum e Rubin (1983) e pressupõe o pareamento das observações entre dois grupos, de controle e tratamento, para melhor ajustar o modelo probabilístico original. Esse pareamento em dados observacionais envolve a não-aleatoriedade e a correlação entre a aplicação do tratamento e as características prévias das unidades amostrais, de forma que há existência de viés de seleção entre os dados (quando nem todas as unidades amostrais possuem chance de serem selecionadas) e um desbalanceamento entre o percentual de, neste caso, vítimas e não-vítimas. Assim, as probabilidades previstas podem ser de baixa qualidade, o que torna o desempenho do algoritmo de PSM muito baixo. Por isso, é muito importante que o escore de propensão seja calculado de maneira correta e uma das maneiras de se fazer isso é através da re-amostragem dos dados observacionais.

A re-amostragem se baseia na construção de grupo de controle a partir de proporções iguais entre m unidades amostrais em que $Y_i = 1$ e a seleção aleatória e sem reposição

de m unidades amostrais em que $Y_i = 0$, de forma que a nova amostra seja composta, então, por 50% de observações de cada evento. Repete-se este procedimento N vezes até que todas as unidades observacionais do grupo de controle sejam selecionadas ao menos uma vez. Essa relação é representada pela Equação 4.18, tal que:

$$n = 1, \dots, N \Rightarrow \begin{cases} P(Y_{ni} = 1) = P_i \\ P(Y_{ni} = 0) = 1 - P_i \end{cases} \quad (4.18)$$

O grupo de tratamento, por conseguinte, é construído com o restante das observações. Como resultado final, o tamanho da amostra de controle será menor do que a amostra de tratamento, o que faz sentido, considerando o grande número de observações em que $Y_i = 0$. Em seguida, é desejável encontrar o valor de informação das variáveis para ter uma ideia de quão valiosas elas são na explicação da variável dependente. Só então o modelo é rodado com a amostra do grupo de controle, de tal maneira que o resultado é utilizado para prever os escores de probabilidade das observações do grupo de tratamento. Os escores de probabilidades preditas são gerados por meio da Equação 4.19,

$$\hat{p}_{in}(\mathbf{X}_n) = [Y_{nj} \times P_i] + [(1 - Y_{ni})(1 - P_i)] \quad (4.19)$$

são então armazenados e, após este procedimento, calcula-se, para cada uma das observações, as médias das probabilidades preditas $\bar{\hat{p}}_i(\mathbf{X})$ por meio da Equação 4.20.

$$\bar{\hat{p}}_i(\mathbf{X}) = \sum_{n=1}^N \frac{\hat{p}_{in}(\mathbf{X}_n)}{N}, \quad (4.20)$$

Ao ajustar a amostra original em sub amostras com a quantidade igual entre sucessos e fracassos, contorna-se o problema de excesso de “fracassos” em relação a “sucessos”. A aleatoriedade na atribuição dos zeros, selecionados por amostragem sem reposição, contorna o viés de seleção, de forma que a função de probabilidade não será mais excessivamente influenciada pela grande quantidade de “fracassos”. Em cada uma das sub-amostras, o modelo probabilístico consegue discernir sucessos dos fracassos no momento de construir as probabilidades preditas.

O diagnóstico dos modelos utilizados, que inclui os testes estatísticos de cada um, serão apresentados no Capítulo 5.

4.3 Análise descritiva

Com o objetivo de entender preliminarmente os dados da pesquisa realizada e também os resultados encontrados no Capítulo 5, essa seção desenvolve uma análise descritiva dos dados extraídos da pesquisa suplementar “Características da vitimização e do acesso à justiça no Brasil” da PNAD de 2009 para a Grande Curitiba.

Para o cálculo de incidência dos crimes e para a análise descritiva dos dados, foram considerados todos os indivíduos que responderam à pesquisa suplementar de vitimização: um total de 17.106 pessoas e 6.142 domicílios. É importante salientar, entretanto, que muitos indivíduos não responderam algum tipo de informação sobre a realidade socioeconômica, de forma que é possível observar valores menores no total de determinadas variáveis. Para a análise empírica, portanto, esses indivíduos não foram considerados no desenvolvimento dos modelos, como será explicado mais a frente neste trabalho.

Tabela 4.3: Quantidade e proporção das vítimas de cada crime

Tipo de crime	Vitimização				Total
	não	%	sim	%	
Roubo	16.491	96,40	615	3,59	17.106
Furto	16.308	95,33	798	4,89	17.106
Tentativa de roubo ou furto	15.923	93,09	1.183	6,91	17.106
Roubo ou furto contra residência	5849	95,23	293	4,77	6142

Fonte: elaboração própria.

Observa-se na Tabela 4.3 a incidência de vítimas conforme o tipo de crime analisado. A tentativa de roubo ou furto foi o crime de maior incidência, atingindo 6,91% dos indivíduos, seguido do furto (4,89%), roubo ou furto contra residência (4,77%) e roubo (3,59%).

A Tabela 4.4 apresenta as características de cada indivíduo e também de seus domicílios em relação à vitimização dos crimes analisados. É possível observar que a incidência tanto de roubo, quanto de furto e tentativa de roubo ou furto é maior entre os homens do que entre as mulheres. Enquanto 4,35% dos homens sofreram roubo, 5,61% sofreram furto e 8,20% sofreram tentativa de roubo ou furto, as mulheres apresentaram números proporcionalmente menores (2,89%, 3,79% e 5,73% respectivamente à cada crime). É possível supor que isso ocorra devido à maior exposição dos homens por estes apresentarem hábitos que os tornam mais vulneráveis à situações de risco, como, por exemplo, o maior consumo de bebidas alcoólicas em comparação às mulheres (Moura e Malta, 2011), além de representarem a maior parcela da força de trabalho (na PNAD 2009 foi constatado que são 6.140 homens que trabalham para 5.072 mulheres que trabalham, ou 97,15% dos homens frente à 94,64% das mulheres), deixando-os proporcionalmente mais expostos aos delitos.

A incidência de roubo é proporcionalmente mais observada entre brancos (3,85%), seguido de amarelos e indígenas (3,27%) e, por seguinte, entre pretos e pardos (2,94%). Entretanto, quando são analisados os crimes de furto e tentativa de roubo ou furto, o quadro se inverte, de forma que a maior incidência é observada entre amarelos e indígenas (6,07% em furtos e 8,41% em tentativas), seguida pelos brancos (4,71% e 7,42%, respectivamente) e, por seguinte, entre pretos e pardos (4,49% e 5,51%, respectivamente). Estes resultados podem sugerir que o perfil de vitimização de roubo, furto e tentativa seja diferente e que a exclusão social de amarelos e indígenas contribua para que estes sejam mais vitimados.

No que se refere à faixa etária, é possível observar que a maior incidência de roubo e tentativa de roubo ocorre no grupo entre 19 e 24 anos (5,76% em roubos e 8,22% em tentativas), A segunda maior incidência de roubo é observada na faixa etária que compreende indivíduos entre 13 e 18 anos (4,57%), e diminui subsequentemente nas três faixas etárias restantes (3,68%, 3,27%, 3,14%), respectivamente). Isso pode acontecer devido ao fato de que indivíduos mais jovens tendem a se expor mais, uma vez que tendem a ter estilos de vida que os tornam mais vulneráveis, como a maior frequência a lugares públicos, bares e festas. No caso da tentativa de roubo ou furto, a dinâmica mostra-se um pouco diferente. Neste caso, o segundo grupo com o maior número de incidências também é o grupo de indivíduos entre 13 e 18 anos (5,89%), mas o terceiro é o grupo compreendido entre os 35 e 44 anos (7,96%), seguido daqueles que possuem mais de 45 anos (7,15%) e, por seguinte, indivíduos entre 25 e 34 anos (7,12%).

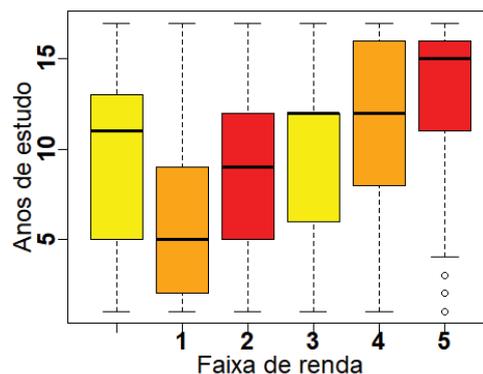
Quando os furtos são analisados, a dinâmica muda mais ainda. O grupo mais afetado é aquele de indivíduos entre 35 e 44 anos (6,21%), seguido daqueles entre 25 e 34 anos (5,07%), com 45 anos ou mais (5,06%), entre 19 e 24 anos (4,54%) e, por fim, aqueles entre 13 e 18 anos (2,65%). Isso pode ter a ver com o padrão de itens furtados, uma vez que indivíduos mais velhos tendem a possuir mais itens de valor que são alvo de criminosos.

Quanto ao estado civil dos indivíduos, a literatura pontua que solteiros se expõem mais a situações de risco, como sair mais a noite e frequentar lugares movimentados (Salvato, Junior e Silva, 2016). Desta forma, esperava-se que este grupo apresentasse o maior percentual de vitimização, mas a maior incidência é observada, para os três tipos de crimes analisados, no grupo de indivíduos divorciados (4,31%, 8,29% e 10,33% respectivamente para roubo, furto e tentativa de roubo ou furto). Estes indivíduos tendem a ter uma vida muito parecida a dos solteiros, os quais apresentam incidência para roubo, furto e tentativa de roubo ou furto de, respectivamente, 4,25%, 3,82%, 6,44%. A incidência entre indivíduos casados é de 2,99% em roubos, 5% em furtos e 6,96% em tentativas de roubo ou furto. Já os indivíduos viúvos que foram vítimas desses três crimes representam, respectivamente, 2,55%, 5,20% e 7,04%. A baixa incidência nos indivíduos solteiros pode, mais uma vez, estar relacionada ao retorno esperado pelo criminoso. Em suma, indivíduos solteiros tendem a ser mais jovens e, apesar de indivíduos jovens se exporem mais a situações de risco, tendem a possuir menos itens de valor que são alvos de criminosos do que pessoas mais velhas, o que pode indicar que a incidência destes crimes pode ter mais a ver com a riqueza dos indivíduos.

As incidências em indivíduos que trabalhavam na época foram maiores para todos os tipos de crimes analisados (4,30%, 5,71% e 8,12%, respectivamente para roubo, furto e tentativa de roubo ou furto) frente àqueles que não trabalhavam na época (4,28%, 2,57% e 6,42%, respectivamente). Apesar da proporção de incidências ser parecida quando são analisados os roubos, a explicação para a grande diferença pode estar relacionada não só ao fato do retorno esperado pelo criminoso ser maior em pessoas que trabalham, pela questão financeira ser mais atrativa, mas também porque indivíduos economicamente ativos são mais expostos, uma vez que transitam em maior frequência por vias públicas e se ausentam de casa por períodos mais longos.

Quando são analisados os níveis de escolaridade dos indivíduos, é importante levar em conta que estes podem estar relacionados às faixas de renda, uma vez que aqueles indivíduos mais escolarizados tendem a possuir salários mais altos. É possível observar esse caso no *boxplot* da Figura 4.5, o qual mostra a relação entre anos de estudo e faixa de renda para a amostra analisada da PNAD 2009.

Figura 4.5: Faixa de renda por anos de estudo



Fonte: elaboração própria com base nos dados da PNAD 2009.

Desta forma, a incidência de roubo, furto e tentativa de roubo ou furto apresenta-se em níveis mais acentuados em graus de escolaridade mais altos. Em relação ao roubo, é possível perceber uma dinâmica um pouco diferente. Mesmo a maior incidência se mostrando no grupo de indivíduos com grau superior incompleto, há também uma incidência razoável em grupos com o segundo grau incompleto. Isso acontece devido à possibilidade desses indivíduos serem mais jovens, na faixa entre 13 e 18 anos, que representa a segunda maior incidência de roubo entre as faixas etárias analisadas, ou, ainda, a possibilidade de que esses indivíduos, não sendo jovens, estarem mais próximos a criminosos devido à dinâmica socioeconômica das regiões que residem.

A próxima variável analisada refere-se à faixa de rendimento familiar *per capita*. Dado que um dos principais fatores que influenciam criminosos a cometerem delitos de natureza econômica é o retorno financeiro esperado, é bastante razoável esperar que indivíduos com rendimentos mais elevados sejam alvos mais atrativos para os criminosos. Essa relação pode ser observada com clareza nos dados analisados na Tabela 4.4, em que a proporção de indivíduos vitimados, analisando os três tipos de crimes, aumenta a cada maior faixa de renda, com grandes diferenças proporcionais entre a menor e a maior faixa de renda. No que se refere aos roubos os furtos em residência, apresentados na Tabela 4.5, a dinâmica é a mesma, mas é importante salientar que indivíduos com renda maior realizam um maior investimento na segurança de suas residências, o que pode ser um fator determinante para explicar a menor diferença neste caso do que entre a incidência dos crimes comuns de roubo, furto e tentativa de roubo ou furto nas diferentes faixas de renda.

Em relação à composição familiar da residência, é possível observar que residências uniparentais sofreram proporcionalmente mais roubos ou furtos do que residências formadas por casais com ou sem filhos. 5,9% das residências uniparentais foram vitimizadas, enquanto aquelas com casais com e sem filhos foram 4,38% e 3,9%, respectivamente. É possível imaginar que isso se deva justamente ao fato de que lares uniparentais tenham mais dificuldades em manter a segurança da residência, seja por falta de tempo devido ao fato de que todas as atividades da casa recaem sobre uma única pessoa adulta, ou pela possibilidade dessas residências terem menos arcabouços financeiros para investir em equipamentos de segurança (se comparado a uma residência onde um casal divide dois salários e as responsabilidades da casa, por exemplo),

Apesar de estudos indicarem que a incidência de crimes em áreas urbanas é maior do que em áreas rurais (Salvato, Junior e Silva, 2016) pelo fato de que o retorno financeiro esperado do crime é maior em cidades urbanizadas, observa-se uma dinâmica diferente para os dados de roubo aqui analisados. Enquanto que a proporção de indivíduos que foram vítimas de roubo em área urbana representa 3,97%, na área rural esse valor aumenta para 7,69%. A mesma dinâmica é observada quando são analisados os roubos ou furtos contra residência (Tabela 4.5). Como são poucos indivíduos analisados na área rural, a incidência do crime torna-se marginalmente mais impactante do que quando são analisados os dados da área urbana. As proporções de indivíduos vítimas de tentativa de roubo ou furto em área urbana e rural são praticamente idênticas (7,67% e 7,69%). Já quando são analisados os furtos, não houve incidência alguma na área rural de acordo com os dados deste estudo, enquanto que na área urbana, a proporção de vitimados foi de 5,14%.

Em relação à condição de ocupação do domicílio pelo indivíduo, ou seja, se ele é próprio, alugado ou cedido, é possível observar que há uma maior incidência tanto de roubo e furto, quanto de tentativa de roubo ou furto, em indivíduos que moram em domicílios alugados (4,20%, 7,79% e 10,77%, respectivamente) frente às incidências em indivíduos que moram em residências próprias (3,75%, 6,05% e 8,60%, respectivamente) e,

Tabela 4.5: Perfil proporcional dos domicílios vítimas de roubo ou furto

		Roubo/furto à residência				
		não		sim		Total
		N	%	N	%	N
Faixa de rendimento (em Salários Mínimos**)	Até 1 SM	2452	95,41	118	4,59	2570
	1 a 2 SM	1823	96,10	74	3,90	1897
	2 a 3 SM	643	94,56	37	5,44	680
	3 a 5 SM	472	94,21	29	5,78	501
	Mais de 5 SM	390	93,08	29	6,92	419
Composição familiar	Casal sem filhos	1130	96,09	46	3,91	1176
	Casal com filhos	2942	95,61	135	4,38	3077
	Uniparental ou outra composição	1777	94,07	112	5,92	1889
Área do domicílio	Urbana	5039	94,88	272	5,12	5311
	Rural	14	93,33	1	6,66	15
Condição de ocupação do domicílio	Alugado	1083	94,83	59	5,16	1142
	Próprio	4221	95,33	207	4,67	4428
	Cedido	523	95,09	27	4,90	550
Local do domicílio	Cidade não-autorrepresentativa	2510	95,55	117	4,45	2627
	Região Metropolitana ou Cidade autorrepresentativa	3339	94,99	176	5,00	3515
Olho mágico; abertura na porta; corrente no trinco da porta; ou, interfone	tem	1105	95,51	52	4,49	1157
	não tem	4744	95,17	241	4,83	4985
Fechaduras extras, barras (de ferro ou madeira) na porta/janela contra arrombamento	tem	1203	93,11	89	6,88	1292
	não tem	4646	95,79	204	4,20	4850
Grades da janela/porta	tem	1604	93,91	104	6,08	1708
	não tem	4245	95,74	189	4,26	4434
Cerca eletrificada; muro ou grade com mais de 2 metros ou cacos de vidro, arame farpado ou alarme eletrônico	tem	1343	93,98	86	6,01	1429
	não tem	4506	95,61	207	4,39	4713
Câmera de vídeo	tem	375	96,40	14	3,59	389
	não tem	5474	95,15	279	4,85	5753
Segurança privada ou cancela	tem	586	95,13	30	4,87	616
	não tem	5263	95,24	263	4,75	5526
Outro mecanismo de segurança	tem	137	91,95	12	8,05	149
	não tem	5712	95,31	281	4,68	5993
Cachorro	tem	774	95,32	38	4,68	812
	não tem	5075	95,22	255	4,78	5330

Fonte: elaboração própria

por seguinte, indivíduos que moram em locais cedidos (2,91%, 6,18% e 7,64%). Quando são analisados furtos e roubos contra residência (Tabela 4.5), observa-se a mesma dinâmica: residências alugadas são proporcionalmente mais vitimadas (5,16%) do que residências cedidas (4,90%) ou próprias (4,67%). Isso se deve ao fato de que indivíduos donos de suas próprias moradias tendem a ser mais aptos financeiramente a investir em equipamentos de segurança, o que pode reduzir a ocorrência de crimes (Cohen e Felson (1979)).

Para efeitos de delimitação do estudo, a variável que se refere ao local de residência de indivíduos foi analisada. É possível observar que os crimes de roubo, furto e tentativa de roubo ou furto incidem majoritariamente em indivíduos que residem em Curitiba (cidade autorrepresentativa) e Região Metropolitana (5,14%, 5,54% e 8,91% frente a 1,53%, 3,50% e 4,25% de locais não autorrepresentativos, respectivamente a cada crime). Quando são analisados os roubos e furtos contra residência (Tabela 4.5), verifica-se a mesma relação proporcional (5% de incidência em Curitiba e Região Metropolitana e 4,45% em locais não autorrepresentativos).

Peixoto (2003) sugere não utilizar as demais variáveis da Tabela 4.4 para analisar a incidência de roubos e furtos contra residência, uma vez que este crime não acontece de maneira regular nessas variáveis. Desta forma, foram consideradas a mais somente as variáveis de segurança do domicílio. A Tabela 4.6 mostra apenas os domicílios que foram vítimas de furto ou roubo. De acordo com os dados, verifica-se que a grande maioria deles não possui elementos de segurança considerados. A câmera de segurança e outro mecanismo que não foi divulgado pela pesquisa se mostram como os itens menos presentes nas residências vitimadas, seguido de segurança privada, cachorro, olho mágico etc, cerca eletrificada etc, fechaduras extras etc e grades na janela/porta. Entretanto, precisamos

Tabela 4.6: Domicílios que sofreram roubo ou furto por posse ou não de instrumentos de segurança

Instrumentos de segurança	Domicílios que sofreram roubo ou furto				
	não tinham	%	tinham	%	Total
Olho mágico; abertura na porta; corrente no trinco da porta; ou, interfone	241	82,25	52	17,74	293
Fechaduras extras, barras (de ferro ou madeira) na porta/janela contra arrombamento	204	69,62	89	30,37	293
Grades da janela/porta	189	64,51	104	35,49	293
Cerca eletrificada; muro ou grade com mais de 2 metros ou cacos de vidro, arame farpado ou alarme eletrônico	207	70,65	86	29,35	293
Câmera de vídeo	279	95,22	14	4,77	293
Segurança privada ou cancela	263	89,76	30	10,23	293
Outro mecanismo de segurança	281	95,90	12	4,09	293
Cachorro	255	87,03	38	12,96	293

Fonte: elaboração própria com base nos dados da PNAD 2009.

analisar os dados proporcionalmente. A Tabela 4.5 mostra que o roubo ou furto contra residências que possuem alguns equipamentos de segurança incide proporcionalmente mais do que em residências que não os possuem (como é o caso de fechaduras extras, barras na porta contra arrombamento, grades na janela ou porta, cerca eletrificada, muro ou grade com mais de 2 metros ou cacos de vidro, arame farpado ou alarme eletrônico, segurança privada ou cancela ou outro mecanismo que não foi citado na lista de itens de segurança); e para outros itens de segurança, o crime acontece proporcionalmente menos quando a residência os possui (como é o caso de olho mágico, abertura na porta, corrente de trinco da porta ou interfone, câmera de vídeo e cachorro). De acordo com essa dinâmica, é importante pontuar a possibilidade de que os indivíduos tenham adquirido instrumentos de segurança domiciliar após terem sofrido os crimes, o que não é possível saber através da pesquisa. Além disso, é importante salientar que, de acordo com a pergunta feita pela PNAD 2009 aos indivíduos, todos os instrumentos de segurança foram adicionados às suas residências com o exclusivo objetivo de aumentar a segurança domiciliar (“Para aumentar a segurança, existe no domicílio [...]?”).

5 Análise empírica, resultados e discussões

Neste capítulo são apresentados os diagnósticos estatísticos dos modelos utilizados (Seção 5.1), os principais resultados dos modelos estimados para análise (Seção 5.2) e, por fim, as discussões levantadas com base nos resultados encontrados (Seção 5.3).

5.1 Análise estatística dos modelos empíricos

A base de dados inicial contava com 19.883 observações coletadas para indivíduos do município de Curitiba; e 6.389 observações coletadas para domicílios. A partir desta amostra, foram filtrados aqueles que responderam às perguntas da pesquisa referente à vitimização e à justiça, restando 17.106 observações para indivíduos e 6.142 observações para domicílios. O número de pessoas vítimas de roubo, furto ou tentativa de roubo ou furto não representa a soma de cada um dos crimes, pois uma mesma pessoa pode ter sido vítima de mais de um tipo de crime. Dos 17.106 indivíduos que responderam à pesquisa suplementar da PNAD 2009, muitos não tinham alguma das (ou algumas) informações socioeconômicas necessárias para a análise empírica. Desta forma, foram excluídos da base aqueles indivíduos que não responderam uma ou mais de uma das informações a seguir: sexo, cor, idade, estado civil, condição de ocupação econômica, anos de estudo e renda familiar *per capita*. Além disso, pela baixíssima quantidade de indivíduos residentes em área rural, foram considerados apenas os residentes da área urbana. Isso foi necessário para que a análise empírica fosse desenvolvida de forma consistente. Além dos indivíduos excluídos, alguns domicílios também o foram por causa de dados faltantes. Dessa forma, o número de observações de indivíduos e domicílios pré-considerados para estimação pode ser observado na Tabela 5.1.

Tabela 5.1: Número de observações de cada crime analisado antes da re-amostragem

Modelos	não	%	sim	%	Total
Roubo	9.251	95,23	463	4,77	9.714
Furto	9.109	93,77	605	6,23	9.714
Tentativa de roubo ou furto	8.837	90,97	877	9,03	9.714
Roubo ou furto contra residência	5.780	95,27	287	4,73	6.067

Fonte: elaboração própria

É dito “pré-considerados” porque é possível observar um claro viés de classe nesses números, uma vez que a proporção de eventos é muito menor do que a proporção de não eventos (há muito mais pessoas que não sofreram vitimização do que pessoas que sofreram). Então, como explicado na Subseção 4.2, uma re-amostragem dos dados foi realizada, a qual compreendeu grupos de controle e tratamento para cada modelo. A partir da re-amostragem, as observações são consideradas em proporções iguais para adequar os modelos analisados, tal como mostra a Tabela 5.2.

Apenas a partir dos dados da Tabela 5.2 é que então foram estimados modelos para cada tipo de crime. Para o crime de roubo, foi feita uma comparação entre os resultados de estimações via *probit* e *logit*. Uma vez que Gujarati e Porter (2011) afirma que não há grandes razões para preferir um modelo ou outro, esse procedimento foi aplicado para fins de comparação. Embora os modelos sejam semelhantes, deve-se ficar atento ao interpretar os coeficientes estimados pelos dois modelos, que não são diretamente comparáveis. Isso

Tabela 5.2: Número de observações de cada crime analisado por grupo após re-amostragem

Modelos	Grupo	não	%	sim	%	Total
Roubo	controle	185	50	185	50	370
	tratamento	9066	97,02	278	2,97	9344
Furto	controle	393	50	393	50	786
	tratamento	8716	97,62	212	2,37	8928
Tentativa de roubo ou furto	controle	613	50	613	50	1226
	tratamento	8224	96,88	264	3,11	8488
Roubo ou furto contra residência	controle	160	50	160	50	320
	tratamento	4803	97,82	107	2,17	4910

Fonte: elaboração própria

porque, embora a distribuição logística padrão (a base do *logit*) e a normal padrão (a base do *probit*) tenham ambas média zero, suas variâncias são diferentes. Assim, as análises se tornam diferentes nos extremos das observações. Os modelos estimados de cada crime podem ser expressos por:

$$P_i(Y = 1|\mathbf{X}) = F_{(l,p)} \quad (5.1)$$

em que $P_i(Y = 1|\mathbf{X})$ é a probabilidade do indivíduo i ser vítima do crime Y (roubo, furto ou tentativa de roubo/furto) dado o vetor de características \mathbf{X} (sexo, cor, faixa etária, estado civil, condição de ocupação na economia, escolaridade e faixa de renda). No caso da estimação para o crime de roubo/furto contra residência, a estimação segue a mesma lógica, em que $P_i(Y = 1|\mathbf{X})$ é a probabilidade da residência i ser vítima do crime Y (roubo/furto contra residência, nesse caso), mas o vetor de características \mathbf{X} considerado é dados pelas variáveis de faixa de renda, condição de ocupação do domicílio, composição familiar, local do domicílio e pelas variáveis relacionadas aos equipamentos de segurança da residência, discutidas nas Subseções 4.1.1, 4.1.2 e 4.1.3.

Ao estimar os modelos, é necessário verificar se cada estimação obedece às propriedades estatísticas consistentes antes de realizar as devidas análises dos resultados. Por meio da Tabela 5.3, é possível observar os testes e estatísticas de cada modelo. Como mostra a tabela, foi feita uma segunda especificação para o modelo de roubo (tanto via *probit* quanto *logit*), uma vez que o Teste de Wald do modelo via *probit* não mostrou significância estatística para a especificação inicial. O Teste de Wald avalia o modelo de regressão logística como um todo e tem a finalidade de avaliar se os parâmetros estimados são significativamente diferentes de zero (testa a hipótese de que um determinado coeficiente é nulo). Dessa maneira, uma segunda estimação foi realizada excluindo e adicionando variável por variável, de maneira a observar que a exclusão da faixa etária apresentou melhora do modelo, considerando os resultados dos testes de Wald. O mesmo problema aconteceu no modelo de roubos/furtos contra residência, mas não houve especificação em que os resultados melhorassem.

Para verificar a robustez dos modelos, foram observados os resultados do Teste χ^2 de Pearson. Como é possível observar na Tabela 5.3, uma vez que o valor de χ^2 de cada modelo é maior do que os respectivos graus de liberdade a um nível de, pelo menos, 5% de significância, é possível dizer que os modelos relacionados aos indivíduos se ajustam adequadamente aos dados. No caso das estimações para o modelo de roubo/furto contra residência, não foram observados resultados satisfatórios.

Do ponto de vista estatístico, a escolha do modelo mais apropriado é muito importante na análise de dados (Bozdogan, 1987). O modelo mais parcimonioso envolve a

estimação com o mínimo de parâmetros possíveis e que explique bem o comportamento da variável de resposta. Nesse contexto, os critérios baseados no máximo da função de verossimilhança (MFV) são os mais utilizados, com ênfase no Teste da Razão de Verossimilhança (TRV, ou *Log likelihood*) e no Critério de Informação de Akaike (AIC) (Wolfinger, 1993 e Littell et al., 2006). O AIC admite a existência de um modelo “real” que descreve os dados desconhecidos, o qual tenta escolher dentre um grupo de modelos avaliados o que minimiza a divergência de *Kullback-Leibler*. Essa divergência está relacionada à informação perdida por se usar um modelo aproximado e não o “real”, de maneira que modelo com menor valor do AIC é considerado o modelo de melhor ajuste. Os valores de log-verossimilhança são usados para comparar o ajuste de diferentes coeficientes de maneira que, como o objetivo é maximizar o log-verossimilhança, quanto maior o maior valor, melhor (por exemplo, um valor de -240 é melhor que -242). Para um modelo de regressão logística, o valor da probabilidade do log é sempre negativo, uma vez que a contribuição da probabilidade de cada observação é uma probabilidade no intervalo entre 0 e 1.

Para testar se as regressões apresentam problema de multicolinearidade, foi realizado o teste do fator de inflação de variância (VIF). A multicolinearidade acontece quando existe correlação entre os preditores, de maneira que a ocorrência desse problema pode afetar adversamente os resultados das regressões (Dodge, 2008; Everitt e Skrondal, 2002). O VIF, então, estima o quanto a variância de um coeficiente da regressão é inflada devido à multicolinearidade no modelo, tomando um preditor e regredindo-o contra todos os outros preditores do modelo. Caso o VIF seja igual a 1 não há multicolinearidade entre os fatores, caso seja maior que 1, mas menor que 5, as preditoras podem estar moderadamente correlacionadas, mas não o suficiente para se preocupar demais com isso, e caso seja maior que 5 há uma alta correlação, o que pode ser problemático. Como é possível observar nas Tabelas B.1 e B.2 do Apêndice B, nenhum dos modelos parece apresentar problemas de multicolinearidade.

Tabela 5.3: Testes e estatísticas dos modelos

Testes	probit roubo	probit roubo 2	logit roubo 1	logit roubo 2	probit furto	logit furto	probit tentativa	logit tentativa	probit residência	logit residência
AIC	522.89	588.39	522.93	518.04	1088.9	1088.7	1687	1687	310.66	310.77
Teste χ^2 de Wald	$\chi^2 = 0.84$, $df = 1$, $P(> \chi^2) = 0.36$	$\chi^2 = 3.6$, $df = 1$, $P(> \chi^2) = 0.059$	$\chi^2 = 0.91$, $df = 1$, $P(> \chi^2) = 0.34$	$\chi^2 = 3.5$, $df = 1$, $P(> \chi^2) = 0.061$	$\chi^2 = 8.1$, $df = 1$, $P(> \chi^2) = 0.004$	$\chi^2 = 8.0$, $df = 1$, $P(> \chi^2) = 0.004$	$\chi^2 = 18.5$, $df = 1$, $P(> \chi^2) = 0.000$	$\chi^2 = 18.4$, $df = 1$, $P(> \chi^2) = 0.000$	$\chi^2 = 0.11$, $df = 1$, $P(> \chi^2) = 0.74$	$\chi^2 = 0.11$, $df = 1$, $P(> \chi^2) = 0.74$
Teste χ^2 de Pearson	$\chi^2 = 32.03$, $P(> \chi^2) = 0.042$	$\chi^2 = 28.90$, $P(> \chi^2) = 0.024$	$\chi^2 = 31.99$, $P(> \chi^2) = 0.043$	$\chi^2 = 28.89$, $P(> \chi^2) = 0.024$	$\chi^2 = 42.68$, $P(> \chi^2) = 0.002$	$\chi^2 = 42.94$, $P(> \chi^2) = 0.002$	$\chi^2 = 54.58$, $P(> \chi^2) = 0.000$	$\chi^2 = 54.64$, $P(> \chi^2) = 0.000$	$\chi^2 = 19.23$, $P(> \chi^2) = 0.31$	$\chi^2 = 19.12$, $P(> \chi^2) = 0.32$
Desvio mulo	512.93 em 369 graus de liberdade	1089.6 em 785 graus de liberdade	1089.6 em 785 graus de liberdade	1699.6 em 1225 graus de liberdade	1699.6 em 1225 graus de liberdade	293.89 em 211 graus de liberdade	293.89 em 211 graus de liberdade			
Desvio residual	480.89 em 349 graus de liberdade	484.89 em 353 graus de liberdade	480.89 em 349 graus de liberdade	484.89 em 353 graus de liberdade	1046.9 em 765 graus de liberdade	1046.7 em 765 graus de liberdade	1645.0 em 1205 graus de liberdade	1645.0 em 1205 graus de liberdade	274.66 em 194 graus de liberdade	274.66 em 194 graus de liberdade
Graus de liberdade	20	16	20	16	20	20	20	20	17	17
Log likelihood	-240.4466 ($df=21$)	-242.011 ($df=17$)	-240.4661 ($df=21$)	-242.0191 ($df=17$)	-523.4707 ($df=21$)	-523.3434 ($df=21$)	-822.5045 ($df=21$)	-822.4756 ($df=21$)	-137.3291 ($df=18$)	-137.3835 ($df=18$)
Índ. de Cox e Snell	0.08294075	0.07515293	0.08284384	0.07511256	0.05285963	0.05316615	0.04354849	0.04359358	0.08674223	0.0862734
Índ. de Nagelkerke	0.1105877	0.1002039	0.1104585	0.1001501	0.0704795	0.07088819	0.05806465	0.05812477	0.1156563	0.1150312
R^2 de McFadden	0.06245657	0.05635663	0.06238035	0.05632515	0.03917492	0.0394084	0.03211813	0.03215214	0.06545298	0.06508277
Concordância	0.5607928	0.5745295	0.5616585	0.5555225	0.5812959	0.5818296	0.5494271	0.5489062	0.5539767	0.5521492
Discordância	0.4392072	0.4254705	0.4383415	0.4444775	0.4187041	0.4181704	0.4505729	0.4510938	0.4460233	0.4478508
Empates	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Pares	2520348	2305965	2520348	2520348	1847792	1847792	2171136	2171136	781977	781977
Erro de classificação	0.2984	0.2518	0.3508	0.3494	0.221	0.2973	0.1988	0.2904	0.266	0.3103
Sensibilidade	0.3848921	0.3411765	0.4388489	0.4388489	0.2830189	0.3679245	0.2424242	0.3409091	0.2981366	0.3540373
Especificidade	0.7113391	0.7597036	0.6556364	0.6570704	0.7910739	0.7108765	0.8191877	0.7214251	0.7484044	0.7008441

Nota: significância a 10% (*), a 5% (**), e a 1% (***)

Fonte: elaboração própria.

Para testar a capacidade preditiva dos modelos, e também seu ajuste, foi utilizada a Curva ROC (*Receiver Operating Characteristic*), a qual mede a capacidade do modelo em discriminar as categorias da variável de resposta. A Curva ROC mostra a relação entre a sensibilidade do modelo (caracterizada pelos verdadeiros positivos) e a especificidade (caracterizada pelos falsos positivos). Essa análise é realizada observando a área abaixo da curva em questão. Quanto mais próxima de 1, melhor ajustado está o modelo, de maneira que se a área mostra-se acima de 0,8, o modelo possui poder discriminatório excelente (Fávero e Belfiore, 2014), sendo aceitável áreas maiores que 0,5. Na situação em que a área é inferior a 0,5, significa que o modelo não consegue discriminar as categorias da variável de resposta. Como mostram as Figuras B.1 a B.10 do Apêndice B, todos os modelos apresentam curvas aceitáveis de predição.

Por fim, na Tabela 5.3 ainda é possível observar os valores dos pseudo- R^2 de McFadden (Domencich e McFadden, 1975) e os índices de Cox e Snell e Nagelkerke, os quais também contribuem para avaliar o desempenho dos modelos. Os índices de Cox e Snell e de Nagelkerke também são entendidos como pseudos- R^2 . Neste estudo, indicam, respectivamente, quantos % das variações ocorridas no log da razão de chance são explicadas pelo conjunto das variáveis e quantos % das variações registradas na variável o modelo é apto para explicar.

5.2 Principais resultados empíricos

As Tabelas 5.4 e 5.5 apresentam os efeitos marginais e parciais dos modelos estimados. Resultados mais detalhados sobre os coeficientes estimados, erros-padrão e intervalos de confiança destes modelos podem ser observados nas Tabelas C.1 a C.10 do Apêndice C.

Entre os modelos de roubo, foram consideradas para essa análise aquelas estimações que não incluem a faixa-etária (p -roubo2 e l -roubo2), uma vez que essa especificação mostrou-se mais satisfatória considerando os resultados do Teste de Wald (no caso da estimação via *probit*), e o valor do AIC (no caso da estimação via *logit*). Apesar disso, em nenhuma das estimações dos modelos deste crime a variável de faixa-etária apresentou qualquer significância estatística. Dessa forma, observa-se na Tabela 5.4 que na estimação via *probit* (p -roubo2), indivíduos casados têm uma probabilidade 9,11% menor de sofrerem roubo do que indivíduos solteiros. Ainda, indivíduos que trabalham tem 20,39% a mais de probabilidade de sofrerem o crime em questão em comparação com aqueles que não trabalham. Além disso, os resultados indicam que aqueles que fazem parte dos grupos que tem até o primeiro grau completo (ensino fundamental), segundo grau incompleto (ensino médio) ou completo, têm maiores probabilidades de serem vitimizados (15,34%, 19,33% e 11,45%, respectivamente) do que indivíduos sem instrução ou com ensino fundamental incompleto. O modelo de roubo estimado via *probit* ainda mostra que aqueles com rendimento médio mensal *per capita* na faixa de 3 a 5 salários mínimos têm uma probabilidade 17,98% maior de sofrerem roubo do que indivíduos com rendimentos médios *per capita* de até 1 salário mínimo. As demais variáveis consideradas não mostraram significância estatística, ou seja, não se pode inferir quaisquer resultados sobre elas. Ainda sobre o crime de roubo, a estimação do modelo via *logit* (l -roubo2) apresenta resultados diferentes à estimação via *probit*, apesar da semelhança na direção das variáveis. Os resultados dessa estimação sugerem que indivíduos casados têm 35,26% menos chances de serem roubados do que solteiros. Além disso, indicam que aqueles que fazem parte dos grupos que estudaram só até o ensino fundamental, ou até o ensino médio, incompleto ou

não também têm mais chances de serem vitimizados (124%, 118% e 62%, respectivamente) do que indivíduos sem instrução ou com ensino fundamental incompleto. Por fim, é possível observar que aqueles com rendimentos entre 1 e 2 ou 3 e 5 salários mínimos também correm mais risco (102% ou 228% mais chances, respectivamente) do que indivíduos com rendimentos de até 1 salário mínimo.

Quanto ao crime de furto, tanto a estimação via *probit* quanto via *logit* indicam que o sexo, a faixa etária, a condição de ocupação na economia e a escolaridade parecem determinar a ocorrência da vitimização. Pelo modelo *probit*, indivíduos do sexo masculino têm uma probabilidade 11,51% maior de serem furtados do que indivíduos do sexo feminino. Aqueles entre 35 e 44 anos apresentam uma probabilidade 16,12% maior de sofrerem o crime do que aqueles do grupo de referência. Os que trabalham têm probabilidade 21,15% maior que os que não trabalham. Por sua vez, aqueles que estudaram até o ensino fundamental possuem probabilidade 14,19% maior de serem furtados do que aqueles sem instrução ou que não chegaram a concluir o ensino fundamental. Já no modelo de furto via *logit*, indivíduos do sexo masculino apresentam uma chance 63,41% maior de serem furtados do que mulheres. Aqueles com 35 a 44 anos possuem uma chance 97,03% maior que os indivíduos de até 18 anos. Os que trabalham têm probabilidade 151,95% maior do que os que não trabalham. Por fim, indivíduos que estudaram até o ensino fundamental apresentam chance 80,24% maior de serem furtados do que aqueles indivíduos sem instrução ou que não terminaram o ensino fundamental.

Os resultados que tangem ao modelo de tentativa de roubo ou furto, tanto via *probit* quanto *logit*, sugerem que sexo, estado civil, escolaridade e renda têm impacto na determinação desse tipo de vitimização. No caso da estimação via *probit*, homens têm 7,69% a mais de probabilidade de serem vítimas de do que mulheres. Indivíduos divorciados ou viúvos mostraram probabilidades maiores de vitimização do que indivíduos solteiros (18,42% e 23,48%, respectivamente). Quanto à escolaridade, todos os grupos apresentam maior probabilidade de vitimização do que o grupo de referência, sendo aquele composto por indivíduos com segundo grau incompleto o grupo com a maior probabilidade (20,08%), seguido pelo grupo com ensino superior completo (16,80%), ensino superior incompleto (16,36%), primeiro grau completo (15,32%) e segundo grau completo (12,51%). Ainda, aqueles com rendimentos mensais *per capita* entre 3 e 5 salários mínimos possuem uma probabilidade 9,68% maior de sofrerem tentativa de roubo ou furto do que indivíduos com rendimentos de até 1 salário mínimo. Quando a estimação é realizada via *logit*, homens apresentam probabilidade 38,35% maior de serem vítimas do que mulheres. Divorciados e viúvos mostram, respectivamente, probabilidade 116,46% e 170,19% maiores de vitimização por tentativa de roubo ou furto do que solteiros. No caso da escolaridade, também todos os grupos têm maiores probabilidades de serem vítimas do que o grupo de referência, de modo que o grupo com a maior probabilidade é aquele composto por indivíduos com até o primeiro grau completo (130,61%), seguido do grupo com ensino superior completo (102,83%), primeiro grau completo (89,04%) e segundo grau completo (68,74%). Por fim, indivíduos com rendimentos entre 3 e 5 salários mínimos têm probabilidade 49,44% maior de serem vítimas do que o grupo de referência.

No caso dos roubos e furtos contra residência, os modelos foram analisados via *probit* e *logit*, mas é necessário elucidar que os Testes de Wald não demonstraram resultados satisfatórios. Em todo caso, apenas um grupo da variável de faixa de rendimento mostrou-se significativo para explicar a vitimização, sendo ele composto por indivíduos que têm rendimentos entre 1 e 2 salários mínimos. Residências nesse grupo possuem uma probabilidade de vitimização 16,44% menor em comparação ao grupo de referência. Além

disso, apenas a variável que engloba dos equipamentos de segurança relacionados a olho mágico, abertura na porta, corrente no trico da porta ou interfone mostrou significância, de maneira que casas que não possuem esse itens para melhor a segurança possuem probabilidade 26,33% maior de serem furtadas ou roubadas do que residências que têm esses itens. Na estimação via *logit*, residências com rendimento médio mensal *per capita* entre 1 e 2 salários mínimos possuem probabilidade 51,04% menor de serem vitimizadas do que aquelas com até 1 salário mínimo. Por fim, os resultados ainda sugerem que a probabilidade de uma residência que não conta com os itens da variável de olho mágico sofrer um furto ou roubo é 217% maior do que aquelas residências que contam com esses itens para melhorar a segurança. É necessário destacar que existe a possibilidade dessas últimas estimações apresentarem problema de endogeneidade, uma vez que os indivíduos podem ter de fato adquirido instrumentos de segurança domiciliar após terem sofrido os crimes, o que não é possível saber pela pesquisa.

Tabela 5.4: Resultados dos modelos de roubo, furto e tentativa contra indivíduos

Variável	Característica	Efeitos Marginais						Efeitos Parciais					
		p-roubo1	p-roubo2	p-furto	p-tentativa	l-roubo1	l-roubo2	l-furto	l-tentativa				
Intercepto		-0.1527 (0.3237)	-0.3374 (0.0114**)	-0.4176 (0.00054***)	-0.2509 (0.0036***)	0.5263 (0.34640)	0.3889 (0.12535)	0.1665 (0.0007***)	0.3488 (0.00359***)				
Sexo	Feminino (referência)	0.0447 (0.4047)	0.0539 (0.2870)	0.1151 (0.00147***)	0.0769 (0.00830***)	1.2065 (0.42378)	1.2342 (0.36350)	1.6341 (0.0013***)	1.3835 (0.0078***)				
	Masculino												
Cor	Preto ou pardo (referência)												
	Branco	-0.0595 (0.3551)	0.0128 (0.8217)	-0.0140 (0.73269)	0.0082 (0.80888)	0.7767 (0.34138)	0.7748 (0.33237)	0.9403 (0.7237)	1.0377 (0.79520)				
	Outros	0.1000 (0.2587)	0.1855 (0.24742)	-0.0182 (0.84393)	-0.0182 (0.25692)	1.5952 (0.2485)	1.8384 (0.2485)	2.9441 (0.2485)	0.9411 (0.84277)				
	13-18 (referência)												
	19-24	-0.1300 (0.2281)	-	0.0223 (0.79995)	0.0124 (0.84539)	0.5653 (0.23063)	-	1.0942 (0.8093)	1.0514 (0.85048)				
	25-34	-0.1219 (0.2587)	-	0.0999 (0.24742)	0.0125 (0.84393)	0.5832 (0.25692)	-	1.5260 (0.2485)	1.0540 (0.84277)				
	35-44	-0.0898 (0.4607)	-	0.1612 (0.07038*)	-0.0036 (0.95625)	0.6782 (0.46823)	-	1.9703 (0.0726*)	0.9818 (0.94682)				
	45+	-0.0221 (0.8595)	-	0.0749 (0.40587)	-0.0107 (0.87439)	0.9011 (0.84993)	-	1.3755 (0.403994)	0.9550 (0.87084)				
Estado civil	Solteiro (referência)												
	Casado	-0.1373 (0.0577*)	-0.0911 (0.0883*)	0.0222 (0.61251)	-0.0071 (0.84037)	0.5463 (0.0562*)	0.6074 (0.0420**)	1.0934 (0.630172)	0.9697 (0.83650)				
	Separado	-0.1150 (0.3315)	0.0156 (0.8773)	0.1004 (0.16043)	0.1842 (0.00246***)	0.6113 (0.34261)	0.7254 (0.47094)	1.5310 (0.159977)	2.1646 (0.0027***)				
	Viúvo	-0.1506 (0.3598)	-0.0976 (0.4820)	0.0320 (0.75090)	0.2348 (0.01036**)	0.5110 (0.34781)	0.6511 (0.51239)	1.1391 (0.758896)	2.7019 (0.01025**)				
Emprego	Não trabalha (referência)												
	Trabalha	0.1235 (0.3293)	0.2039 (0.0842*)	0.2115 (0.02479**)	0.0504 (0.49299)	1.6905 (0.34773)	1.6209 (0.37239)	2.5195 (0.02815**)	1.2397 (0.48492)				
Escolaridade	Sem instrução até primeiro grau incompleto (referência)												
	Primeiro grau completo	0.1939 (0.0478**)	0.1534 (0.0747*)	-0.0174 (0.76878)	0.1532 (0.00175***)	2.3708 (0.04439**)	2.2408 (0.05708*)	0.9270 (0.7628)	1.8904 (0.0018***)				
	Segundo grau incompleto	0.1625 (0.1626)	0.1933 (0.0558*)	0.1419 (0.06840*)	0.2008 (0.00109***)	1.9766 (0.18291)	2.1870 (0.09729*)	1.8024 (0.0743*)	2.3061 (0.0011***)				
	Segundo grau completo	0.1377 (0.0516*)	0.1145 (0.0798*)	0.0104 (0.83591)	0.1251 (0.00204***)	1.8072 (0.05525*)	1.6274 (0.09518*)	1.0405 (0.8522)	1.6874 (0.0020***)				
	Superior incompleto	-0.0870 (0.4742)	-0.0451 (0.6801)	0.0107 (0.89444)	0.1636 (0.00877***)	0.6849 (0.47857)	0.5851 (0.30376)	1.0501 (0.8861)	1.9975 (0.0081***)				
	Superior completo	0.1186 (0.2010)	0.0944 (0.2819)	0.0473 (0.46841)	0.1680 (0.00189***)	1.6575 (0.21016)	1.4742 (0.32374)	1.2197 (0.4707)	2.0283 (0.0018***)				
Faixa de rendimento (em Salários Mínimos**)	Até 1 SM (referência)												
	1 a 2 SM	0.1719 (0.0100**)	0.0942 (0.1264)	0.0219 (0.61814)	0.0162 (0.64593)	2.1121 (0.01061**)	2.0297 (0.01392**)	1.0977 (0.6158)	1.0663 (0.66394)				
	2 a 3 SM	0.0911 (0.2932)	0.0432 (0.6043)	0.0722 (0.23979)	0.0318 (0.51296)	1.5056 (0.27958)	1.4354 (0.33015)	1.3449 (0.2537)	1.1417 (0.51494)				
	3 a 5 SM	0.2681 (0.0068***)	0.1798 (0.0561*)	0.0137 (0.84116)	0.0968 (0.08716**)	3.2685 (0.00671***)	3.2838 (0.0061***)	1.0577 (0.8462)	1.4944 (0.09042*)				
	Mais de 5 SM	0.1751 (0.1155)	0.1037 (0.3335)	0.0914 (0.23448)	0.0628 (0.35465)	2.1455 (0.11474)	2.1653 (0.10683)	1.2851 (0.2160)	1.2851 (0.37763)				
AIC		522.89	588.39	1088.9	1687	522.93	518.04	1088.7	1687				
Log-likelihood		-240.4466	-242.011	-523.4707	-822.5045	-240.4461	-242.0191	-523.4434	-822.4756				

Notas: Valores entre parênteses se referem à $P > |z|$, com significância a 10% (*), a 5% (**) e a 1% (***)

Fonte: elaboração própria.

Tabela 5.5: Resultados dos modelos de roubo/furto contra residência

Variável	Característica	Efeito Marginal	Efeito Parcial (OR)
		p-residência	l-residência
Intercepto		-0.1014 (0.7960)	0.6081 (0.7758)
Faixa de rendimento (em Salários Mínimos**)	Até 1 SM (referência)		
	1 a 2 SM	-0.1644 (0.0671 *)	0.4896 (0.0704 *)
	2 a 3 SM	-0.0359 (0.7289)	0.8485 (0.7170)
	3 a 5 SM	0.1119 (0.3590)	1.6634 (0.3482)
	Mais de 5 SM	0.0400 (0.7676)	1.1810 (0.7804)
Condição de ocupação do domicílio	Alugado (referência)		
	Próprio	0.0190 (0.8187)	1.0897 (0.8132)
	Cedido	0.0365 (0.7768)	1.1513 (0.8028)
Composição familiar	Casal sem filhos (referência)		
	Casal com filhos	0.0261 (0.7627)	1.1195 (0.7664)
	Uniparental ou outra composição	0.0923 (0.3260)	1.4969 (0.3280)
Local do domicílio	Cidade não-autorrepresentativa (referência)		
	Região Metropolitana ou Cidade autorepresentativa	0.0952 (0.1792)	1.5221 (0.1764)
Olho mágico; abertura na porta; corrente no trinco da porta; ou, interfone	tem (referência)		
	não tem	0.2633 (0.0153 **)	3.1779 (0.0169 **)
Fechaduras extras, barras (de ferro ou madeira) na porta/janela contra arrombamento	tem (referência)		
	não tem	-0.0601 (0.4820)	0.7763 (0.5027)
Grades da janela/porta	tem (referência)		
	não tem	-0.1107 (0.1639)	0.6225 (0.1768)
Cerca eletrificada; muro u grade com mais de 2 metros ou cacos de vidro, arame farpado ou alarme eletrônico	tem (referência)		
	não tem	-0.0427 (0.6411)	0.8314 (0.6473)
Câmera de vídeo	tem (referência)		
	não tem	0.1110 (0.5100)	1.5901 (0.5342)
Segurança privada ou cancela	tem (referência)		
	não tem	0.0821 (0.4655)	1.4171 (0.4845)
Outro mecanismo de segurança	tem (referência)		
	não tem	-0.1879 (0.5344)	0.4619 (0.5671)
Cachorro	tem (referência)		
	não tem	-0.0531 (0.6346)	0.8012 (0.6526)
AIC		310.66	310.77
Log-likelihood		-137.32 (df=18)	-137.38 (df=18)

Notas: Valores entre parênteses se referem à $P > |z|$, com significância a 10% (*), a 5% (**) e a 1% (***)

Fonte: elaboração própria.

5.3 Discussão dos resultados empíricos

Até aqui, foi realizada neste trabalho uma releitura do modelo de atividades rotineiras (Cohen e Felson, 1979; Cohen et al., 1981), incluindo elementos da Teoria da Escolha Racional (Becker (1968)) e da Teoria do Estilo de Vida (Hindelang et al., 1978). O intuito foi tentar entender a vitimização sob a ótica do ofensor motivado, buscando analisar a vitimização de pessoas e residências em categorias de crimes distintas, e tentar capturar possíveis diferenças nos tipos de vitimização. Nessa linha, os resultados encontrados na Seção 5.2 apontam que as variáveis individuais que podem determinar a vitimização não são as mesmas para os diferentes crimes analisados, o que sugere que estes podem ter dinâmicas diferentes.

Os fatores mais robustos para explicar a vitimização de roubo, são o estado civil, o fato de estar empregado, a menor escolaridade e uma faixa de renda mais elevada (dependendo da referência), ou seja, a proximidade da vítima com o infrator e a atratividade dessa para este, corroborando com as teorias inicialmente consideradas. No caso da vitimização de furto, os fatores que mais a explicam são o sexo, a faixa etária, o fato do indivíduo trabalhar e a baixa escolaridade, ou seja, neste caso parece que as Teorias do Estilo de Vida (Hindelang et al., 1978) e das Oportunidades (Cohen e Felson, 1979) explicam mais o crime do que a Teoria da Escolha Racional (Becker, 1968). Seguindo essa lógica, o infrator que furta o faz quando tem a chance, enquanto que aquele que rouba, o faz após considerar mais detalhes sobre a vítima, atentando-se principalmente para o retorno financeiro que terá. No caso de tentativa de roubo ou furto, o sexo, o estado civil, a escolaridade e a renda parecem influenciar na vitimização, sugerindo que esse tipo de crime tem uma dinâmica parecida com a do crime de roubo. Ainda, há uma concepção social de que mulheres poderiam ser mais prováveis de serem vitimizadas, mas os resultados mostram o contrário. Isso pode ser explicado por uma questão lógica de exposição: homens tendem a se expor mais do que mulheres, possivelmente porque estas não se sentem tão seguras nas ruas quanto estes e buscam se proteger mais (mesmo que o maior temor feminino não se relacione, necessariamente, à incidência de crimes patrimoniais), logo, não é incorreto pensar que eles têm maiores probabilidades de vitimização, nos casos apontados. Entretanto, é necessário elucidar que os resultados correspondem a dados de 2009. Considerando também que a entrada no mercado de trabalho é um grande fator de emancipação financeira e exposição, é possível que mudanças nas rotinas das mulheres ao longo dos anos tenham ocorrido, alterando também a dinâmica de vitimização. Seguindo essa lógica, seria interessante coletar dados mais atuais para comparar os efeitos de mudanças de rotinas. Ademais, as variáveis que se mostraram importantes para explicar a vitimização neste trabalho encontram os resultados empíricos observados em outras pesquisas (ver Tabela 2.4). Diferente de alguns, a característica de cor não demonstrou significância para a vitimização. Uma possível explicação para isso pode ser, além do caráter subjetivo da autodeclaração, o fato de que a região analisada é composta majoritariamente por indivíduos brancos. Dos entrevistados na PNAD de 2009, 71,67% se autodeclararam brancos e, proporcionalmente, foram os mais vitimizados no período de análise da Pesquisa.

Por conseguinte, o que parece explicar roubos ou furtos contra residências nos modelos estimados são a atratividade (renda aparente) e o fato de não contarem com alguns equipamentos de segurança (retomando ideias apresentadas por Clarke (1995)). Entretanto, as estimações não foram muito satisfatórias. Para que o modelo de roubo/furto contra residências apresentasse robustez, seria necessário capturar outras informações (não

disponíveis na pesquisa) que podem ser cruciais para determinar a vitimização, como a presença de guardiões pela região ou a frequência de permanência de seus moradores (Peixoto, 2008) na residência.

Ademais, o motivo para as diferenças entre os coeficientes estimados via *logit* e *probit* é que não há informações suficientes em um Y binário para identificar tanto β quanto σ^2 . No modelo *probit*, geralmente é assumido que $\sigma^2 = 1$ e no modelo *logit* que $\sigma^2 = \frac{\pi^2}{3}$. Essas suposições são inteiramente arbitrárias no sentido de que os dados não podem desmenti-las (Winkelmann e Boes, 2006). A literatura pontua que, ao utilizar $\sigma^2 = 1$ em um modelo *logit*, os resultados seriam muito parecidos aos do modelo *probit*. Isso ilustra que a razão pela qual os coeficientes de *logit* e *probit* diferem tanto é que eles são medidos em escalas diferentes. Train (2009) e Long e Freese (2006) mostram que é possível aproximar a escala entre os coeficientes multiplicando os coeficientes *probit* por $\frac{\pi^2}{3} = 1,81$ (embora não fiquem exatamente iguais).

6 Modelo baseado em agentes para a criminalidade em Curitiba

Este capítulo apresenta em detalhes os principais mecanismos de funcionamento do modelo baseado em agentes desta pesquisa, que teve como base os modelos apresentados por [Passos \(2020\)](#) e [De Paula \(2018\)](#). Os dados utilizados para calibragem empírica do modelo advém em grande parte da PNAD 2009, utilizada anteriormente neste trabalho, e do Censo Demográfico de 2010, ambos realizados pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). As demais alterações feitas em relação ao modelo de [Passos \(2020\)](#) estão na Tabela [D.1](#) do Apêndice [D](#). A Seção [6.1](#) apresenta as características relacionadas ao ambiente de simulação, ou seja, propriedades da área onde a simulação ocorre. A seção [6.2](#) mostra as características mais relevantes referentes a cada um dos subgrupos da sociedade em questão (idade, proporção do subgrupo na população total etc.). Na Seção [6.3](#), a estratégia de crescimento econômico e desemprego do modelo é exibida. A Seção [6.4](#) apresenta a taxa de natalidade e mortalidade do modelo. A Seção [6.5](#) expõe as características básicas das residências. A Seção [6.6](#) abrange detalhes referentes à dinâmica de roubos de pessoas e residências, bem como a maneira como cada um desses tipos de roubo se relacionam. Por fim, a Seção [6.7](#) retrata os padrões de movimentação de cada grupo de agentes, bem como considerações a respeito da estratégia de policiamento.

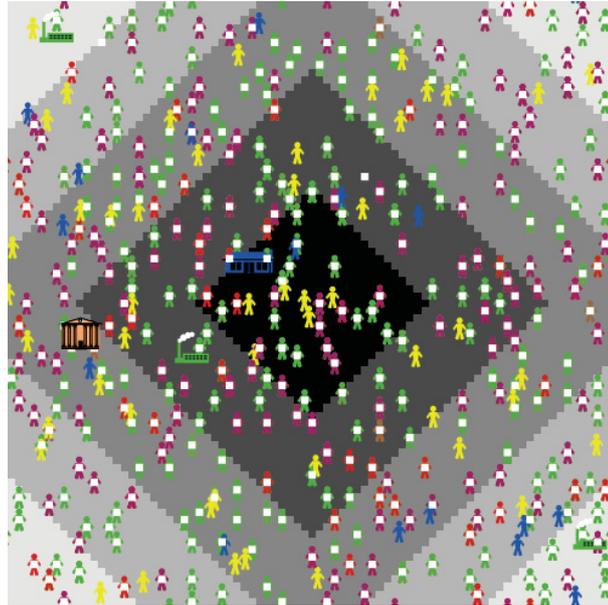
6.1 Ambiente de Simulação

O modelo deste trabalho foi desenvolvido por meio do *software* de simulação computacional *Netlogo* (versão 6.1.1) e tem como ambiente representativo uma cidade em plano bidimensional moderadamente baseada na cidade de Curitiba (Paraná, Brasil). O objetivo do ambiente é simular a distribuição dos agentes no espaço urbano da cidade, o qual foi dividido em cinco regiões distintas, de acordo com faixas de riquezas diferentes (A, B, C, D e E), assim como em [De Paula \(2018\)](#) e [Passos \(2020\)](#). Isso porque, conforme discutido em [Carvalho e Sugai \(2014\)](#):

Curitiba produz e oferece um espaço privilegiado a uma restrita parcela de seus habitantes: áreas urbanas dotadas de boa infraestrutura para onde especialmente convergiram as atenções e investimentos do poder público e para as quais também afluíram os principais interesses e investimentos privados. Entretanto, concomitantemente à produção desse espaço parcial, também se constituiu uma crescente periferia, habitada em grande parcela por populações de menor renda, pouca qualificação profissional e educacional. Dessa forma, a configuração do ambiente é tal que o centro concentra a maior parte da riqueza e as regiões periféricas a menor parte. ([Carvalho e Sugai, 2014](#), p. 1).

A localização dos agentes e de suas residências é determinada de modo aleatório dentro dos subespaços específicos de acordo com a faixa de riqueza, como mostra a Figura [6.1](#). Não há delimitação física da cidade por ruas, quadras ou quarteirões, mas isso não afeta a dinâmica da relação entre os agentes. Assim, foi desenvolvida uma economia simplificada composta por uma população (Λ) de mil habitantes, que inclui crianças, idosos, trabalhadores, desempregados (ativos e desalentados), estudantes, ladões, policiais e prisioneiros; firmas; escola; residências; e prisão, também presentes na Figura [6.1](#) e identificados na Figura [D.1](#) do Apêndice [D](#). A partir disso, cada agente interage conforme as regras comportamentais individuais pré-estabelecidas e explicadas ao longo deste capítulo.

Figura 6.1: Interface do ambiente de simulação com delimitação regional por classe social



Fonte: elaboração própria por meio do *software Netlogo*

A interação do modelo ocorre em tempos discretos denominados de *ticks*, em que cada *tick* corresponde a uma hora de duração. Por sua vez, a simulação é executada ao longo de 1 ano, o que contabiliza 8.760 *ticks* em uma simulação. A unidade temporal do modelo é definida de tal forma porque a maioria dos agentes interage em horários predeterminados e suas funções ocupacionais são distribuídas nas horas do dia, assim como em Passos (2020) e Lukas (2019).

6.2 Características básicas dos agentes

É necessário, antes de se realizar a apresentação individual dos grupos de agentes do modelo, introduzir as características que são comuns a todos os indivíduos.

6.2.1 Idade

A distribuição de idade dos agentes segue a mesma fornecida pelo Censo Demográfico de 2010, elaborado pelo IBGE, para a cidade de Curitiba. De acordo com a instituição, entre 2000 e 2010 a população curitibana cresceu 10,36%, atingindo 1.751.907 habitantes, sendo a faixa etária de maior proporção a que compreende indivíduos de 25 a 29 anos (9,4%), seguida da de 20 a 24 anos (9,1%). Em 2020, a população estimada foi de 1.948.626 habitantes, o que representa um crescimento de 11,2% em comparação com 2010, sendo a faixa etária de maior proporção a de 35 a 39 anos (8,29%), seguida da de 30 a 34 anos (7,95%) (IPARDES, 2020¹)

A configuração de idade mínima dos agentes foi alterada em relação a Passos (2020), de maneira a inserir indivíduos menores de 6 anos (idade de ingresso no ensino fundamental) nas simulações. Além disso, foi alterada também a idade máxima dos agentes para 95 anos, de maneira que o modelo atual é representado também pelos agentes idosos. Dessa forma, ao atingirem 75 anos (idade de aposentadoria compulsória no Brasil)

¹Disponível em: <http://www.ipardes.gov.br/imp/imp.php>

os agentes se retiram do mercado de trabalho, mas continuam como participantes da simulação até a idade de expectativa de vida (ζ) de 80 anos. Uma vez que os dados do Censo de 2010 atribuem a proporção de indivíduos em faixa etária de 5 em 5 anos, o modelo opera com um parâmetro aleatório que, dentro do intervalo de cada faixa etária, atribui um valor exato para a idade do agente, tal que:

$$I_i = a_x(I_{min,x} + \epsilon) \quad (6.1)$$

em que I_i é a idade do agente i ; a_x é o percentual de indivíduos na faixa etária x ; $I_{min,x}$ é a idade mínima da faixa etária x ; e ϵ é um parâmetro de sorteio aleatório entre 0 e 5. A Tabela D.2 sumariza a distribuição etária do modelo.

Além da distribuição da população como um todo, os ladrões e prisioneiros também foram distribuídos por faixas etárias específicas. É muito difícil, talvez impossível, obter dados empíricos sobre a distribuição de infratores não presos de acordo com a faixa etária, mas a literatura aponta que o problema da inserção na criminalidade pode estar relacionado com a idade. Desta forma, para calibragem desses fatores, utilizou-se os resultados encontrados por Shikida (2020). Este autor faz uma análise da economia do crime em estabelecimentos penais do Paraná e do Rio Grande do Sul e atesta que os infratores presos estão concentrados em faixas etárias específicas, apresentadas na Tabela D.3. Extrapolou-se essa distribuição para os infratores não presos.

6.2.2 Gênero

A diferenciação dos indivíduos em termos de gênero foi introduzida nas simulações, uma vez que os resultados de modelos apresentados no Capítulo 4 sugerem que essa característica possui relevância na vitimização dos agentes. A proporção de indivíduos de cada gênero seguiu tanto à da PNAD de 2009 quanto do Censo de 2010, em que aproximadamente 52% são do gênero feminino e 48% do gênero masculino.

6.2.3 Estado civil

Analogamente ao gênero, o estado civil também se mostrou importante na determinação da vitimização nos resultados do Capítulo 4. Da mesma maneira, essa variável foi incluída no modelo, porém de uma maneira mais simplificada. Aqui, os agentes foram distribuídos entre solteiros e casados, em uma tentativa de configurar a proporção de indivíduos de acordo com diferentes estilos de vida. A proporção de cada grupo no modelo levou em conta a distribuição observada nos dados da PNAD 2009, em que 45% dos indivíduos eram casados, enquanto 55% estavam solteiros, divorciados ou viúvos (não-casados). Apesar do estilo de vida do segundo grupo ter variações (por exemplo, viúvos tendem a ser pessoas mais velhas, com hábitos diferentes de jovens solteiros), o principal objetivo é capturar pelo menos a proporção de cada grupo.

6.2.4 Escolaridade

A escolaridade também se mostra importante tanto na determinação das vítimas do crime analisado, como visto no Capítulo 4, quanto nos determinantes associados a entrada de um indivíduo no crime (Burgess e Akers, 1966, Akers, 2011, dentre outros). Conforme Carvalho e Sugai (2014) e também de acordo com os dados empíricos apresentados no Capítulo 4 (Figura 4.5), verifica-se que os anos de estudo possuem uma clara relação com a faixa de renda do indivíduos (ou vice-versa). Dessa maneira, manteve-se neste estudo a

definição dos anos de estudo de acordo com a classe social (além da idade). O objetivo foi retratar uma determinada quantidade de anos de escolarização para um estudante já matriculado. Por exemplo, um agente de 17 anos pertencente à classe social A terá pelo menos 9 anos de educação acumulados ao longo da vida.

Com o objetivo de definir um determinado nível de educação para os adultos (no modelo, adultos são aquelas pessoas que já passaram pela escola em um período "pré-setup"), o modelo considera que as pessoas de classes sociais mais altas possuem um desvio menor para os anos de educação (necessariamente 14 anos acrescidos de um número aleatório de até 3). Dessa maneira, os anos de estudo são definidos para trabalhadores e desempregados. Nas atualizações do modelo, caso um agente tenha a quantidade necessária de anos de estudo para entrar no mercado de trabalho, ele é empregado e, caso contrário, se torna desempregado.

6.2.5 Riqueza, desigualdade e renda

A distribuição inicial de riqueza segue a mesma configuração que [De Paula \(2018\)](#) e [Passos \(2020\)](#), definida por classe social e representada pela Equação 6.2.

$$W_i = e^{\left[\left(\ln(\theta) - \frac{\phi^2}{2}\right) + (\phi rn)\right]} \quad (6.2)$$

em que θ é um parâmetro que determina a riqueza média da população; ϕ é um parâmetro de ajuste de renda que influencia o Índice de Gini; e rn é um número aleatório sorteado de uma distribuição uniforme entre 0 e 1.

Um agente no modelo irá mostrar sua riqueza (Π) caso a probabilidade de mostrar riqueza seja maior que um valor aleatório gerado por meio de uma distribuição uniforme entre 0 e 1. Essa dinâmica tem o objetivo de capturar comportamentos sociais que impactam a incidência de crimes e do comportamento criminoso. O modelo ainda apresenta o índice individual de desigualdade, o qual é baseado em uma medida de distância entre o indivíduo mais rico e o mais pobre, tal que:

$$G_{it} = 1 - \frac{W_{it} - W_{\min}}{W_{\max} - W_{\min}} \quad (6.3)$$

em que W_{it} é a riqueza do agente i no tempo t ; W_{\min} é o indivíduo com a menor riqueza dentro do território; e W_{\max} é o indivíduo com a maior riqueza. Assim como em [De Paula \(2018\)](#), o índice de W_{\min} é igual a 1, enquanto o de W_{\max} é igual a zero.

Apesar da estrutura de distribuição de riqueza ser a mesma, uma alteração foi feita em relação ao modelo de [Passos \(2020\)](#). Aqui, todos os agentes do modelo possuem atribuição de riqueza, inclusive os policiais, que fazem parte do grupo de trabalhadores. Da mesma maneira, eles também possuem salários.

Por sua vez, os salários dos trabalhadores foram definidos inicialmente com base no salário-hora de acordo com a classe social do agente, considerando uma jornada de 40 horas de trabalho por semana no Brasil (160 horas por mês) e o salário mínimo vigente em 2010 (R\$ 510). Essa relação pode ser observada na Tabela 6.1. Para efeito de simplificação do cálculo, foi estipulado um limite de 50 salários mínimos para a classe A. Dessa maneira, o agente tem o salário estipulado a partir do mínimo de sua classe social acrescido de um valor aleatório até o máximo da classe.

Tabela 6.1: Distribuição inicial dos salários de acordo com a classe social do agente

Casse Social	Salários Mínimos	Salário-hora
A	de 20 a 50*	de 63.76 a 159.37
B	de 10 a 20	de 31.88 a 63.75
C	de 4 a 10	de 12.76 a 31.87
D	de 2 a 4	de 6.38 a 12.75
E	até 2	até 6.37

Fonte: IBGE (2010). Elaboração própria. Nota: *A atribuição de até 50 salários mínimos não é feita pelo IBGE para designar a classe A, mas foi inserida no modelo para fim de simplificação do cálculo.

6.2.6 Função social

Cada um dos agentes possui uma participação específica na população total com respeito à sua função social. A participação é fixa inicialmente para crianças de até 6 anos e idosos, de maneira que os demais grupos de agentes podem ter seu tamanho inicial manipulado com o objetivo de realizar simulações em diferentes cenários, como mostra a Tabela 6.2.

Tabela 6.2: Distribuição inicial da população de acordo com a função de cada agente

Agentes	Percentual da população
Trabalhadores	(a)
Desempregados	(b)
Ladrões	(c)
Presos	(d)
Estudantes	(e)
Policiais	(f)
Crianças	6,2%
Idosos acima de 74 anos	3%

Fonte: IBGE e DEPEN. Elaboração própria.

Os valores definidos para os grupos não-fixos podem ser escolhidos da seguinte forma, assim como em Passos (2020):

- a) Os trabalhadores são definidos de acordo com a oferta e demanda de empregos do modelo e a capacidade de utilização das firmas. No modelo, a demanda inicial de trabalho é 20% maior do que a oferta de trabalho e as firmas começam com 80% de utilização da capacidade. Além disso, podem ser trabalhadores aqueles indivíduos entre 15 anos (idade economicamente ativa mínima no Brasil) e 75 anos (idade de aposentadoria compulsória no Brasil). Ainda, na dinâmica do modelo é possível que um trabalhador perca seu emprego, dependendo da probabilidade de ficar desempregado pré-estabelecida. A saber, de acordo com a PNAD 2009, a proporção de pessoas economicamente ativas na cidade em relação à população total era de 56,38%.
- b) O número de desempregados, por meio da taxa inicial de desemprego, pode ser manualmente estabelecido, o que possibilita realizar simulações em cenários mais ou menos favoráveis. A saber, a taxa de desemprego registrada em 2009 na Grande Curitiba de acordo com a PNAD 2009 foi de 4,16% e a média nacional foi de 8,1% (Pesquisa Mensal de Emprego (PME) - IBGE). Os desempregados são divididos em dois grupos no modelo: ativos e desalentados. Os desempregados ativos são

aqueles que estão procurando emprego há até 6 meses, enquanto os desalentados são aqueles que estão desempregados há pelo menos 6 meses.

- c) Uma quantidade de criminosos é inicialmente determinada, assim como em [Passos \(2020\)](#) e [De Paula \(2018\)](#), que representa aqueles infratores que não são inseridos na sociedade por meio de atividades legais. Assim, “a função destes criminosos é servir de agentes transmissores do comportamento criminoso, uma vez que segundo a Teoria do Aprendizado Social o comportamento criminoso não pode ser criado, existindo a necessidade de ser aprendido por outros agentes” ([De Paula, 2018](#), p. 51). A partir de então, indivíduos entram e saem do mundo do crime de acordo com fatores como desalento, propensão ao risco etc (ver Subseção 6.2.8).
- d) A população encarcerada também pode sofrer mudanças manuais no modelo. A saber, a população encarcerada vigente em 2010 na região analisada era de 29.577 (DEPEN²), o que equivale a uma taxa de encarceramento (ρ) de aproximadamente 1%, considerando a população da Grande Curitiba.
- e) Embora a PNAD 2009 informe que 28,36% da população da Grande Curitiba é composta por pessoas em idade compatível aos níveis de atividades escolares, não há um número de indivíduos que apenas estudam no modelo. Essa lógica é utilizada porque a idade economicamente ativa é atingida aos 15 anos no Brasil. Nessa linha, o modelo propõe um número aleatório de estudantes que também trabalham, sendo este número mais alto para classes sociais de menor riqueza. Em trabalhos futuros, seria interessante levar em consideração a questão de jovens em idade de 15 a 29 anos que nem estudam e nem trabalham (os chamados “nem-nem”), os quais em 2010 representavam quase 20% dessa faixa etária. Entretanto, [Camarano e Kanso \(2012\)](#) verificam que este fator pode estar fortemente relacionado ao gênero, uma vez que 67,5% dos jovens “nem-nem” era composto por mulheres, de tal forma a assumir que uma parte dessas mulheres tenha constituído família e esteja desempenhando o tradicional papel de mãe e/ou dona de casa. Tal aspecto foge aos objetivos deste trabalho e por isso não foi incluído no modelo.
- f) O efetivo policial no Paraná correspondia a 17.465 em 2012 ([IBGE, 2012](#)). Considerando a população do estado em 2010, seriam 160 policiais a cada 100 mil habitantes. Em 2014, foi publicada no Diário Oficial nº. 9239 uma súmula que fixou o efetivo da Polícia Militar do Paraná em 27.329 militares estaduais, o que garante 260 policiais a cada 100 mil habitantes. Considerando que não apenas a Polícia Militar age no combate à criminalidade na cidade, mas também a Guarda Municipal, que contava com um efetivo na cidade de 1.537 agentes ([IBGE, 2013](#)), e a Polícia Civil (efetivo do estado fixado em 7.205 agentes); e para permitir a avaliação do impacto de diferentes taxas de agentes de segurança por habitante sobre o nível de criminalidade do território, este percentual no modelo pode variar de 0 a 6 policiais por mil habitantes (\emptyset), sendo o valor utilizado na simulação base deste trabalho igual a 3.

6.2.7 Dinâmica temporal de cada grupo de agentes

A dinâmica temporal dos agentes segue a mesma configuração de [Passos \(2020\)](#) e pode ser observada na Tabela 6.3. No modelo, o autor considerou que cada grupo de

²Disponível em: <https://www.gov.br/depen/pt-br/sisdepen/sisdepen>

agentes tinha uma dinâmica temporal diferente, estabelecida de acordo com a função social. No caso dos trabalhadores, foi adotada uma jornada de trabalho de 8 horas diárias, que se dá entre às 9 horas da manhã e às 17 horas (neste intervalo, os trabalhadores estão em seus respectivos locais de trabalho). Dessa maneira, a renda do trabalhador aumenta diariamente de acordo com seu salário-hora. A dinâmica para os desempregados ativos (que ainda procuram emprego) é análoga à dos trabalhadores, porém ao invés de estarem no trabalho durante o período de 9 às 17 horas, estão se deslocando pela cidade em busca de emprego. Os desempregados desalentados (que desistiram de procurar emprego) percorrem o território em horários aleatórios. A dinâmica temporal dos desalentados ocorre dessa maneira porque, uma vez que eles desistiram de procurar empregos com carteira assinada, podem sair de casa em qualquer horário para realizar quaisquer atividades (inclusive ilegais). A dinâmica temporal para os estudantes foi atualizada neste trabalho. Aqui, estes frequentam a escola no período de 7 horas da manhã às 12h e retornam às 14h para suas residências. A dinâmica temporal das crianças menores de 6 anos e idosos aposentados é permanecer em casa todo o tempo, visto que elas não possuem função social no modelo.

Tabela 6.3: Dinâmica temporal dos agentes do modelo

Agente	Permanência na residência	Permanência na ocupação
Trabalhadores	$18 \leq h \leq 8$	$9 \leq h \leq 17$
Desempregados ativos	$18 \leq h \leq 8$	$9 \leq h \leq 17$
Desempregados desalentados	Aleatório	–
Estudantes	$14 \leq h \leq 6$	$7 \leq h \leq 12$
Infratores	Aleatório	Aleatório
Policiais	–	$0 \leq h \leq 23$
Crianças	$24h/dia$	–
Idosos	$18 \leq h \leq 8$	–

Fonte: [Passos \(2020\)](#) atualizado. Elaboração própria.

Os infratores se deslocam no tempo de maneira similar aos desempregados desalentados, entretanto, possuem a função específica de cometer crimes contra pessoas ou residências. Assim, o tempo de permanência desses agentes em suas residências ou “local de ocupação” é aleatório. Por sua vez, os policiais não possuem uma residência específica, de maneira que passam as 24 horas do dia trabalhando (realizando patrulhas com o objetivo de evitar a ocorrência de crimes). [Passos \(2020\)](#) considera que essa é uma configuração plausível, uma vez que as cidades geralmente têm algum sistema ininterrupto de policiamento (físico, por meio de patrulhas, por sistemas de segurança automatizados etc.), o que é o caso da região analisada.

Ainda, a dinâmica temporal do modelo define o período de vulnerabilidade de cada grupo de agentes à roubos contra a pessoas. No caso dos trabalhadores e estudantes, esse período compreende o momento de deslocamento entre a residência e o trabalho/escola, considerando um trajeto de 1 hora. A vulnerabilidade dos desempregados ativos e desalentados ocorre a partir do momento em que estes estão fora de suas residências. Por fim, os ladrões não fazem parte do grupo de agentes que são vitimizados por outros ladrões. Uma pequena diferença ocorre para os policiais em relação ao modelo de [Passos \(2020\)](#). Uma vez que aqui os policiais estão dentro do grupo de trabalhadores, eles tem o período de vulnerabilidade definido igualmente. Na situação probabilística em que um ladrão cruza com o policial durante esse período, este irá reagir e atuar tal como manda sua função social.

6.2.8 Frustração e Propensão ao risco

Para entender a tomada de decisão dos agentes quanto à se tornar ou não um criminoso e cometer ou não um crime, é preciso antes entender a ideia de frustração e propensões de risco. Segundo a hipótese de frustração-agressão (Dollard et al., 1939) e conforme a ideia de consumo conspícuo (Hicks e Hicks, 2014) apresentadas no Capítulo 2, a “desigualdade visível” pode elevar o grau de frustração de um indivíduo, impactando a sua decisão de se tornar um criminoso. Essa frustração, seguindo a mesma linha de Passos (2020), é caracterizada em termos da distância entre a riqueza relativa do indivíduo, calculada a cada renovação de vínculos (o agente observa indivíduos dentro de seu raio de ação), e a riqueza dos agentes próximos, tal que:

$$F_{it} = \frac{R_m(S_w, W_w)}{T_{it}} \quad (6.4)$$

em que F_{it} é o nível de frustração do indivíduo i no período t ; R_m é quantidade de pessoas no campo de visão do indivíduo i que mostram sua riqueza (S_w) e possuem riqueza maior que o indivíduo i (W_w); e T_{it} é a quantidade de indivíduos no campo de visão do indivíduo i no período t . Ou seja, o nível de frustração de um indivíduo é a relação entre o total de pessoas mais ricas do que ele sobre o total de agentes em seu campo de visão.

Retomando o Capítulo 2, “as teorias de Becker (1968), Ehrlich (1973), Clarke (1995) e Cohen e Felson (1979) consideram que o criminoso age racionalmente e observa os lugares que não possuem vigilância adequada enquanto realiza suas atividades rotineiras. Ainda, as diversas teorias sobre vitimização indicam que o indivíduo decide cometer um crime após considerar vários elementos, como a necessidade por dinheiro, a probabilidade de ser preso e punido, a condenação e severidade das penas, além de seus valores pessoais, experiências, segurança da vítima e o local. Dessa maneira, os crimes são concentrados no tempo e em algumas localidades, pessoas e produtos específicos, uma vez que o criminoso escolhe quando, onde e contra quem irá cometer um crime. [...] De outra maneira, a teoria do prospecto também impacta diretamente a conduta do criminoso, pois sua aversão à perda deve aumentar a dissuasão, ou seja, a probabilidade de ser punido impõe uma dissuasão mais significativa do que a teoria econômica prevê (van Winden e Ash, 2012). Quanto mais constante a expectativa da punição e certa a aplicação da pena, mais será gerado o efeito dissuasório (McAdams e Ulen, 2008)”.

Por conseguinte, a função de propensão ao risco foi atualizada no modelo para este trabalho, uma vez que em Passos (2020) esta consistia em uma função de valor randômico. Foram incluídas variáveis como a idade, eficiência policial, sentença de prisão (ϖ) e a condição de riqueza para formalizar a função de propensão ao risco de um indivíduo i no período t , representada pela Equação 6.5. As curvas individuais de cada variável são mostradas na Figura 6.2.

$$PR_{it} = \frac{RI_{it} + Rep_{it} + Rpris_{it} + Rriq_{it}}{4} \quad (6.5)$$

de maneira que RI_{it} é a propensão ao risco em relação à idade, em que I_i é a idade em anos do indivíduo i , dada por:

$$RI_{it} = \frac{3}{1 + \exp\left(\frac{25-I_{it}}{8}\right) + \exp\left(-\frac{25-I_{it}}{8}\right)}; \quad (6.6)$$

Rep_{it} é a propensão ao risco em relação à eficiência policial, em que epd é a eficiência policial diária calculada pela relação entre roubos evitados e roubos consumados no período t , dada por:

$$Rep_{it} = \frac{1}{\frac{1}{2} + \exp - \frac{(\frac{4}{5} - epd)t}{1}} \quad (6.7)$$

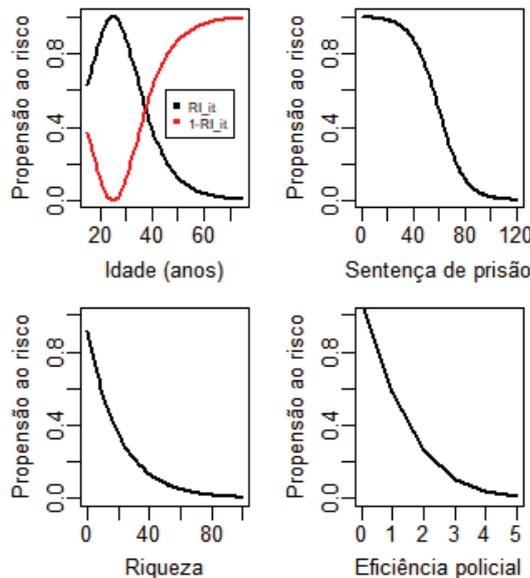
$Rpris_{it}$ é a propensão ao risco em relação à sentença de prisão pelo crime, em que sp é a sentença de prisão que varia de 48 a 120 meses, dada por:

$$Rpris_{it} = \frac{1}{1 + \exp - \frac{(60 - sp)}{10}} \quad (6.8)$$

e $Rriq_{it}$ é a propensão ao risco em relação à riqueza do indivíduo, dada por:

$$Rriq_{it} = \frac{1}{\frac{1}{9} + \exp \frac{(riq_{it})}{20}} \quad (6.9)$$

Figura 6.2: Relações de propensão ao risco dos indivíduos



Fonte: elaboração própria.

6.2.9 Tomada de decisão

No processo de modelagem social, a construção de um índice de tomada de decisão dos agentes é o principal ponto a ser levado em consideração por um pesquisador. Isso acontece porque, a partir do momento em que todos os indivíduos recebem determinadas regras simples para governar seus processos decisórios e interagem de acordo com essas regras, os resultados no nível da população podem mostrar importantes generalizações e emergências comportamentais (DeAngelis e Diaz, 2019). O índice de tomada de decisão adotado neste trabalho segue uma estrutura diferente de Passos (2020), com média simples a partir de diferentes índices individuais (vinculados aos fatores de frustração, propensão ao risco, características das vítimas ou das residências e quantidade de policiais na área).

Retomando a Seção 2.2, “uma premissa importante adotada por Clarke (1995) é a de que envolvimento criminal e eventos criminosos são coisas diferentes. O primeiro ocorre quando indivíduos escolhem se envolver inicialmente em formas específicas de crime, podendo continuar e desistir. Já o segundo decorre de processos mais curtos, nos quais os criminosos usam informações amplamente relacionadas às circunstâncias e situações imediatas. Nessa lógica, os processos de decisão são influenciados por um conjunto diferente de fatores e precisam ser modelados separadamente”. Assim, neste trabalho um agente primeiro toma a decisão de se tornar ou não um criminoso em potencial (caso ele não seja um), ou toma a decisão de não mais ser um criminoso em potencial (caso ele já seja um), dado seu nível de frustração, idade, escolaridade e oportunidades de emprego no mercado de trabalho formal. Dependendo desses fatores, então, o indivíduo escolhe entrar ou sair do “mundo do crime” (Pc_{it}). A decisão de um indivíduo entrar para o mundo do crime pode ser representada pelas Equações 6.10 e 6.11:

$$Pc_{it} = \begin{cases} 1 & \text{se } Pc_{it} > \alpha \\ 0 & \text{outro modo} \end{cases} \quad (6.10)$$

em que α é o ponto de corte da curva de probabilidade que determina se o agente se tornará um criminoso ($Pc_{it} = 1$) ou não ($Pc_{it} = 0$); e Pc_{it} é tal que:

$$Pc_{it} = 1 + Rdes \frac{(F_{it} + RI_{it} + Rne_{it})}{3} \quad (6.11)$$

em que F_{it} é o nível de frustração do indivíduo i no período t ; RI_{it} é o risco atrelado à idade do indivíduo i ; Rne_{it} é a probabilidade atrelada ao nível educacional do indivíduo i , em que ne é o nível educacional, dada por:

$$Rne_{it} = \frac{1}{1 + \exp(\frac{10-ne}{2})} \quad (6.12)$$

e $Rdes$ é o risco atrelado à condição de desalento.

Por outro lado, um indivíduo escolhe sair do mundo do crime a partir da relação apresentada pela Equação 6.13:

$$Psc_{it} = \frac{1 - F_{it} + 1 - RI_{it} + 1 - Rne_{it} + RTC_{it}}{4} \quad (6.13)$$

em que RTC_{it} é a propensão ao risco atrelada ao tempo em que o indivíduo se manteve no crime (TC_{it}), dada por:

$$RTC_{it} = \frac{1}{1 + \exp(\frac{90-TC_{it}}{30})} \quad (6.14)$$

Uma vez que o indivíduo se torna um agente criminoso, de tempos em tempos ele toma a decisão de tentar cometer ou não o crime (tentar roubar ou não uma pessoa ou residência). Em termos gerais, a decisão em relação ao roubo à residência é feita em três partes:

1. Primeiro, o criminoso em atividade escolhe uma residência em potencial para roubar que esteja no seu raio de ação naquele momento;
2. Segundo, ele busca avaliar a presença de um policial naquele momento e a distância do policial mais próximo;

3. Terceiro, ele avalia a qualidade do sistema de segurança da residência;
4. Por fim, ele considera sua propensão ao risco e racionalmente calcula uma média simples considerando todos os pontos acima.

Essa relação pode ser representada pelas Equações 6.15 e 6.16:

$$Ptent_res_{it} = \begin{cases} 1 & \text{se } Pc_{it} > \beta \\ 0 & \text{outro modo} \end{cases} \quad (6.15)$$

em que β é o ponto de corte da curva de probabilidade que determina se o agente tentará roubar uma residência ($Ptent_res_{it} = 1$) ou não ($Ptent_res_{it} = 0$); e $Ptent_res_{it}$ é tal que:

$$Ptent_res_{it} = \frac{PR_{it} + Ppp_t + Pss_{it}}{3} \quad (6.16)$$

em que PR_{it} é a propensão ao risco do criminoso i no momento t ; Ppp_t é a probabilidade de roubar relacionada à distância de um policial no momento t ; e Pss_{it} é a probabilidade de roubar atrelada à eficiência do sistema de segurança da residência i .

Considere a Equação 6.17 como a probabilidade do criminoso ativo conseguir roubar uma residência:

$$Proub_res_{it} = \frac{Ptemp_crime_{it} + Ppp_t + Pss_{it}}{3} \quad (6.17)$$

em que $Ptemp_crime_{it}$ é o tempo de crime do criminoso i no tempo t .

Uma vez que este criminoso tenta de fato roubar uma residência, três condições podem acontecer, a depender da relação expressa pela Equação 6.17:

1. O criminoso é morto em ação se $Proub_res_{it} \leq 0,4$, ou seja, se a probabilidade do criminoso conseguir roubar a casa for menor do que 40%. Essa baixa probabilidade indica, simultaneamente, o pouco tempo de experiência do criminoso, a proximidade com um policial e a alta qualidade do sistema de segurança da residência; ou
2. O criminoso é preso se $0,4 < Proub_res_{it} \leq 0,7$. Dessa maneira, ele é enviado para a prisão, onde recebe uma sentença de 48; ou
3. O criminoso tem sucesso na operação e rouba a casa se $Proub_res_{it} > 0,7$. Assim, é subtraída uma quantidade $\delta = 5$ de riqueza da vítima, que é acrescentada à riqueza do infrator.

Quanto à decisão de roubar uma pessoa, a dinâmica é parecida, mas algumas questões são inseridas. Neste caso, o indivíduo criminoso além de ponderar seus fatores de risco e a presença de policiais, também leva em consideração a visibilidade da vítima, definida pela probabilidade randômica da vítima mostrar sua riqueza. Além disso, foram inseridas também as características de sexo e estado civil da vítima, com as respectivas chances de vitimização encontradas nos resultados da Seção 5. Essas duas características

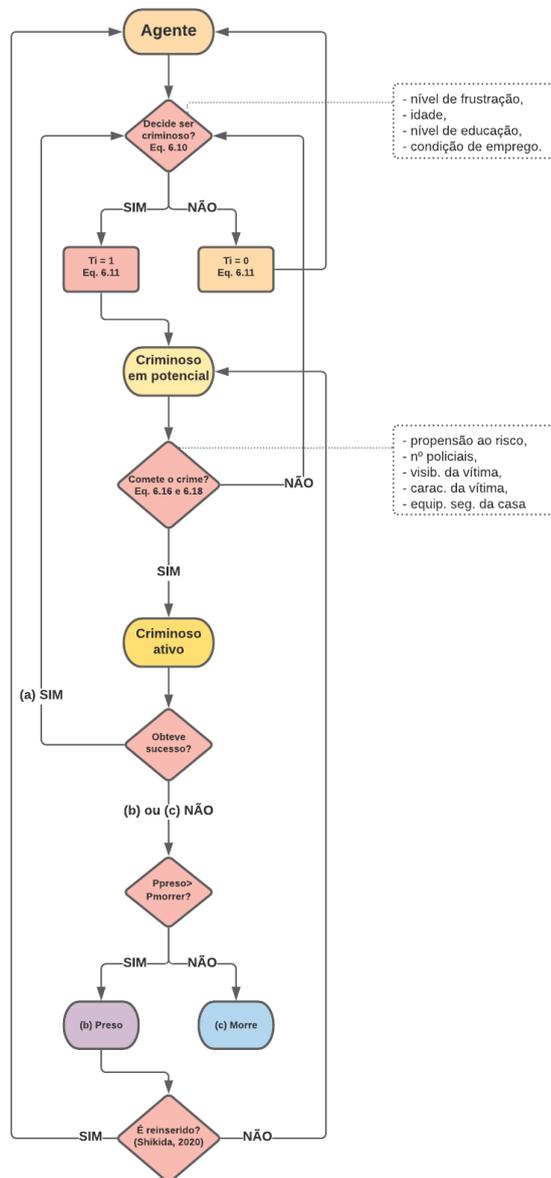
foram inseridas uma vez que se mostraram importantes para a determinação da tentativa de vitimização. Assim, a probabilidade de um criminoso roubar uma pessoa é tal que:

$$Prpes_{it} = \frac{PR_{it} + Ppp_t + Pvis_{it}}{3} + Ps_{it} + Pec_{it} \tag{6.18}$$

em que $Pvis_{it}$ é a probabilidade de visibilidade da vítima atrelada à sua riqueza; Ps_{it} é a probabilidade atrelada ao sexo; e Pec_{it} é a probabilidade atrelada ao estado civil. Por fim, uma vez que este criminoso tenta de fato roubar uma pessoa, as três condições de morte, prisão e sucesso citadas anteriormente podem acontecer, a depender da relação expressa pela Equação 6.18.

O fluxograma do processo de decisão completo pode ser observado na Figura 6.3.

Figura 6.3: Fluxograma do processo de decisão



Fonte: elaboração própria.

6.3 Crescimento econômico e desemprego

Assim como em [Passos \(2020\)](#), o crescimento econômico foi considerado um fator exógeno no modelo, aliado à criação ou destruição de vagas de emprego. É bastante plausível considerar esse formato como o mais indicado ao modelo em questão, uma vez que não haverá direcionamento dos resultados das simulações (em um modelo teórico sofisticado onde, por exemplo, a pobreza prejudique o crescimento, este tipo de comportamento será necessariamente imposto sobre todas as simulações realizadas, prejudicando a emergência de novos comportamentos entre os agentes).

Portanto, a dinâmica verificada para a taxa de desemprego aqui também é tratada como uma versão revisitada da Lei de *Okun*. Ao testarem a validade da Lei de *Okun* para a economia brasileira no período de 2002 a 2010 e pós Plano Real até 2011, respectivamente, [Dezordi \(2011\)](#) e [Samary \(2017\)](#) sugerem que um aumento em 1 p.p. no crescimento do PIB tende a reduzir a evolução da taxa de desemprego em 0.14 p.p. Assim, como em [Passos \(2020\)](#), a formulação referente à dinâmica da taxa de desemprego assume o formato da Equação 6.19:

$$L_{j+1} = L_j \left(1 + \Gamma * \left(\frac{E_g}{12} \right) \right), \quad (6.19)$$

em que L_{j+1} representa os empregos disponíveis no período $j + 1$; L_j é a quantidade de empregos disponíveis no período j ; Γ representa o impacto do crescimento econômico sobre a taxa de emprego; e E_g é o crescimento econômico exógeno. Dessa maneira, caso ocorra crescimento econômico, uma determinada quantidade de vagas é criada. Assim, um agente desempregado ativo que tenha o nível educacional maior do que o nível exigido pelo mercado de trabalho, será empregado.

Uma vez que a taxa de emprego busca avaliar as oportunidades fornecidas pelo mercado de trabalho, este fator se torna importante porque isso afeta a maneira como o agente avalia o custo de oportunidade associado à decisão de se tornar ou não um criminoso. Como visto na Seção 2.2, [Becker \(1968\)](#) entende que o indivíduo fará a escolha de se tornar um criminoso na situação em que o valor esperado pelo crime for maior que aquele obtido por meios legais. Assim, um aumento das taxas de desemprego pode contribuir para motivar o indivíduo a cometer um crime. De fato, em uma análise quase-experimental, [de Oliveira e Costa \(2019\)](#) mostra que mudanças geradas na economia em decorrência da criação de postos de trabalho pode gerar quebras estruturais tanto em furtos, quanto em roubos.

6.4 Taxa de natalidade e mortalidade

Com o objetivo de melhorar a realidade de reprodução dos agentes no modelo, inseriu-se uma taxa de crescimento da população, definida pela relação entre a taxa de natalidade e de mortalidade. Dessa maneira, a quantidade de nascimentos é dada por:

$$N = \epsilon(((1 + \sigma)^{(1/12)} - 1)p) \quad (6.20)$$

em que N é o número de nascimentos; ϵ é um parâmetro de arredondamento; σ é a taxa de natalidade da população, a qual pode ser manipulada; e p é a população vigente. Assim, os nascidos são inseridos em residências que contam com menos de 5 habitantes (o máximo de habitantes por residência no modelo).

De maneira análoga, a quantidade de pessoas que morrem é dada por:

$$M = \epsilon(((1 + \beta)^{(1/12)} - 1)p) \quad (6.21)$$

em que M é o número de mortes; ϵ é um parâmetro de arredondamento; β é a taxa de mortalidade da população, a qual pode ser manipulada; e p é a população vigente.

A probabilidade de um agente que não seja ladrão morrer no modelo é tal que:

$$M_{prob,i} = \frac{1}{1 + e^{-(I_{d,i} - \tau)/\eta}} \quad (6.22)$$

em que $M_{prob,i}$ é a probabilidade do indivíduo i morrer; $I_{d,i}$ é a idade em dias do indivíduo i ; e τ e η são parâmetros de arredondamento. Caso $M_{prob,i}$ seja maior do que um parâmetro aleatório até 1, o indivíduo i morre.

6.5 Características básicas das residências

Por meio dos dados extraídos da PNAD 2009 para a região analisada, verificou-se que a média de habitantes por residência na Grande Curitiba era equivalente a 3. Dessa maneira, essa informação foi atualizada no modelo de [Passos \(2020\)](#) e elevou-se o máximo para 5. Além disso, foi inserida a atribuição de que crianças e indivíduos com menos de 25 anos não moram sozinhos (moram com seus pais ou tutores). Essa idade foi escolhida uma vez que, de acordo com o Censo 2010 ([IBGE, 2010](#); [Mariani et al., 2017](#)), os indivíduos do estado do Paraná viviam com os pais ou tutores até os 22 ou 25 anos, na média para mulheres e homens, respectivamente. Por fim, as residências que não contavam com nenhum habitante no desenrolar da simulação foram excluídas.

Além disso, as residências possuem sistemas de segurança que variam de acordo com a classe social a qual pertencem e da riqueza média por habitante da residência. De acordo com os resultados do modelo de roubo ou furto à residência apresentados no Capítulo 4, observa-se que a determinação de vitimização das casas está relacionada com a faixa de rendimento familiar *per capita* e com a presença ou não de determinados equipamentos utilizados para aumentar a segurança. A vulnerabilidade das residências se dá então por meio de uma distribuição de probabilidade de que residências de determinada classe social possuam algum sistema de segurança. No modelo deste capítulo, se a riqueza média da residência for maior que a riqueza média das residências de sua classe social, essa contará com um sistema de segurança de maior qualidade. Entretanto, existe a probabilidade de que o roubo aconteça mesmo em residências que tenham sistema de segurança, uma vez que nenhum destes mecanismos é 100% eficiente, como mostram os dados de roubos à residência do Capítulo 4.

6.6 Dinâmica dos roubos residenciais e contra pessoas

No modelo de [Passos \(2020\)](#), os roubos às residências são físicos, ou seja, ocorrem à medida em que os infratores se deslocam pela cidade; a atuação policial também é física, de maneira que os policiais se movimentam pelo território; e os roubos contra pessoas não ocorrem por meio da interação física de infratores com as vítimas, pois são probabilísticos. A eficiência policial que “evita” um roubo contra um indivíduo advém da eficiência policial verificada nos roubos contra residência. Ainda, o modelo do autor conta com um mecanismo de aprendizado dos ladrões conforme o tempo de permanência

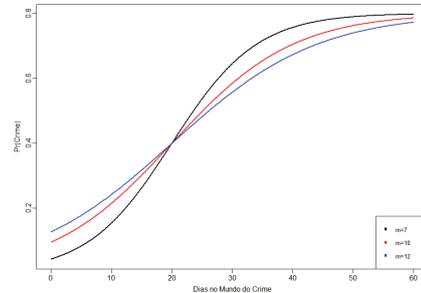
no mundo do crime (*learning-by-doing*). À medida em que o tempo passa e, uma vez que os infratores possuem comunicação com outros infratores à sua volta, eles acabam aprendendo com a experiência, inclusive sobre as áreas onde devem cometer delitos.

Esse mecanismo foi mantido neste trabalho, mas a dinâmica foi modificada. Aqui, a função é a mesma tanto para roubos à residência quanto à pessoa e possui um componente exponencial. A Equação 6.23 expressa, portanto, que um infrator se torna cada vez mais experiente ao longo do tempo, de maneira que suas chances de sucesso em roubos posteriores se tornam cada vez maiores.

$$Y_{it} = \frac{0.8}{1 + \exp\left(\frac{x_{it}-20}{m}\right)} \quad (6.23)$$

em que Y_{it} é a probabilidade do infrator i ter sucesso em um roubo no tempo t atrelada ao tempo de experiência no mundo do crime, m é o parâmetro que ajusta a velocidade com que este aumenta suas chances de sucesso (declividade da curva); e x_{it} é o aprendizado acumulado pelo infrator i no tempo t . Observa-se que, quanto maior for m , menos experiência será necessária para que o infrator tenha probabilidades altas de sucesso no crime. Essa relação pode ser observada na Figura 6.4.

Figura 6.4: Função de *learning-by-doing*



6.7 Dinâmica espacial de cada grupo de agentes

Cada grupo de agentes se movimenta no ambiente de um determinada maneira. À rigor, a movimentação de cada grupo segue a mesma linha que Passos (2020). O deslocamento não acontece de maneira física para alguns grupos. O principal motivo para essa estratégia é evitar sobrecarga do modelo, ou seja, executar movimentos desnecessários que tornariam o modelo mais pesado, inviabilizando a execução deste por períodos de tempo mais longos.

Esse é o caso dos trabalhadores. Quando chega o horário em que estes saem de casa para ir ao trabalho (Tabela 6.3), na verdade o que acontece é uma ocultação desse agente nesse período (o que simboliza o trajeto por meio de transporte público ou à pé, por exemplo) e aparição na firma onde está empregado no horário que sua função social tem início. A mesma coisa acontece no trajeto de volta para casa. Esse período de ocultação, ou período de trajeto, é exatamente o tempo em que o indivíduo está vulnerável a sofrer o roubo e também sujeito à influências por parte de infratores em situações econômicas privilegiadas. Outro grupo que também se desloca de maneira não-física é o de estudantes. Assim, quando chega o horário de ir para a escola, estes são ocultados pelo tempo em que duraria o trajeto (período de vulnerabilidade ao roubo contra a pessoa e também à criminalidade), e reaparecem na escola no horário estabelecido na Tabela 6.3. O trajeto de volta também segue a mesma lógica.

Por sua vez, os desempregados ativos vagam pelo território à procura de emprego formal durante o horário comercial. Os desempregados desalentados, por outro lado, não procuram mais empregos formais, de maneira que saem de casa a qualquer momento e

se movimentam aleatoriamente pelo território para exercer atividades sem carteira de trabalho, mas que gerem alguma renda (ilegais ou não).

Como mostrado na Tabela 6.3, os agentes que decidem se tornar criminosos não têm um horário específico para agir, de maneira que suas atividades são realizadas por um período aleatório do dia. Assim, o infrator procura no seu raio de atuação potenciais vítimas, que não tenham sido roubadas durante o período atual, e escolhe de maneira aleatória uma destas para tentar roubar. Baseados em [Rossmo \(1995\)](#), [Van Koppen e Jansen \(1998\)](#) e [Devlin e Lorden \(2007\)](#) afirmam que alguns criminosos possuem padrões de atuação e tendem a não cometer certos crimes perto da área onde residem, porque nesta área o risco de reconhecimento é muito elevado. Assim, como em [De Paula \(2018\)](#), o infrator evita roubar num raio menor que μ , que corresponde à sua vizinhança, e escolhe uma região A de atuação, tal que $\mu < A < \omega$, em que ω é o limite da sua área de atuação.

Quando um indivíduo é preso no modelo, ele passa a ter características diferentes das iniciais. Durante o período em que estão na cadeia os agentes não realizam nenhuma ação/função. Após esse período, o indivíduo retorna à sociedade por uma de três formas distintas: como criminoso, trabalhador ou desempregado. Considerando uma taxa de reincidência de 58% ([Shikida et al., 2020](#)), caso a probabilidade de reincidência do indivíduo (no modelo representada por um parâmetro de sorteio aleatório entre 0 e 1) seja maior do que $\gamma = 42\%$, o indivíduo volta à sociedade como criminoso. Caso a sua probabilidade de reincidência seja menor que 10%, ele volta como trabalhador e, no intervalo restante, ele volta desempregado.

A dinâmica espacial dos policiais segue o patrulhamento aleatório de [Passos \(2020\)](#), em que para fins de simplificação, os policiais são a única classe de agentes trabalhadores que não possuem residência ou escala de horários para desempenhar suas funções. Assim, eles se movimentam 24 horas por dia. Tal dinâmica tem o objetivo de simular um sistema de segurança pública que funciona ininterruptamente, o que não gera perdas muito grandes para o modelo, uma vez que essa prática acontece de fato na cidade. A estratégia de policiamento aleatório, também conhecida como patrulha preventiva, envolve um policial dirigindo pelo bairro e dentro do bairro, caso não esteja em uma missão de rádio ou de um supervisor. [Dempsey e Forst \(2015\)](#) pontuam que esse tipo de patrulhamento gera um senso de onipresença e impede o crime, porque um criminoso não terá chance de cometê-lo se um policial estiver presente ao virar a esquina.

Por fim, as crianças menores de 6 anos e os idosos não se locomovem pelo território.

7 Resultados das simulações via ABM e discussões

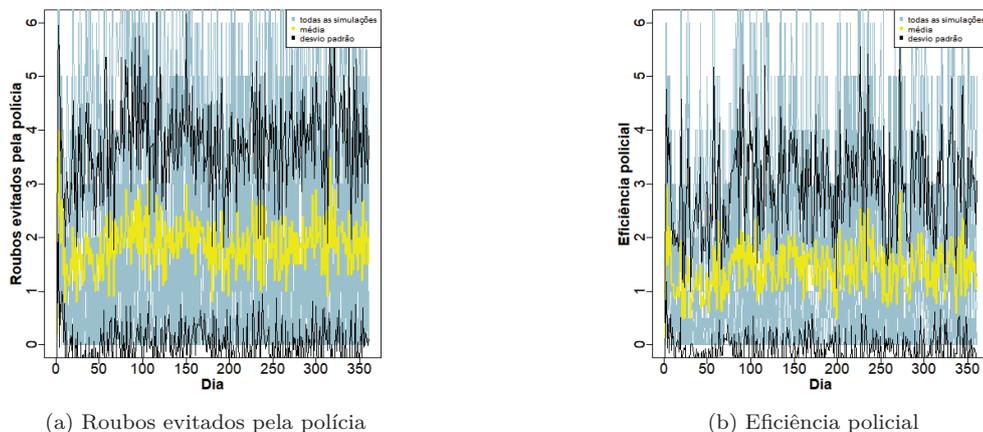
Apresentados os principais mecanismos de funcionamento do modelo, assim como suas dinâmicas, este capítulo tem como objetivo mostrar os experimentos realizados nas simulações e seus resultados. Para isto, está dividido em quatro seções. A Seção 7.1 apresenta a simulação base, realizada sobre os valores inicialmente definidos para os parâmetros. O objetivo é avaliar se o modelo está bem especificado e se os parâmetros utilizados geram resultados compatíveis com os fatos empíricos da cidade analisada. A Seção 7.2, por conseguinte, é responsável por apresentar uma análise baseada na alteração do parâmetro de proporção de pessoas que mostram riqueza. O objetivo é testar o impacto dessa mudança na incidência de roubos e na influência do comportamento criminoso em diferentes cenários. A Seção 7.3 apresenta simulações de políticas públicas de combate à criminalidade envolvendo distribuição de riqueza, número de policiais e taxa de encarceramento. Por fim, a Seção 7.4 levanta discussões sobre os resultados encontrados.

7.1 Experimento 1 - Simulação base

Os parâmetros do modelo foram calibrados de modo a aproximá-lo da realidade da Grande Curitiba, utilizando dados empíricos relativos a essa região. Os valores definidos na simulação base são apresentados na Tabela E.1 do Apêndice E.

Foram realizadas dez simulações diferentes dentro do período de um ano utilizando dez sementes aleatórias, de maneira que os crimes de roubo se distribuem ao longo do ano considerando as variáveis apresentadas no Capítulo 6. As Figuras 7.1, 7.2 e 7.3 apresentam a evolução de variáveis do modelo a partir da simulação com a parametrização base. Nas figuras 7.1(a), 7.1(b), 7.2(a), 7.2(b), 7.3(a) e 7.3(b) as linhas em azul claro indicam a variável em questão considerada no eixo x ao longo do ano em todas as simulações realizadas; as linhas em amarelo indicam a média da variável em questão; e as linhas pretas indicam o desvio padrão.

Figura 7.1: Roubos evitados e eficiência policial



Os roubos à residência mostram uma baixa incidência diária (menos do que um por dia) (Figura 7.3), o que se aproxima dos dados empíricos, considerando que a simulação

é realizada para mil habitantes divididos em aproximadamente 270 residências. Além da menor quantidade de casas, há outra variável que ajuda a evitar o crime neste caso (além do policiamento): o sistema de segurança. Esse sistema não diz respeito à nenhum equipamento específico de segurança, apenas à qualidade. Desse modo, uma explicação para a maior incidência e volatilidade de roubos contra pessoas é o fato de que esse tipo de crime é mais dependente da ação policial (que nesse caso foi aleatória). Por exemplo, ao redor do dia 10, 70, ou 250, mais explicitamente, é possível observar que quando a eficiência policial cai (Figura 7.1(b)), os roubos bem sucedidos à pessoas “explodem” (Figura 7.2(b)).

Figura 7.2: Roubo à pessoa

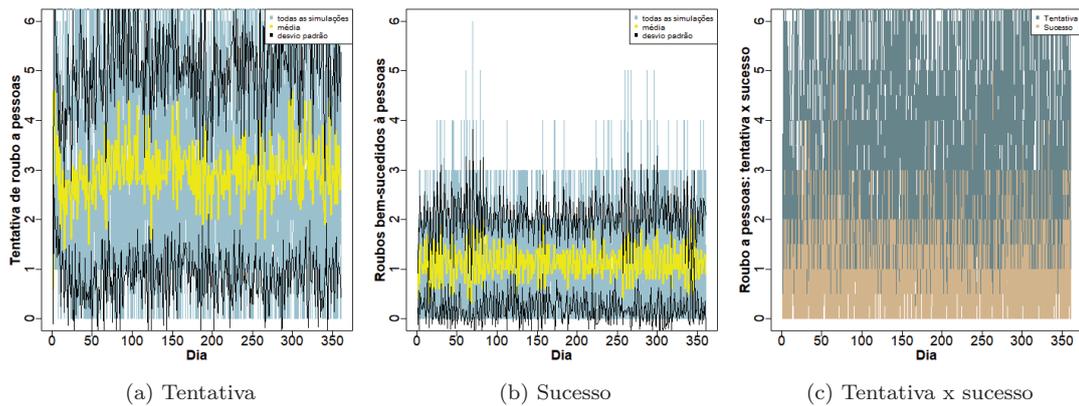
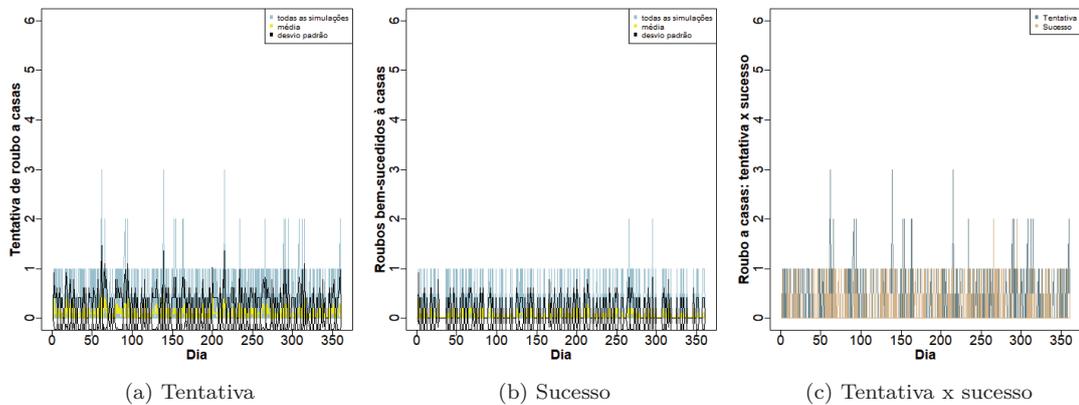


Figura 7.3: Roubo à residência



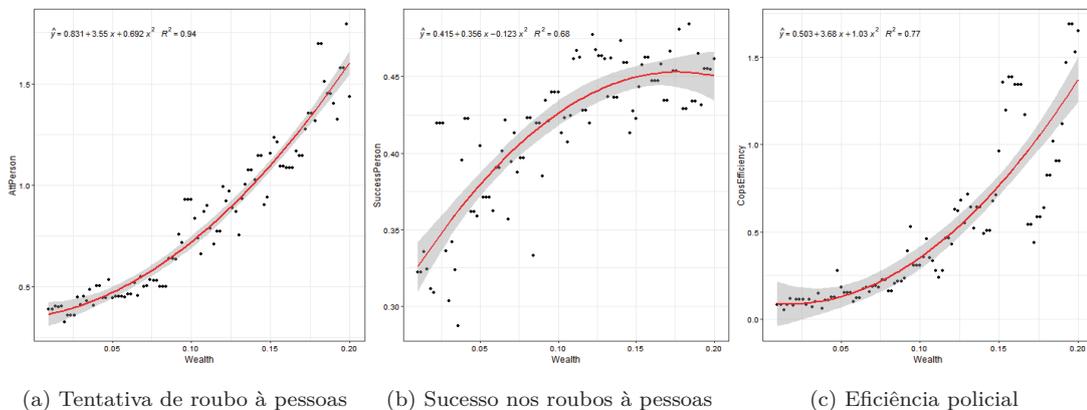
Ademais, os resultados da simulação base mostram que o modelo está bem especificado e as variáveis e os parâmetros utilizados estão bem calibrados, uma vez que não há incoerência destes resultados com os fatos empíricos. A partir dessa simulação, então, é possível realizar modificações em quaisquer parâmetros (mantendo tudo mais constante) de modo a simular cenários e avaliar políticas públicas. Utilizando os dados gerados pela simulação base, as próximas seções apresentam regressões polinomiais de grau n (a depender do ajuste) realizadas para detectar a força dos efeitos de cada mudança sobre as variáveis de interesse. É importante salientar que os polinômios não podem ser usados para fazer previsões fora do intervalo dos dados, de maneira que a análise se limita aos intervalos mostrados nos gráficos.

7.2 Experimento 2 - Alterando a proporção de indivíduos que mostram riqueza

Para avaliar como se comportam os resultados em diferentes configurações, foi realizada uma análise baseada na alteração percentual de agentes que mostram riqueza. A justificativa para essa alteração tem como base os resultados do modelo econométrico apresentados no Capítulo 5, Seção 5.2, em que um dos fatores que explicaram a vitimização de roubo foi a faixa de renda da vítima, ou seja, a atratividade financeira desta para o infrator. Uma vez que as Teorias do Estilo de Vida (Hindelang et al., 1978), das Oportunidades (Cohen e Felson, 1979) e da Escolha Racional (Becker, 1968) foram reafirmadas com os dados empíricos, e que o infrator que rouba o faz após considerar mais detalhes sobre a vítima, atentando-se principalmente para o retorno financeiro que terá, um indivíduo que mostra mais sua riqueza tem mais probabilidade de ser roubado. Dessa maneira, quanto mais indivíduos ostentam riquezas na sociedade, é de se imaginar que a incidência de roubos contra pessoas aumente.

Para testar a veracidade dessa hipótese no modelo, o percentual da população que mostra riqueza, nesse experimento, passou a variar de 1% a 20%, aumentando gradativamente em 0,2 pontos percentuais (na simulação base essa porcentagem é fixa em 20%), mantendo tudo mais constante. Foram realizadas, portanto, 96 simulações para cada uma das possibilidades de proporção de ostentação no intervalo de um ano. Os resultados das regressões podem ser observados na Figura 7.4.

Figura 7.4: Impacto da proporção da população que ostenta riqueza na vitimização de indivíduos

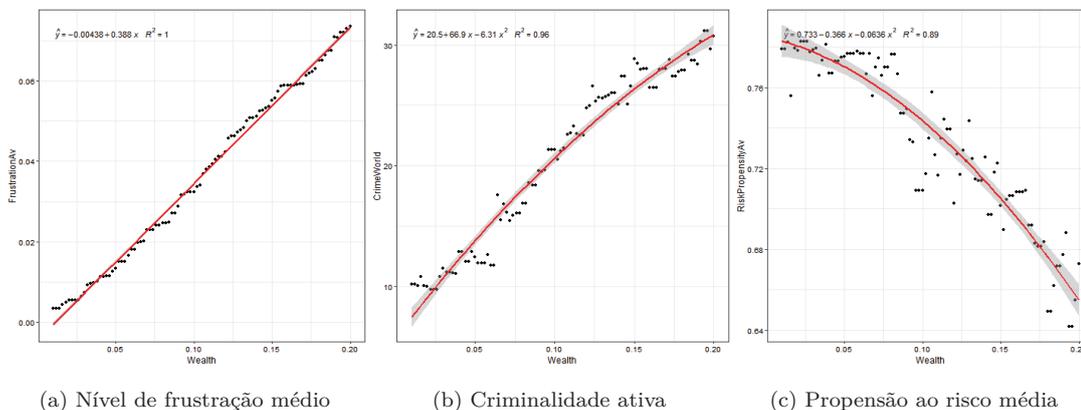


De acordo com as Figuras 7.4(a) e 7.4(b), observa-se que o aumento da proporção de indivíduos que mostram riqueza parece impactar positivamente tanto o número de tentativas quanto sucessos de roubos contra pessoas, o que encontra os resultados dos modelos de vitimização. Entretanto, enquanto a dinâmica de tentativas aumenta exponencialmente, a de sucessos, apesar de também aumentar, aponta uma leve marginalidade decrescente próximo ao cenário em que 20% da população mostram riqueza. Isso pode ser explicado pelo fato de que a decisão de tentar cometer um crime depende de fatores diferentes daqueles que atribuem sucesso a essa tentativa. Retomando a condição de sucesso no roubo atrelada à Equação 6.18 e observando a Figura 7.4(c), a qual mostra que a maior ostentação teve um impacto positivo também na eficiência policial, é possível entender que essa eficiência pode contribuir para que os sucessos nos roubos não cresçam exponencialmente.

É muito importante considerar também que, antes da decisão do agente criminoso cometer o roubo e do seu respectivo sucesso (ou não), existe a decisão deste em se tornar

um criminoso. Dito isto, é necessário averiguar o impacto do aumento de indivíduos que mostram riqueza na formação do comportamento criminoso, uma vez que este está atrelado a um nível de frustração que depende diretamente da percepção de riqueza relativa do indivíduo. Os resultados desse impacto podem ser observados na Figura 7.5.

Figura 7.5: Impacto da proporção da população que ostenta riqueza na tomada de decisão



Como o índice de frustração do modelo é construído a partir da percepção de riqueza, a relação linearmente crescente apresentada na Figura 7.5(a) era esperada. A Figura 7.5(b) mostra a relação entre a proporção de pessoas que mostram riqueza e a proporção de criminosos soltos em relação aos criminosos presos (criminalidade ativa), que aumenta a medida em que mais pessoas mostram riqueza, na média. Percebe-se por meio da Figura 7.5(c) que quanto mais pessoas mostram riqueza, menor é a propensão ao risco média dos agentes criminosos (no limite dos valores dos gráficos). Como as duas primeiras variáveis influenciam a decisão de ser criminoso e a última exerce uma influência maior na decisão de cometer um crime, esses resultados podem indicar que o aumento no número de crimes cometidos contra pessoas (Figuras 7.4(a) e 7.4(b)) decorre mais do aumento do número de criminosos do que da propensão ao risco considerada pelo agente na hora de cometer o crime. Ainda, sugerem que talvez a melhor maneira de combater a criminalidade não seja propriamente evitar ou punir crimes, mas evitar que um indivíduo se torne criminoso. Em trabalhos futuros, seria interessante refinar o modelo para que essa hipótese seja testada.

7.3 Políticas Públicas

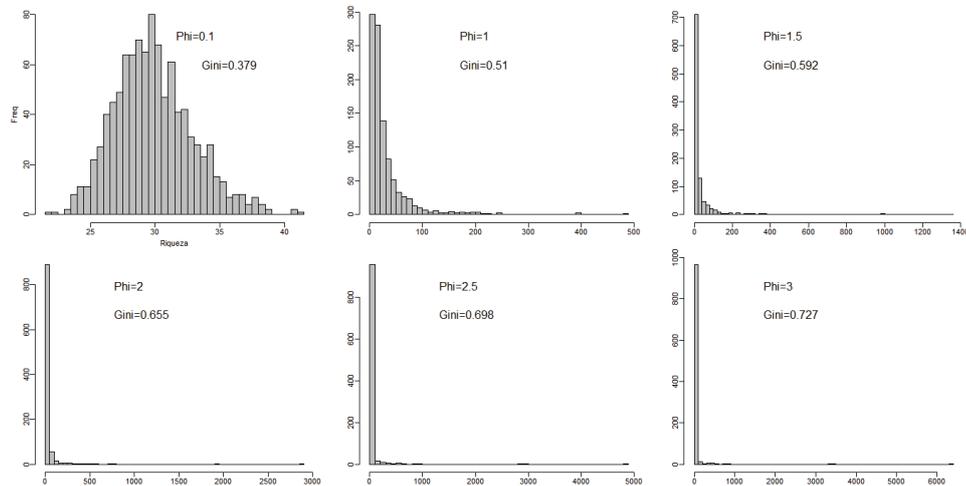
A partir dos resultados da simulação base e do Experimento 2, constata-se que a especificação do modelo gera resultados em conformidade com a teoria e com os dados empíricos. Dessa forma, é possível simular o impacto de determinadas políticas públicas na incidência de crimes e geração de comportamentos potencialmente criminosos. Nesta seção, foram simuladas três políticas: alteração na distribuição de riqueza (Subseção 7.3.1); no número de policiais por habitante (Subseção 7.3.2); e na taxa de encarceramento (Subseção 7.3.3).

7.3.1 Alterando a distribuição de riqueza

No modelo desenvolvido, a distribuição de riqueza segue a forma da Equação 6.2 apresentada anteriormente, em que ϕ é o parâmetro de ajuste de renda que influencia o

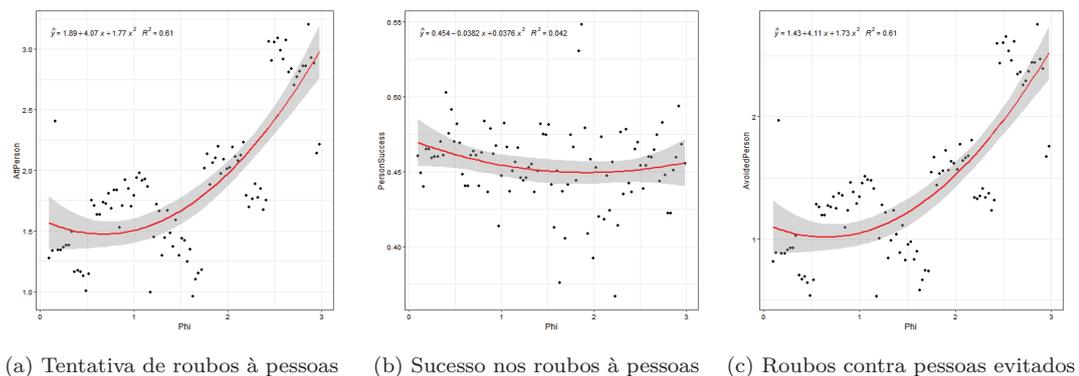
Índice de Gini. Dessa forma, quanto maior for o valor de ϕ , maior será a desigualdade de riqueza da população (maior Gini). Essa relação é exemplificada no histograma de frequência de riqueza apresentado na Figura 7.6.

Figura 7.6: Frequência de distribuição de riqueza supondo determinado ϕ



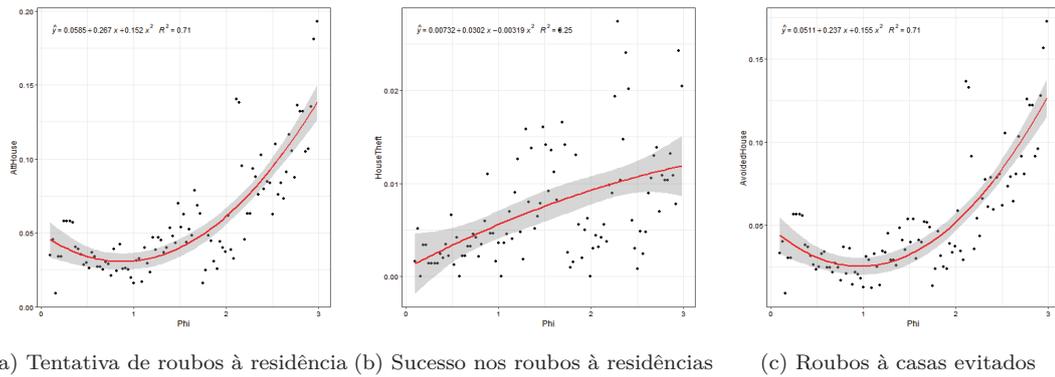
Para testar o impacto da distribuição de riqueza na diminuição dos crimes e na formação de agentes criminosos, esse experimento foi realizado alterando o valor de ϕ , o qual passou a variar de 0.1 a 3, aumentando gradativamente em 0,03 pontos (na simulação base esse valor é fixo em 1.5). Foram realizadas, portanto, 97 simulações para cada uma das possibilidades de ϕ no intervalo de um ano. A partir dos dados gerados por essas simulações, as regressões foram realizadas para detectar a força dos efeitos dessa mudança sobre cada uma das variáveis de interesse. Os resultados para vitimização de pessoas e residências podem ser observados nas Figuras 7.7 e 7.8, enquanto os resultados para as variáveis que impactam a decisão do criminoso são apresentados na Figura 7.9.

Figura 7.7: Impacto da desigualdade de riqueza na vitimização de pessoas



Como mostra a Figura 7.7(a), e considerando o valor base de ϕ em 1.5, uma maior desigualdade de riqueza é capaz de elevar o número médio de tentativas de roubos contra pessoas. Os sucessos, por outro lado, conforme mostra a Figura 7.7(b), parecem não sofrer muita alteração, entretanto, é necessário se atentar ao resultado do R^2 , que não se mostrou satisfatório. Essa dinâmica pode ser explicada pelo resultado apresentado pela Figura 7.7(c), a qual mostra que a média de roubos evitados contra pessoas é maior nos cenários de maior desigualdade. Nos caso dos crimes contra residência, como mostra a Figura 7.8, a

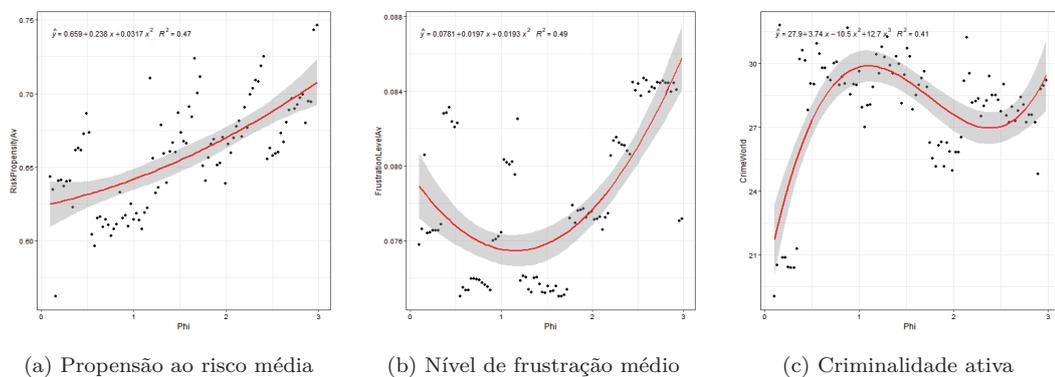
Figura 7.8: Impacto da desigualdade de riqueza na vitimização de residências



média de tentativas de roubo também é maior nos cenários de maior desigualdade (Figura 7.8(a)), assim como os sucessos (Figura 7.8(b)) e roubos evitados (Figura 7.8(c)). Uma explicação para essa dinâmica é que existe a possibilidade de que mesmo evitando mais crimes, o policiamento aleatório (utilizado em todas as simulações) não é suficientemente eficiente para mitigar os crimes contra residência em cenários de maior desigualdade.

A propensão ao risco também é maior nos cenários de maior desigualdade, como mostra a Figura 7.9(a), o que pode elevar a probabilidade do indivíduo cometer os crimes. Quanto às variáveis de interesse que influenciam parte da decisão do indivíduo em se tornar um agente criminoso, observa-se que em cenários de maior desigualdade a frustração média dos indivíduos é maior (7.9(b)), o que eleva a quantidade média destes criminosos que são ativos no mundo do crime (7.9(c)). Como o valor de ϕ na simulação base é de 1.5, é possível observar ainda que a média de criminosos ativos (Figura 7.9(c)) só seria acentuadamente menor em duas situações: naquela em que o valor de ϕ é de até 0.75 e naquela em que $1,5 < \phi < 3$. Considerando que aumentar a desigualdade não é um instrumento viável (nem ético) de política pública, seria necessário diminuir a desigualdade de riqueza até, no mínimo, um valor de $\phi = 0,75$, o que retorna um Índice de Gini de aproximadamente 0.474.

Figura 7.9: Impacto da desigualdade de riqueza na tomada de decisão



7.3.2 Alterando o número de policiais por habitante

Retomando a “bomba-relógio” da segurança pública de [Macedo \(2019\)](#) e a Teoria do Comportamento Racional Maximizador de [Becker \(1968\)](#), um cenário de déficit no

efetivo policial em relação à quantidade prevista em lei pode influenciar mais um criminoso a cometer um crime. Isso porque, na perspectiva do criminoso racional, ele terá menor chance de ser detido. De outra forma, um baixo orçamento em segurança pública pode criar um mercado privado de segurança, o que também é considerado pelo criminoso antes de cometer o roubo (no caso de residências). Isso porque, elementarmente, áreas protegidas por segurança privada aumentam a chance de um crime ser frustrado. Assim, é interessante saber se, e em que medida, o aumento do número de policiais por habitante pode ser eficaz na diminuição da criminalidade.

Dito isto, foram realizadas 51 simulações nas quais a quantidade de policial por habitante variou de 0.001 a 0.006 (1 policial/mil habitantes a 6 policiais/mil habitantes), aumentando gradativamente em 0,0001 ponto (na simulação base, a quantidade de policiais é fixa em 0.003). Os resultados para vitimização de pessoas e residências podem ser observados nas Figuras 7.10 e 7.11, enquanto os resultados para as variáveis que influenciam a decisão do criminoso são apresentados na Figura 7.12.

Figura 7.10: Impacto do número de policiais na vitimização de pessoas

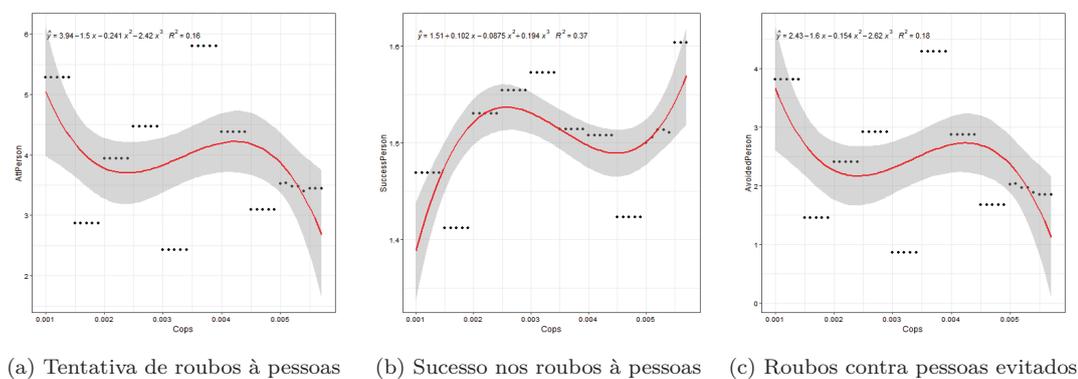
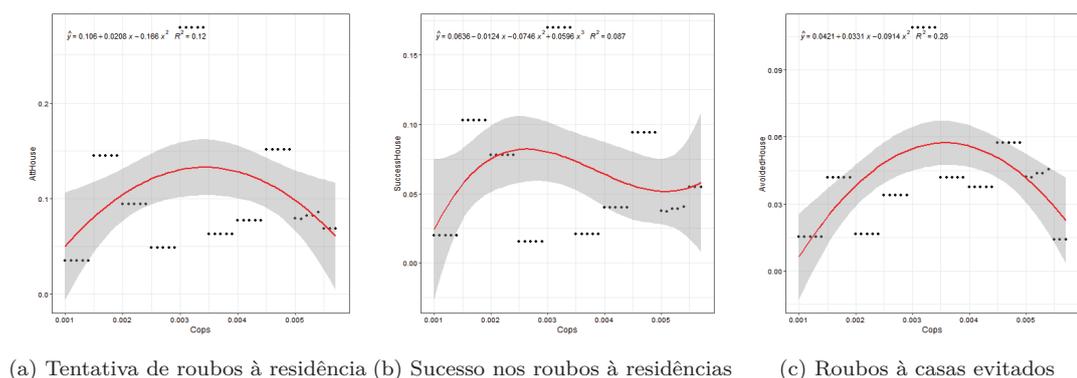


Figura 7.11: Impacto do número de policiais na vitimização de residências

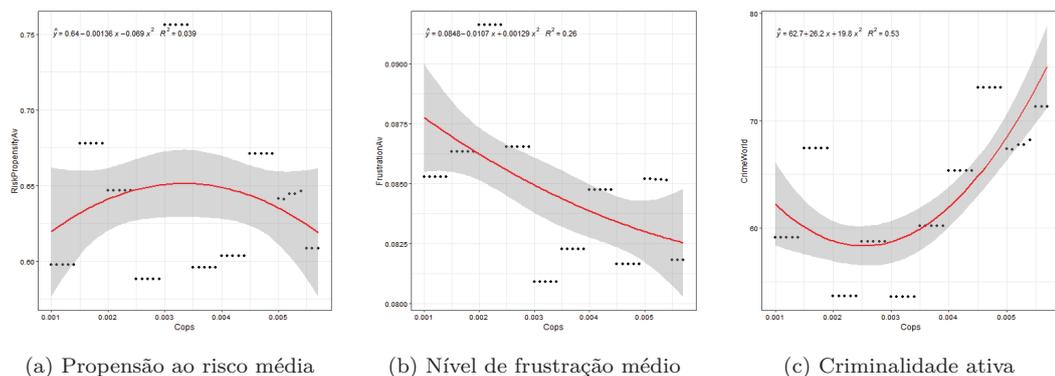


Os resultados mostrados na Figura 7.10(a) indicam que aumentando o efetivo policial de 1 para aproximadamente 2, as tentativas de roubo contra pessoas diminuem, na média. Ainda, aumentando de 2,5 para aproximadamente 4, as tentativas crescem. Na sequência, aumentando de 4,5 para 6, as tentativas diminuem. O sucesso de roubos mostra uma dinâmica inversa, ou seja, aumentando de 1 para 2,5 os roubos crescem, aumentando de 2,5 para 4,5 os roubos diminuem e aumentando de 4,5 para 6 os roubos crescem novamente. Na Figura 7.10(c), é possível observar que a dinâmica de roubos evitados contra pessoas segue o mesmo padrão que as tentativas. Ou seja, na média, os

pontos em que as tentativas de roubos são menores também são pontos em que os sucessos são maiores, o que pode indicar que um maior número de policiais é, provavelmente, mais eficaz para evitar tentativas do que sucessos.

No caso dos crimes contra residências, os resultados das regressões mostrados na Figura 7.11 indicam que uma menor quantidade de policiais registra menos incidências, mas não é eficiente para diminuir o número de tentativas de roubo no longo prazo, pois a relação é crescente. De outra maneira, aumentar de 3 para 6 registra menos incidência de tentativas, além de uma relação decrescente na quantidade do crime. Entretanto, essa última relação muda levemente quando são analisados os sucessos nos roubos às residências. Neste caso, aumentar o efetivo policial de 5 para 6 por mil habitantes aumenta a quantidade de roubos, apesar de que ainda registra menos incidências do que o valor base de 3 policiais por mil habitantes. É importante frisar que os resultados para o R^2 das regressões não se mostraram muito satisfatórios, de maneira que, em trabalhos futuros, seria interessante testar outros mecanismos de patrulhamento para capturar melhores efeitos nas variáveis de interesse.

Figura 7.12: Impacto do número de policiais na tomada de decisão



A Figura 7.12(a) mostra que cenários que reduzem ou aumentam a quantidade de policiais por habitante apresentam médias de propensão ao risco menores do que o cenário base (de 3 policiais por mil habitantes). Entretanto, o R^2 da regressão não mostrou satisfatoriedade. Assim, seria necessário refinar o modelo para que ele pudesse capturar melhor o impacto dessa variável na propensão ao risco do indivíduo criminoso. Apesar do nível de frustração dos indivíduos ser menor, na média, em cenários com mais policiais (Figura 7.12(b)), a quantidade de criminosos ativos em relação aos detidos se mantém crescente, como mostra a Figura 7.12(c). Ou seja, mesmo com mais policiais, a quantidade de criminosos soltos ultrapassa à de criminosos detidos.

7.3.3 Alterando a taxa de encarceramento

Retomando a Teoria dos Prospectos (Kahneman e Tversky, 1979), a aversão à perda do criminoso (menor propensão ao risco) também pode impactar diretamente a sua conduta, uma vez que ela aumenta a dissuasão. Dessa maneira, a probabilidade de ser punido impõe uma dissuasão mais significativa e, quanto mais constante for a expectativa da punição e certa a aplicação da pena, espera-se que seja gerado um maior efeito dissuasório (McAdams e Ulen, 2008) (ver Seção 2.3).

Considerando a situação em que os recursos destinados ao sistema judiciário são elevados, espera-se uma maior eficiência deste sistema, logo, que os crimes cometidos sejam

julgados mais rapidamente. Então, quanto mais ágil for o sistema, maior será a chance de punição. Por outro lado, sistemas ineficientes, em que o sistema carcerário é superlotado ou que o tempo de julgamento é elevado, podem afetar a tomada de decisão do agente com efeito contrário. Ou seja, o efeito dissuasório não surte mais efeito na decisão de ser um criminoso ou cometer um crime, porque o agente passa a priorizar mais a possibilidade de ganho no presente do que de perda no futuro.

A partir disso, foram realizadas 99 simulações nas quais a taxa de encarceramento varia de 0.001 a 0.05 (0,1% da população e 5% da população estão presas, respectivamente), aumentando gradativamente em 0,0005 pontos (na simulação base, a taxa de encarceramento é fixa em 0.01). Os resultados para vitimização de pessoas e residências podem ser observados nas Figuras 7.13 e 7.14, enquanto os resultados para as variáveis que impactam a decisão do criminoso são apresentados na Figura 7.15.

Figura 7.13: Impacto da taxa de encarceramento na vitimização de pessoas

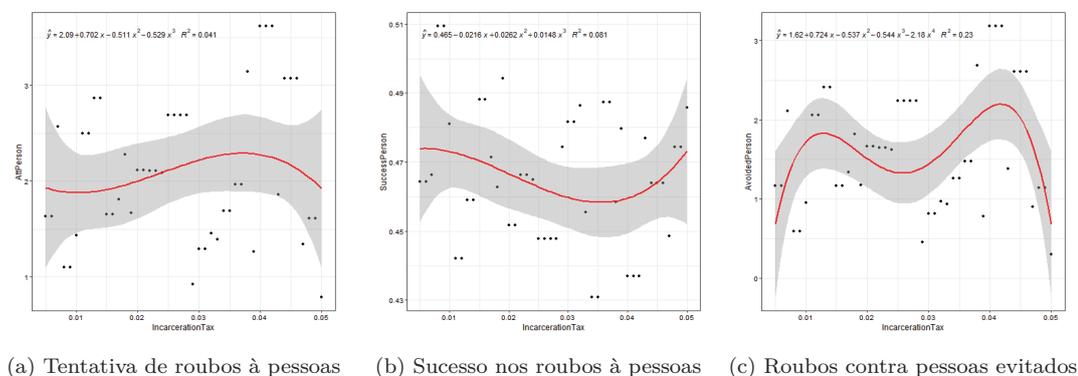
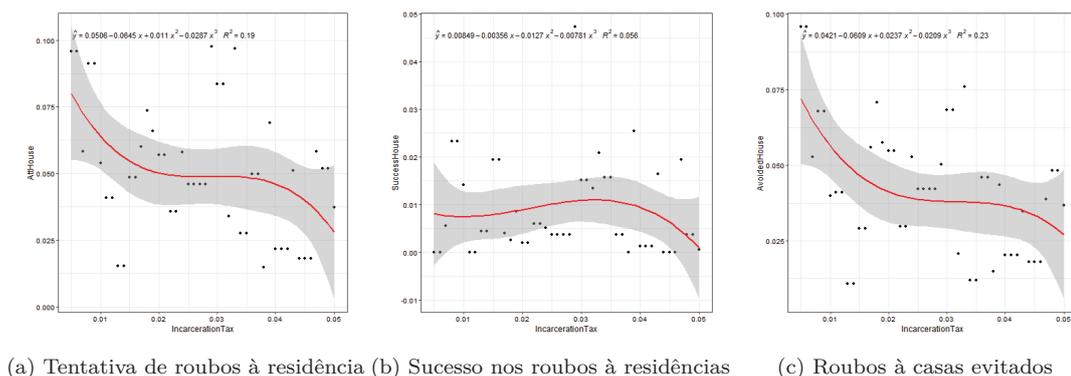


Figura 7.14: Impacto da taxa de encarceramento na vitimização de residências

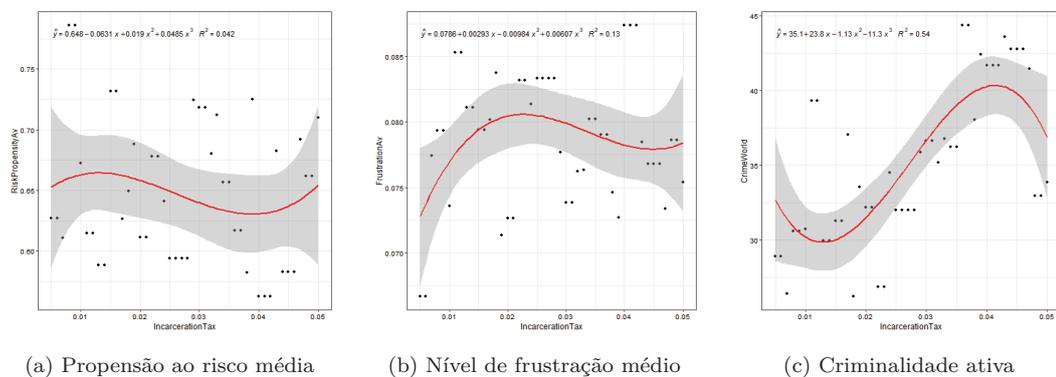


Os resultados da Figura 7.13(a) mostram que em contextos em que a taxa de encarceramento aumenta de 1% para 3,75%, a incidência de tentativas de roubos contra pessoas também cresce na média, apesar de pouco, enquanto que uma queda é observada em uma taxa de encarceramento que aumenta de 3,75% para 5%. De qualquer maneira, nenhuma taxa foi capaz de sugerir quantidades menores de tentativas de roubos contra pessoas do que a taxa inicial de 1%. Nos casos bem-sucedidos contra pessoas (Figura 7.13(b)), em cenários de aumento da taxa de encarceramento 1% para 3,5%, são observadas menores incidências de roubos, mas de 3,5% a 5% a incidência desses crimes apresenta elevação. Quanto aos roubos evitados pela polícia, é possível observar pela Figura 7.13(c) que a incidência dessa variável apresenta bastante oscilação dependendo da taxa de

encarceramento, sendo que somente uma taxa de encarceramento entre 3,5% e 4,75% apresentou um resultado melhor do que a taxa inicial de 1%.

No que tange aos crimes contra residências, a Figura 7.14(a) indica que taxas de encarceramento de 0,1% a 2,5% mostraram menores quantidades de tentativas de roubo, na média. Ainda, aumentar a taxa de 2,5% para aproximadamente 3,5% não surte efeito na diminuição das tentativas do crime, mas taxas de 3,5% a 5% mostram novamente uma tendência de queda. Entretanto, a quantidade de sucessos de roubos às residências aumenta quando se eleva a taxa de 1% para 3,25% e só diminui em taxas superiores a aproximadamente 4%. Por último, os crimes evitados mostram uma dinâmica semelhante às tentativas, como mostra a Figura 7.14(c).

Figura 7.15: Impacto da taxa de encarceramento na tomada de decisão



A Figura 7.15(a) mostra que em contextos em que a taxa de encarceramento aumenta de 1,5% para 3,5% é possível observar um menor nível médio de propensão ao risco, o que indica que a mudança gera certa dissuasão. Entretanto, a propensão média volta a crescer no caso em que a taxa de encarceramento eleva de 4% a 5%, indicando nesse caso uma perda do efeito dissuasório. Isso também ajuda a explicar a maior incidência de roubos contra pessoas em contextos onde a taxa de encarceramento é a mais elevada. No caso dos roubos contra residências não ajuda tanto, uma vez que a presença de sistemas de segurança ajuda a frustrar o sucesso do crime. Ademais, a Figura 7.15(b) mostra que em situações em que a taxa de encarceramento aumenta de 1% para 2,5%, o nível de frustração dos indivíduos também aumenta, começa a cair a partir dos 2,5% até 4,5% e volta a crescer novamente a partir dos 4,5% até os 5%. Por fim, a relação entre criminosos ativos e presidiários representada pela Figura 7.15(c) mostra que, na média, a quantidade de criminosos ativos é maior do que a de presidiários quando nas situações em que a taxa de encarceramento varia de 1,5% a 4,25% e é menor apenas nas situações em que a taxa varia de 0,1% a 1,5% e 4,25% a 5%. Entretanto, mesmo nessas situações em que o número de presidiários é maior do que o de criminosos, em nenhuma delas a média é menor do que na situação inicial (em que a taxa de encarceramento é de 1%).

7.4 Discussão dos resultados das simulações

Ao considerar as políticas públicas analisadas no combate às tentativas de roubos contra pessoas, supondo o valor de $\phi = 1,5$ na simulação base, no geral, a incidência média deste crime seria menor em contextos de menor desigualdade de riqueza ($\phi < 1,5$) e maior em contextos de maior desigualdade ($\phi > 1,5$). Ao aumentar o número de policiais de 3/mil habitantes para 4/mil habitantes, é observado um aumento na quantidade de tentativas,

que só diminui quando o efetivo policial aumenta entre 4,5 e 6. Isso significa praticamente dobrar a quantidade de policiais nas ruas para que ocorra uma diminuição do número de tentativas, o que não é muito viável para o Estado em contextos de esgotamento financeiro. Pode ser que o patrulhamento aleatório não seja muito eficiente e seria interessante, em trabalhos futuros, testar outros mecanismos de patrulhamento para capturar melhores efeitos nessa variável. Ademais, uma elevação da taxa de encarceramento de 1% até 3,75% mostra um crescimento na incidência desse crime.

Quanto aos roubos contra pessoas evitados, observa-se que a quantidade é menor em contextos de menor desigualdade, o que influencia que as incidências de sucesso não mudem muito, mas cresçam um pouco em contextos de extrema desigualdade $\phi > 2,5$. No caso do efetivo policial, a dinâmica de roubos evitados contra pessoas é igual à de tentativa, o que parece não ser suficiente para mitigar os casos de sucesso do crime em contextos que o número de policiais por habitante é maior. De novo, pode ser que isso se deva ao tipo de patrulhamento realizado. Por fim, os resultados mostram que taxas de encarceramento de até 3,5% apresentam menores incidências de roubos efetuados contra pessoas, mas essa variável volta a crescer em cenários de encarceramento em massa. Portanto, a política que se mostra mais eficiente no combate aos crimes contra pessoas, na média, é aquela que distribui melhor a riqueza.

Na análise das políticas voltadas para o combate às tentativas de roubos contra residências, a incidência deste crime seria menor em contextos de leves diminuições na desigualdade de riqueza ($0,5 < \phi < 1,5$) e exponencialmente maior em contextos de maior desigualdade ($1,5 < \phi < 3$). Ao aumentar o número de policiais de 3/mil habitantes para 4/mil habitantes, não é observado muito impacto na redução de tentativas, o que só passa a ocorrer quando o efetivo policial aumenta entre 4 e 6. Isso também significa praticamente dobrar a quantidade de policiais nas ruas para que ocorra uma diminuição do número de tentativas e pode ser uma consequência da baixa eficiência de patrulhamentos aleatórios. Ademais, uma elevação da taxa de encarceramento de 1% até 2% mostra uma pequena diminuição na incidência desse crime, que se mantém constante e passa a cair novamente apenas em contextos de encarceramento em massa.

No caso dos roubos às residências, propriamente, cenários de maior desigualdade apresentam maiores quantidades de crimes evitados, mas não o suficiente para conter o avanço de sucessos. Isso sugere que contextos de maior desigualdade propiciam mais sucessos no crime do que crimes punidos. Quanto ao número de policiais, cenários de maior quantidade no efetivo não foram capazes de evitar mais roubos contra residências. Os sucessos tendem a diminuir até uma taxa de 5 policiais por mil habitantes, mas voltam a crescer novamente até a taxa de 6 policiais. Isso sugere que uma maior quantidade de policiais por habitante se mostra mais eficiente para impedir que um indivíduo decida roubar uma residência do que capturar indivíduos criminosos em ação. Por fim, cenários em que a taxa de encarceramento é maior evitam menor roubos contra residências, o que eleva a incidência de sucessos em taxas de até 3,25%, esta qual só volta a cair em contextos de encarceramento em massa. Considerando cenários de esgotamento financeiro e limite orçamentário, a melhor política no combate aos crimes contra residência também demonstra ser a melhor distribuição de riqueza.

No que tange à propensão ao risco média dos indivíduos criminosos, contextos de menor desigualdade mostram propensões ao risco média menores e contextos de maior desigualdade mostram esse índice mais elevado, o que influencia diretamente aqueles indivíduos decidirem cometer um crime. No caso do aumento do número de policiais, contextos com mais ou menos de 3 policiais por mil habitantes tendem a mostrar propensões

ao risco mais baixas, o que indica que um maior efetivo pode ser capaz de impactar e minar a decisão de um indivíduo cometer um crime. Ademais, contextos em que o encarceramento varia de 1,5% a 3,5% mostram propensões ao risco mais baixas, mas estas voltam a crescer em contextos de encarceramento em massa extremo.

Em relação ao nível de frustração, variável que influencia diretamente a decisão de um indivíduo se tornar criminoso, é possível constatar que contextos de maior desigualdade mostram uma média mais elevada para essa variável, mas sugere que nos contextos em que a distribuição de riqueza não é eficiente no sentido de Pareto (ou seja, quando a alocação de riqueza piora a situação de indivíduos para melhor a de outros), o nível de frustração é mais elevado. Isso significa que para o nível de frustração diminuir, seria necessário deixar os pobres mais ricos sem que os ricos ficassem mais pobres ou enriquecessem mais. Dessa maneira, não seria suficiente apenas distribuir a riqueza, mas também aumentá-la na média. Quanto ao número de policiais, é observado que uma maior quantidade no efetivo apresenta níveis médios menores de frustração, o que indica que a presença policial na sociedade tem grande impacto na decisão de um indivíduo em se tornar criminoso. De outro modo, taxas de encarceramento mais elevadas, em comparação com a taxa base de 1%, mostram maiores níveis médios de frustração. Isso indica que o encarceramento em massa não é eficiente para impactar a decisão de um agente em se tornar criminoso. Uma explicação para isso pode ser a ineficiência do sistema penal na velocidade de punição, que não consegue gerar efeito de dissuasão nos indivíduos.

Quanto à criminalidade ativa, ou seja, a maior proporção de criminosos em atividade do que presos, constata-se que ela decresce em contextos de maior desigualdade. Isso parece contraintuitivo, mas olhando, por exemplo, para o aumento do número de sucesso nos roubos contra residências nesse mesmo cenário, é possível que a explicação seja que mesmo com mais indivíduos presos, os que permanecem soltos ainda cometem muitos crimes. De qualquer forma, a criminalidade ativa volta a crescer em cenários de desigualdade extrema ($2,5 < \phi < 3$). Quanto ao aumento do efetivo policial, é possível observar que essa política não ajuda a diminuir a criminalidade ativa, pelo contrário. Entretanto, é possível que esse resultado esteja atrelado ao patrulhamento aleatório. Um resultado muito interessante é que em contextos de maior encarceramento a taxa de atividade criminosa é maior. Uma explicação para isso pode estar na Teoria do Aprendizado Social (Sutherland, 1947). Como o modelo é capaz de capturar a aprendizagem dos indivíduos criminosos ao longo do tempo por meio da função de *learning-by-doing*, é possível que quanto maior for a concentração de indivíduos criminosos em penitenciárias, maior será a disseminação do “aprendizado criminoso”. Dessa forma, se a taxa de reinserção dos indivíduos que terminaram de cumprir a pena for baixa (principalmente no mercado de trabalho), a reincidência será maior e, assim, maior será a criminalidade ativa.

Por fim, tendo em vista as três políticas analisadas, observa-se que aquela que mostra as menores incidências de sucessos nos roubos contra pessoas e residências e também uma menor taxa de criminalidade ativa média é aquela que melhor distribui a riqueza da sociedade.

8 Considerações finais

O presente trabalho buscou avaliar o perfil da criminalidade contra patrimônio (tanto de pessoas quanto de residências) pelo lado da vítima e da formação do comportamento criminoso. Para tanto, dados da PNAD de 2009 para a Grande Curitiba foram utilizados para estimar modelos econométricos *probit* e *logit* com o intuito de encontrar as probabilidades de vitimização dos indivíduos e residências, testando se a Teoria de Atividades Rotineiras (Cohen e Felson, 1979; Cohen et al., 1981) atrelada a elementos da Teoria da Escolha Racional (Becker, 1968) e da Teoria do Estilo de Vida (Hindelang et al., 1978) explicam a vitimização na cidade sob a ótica do ofensor motivado. Considerando a limitação de dados e a falta de um contrafactual que apoie a possibilidade de análises causais, este trabalho buscou adaptar o Modelo Baseado em Agentes de De Paula (2018) e Passos (2020) aos resultados empíricos de vitimização com o intuito de entender as decisões dos agentes que se tornam criminosos e o impacto de determinadas mudanças contextuais na vitimização de roubos contra pessoas e residências. Dessa maneira, a simulação base funciona como um contrafactual porque representa a sociedade analisada sem qualquer intervenção.

Os principais resultados encontrados por meio dos modelos econométricos apontam, em geral, que indivíduos homens; que trabalham; solteiros; que estudaram até o ensino médio; e com faixa de rendimento entre 1 e 2 salários mínimos e entre 3 e 5 salários mínimos tem mais chances de serem roubados do que mulheres; indivíduos que não trabalham; que não são solteiros; que não tem instrução; e que ganham até 1 salário mínimo, respectivamente. Ainda, o que parece explicar roubos ou furtos contra residências são a atratividade (renda aparente) e o fato destas não contarem com alguns equipamentos de segurança (retomando ideias apresentadas por Clarke (1995)). Dessa forma, as Teorias do Estilo de Vida (Hindelang et al., 1978) atrelada à das Oportunidades (Cohen e Felson, 1979) e da Escolha Racional (Becker, 1968) foram capazes de explicar o crime na cidade. Ou seja, um criminoso que rouba o faz não apenas quando tem a oportunidade, mas também quando o retorno financeiro é mais certo.

Com base nos resultados do modelo econométrico, o modelo baseado em agentes foi adaptado considerando os crimes de roubo e tentativa de roubo contra pessoas e residências, dando importância à ideia de que a Teoria do Estilo de Vida concebe o risco em termos probabilísticos (por exemplo, certos comportamentos aumentam as chances de alguém ser vitimado), e a Teoria das Atividades Rotineira simplesmente descreve o próprio evento de vitimização (por exemplo, se os três elementos-chave convergem, a vitimização acontece, mas se um ou mais elementos não convergem, a vitimização é evitada) (Pratt e Turanovic (2016)). Juntamente à Teoria do Comportamento Racional Maximizador (Becker, 1968), da Aprendizagem Social (Sutherland, 1947), e dos Prospectos (Kahneman e Tversky, 1979), principalmente, foram simulados cenários mais ou menos favoráveis, em comparação à simulação base, considerando a alteração de determinados parâmetros com o intuito de observar o comportamento da criminalidade.

Os principais resultados das simulações baseadas em agentes sugerem que, na média, contextos em que mais pessoas ostentam riqueza mostram mais incidência de crimes contra pessoas. Além disso, esses contextos ainda contribuem para o aumento do nível médio de frustração dos indivíduos e da criminalidade ativa (situação em que o número de criminosos agindo na sociedade é maior do que o de criminosos presos). Ainda, a simulação

base mostra uma menor incidência de crimes contra residências do que contra pessoas, o que pode estar associado não apenas ao fator proporcional, mas também à dissuasão provocada pela presença de sistemas de segurança.

Considerando a análise de políticas públicas, em que foram simulados experimentos alterando a distribuição de riqueza, o número de policiais e a taxa de encarceramento, observa-se que, em geral, os contextos em que a riqueza é melhor distribuída mostram menos incidência de crimes contra pessoas, residências e menor criminalidade ativa do que o aumento do número de policiais em patrulha aleatória ou encarceramento em massa. Ainda, os resultados sugerem que o encarceramento em massa pode contribuir para o aumento da criminalidade ativa, uma vez que a concentração de indivíduos criminosos em penitenciárias pode ser capaz de aumentar a disseminação do “aprendizado criminoso”. Então, se a taxa de reinserção dos indivíduos que terminaram de cumprir a pena for baixa (principalmente no mercado de trabalho), a reincidência será maior e, assim, maior será a criminalidade ativa. Dessa maneira, parece razoável pensar que as políticas públicas mais eficientes de combate à criminalidade (e financeiramente viáveis no longo prazo) são aquelas que não apenas evitam o crime em si, mas evitam a decisão de um indivíduo se tornar um agente criminoso.

Apesar desses resultados, é preciso elucidar limitações associadas à atuação policial, que ocorre de maneira aleatória. Como o policiamento também é um componente essencial associado à tomada de decisão dos indivíduos, uma vez que interfere na probabilidade em ser detido, o impacto de outros tipos de policiamento nas variáveis de interesse merecem ser testados em trabalhos futuros. Além disso, seria interessante refinar o modelo ainda mais com base nas estatísticas de letalidade policial, principalmente aquela dirigida a subgrupos específicos da sociedade.

Por fim, o modelo permite testar a aplicação de outras políticas públicas e interações, como, por exemplo, de que maneira os índices de desemprego e crescimento econômico afetam a vitimização e a criminalidade ativa, as quais não foram testadas para não estender mais o trabalho.

O código do modelo baseado em agentes desenvolvido no *Netlogo* e utilizado neste trabalho pode ser encontrado em <https://github.com/carolnovaes/abm-crime/blob/main/CrimeModel.nlogo>.

REFERÊNCIAS

- Akers, R. L. (2011). *Social learning and social structure: A general theory of crime and deviance*. Transaction Publishers.
- Aldrich, J. H. e Nelson, F. D. (1984). *Linear probability, logit, and probit models*. Number 45. Sage.
- Andrade, M. V., de Barros Lisboa, M., et al. (2000). Desesperança de vida: homicídio em minas gerais, rio de janeiro e são paulo: 1981 a 1997. In *Anais do IX Seminário sobre a Economia Mineira [Proceedings of the 9th Seminar on the Economy of Minas Gerais]*, volume 2, (pp. 775–808). Cedeplar, Universidade Federal de Minas Gerais.
- Aos, S., Lieb, R., Mayfield, J., Miller, M., e Pennucci, A. (2004). Benefits and costs of prevention and early intervention programs for youth.
- Ariely, D. e Jones, S. (2008). *Predictably irrational*. Harper Audio New York, NY.
- Arthur, W. B. (2006). Out-of-equilibrium economics and agent-based modeling. *Handbook of computational economics*, 2, 1551–1564.
- Arthur, W. B. (2010). Complexity, the santa fe approach, and non-equilibrium economics. *History of Economic Ideas*, 149–166.
- Arthur, W. B. (2013). Complexity economics. *Complexity and the Economy*.
- Axelrod, R. (1997). *The complexity of cooperation: Agent-based models of competition and collaboration*, volume 3. Princeton University Press.
- Bar-Yum, Y. (1997). Dynamic of complex systems. *Reading: Addison-Wesley*.
- Beato, C., Peixoto, B. T., e Andrade, M. V. (2004). Crime, oportunidade e vitimização. *Revista brasileira de ciências sociais*, 19(55), 73–89.
- Beccaria, C. (1764). On crimes and punishments. *Criminology Theory: Selected Classic Readings*, 367.
- Becker, G. S. (1968). Crime and punishment: An economic approach. In *The economic dimensions of crime* (pp. 13–68). Springer.
- Bentham, J. (1843). *The Works of Jeremy Bentham*, volume 7. W. Tait.
- Berkowitz, L. (1989). Frustration-aggression hypothesis: examination and reformulation. *Psychological bulletin*, 106(1), 59.
- Berry, B. J., Kiel, L. D., e Elliott, E. (2002). Adaptive agents, intelligence, and emergent human organization: Capturing complexity through agent-based modeling. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 99(suppl 3), 7187–7188.
- Bonabeau, E. (2002). Agent-based modeling: Methods and techniques for simulating human systems. *Proceedings of the national academy of sciences*, 99(suppl 3), 7280–7287.

- Borges, D. (2013). Vitimização e sentimento de insegurança no brasil em 2010: teoria, análise e contexto. *Mediações-Revista de Ciências Sociais*, 18(1), 141–163.
- Bosse, T. e Gerritsen, C. (2010). Social simulation and analysis of the dynamics of criminal hot spots. *Journal of Artificial Societies and Social Simulation*, 13(2), 5.
- Bouchard, T. J. e Loehlin, J. C. (2001). Genes, evolution, and personality. *Behavior genetics*, 31(3), 243–273.
- Bowling, B. e Ross, J. (2006). The serious organised crime agency: Should we be afraid? *Criminal Law Review*, 1019–1034.
- Bozdogan, H. (1987). Model selection and akaike's information criterion (aic): The general theory and its analytical extensions. *Psychometrika*, 52(3), 345–370.
- Brandão, A. J. L., Baptista, G. C., e Engel, C. L. (2017). Estudos sobre vitimização. *Brasília. Ministério da Justiça, Secretaria Nacional de Segurança Pública*.
- Brantingham, P. J. e Brantingham, P. L. (1984). *Patterns in crime*. Macmillan New York.
- Burgess, R. L. e Akers, R. L. (1966). A differential association-reinforcement theory of criminal behavior. *Social problems*, 14(2), 128–147.
- Caetano, F. M., Ribeiro, F. G., Yeung, L., e Ghiggi, M. P. (2020). Determinantes da cifra oculta do crime no brasil: uma análise utilizando os dados da pnad 2009. *Estudos Econômicos (São Paulo)*, 50(4).
- Camarano, A. A. e Kanso, S. (2012). O que estão fazendo os jovens que não estudam, não trabalham e não procuram trabalho?
- CAPE (2020). Centro de análise, planejamento e estatística. secretaria de estado da segurança pública do paraná. <http://www.seguranca.pr.gov.br/CAPE/Estatisticas>. Acessado em 23 de maio de 2020.
- Carvalho, A. d. S. e Sugai, M. I. (2014). Estado, investimentos e exclusão social: a produção do espaço da pobreza em curitiba. *Oculum Ensaios*, 11(2), 317–334.
- Carvalho Júnior, J. R. d. A. e Lavor, S. C. (2008). Repeat property criminal victimization and income inequality in brazil.
- Catão, Y. (2008). Pesquisa de vitimização: notas metodológicas. *Anuário do Fórum Brasileiro de Segurança Pública*, (2), 83–87.
- Cerqueira, D. e Lobão, W. (2004). Determinants of crime: theoretical frameworks and empirical results. *DADOS: Revista de Ciências Sociais*, 47(2), 233.
- Cerqueira, D. R. d. C. (2014). *Causas e consequências do crime no Brasil*. Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social.
- Clark, L. M. e Lewis, D. J. (1977). *Rape: The price of coercive sexuality*. Women's Press Toronto.
- Clarke, R. V. (1995). Situational crime prevention. *Crime and justice*, 19, 91–150.

- Clarke, R. V. e Cornish, D. B. (1985). Modeling offenders' decisions: A framework for research and policy. *Crime and justice*, 6, 147–185.
- Cloward, R. e Ohlin, L. (1970). Differential opportunity structure. *The sociology of crime and delinquency*, 300–318.
- Cohen, A. K. (1955). Delinquent boys; the culture of the gang.
- Cohen, L. E. e Cantor, D. (1981). Residential burglary in the united states: Life-style and demographic factors associated with the probability of victimization. *Journal of Research in Crime and Delinquency*, 18(1), 113–127.
- Cohen, L. E. e Felson, M. (1979). Social change and crime rate trends: A routine activity approach. *American sociological review*, 588–608.
- Cohen, L. E., Kluegel, J. R., e Land, K. C. (1981). Social inequality and predatory criminal victimization: An exposition and test of a formal theory. *American sociological review*, 505–524.
- Cohen, L. E. e Machalek, R. (1988). A general theory of expropriative crime: An evolutionary ecological approach. *American Journal of Sociology*, 94(3), 465–501.
- Conti, T. V. e Justus, M. (2016). A história do pensamento econômico sobre crime e punição de adam smith a gary becker: Parte i. *Instituto de Pesquisa UNICAMP*.
- Cruz, S. H. d., Azevedo, M. R., e Gonçalves, H. (2011). Vitimização por violência urbana em uma cidade de médio porte do sul do brasil. *Revista Brasileira de Epidemiologia*, 14, 15–26.
- de Carvalho Souza, J. P. M. e da Cunha, M. S. (2015). Evidências sobre a vitimização no brasil: Uma análise econo-métrica/evidences on victimization in brazil: An econometric approach. *Economic Analysis of Law Review*, 6(2), 206.
- de Oliveira, C. A. (2018). The impact of private precautions on home burglary and robbery in brazil. *Journal of quantitative criminology*, 34(1), 111–137.
- de Oliveira, C. A. e Costa, I. C. V. (2019). Ciclos econômicos e crimes contra o patrimônio: uma análise quase-experimental. *Análise Econômica*, 37(74).
- De Paula, K. F. S. (2018). Redes criminais uma investigação a partir do uso de redes computacionais. Dissertação de Mestrado - Universidade Federal do Paraná.
- de Resende, J. P. (2007). Crime social, castigo social: o efeito da desigualdade de renda sobre as taxas de criminalidade nos grandes municípios brasileiros.
- de Souza Siqueira, L., Ribeiro, D. C., e Tabak, B. M. (2017). A participação social nas políticas de segurança pública como instrumento de redução de vieses à luz da análise econômico-comportamental do direito1. *Revista Culturas Jurídicas*, 4(9).
- DeAngelis, D. L. e Diaz, S. G. (2019). Decision-making in agent-based modeling: A current review and future prospectus. *Frontiers in Ecology and Evolution*, 6, 237.
- Dempsey, J. S. e Forst, L. S. (2015). *An introduction to policing*. Cengage Learning.

- Devlin, K. J. e Lorden, G. (2007). *The numbers behind NUMB3RS: Solving crime with mathematics*. Penguin.
- Dezordi, L. L. (2011). A lei de okun para a economia brasileira: 2002-2010. *Vitrine da Conjuntura, Curitiba*, 4(5), 1–3.
- Dodge, Y. (2008). *The concise encyclopedia of statistics*. Springer Science e Business Media.
- Dollard, J., Miller, N. E., Doob, L. W., Mowrer, O. H., e Sears, R. R. (1939). Frustration and aggression.
- Domencich, T. A. e McFadden, D. (1975). Urban travel demand-a behavioral analysis. Technical report.
- Dopfer, K., Foster, J., e Potts, J. (2004). Micro-meso-macro. *Journal of evolutionary economics*, 14(3), 263–279.
- Dos Santos, M. J. e Kassouf, A. L. (2008). Estudos econômicos das causas da criminalidade no brasil: evidências e controvérsias. *Revista EconomiA*, 9(2), 343–372.
- Doyle, O., Harmon, C. P., Heckman, J. J., e Tremblay, R. E. (2009). Investing in early human development: timing and economic efficiency. *Economics e Human Biology*, 7(1), 1–6.
- Durkheim, E. (1938). The rules of the sociological method. *Trans. Sarah A. Solovay and John H. Mueller. Ed. George EG Catlin. Glencoe, Ill.: The Free Press, 1893*.
- Durkheim, E. (1978). O que é fato social. *Durkheim E, organizador. As regras do método sociológico. São Paulo: Abril Cultural*, 87–109.
- Dušek, L. (2015). Time to punishment: The effects of a shorter criminal procedure on crime rates. *International Review of Law and Economics*, 43, 134–147.
- Ehrlich, I. (1973). Participation in illegitimate activities: A theoretical and empirical investigation. *Journal of political Economy*, 81(3), 521–565.
- Emiliano, I. (2015). Heuristic reasoning: Studies in applied philosophy, epistemology and rational ethics.
- Epstein, J. M. (1999). Agent-based computational models and generative social science. *Complexity*, 4(5), 41–60.
- Érdi, P. (2007). *Complexity explained*. Springer Science e Business Media.
- Everitt, B. e Skrondal, A. (2002). *The Cambridge dictionary of statistics*, volume 106. Cambridge University Press Cambridge.
- Faria, E. M. (2008). O crime contra a pessoa e o crime contra o patrimônio na cidade de são paulo: uma análise do perfil das vítimas.
- Fávero, L. P. e Belfiore, P. (2014). *Métodos Quantitativos com Stata: Procedimentos, Rotinase Análise de Resultados*, volume 1. Elsevier Brasil.

- Fernandes, R. A. (2006). Efeitos contextuais no risco de vitimização criminal: testando teorias de atividades rotineiras e estilo de vida/exposição em diferentes estratos urbanos de belo horizonte.
- Fries, L. d. O. et al. (2017). Teoria da utilidade esperada e hipótese do mercado eficiente na perspectiva da economia comportamental.
- Garoupa, N. (2003). Behavioral economic analysis of crime: A critical review. *European Journal of Law and Economics*, 15(1), 5–15.
- Gneezy, U. e Rustichini, A. (2000). A fine is a price. *The Journal of Legal Studies*, 29(1), 1–17.
- Groff, E. R. (2007). Simulation for theory testing and experimentation: An example using routine activity theory and street robbery. *Journal of Quantitative Criminology*, 23(2), 75–103.
- Groff, E. R., Johnson, S. D., e Thornton, A. (2019). State of the art in agent-based modeling of urban crime: An overview. *Journal of Quantitative Criminology*, 35(1), 155–193.
- Gujarati, D. N. e Porter, D. C. (2011). *Econometria básica-5*. Amgh Editora.
- Hare, R. D. (1999). *Without conscience: The disturbing world of the psychopaths among us*. Guilford Press.
- Hicks, D. L. e Hicks, J. H. (2014). Jealous of the joneses: conspicuous consumption, inequality, and crime. *Oxford Economic Papers*, 66(4), 1090–1120.
- Hindelang, M. J., Gottfredson, M. R., e Garofalo, J. (1978). *Victims of personal crime: An empirical foundation for a theory of personal victimization*. Ballinger Cambridge, MA.
- Hirschi, T. (1969). A control theory of delinquency. *Criminology theory: Selected classic readings, 1969*, 289–305.
- IBGE (2010). Censo demográfico de 2010. <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/sociais/saude/9662-censo-demografico-2010.html?=&t=o-que-e>. Acessado em 10 de abril de 2020.
- IBGE (2012). Pesquisa de informações básicas estaduais. perfil dos estados brasileiros 2012. <https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv63406.pdf>. Acessado em 23 de novembro de 2020.
- IBGE (2013). Prefeitura municipal de curitiba. defesa social. a guarda municipal. <https://www.curitiba.pr.gov.br/noticias/500-guardas-municipais-serao-contratados-ate-2014/30089>. Acessado em 23 de novembro de 2020.
- IPEA (2018). Atlas da violência. <https://www.ipea.gov.br/atlasviolencia/arquivos/downloads/2232-3059-2049-7208-180614atlas2018retratosdosmunicipios-1.pdf>. Acessado em 10 de abril de 2020.

- Issaquah (2019). Frustration-aggression theory of aggression. <https://connect.issaquah.wednet.edu/cfs-file/key/telligent-evolution-components-attachments/01-14393-00-00-00-16-96-04/frustration-aggression-theory.pdf>. Acessado em 8 de abril de 2020.
- Johnson, S. D., Bernasco, W., Bowers, K. J., Elffers, H., Ratcliffe, J., Rengert, G., e Townsley, M. (2007). Space-time patterns of risk: a cross national assessment of residential burglary victimization. *Journal of Quantitative Criminology*, 23(3), 201–219.
- Jolls, C. e Sunstein, C. R. (2006). Debiasing through law. *The Journal of Legal Studies*, 35(1), 199–242.
- Jolls, C., Sunstein, C. R., e Thaler, R. (1998). A behavioral approach to law and economics. *Stanford law review*, 1471–1550.
- Kahneman, D. (2011). *Thinking, fast and slow*. Macmillan.
- Kahneman, D. (2012). *Rápido e devagar: duas formas de pensar*. Objetiva.
- Kahneman, D., Slovic, S. P., Slovic, P., e Tversky, A. (1982). *Judgment under uncertainty: Heuristics and biases*. Cambridge university press.
- Kahneman, D. e Tversky, A. (1979). On the interpretation of intuitive probability: A reply to jonathan cohen.
- Law, A. M. e Kelton, W. D. (2000). *Simulation modeling and analysis*, volume 3. McGraw-Hill New York.
- Lima, T. F. M. d., Faria, S. D., Soares Filho, B. S., e Carneiro, T. G. d. S. (2009). Modelagem de sistemas baseada em agentes: Alguns conceitos e ferramentas. *XIV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Natal Brasil, Anais... Natal*, 25–30.
- Lindgren, K. (2018). Evolutionary dynamics in game-theoretic. *The Economy as an Evolving Complex System II*, 337.
- Listokin, Y. (2007). Crime and (with a lag) punishment: Equitable sentencing and the implications of.
- Littell, R. C., Milliken, G. A., Stroup, W. W., Wolfinger, R. D., e Oliver, S. (2006). *SAS for mixed models*. SAS publishing.
- Liu, L. e Eck, J. (2008). Artificial crime analysis systems: Using computer simulations and geographic information systems.
- Long, J. S. e Freese, J. (2006). *Regression models for categorical dependent variables using Stata*, volume 7. Stata press.
- Lukas, J. (2019). Traffic grid. <http://ccl.northwestern.edu/netlogo/models/community/Town%20-%20Traffic%20&%20Crowd%20simulation>. Acessado em 10 de abril de 2020.
- Lynch, G. E. (1987). Rico: the crime of being a criminal, parts i e ii. *Columbia Law Review*, 87(4), 661–764.

- Macal, C. M. e North, M. J. (2005). Tutorial on agent-based modeling and simulation. In *Proceedings of the Winter Simulation Conference, 2005.*, (pp. 14–pp). IEEE.
- Macal, C. M. e North, M. J. (2006). Tutorial on agent-based modeling and simulation part 2: how to model with agents. In *Proceedings of the 2006 Winter simulation conference*, (pp. 73–83). IEEE.
- MacDonald, Z. (2002). Official crime statistics: their use and interpretation. *The Economic Journal*, 112(477), F85–F106.
- Macedo, R. (2019). Como desarmar a bomba-relógio da segurança pública no paraná. Disponível em: <https://www.gazetadopovo.com.br/parana/violencia-parana-policiais-desafios-solucoes-seguranca-publica/>. Acessado em 10 de dezembro de 2020.
- Madalozzo, R. e Furtado, G. M. (2011). Um estudo sobre a vitimização para a cidade de são paulo. *Brazilian Journal of Political Economy*, 31(1), 160–180.
- Magalhães, C. A. T. (2004). *Crime, sociologia e políticas públicas*. Editora Newton Paiva.
- Malleson, N., Evans, A., e Jenkins, T. (2009). An agent-based model of burglary. *Environment and Planning B: Planning and Design*, 36(6), 1103–1123.
- Malleson, N., Heppenstall, A., e See, L. (2010). Crime reduction through simulation: An agent-based model of burglary. *Computers, environment and urban systems*, 34(3), 236–250.
- Malleson, N., Heppenstall, A., See, L., e Evans, A. (2013). Using an agent-based crime simulation to predict the effects of urban regeneration on individual household burglary risk. *Environment and Planning B: Planning and Design*, 40(3), 405–426.
- Mariani, D., Ostetti, V., e Almeida, R. (2017). Com qual idade as pessoas saem de casa no brasil. <https://www.nexojornal.com.br/grafico/2017/02/27/Com-qual-idade-as-pessoas-saem-de-casa-no-Brasil>. Acessado em 8 de dezembro de 2020.
- McAdams, R. H. e Ulen, T. S. (2008). *Behavioral criminal law and economics*. Edward Elgar Publishing Limited.
- McCollister, K. E., French, M. T., e Fang, H. (2010). The cost of crime to society: New crime-specific estimates for policy and program evaluation. *Drug and alcohol dependence*, 108(1-2), 98–109.
- Melo, A., Belchior, M., e Furtado, V. (2005). Analyzing police patrol routes by simulating the physical reorganization of agents. In *International Workshop on Multi-Agent Systems and Agent-Based Simulation*, (pp. 99–114). Springer.
- Mendonça, M. J. C. d., Loureiro, P. R. A., e Sachsida, A. (2003). Criminalidade e desigualdade social.
- Mentovich e Jost (2017). Frustration-aggression hypothesis. <https://www.britannica.com/science/frustration-aggression-hypothesis>. Acesado em 8 de abril de 2020.

- Merton, R. K. (1938). Social structure and anomie. *American sociological review*, 3(5), 672–682.
- Merton, R. K. (1949). Social structure and anomie. *The family: Its function and destiny*.
- Miller, J. H. e Page, S. E. (2009). *Complex adaptive systems: An introduction to computational models of social life*. Princeton university press.
- Miller, N. E. (1941). I. the frustration-aggression hypothesis. *Psychological review*, 48(4), 337.
- Miller, W. B. (1958). Lower class culture as a generating milieu of gang delinquency.
- Miranda, A. P. M. d. (2008). As pesquisas de vitimização e a formulação de políticas públicas. *Reflexões sobre segurança pública e justiça criminal numa perspectiva comparada. Roberto Kant de Lima...[ET al.] organizadores. –Brasília: Secretaria Especial de Direitos Humanos*.
- Mitchell, M. (2009). *Complexity: A guided tour*. Oxford University Press.
- Morizot, J. e Kazemian, L. (2014). *The development of criminal and antisocial behavior*. Springer.
- Moura, E. C. e Malta, D. C. (2011). Consumo de bebidas alcoólicas na população adulta brasileira: características sociodemográficas e tendência. *Revista Brasileira de Epidemiologia*, 14, 61–70.
- Muftić, L. R., Bouffard, L. A., e Bouffard, J. A. (2007). An exploratory analysis of victim precipitation among men and women arrested for intimate partner violence. *Feminist Criminology*, 2(4), 327–346.
- Oliveira, C. A. d. e Xavier, G. H. P. (2012). Determinantes da vitimização criminal no estado do rio grande do sul.
- Oliveira, V. C. d. (2009). Revisão sistêmica da teoria da desorganização social: um estudo sobre vitimização em belo horizonte, rio de janeiro e curitiba.
- Paixão, A. L. e Beato F, C. C. (1997). Crimes, vítimas e policiais. *Tempo social*, 9(1), 233–248.
- Paquette, D. (2015). 20 an evolutionary perspective on antisocial behavior: Evolution as a foundation for criminological theories. In *The development of criminal and antisocial behavior* (pp. 315–330). Springer.
- Parsons, L. S. (2004). Performing a 1: N case-control match on propensity score. In *Proceedings of the 29th Annual SAS users group international conference*, volume 1, (pp. e11). SAS Institute.
- Passos, D. (2020). A complexa relação entre crescimento, pobreza, desigualdade e violência: uma modelagem baseada em agente. Dissertação de Mestrado - Universidade Federal do Paraná.
- Pearl, J. (1983). On the discovery and generation of certain heuristics. *AI Magazine*, 4(1), 23–23.

- Pease, K. e Tseloni, A. (2014). *Using modeling to predict and prevent victimization*. Springer.
- Peixoto, B., Souza, L. G. d., e Lima, R. S. d. (2012). Uma análise sistêmica: vitimização e políticas de segurança em são paulo. *Revista do Serviço Público*, 63(2), 217–236.
- Peixoto, B. T. (2003). Determinantes da criminalidade no município de belo horizonte. *Belo Horizonte, dissertação de mestrado, Universidade de Minas Gerais-UFMG, Minas Gerais, Brasil*.
- Peixoto, B. T. (2008). Uma contribuição para prevenção da criminalidade.
- Peixoto, B. T., Andrade, M. V., Moro, S., et al. (2007). Violência urbana: uma análise comparativa da vitimização em são paulo, rio de janeiro, recife e vitória. *Belo Horizonte: UFMG/Cedeplar*.
- Pint, B., Crooks, A., e Geller, A. (2010). Exploring the emergence of organized crime in rio de janeiro: An agent-based modeling approach. In *2010 Second Brazilian Workshop on Social Simulation*, (pp. 7–14). IEEE.
- Pontes, E. R. J. C. (2018). Probabilidade ou chance? *Revista de Saúde Pública de Mato Grosso do Sul*, 1(1), 131–135.
- Posner, R. A. (1985). An economic theory of the criminal law. *Columbia law review*, 85(6), 1193–1231.
- Pratt, T. C. e Turanovic, J. J. (2016). Lifestyle and routine activity theories revisited: The importance of “risk” to the study of victimization. *Victims e Offenders*, 11(3), 335–354.
- Raine, A. (2013). *The psychopathology of crime: Criminal behavior as a clinical disorder*. Elsevier.
- Reis, I. A. e Beato, C. (2000). Desigualdade, desenvolvimento socioeconômico e crime. *Desigualdade e pobreza no Brasil*.
- Resende, J. P. d. e Andrade, M. V. (2011). Crime social, castigo social: desigualdade de renda e taxas de criminalidade nos grandes municípios brasileiros. *Estudos Econômicos (São Paulo)*, 41(1), 173–195.
- Richiardi, M. G., Leombruni, R., Saam, N. J., e Sonnessa, M. (2006). A common protocol for agent-based social simulation. *Journal of artificial societies and social simulation*, 9, 16–31.
- Rosenbaum, P. R. e Rubin, D. B. (1983). The central role of the propensity score in observational studies for causal effects. *Biometrika*, 70(1), 41–55.
- Rossmo, D. K. (1995). Place, space, and police investigations: Hunting serial violent criminals. In *In D. Weisburd e JE Eck (Eds.), Crime and place*. Citeseer.
- Salvato, M. A., Junior, A. F. A., e Silva, G. R. (2016). Características pessoais e probabilidade de vitimização. *Economic Analysis of Law Review*, 7(1), 233–248.
- Sálvia, D. B. e a. (2018). Segurança pública e pesquisa de vitimização. Acessado em 7 de novembro de 2020.

- Samary, A. P. F. (2017). *Crescimento econômico e desemprego: uma estimativa da Lei de Okun pós Plano Real*. PhD thesis.
- Sant’anna, E. G., Scorzafave, L. G., et al. (2012). Uma análise da vitimização no brasil. *ENCONTRO NACIONAL DE ECONOMIA*, 40.
- Santos, M. J. d. (2006). *Uma abordagem econômica da criminalidade no Brasil*. PhD thesis, Universidade de São Paulo.
- Santos, S. C. L. d. (2008). Vitimização e desigualdade de renda no brasil.
- Schasfoort, J. (2017). Complexity economics: The perspectives of pluralist economics. Acessado em 10 de novembro de 2020.
- Schlemper, A. L. et al. (2018). Economia do crime: uma análise para jovens criminosos no paraná e rio grande do sul.
- Scorzafave, L. G., Justus, M., e Shikida, P. F. A. (2015). Safety in the global south: criminal victimization in brazilian rural areas. *Journal of rural studies*, 39, 247–261.
- Shaw, C. R. e McKay, H. D. (1942). Juvenile delinquency and urban areas.
- Shikida, P. F. A. (2010). Considera es sobre a economia do crime no brasil: um sumário de 10 anos de pesquisa. *Economic Analysis of Law Review*, 1(2), 318–336.
- Shikida, P. F. A. (2020). Uma análise da economia do crime em estabelecimentos penais paranaenses e gaúchos:: o crime compensa? *REVISTA BRASILEIRA DE EXECU O PENAL-RBEP*, 1(1), 257–278.
- Shikida, P. F. A., Júnior, C. A. G., Cardoso, B. F., e Birck, L. G. (2020). Reincidência penal: Uma análise a partir da “economia do crime” para subsidiar decisões judiciais recurrence criminal law: An analysis from the “crime economy” to subsidize judicial decisions.
- Silva, C. (2015). Determinantes da vitimiza o no brasil. *Revista Cadernos de Economia*, 19(35).
- Silva, I. D. A. O. d., Silva, R. G. R., Cassuce, F. C. d. C., e Cirino, J. F. (2019). Características associadas   vitimiza o por furto ou roubo no estado de minas gerais. *Perspectiva Econômica*, 15(1).
- Silva Macedo, M. d. A. e da Silva Fontes, P. V. (2009). Análise do comportamento decisório de analistas contábil-financeiros: um estudo com base na teoria da racionalidade limitada. *Revista Contemporânea de Contabilidade*, 6(11), 159–186.
- Simon, H. (1957). A behavioral model of rational choice. *Models of man, social and rational: Mathematical essays on rational human behavior in a social setting*, 241–260.
- Simon, H. A. (1991). Bounded rationality and organizational learning. *Organization science*, 2(1), 125–134.
- Smith, A. (1762). 1764, 1978, lectures on jurisprudence [a] and [b]. ed. rl meek, dd raphael, and pg stein. *Oxford University Press, New York*, 17, 314.

- Soares, A., Borges, D., e Compagnac, V. (2008). A pesquisa de condições de vida e vitimização de 2007: notas metodológicas. *Rio de Janeiro: Série Análise Criminal*, 2, 10–33.
- Souza, J. P. M. d. C. e Cunha, M. S. d. (2015). Evidências sobre a vitimização no brasil: uma análise econométrica. *Economic Analysis of Law Review, Brasília*, 6(2), 206–227.
- Stark, R. (1987). Deviant places: A theory of the ecology of crime. *Criminology*, 25(4), 893–910.
- Sutherland, E. H. (1947). Principles of criminology.
- Sutherland, E. H., Cressey, D. R., e Luckenbill, D. F. (1992). *Principles of criminology*. Altamira Press.
- Train, K. E. (2009). *Discrete choice methods with simulation*. Cambridge university press.
- Tversky, A. e Kahneman, D. (1974). Judgment under uncertainty: Heuristics and biases. *science*, 185(4157), 1124–1131.
- Tversky, A. e Kahneman, D. (1992). Advances in prospect theory: Cumulative representation of uncertainty. *Journal of Risk and uncertainty*, 5(4), 297–323.
- Van Koppen, P. J. e Jansen, R. W. (1998). The road to the robbery: Travel patterns in commercial robberies. *The British Journal of Criminology*, 38(2), 230–246.
- van Winden, F. A. e Ash, E. (2012). On the behavioral economics of crime. *Review of Law e Economics*, 8(1), 181–213.
- Walsh, A. (2009). Crazy by design: A biosocial approach to the age-crime curve. *Biosocial criminology: New directions in theory and research*, 154–175.
- Weisburd, D., Braga, A. A., Groff, E. R., e Wooditch, A. (2017). Can hot spots policing reduce crime in urban areas? an agent-based simulation. *Criminology*, 55(1), 137–173.
- Winkelmann, R. e Boes, S. (2006). Binary response models. *Analysis of Microdata*, 95–135.
- Wolfgang, M. E. (1967). *Studies in homicide*. Harper e Row New York.
- Wolfgang, M. E., Ferracuti, F., e Mannheim, H. (1967). *The subculture of violence: Towards an integrated theory in criminology*, volume 16. Tavistock Publications London.
- Wolfinger, R. (1993). Covariance structure selection in general mixed models. *Communications in statistics-Simulation and computation*, 22(4), 1079–1106.

APÊNDICE A – VITIMIZAÇÃO

Figura A.1: Pesquisas de Vitimização realizadas no Brasil

Pesquisa	Ano	Abraçgência	Período de referência	Tamanho da amostra entrevistada
PNAD	1988	Brasil	1 ano	81.628 domicílios
ILANUD	1992	Município do Rio de Janeiro e Município de São Paulo	5 anos	1.000
	1996		5 anos	1.000
	1997		5 anos	2.400
ISER/PAHO	1996	Município do Rio de Janeiro	5 anos	2.469
ISER/FGV	1996	Região Metropolitana do RJ	1 ano	1.126
O POVO E A POLÍCIA MILITAR	1997/ 1998	Distrito Federal	Toda a vida	2.000
SEADE	1998	SP - Região Metropolitana e municípios com mais de 50.000 habitantes	1 ano	14.000
USP	1999	Região Metropolitana de SP	6 meses	1.000
ISER	2000	Baixada Fluminense – RJ	1 anos	1.389
CDHP/IBGE	2001	Copacabana e Leme	1 anos	450
UNIVERSIDADE DE CAXIAS DO SUL	2001	Caxias do Sul (RS)	Sem informação	Sem informação
PESB/DATAUFF	2002	Brasil	Toda a vida	2.460
ILANUD/FIA/USP	2002	São Paulo, Rio de Janeiro, Vitória e Recife (municípios)	5 anos	2.800
ISP/VIVA RIO	2002	Município do Rio de Janeiro	1 ano	765
CRISP	2002	Município de Belo Horizonte	1 ano e 5 anos	4.000
INSTITUTO FUTURO BRASIL	2003	Município de São Paulo	1 ano e 5 anos	5.000
UNESP	2003	Município de Marília – SP	Toda a vida	Não consta
BH ÁREA SURVEY	2003	Município de Belo Horizonte	1 ano	1.029
CPP/INSPEER	2009	Município de São Paulo	1 ano	5.000
PREFEITURA DE ALVORADA (RS)	2004	Alvorada (RS)	1 ano	500 domicílios
IBPS/POLÍCIA MILITAR	2005	Rio de Janeiro	1 mês	1.100
CRISP/SSP	2005	Curitiba	1 ano e 5 anos	3.560
SENASP/SEGUP/UFPA/CCS	2005	Região Metropolitana de Belém e 8 municípios do Interior	2 anos	2.848
NUPEV/UERJ	2005/ 2006	Município do Rio de Janeiro	Toda a vida e 1 ano	4.000
CRISP	2006	Região Metropolitana de Belo Horizonte	1 ano e 5 anos	6.220
SEADE/PED	2006	Região Metropolitana de SP	sem informação	3.000
ISP/VIVA RIO	2007	Região Metropolitana do RJ	1 ano e 5 anos	5.000
CRISP	2007	Município de Itabira – MG	1 ano e 5 anos	401
PREFEITURA DE ESTEIO (RS)	2007	Esteio – RS	23 meses	2.682
UFPEL	2007/ 2008	Município de Pelotas – RS	1 ano e 5 anos	2.918
UFGO	2008	Região Metropolitana de Goiânia – GO	sem informação	3.200
Consórcio Intermunicipal de Prevenção à Violência e Criminalidade da Grande Vitória	2008	Região Grande Vitória – ES	1 ano e 5 anos	5.001
INSTITUTO MAURÍCIO DE NASSAU	2008	Recife	5 anos	795
SSP (RS)	2009	Canoas - RS	1 anos	1.500
CPP/INSPEER	2009	Município de São Paulo	1 ano	2.967
PNAD	2009	Brasil	1 ano	399.387
UNESP	2010	Município de Pompeia - SP	sem informação	84
CRISP	2010/ 2011	Município de Contagem - MG	1 ano e 5 anos	352
UFV	2012	Município de Viçosa - MG	sem informação	Não consta
PESQUISA NACIONAL DE VITIMIZAÇÃO	2010/ 2012	Brasil		78.008

Fonte: Sálvia (2018) atualizado.

APÊNDICE B – MODELO ECONOMETRICO

Tabela B.1: Resultados do teste de Multicolinearidade com base nos Fatores de Inflação de Variância (VIF) para os modelos de indivíduos

Variáveis	$GVI\bar{F}^{1/(2Df)}$							
	p-roubo1	p-roubo2	l-roubo1	l-roubo2	p-furto	l-furto	p-tentativa	l-tentativa
Sexo	1.072165	1.063839	1.074222	1.064913	1.036443	1.037552	1.032692	1.034583
Cor	1.054628	1.049195	1.055618	1.050351	1.040395	1.039824	1.023277	1.023270
Faixa etária	1.154427	-	1.155306	-	1.087070	1.086810	1.096538	1.096439
Estado civil	1.161504	1.045070	1.162768	1.045472	1.080460	1.079897	1.089532	1.090135
Trabalha	1.035965	1.022845	1.035814	1.022776	1.017889	1.015325	1.050373	1.049975
Escolaridade	1.097276	1.067275	1.097038	1.067303	1.086780	1.086652	1.076370	1.076510
Faixa de renda	1.091642	1.082910	1.092845	1.084031	1.070151	1.069082	1.071562	1.071130

Fonte: Elaboração própria.

Tabela B.2: Resultados do teste de Multicolinearidade com base nos Fatores de Inflação de Variância (VIF) para os modelos de residência

	$GVI\bar{F}^{1/(2Df)}$	
	p-residencia	l-residencia
Faixa de rendimento	1.070774	1.074644
Ocupação do domicílio	1.027917	1.028301
Composição familiar	1.030042	1.030430
Local do domicílio	1.071320	1.072414
Olho mágico etc	1.235159	1.244511
Fechaduras etc	1.140194	1.141226
Grades janela etc	1.162403	1.166496
Cerca elétrica etc	1.231802	1.233114
Câmera de vídeo	1.111417	1.108365
Segurança privada	1.094322	1.090881
Outro	1.043660	1.043236
Cachorro	1.035721	1.035525

Fonte: Elaboração própria.

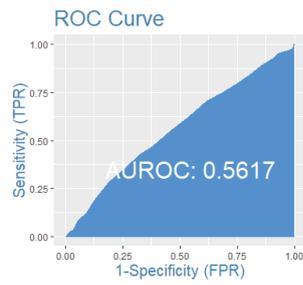


Figura B.1: probit robou 1

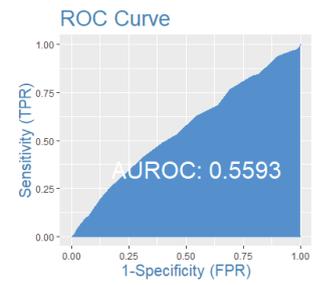


Figura B.2: probit robou 2

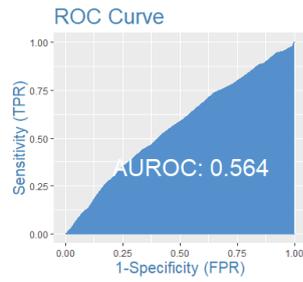


Figura B.3: logit robou 1

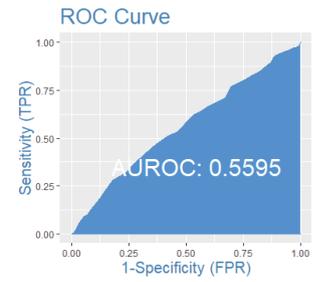


Figura B.4: logit robou 2

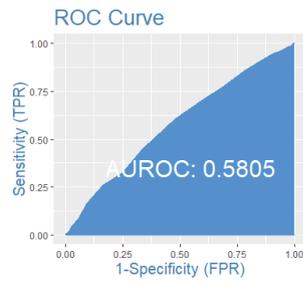


Figura B.5: probit furto

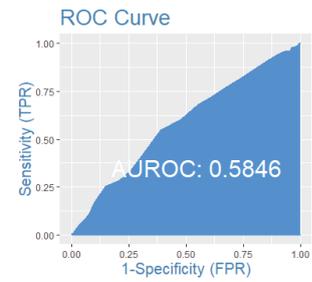


Figura B.6: logit furto

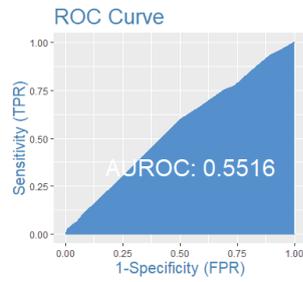


Figura B.7: probit tentativa

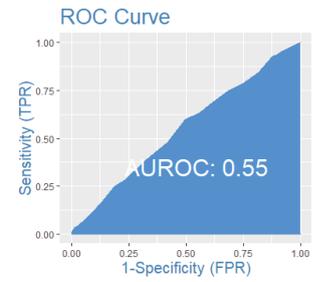


Figura B.8: logit tentativa

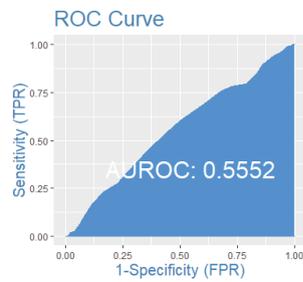


Figura B.9: probit residencia

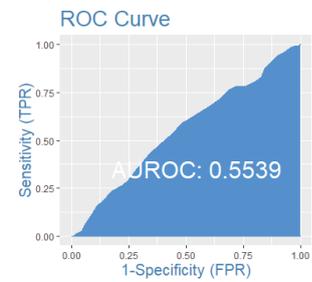


Figura B.10: logit residencia

APÊNDICE C – RESULTADOS DETALHADOS DOS MODELOS ECONÔMICOS

Tabela C.1: Resultados do modelo 1 *probit* de roubo

Variável	Característica	Coeficiente estimado	Erro padrão	Z	P> z	Intervalo de confiança			Efeito marginal
						2.5 %	97.5 %		
Intercepto		-0.41063	0.41615	-0.987	0.32377	-1.249463776	0.42050341		-0.15274167
Sexo	Feminino (referência)								
	Masculino	0.12025	0.14433	0.833	0.40479	-0.164286960	0.40543528		0.04472766
Cor	Preto ou pardo (referência)								
	Branco	-0.16017	0.16278	-0.984	0.35515	-0.481938269	0.15965740		-0.05957812
	Outros	0.26887	0.77149	0.349	0.72746	-1.178474748	186.183.534		0.10001110
Faixa etária	13-18 (referência)								
	19-24	-0.34955	0.29006	1.205	0.22817	-0.923065762	0.21629096		-0.13002025
	25-34	-0.32780	0.29025	-1.129	0.25873	-0.898436571	0.23698919		-0.12193291
	35-44	-0.24158	0.32752	-738	0.46076	-0.888667327	0.40137997		-0.08985939
	45+	-0.05952	0.33630	-0.177	0.85953	-0.720862045	0.59980419		-0.02213888
Estado civil	Solteiro (referência)								
	Casado	-0.36922	0.19453	-1.898	0.05770 *	-0.752044735	0.01140835		-0.13733738
	Separado	-0.30940	0.31860	-0.971	0.33150	-0.942809970	0.31876372		-0.11508506
	Viúvo	-0.40500	0.44230	-0.916	0.35984	-1.263631903	0.44326304		-0.15064847
Emprego	Não trabalha (referência)								
	Trabalha	0.33206	0.34045	0.975	0.32938	-0.347546933	102.931.995		0.12351653
Escolaridade	Sem instrução até primeiro grau incompleto (referência)								
	Primeiro grau completo	0.52145	0.26354	1.979	0.04785 **	0.0144461605	103.480.168		0.19396222
	Segundo grau incompleto	0.43707	0.31304	1.396	0.16265	-0.182560029	106.300.711		0.16257598
	Segundo grau completo	0.37021	0.19020	1.946	0.05161 *	-0.002168615	0.74416387		0.13770689
	Superior incompleto	-0.23405	0.32709	-0.716	0.47427	-0.888495329	0.40405290		-0.08705916
	Superior completo	0.31898	0.24949	1.279	0.20107	-0.167537571	0.80728269		0.11865092
Faixa de rendimento (em Salários Mínimos**)	Até 1 SM (referência)								
	1 a 2 SM	0.46222	0.17955	2.574	0.01004 **	0.110392565	0.81678119		0.17193027
	2 a 3 SM	0.24506	0.23318	1.051	0.29329	-0.215578017	0.70591448		0.09115378
	3 a 5 SM	0.72086	0.26655	2.704	0.00684 ***	0.207745328	1.24016280		0.26813819
	Mais de 5 SM	0.47082	0.29918	1.574	0.11555	-0.113655274	1.06158234		0.17512998

Notas: AIC = 522.89
 Significância a 10% (*), a 5% (**) e a 1% (***)
 Fonte: elaboração própria.

Tabela C.2: Resultados do modelo 2 *probit* de roubo - exclusão da variável "faixa-etária"

Variável	Característica	Coeficiente estimado	Erro padrão	Z	P > z	Intervalo de confiança			Efeito marginal
						2.5 %	97.5 %		
Intercepto		-0.88294	0.34900	-2.530	0.0114 **	-1.591344633	-0.19878815		-0.33740894
Sexo	Feminino (referência)	0.14116	0.13258	1.065	0.2870	-0.119290156	0.40231956		0.05394134
	Masculino								
Cor	Preto ou pardo (referência)	0.03362	0.14914	0.225	0.8217	-0.259799924	0.32675914		0.01284636
	Branco	0.48543	0.76660	0.633	0.5266	-0.978038291	2.10049460		0.18550222
	Outros								
Estado civil	Solteiro (referência)	-0.23861	0.13999	-1.704	0.0883 *	-0.513123570	0.03519906		-0.09118325
	Casado	0.04105	0.26578	0.154	0.8773	-0.483448391	0.56793154		0.01568540
	Separado	-0.25557	0.36349	-0.703	0.4820	-0.962024292	0.44011565		-0.09766440
	Viúvo								
Emprego	Não trabalha (referência)	0.53374	0.30905	1.727	0.0842 *	-0.24194733	0.5065520		0.20396459
	Trabalha								
	Sem instrução até primeiro grau incompleto (referência)	0.40147	0.22528	1.782	0.0747 *	-0.035344880	0.84087685		0.15341887
	Primeiro grau completo	0.50587	0.26451	1.912	0.0558 *	-0.014650173	1.03353258		0.19331310
	Segundo grau incompleto	0.29966	0.17105	1.752	0.0798 *	-0.035913227	0.63592366		0.11451309
	Superior grau completo	-0.11819	0.28662	-0.412	0.6801	-0.686937845	0.44293153		-0.04516398
	Superior incompleto	0.24708	0.22959	1.076	0.2819	-0.201448534	0.69697466		0.09441874
	Até 1 SM (referência)	0.24663	0.16137	1.528	0.1264	-0.069766515	0.56360424		0.09424650
	1 a 2 SM	0.11328	0.21860	0.518	0.6043	-0.317744766	0.54425135		0.04328901
	2 a 3 SM	0.47070	0.24639	1.910	0.0561 *	-0.006484946	0.95145206		0.17987542
	3 a 5 SM	0.27152	0.28076	0.967	0.3335	-0.276261026	0.82421137		0.10376003
	Mais de 5 SM								

Notas: AIC = 588.39

Significância a 10% (*), a 5% (**) e a 1% (***)

Fonte: elaboração própria.

Tabela C.3: Resultados do modelo 1 *logit* de roubo

Variável	Característica	Coeficiente estimado	Erro padrão	Z	P > z	Intervalo de confiança			Razão de chance
						2.5 %	97.5 %		
Intercepto		-0.6418	0.6816	-0.942	0.34640	0.1353228	2.004886		0.5263240
Sexo	Feminino (referência)	0.1878	0.2347	0.800	0.42378	0.7620711	1.915461		1.2065577
	Masculino								
Cor	Preto ou pardo (referência)	-0.2527	0.2656	-0.951	0.34138	0.4594071	1.304188		0.7767143
	Branco	0.4670	1.2672	0.369	0.71248	0.1407698	3.6043265		1.5952025
	Outros								
Faixa etária	13-18 (referência)	-0.5704	0.4758	-1.199	0.23063	0.2182539	1.421785		0.5653252
	19-24								
	25-34	-0.5392	0.4756	-1.134	0.25692	0.2255828	1.468522		0.5832341
	35-44	-0.3882	0.5352	-0.725	0.46823	0.2345202	1.927405		0.6782732
	45+	-0.1041	0.5500	-0.189	0.84993	0.3037315	2.645212		0.9011632
Estado civil	Solteiro (referência)	-0.6045	0.3167	-1.909	0.05629 *	0.2912588	1.011569		0.5463668
	Casado	-0.4920	0.5185	-0.949	0.34261	0.2184188	1.683470		0.6113840
	Separado	-0.6713	0.7151	-0.939	0.34781	0.1200605	2.075368		0.5110272
	Viuvo								
Emprego	Não trabalha (referência)	0.5250	0.5592	0.939	0.34773	0.5702321	5.265706		1.6905321
	Trabalha								
	Sem instrução até primeiro grau								
	incompleto (referência)	0.8632	0.4294	2.010	0.04439 **	1.0307311	5.602763		2.3708031
	Primeiro grau completo	0.6814	0.5116	1.332	0.18291	0.7302981	5.503361		1.9766188
	Segundo grau incompleto	0.5918	0.3087	1.917	0.05525 *	0.9888473	3.325316		1.8072966
	Segundo grau completo	-0.3784	0.5340	-0.709	0.47857	0.2319063	1.915934		0.6849374
	Superior incompleto	0.5054	0.4033	1.253	0.21016	0.7535624	3.679007		1.6575692
	Superior completo								
Faixa de rendimento (em Salários Mínimos)**	Até 1 SM (referência)	0.7477	0.2926	2.555	0.01061 **	1.1952112	3.772316		2.1121596
	1 a 2 SM	0.4092	0.3785	1.081	0.27958	0.7165040	3.174097		1.5056599
	2 a 3 SM	1.1844	0.4369	2.711	0.00671 ***	1.4063523	7.847975		3.2685972
	3 a 5 SM	0.7634	0.4840	1.577	0.11474	0.8314068	5.586117		2.1455601
	Mais de 5 SM								

Notas: AIC = 522.93

Significância a 10% (*), a 5% (**) e a 1% (***)

Fonte: elaboração própria.

Tabela C.4: Resultados do modelo 2 *logit* de roubo

Variável	Característica	Coeficiente estimado	Erro padrão	Z	P > z	Intervalo de confiança			Razão de chance
						2.5 %	97.5 %		
Intercepto		-0.9443	0.6161	-1.533	0.12535	0.1118798	1.2818460	0.3889695	
Sexo	Feminino (referência)								
	Masculino	0.2105	0.2316	0.909	0.36350	0.7845886	1.9480071	1.2342976	
Cor	Preto ou pardo (referência)								
	Branco	-0.2551	0.2631	-0.969	0.33237	0.4605762	1.2948727	0.7748672	
	Outros	0.6089	1.2645	0.482	0.63012	0.1633250	4.14161607	1.8384213	
Estado civil	Solteiro (referência)								
	Casado	-0.4985	0.2452	-2.033	0.04203 **	0.3743583	0.9802075	0.6074380	
	Separado	-0.3210	0.4453	-0.721	0.47094	0.2999269	1.7397542	0.7254174	
	Viúvo	-0.4290	0.6548	-0.655	0.51239	0.1715407	2.3671344	0.6511582	
Emprego	Não trabalha (referência)								
	Trabalha	0.4830	0.5415	0.892	0.37239	0.5651396	4.8742255	1.6209741	
Escolaridade	Sem instrução até primeiro grau incompleto (referência)								
	Primeiro grau completo	0.8068	0.4240	1.903	0.05708 *	0.9844181	5.2411052	2.2408191	
	Segundo grau incompleto	0.7826	0.4720	1.658	0.09729 *	0.8781544	5.6652122	2.1870840	
	Segundo grau completo	0.4870	0.2918	1.669	0.09518 *	0.9194019	2.8926058	1.6274091	
	Superior incompleto	-0.5358	0.5210	-1.028	0.30376	0.2028622	1.5928657	0.5851887	
	Superior completo	0.3882	0.3933	0.987	0.32374	0.6830166	3.2075724	1.4742643	
Faixa de rendimento (em Salários Mínimos)**	Até 1 SM (referência)								
	1 a 2 SM	0.7079	0.2878	2.459	0.01392 **	1.1586149	3.5882577	2.0297344	
	2 a 3 SM	0.3615	0.3712	0.974	0.33015	0.6925735	2.9820850	1.4354965	
	3 a 5 SM	1.1890	0.4340	2.740	0.00615 ***	1.4205751	7.8376778	3.2838795	
	Mais de 5 SM	0.7726	0.4791	1.613	0.10683	0.8473731	5.5844673	2.1653127	

Notas: AIC = 518.04

Significância a 10% (*), a 5% (**) e a 1% (***)

Fonte: elaboração própria.

Tabela C.5: Resultados do modelo *probit* de furto

Variável	Característica	Coeficiente estimado	Erro padrão	Z	P > z	Intervalo de confiança			Efeito marginal
						2.5 %	97.5 %		
Intercepto		-1.09253	0.31574	-3.460	0.00054 ***	-1.71865646	-0.4842433	-0.41760219	
Sexo	Feminino (referência)								
	Masculino	0.30136	0.09477	3.180	0.00147 ***	0.111567910	0.4875585	0.111518856	
Cor	Preto ou pardo (referência)								
	Branco	-0.03685	0.10790	-0.342	0.73269	-0.24834683	0.1746200	-0.01408567	
	Outros	0.62980	0.40975	1.537	0.12429	-0.14217405	1.4674859	0.24073120	
Faixa etária	13-18 (referência)								
	19-24	0.05836	0.23029	0.253	0.79995	-0.38935725	0.5094560	0.02230646	
	25-34	0.26152	0.22610	1.157	0.24742	-0.17918526	0.7068685	0.09996011	
	35-44	0.42196	0.23320	1.809	0.07038 *	-0.03228769	0.8807877	0.16128735	
	45+	0.19602	0.23583	0.831	0.40587	-0.26229400	0.6583877	0.07492509	
Estado civil	Solteiro (referência)								
	Casado	0.05832	0.11514	0.506	0.61251	-0.16653475	0.2831675	0.02229168	
	Separado	0.26269	0.18715	1.404	0.16043	-0.10313846	0.6313956	0.10040829	
	Viuvo	0.08381	0.26400	0.317	0.75090	-0.43440886	0.6001706	0.03203371	
Emprego	Não trabalha (referência)								
	Trabalha	0.55350	0.24659	2.245	0.02479 **	0.08304448	1.0476130	0.21156527	
Escolaridade	Sem instrução até primeiro grau incompleto (referência)								
	Primeiro grau completo	-0.04576	0.15565	-0.294	0.76878	-0.35147025	0.2592178	-0.01749048	
	Segundo grau incompleto	0.37128	0.20374	1.822	0.06840 *	-0.02919262	0.7756175	0.14191471	
	Segundo grau completo	0.02744	0.13249	0.207	0.83591	-0.23211446	0.2870042	0.01048908	
	Superior incompleto	0.02813	0.21203	0.133	0.89444	-0.39007844	0.4460185	0.01075320	
	Superior completo	0.12393	0.17092	0.725	0.46841	-0.21135657	0.4602728	0.047366891	
Faixa de rendimento (em Salários Mínimos)**	Até 1 SM (referência)								
	1 a 2 SM	0.05752	0.11540	0.498	0.61814	-0.16845960	0.2835683	0.02198742	
	2 a 3 SM	0.18906	0.16083	1.176	0.23979	-0.12718390	0.5060771	0.07226621	
	3 a 5 SM	0.03602	0.17974	0.200	0.84116	-0.31537541	0.3878874	0.01376859	
	Mais de 5 SM	0.23936	0.20133	1.189	0.23448	-0.15373848	0.6340184	0.09148959	

Notas: AIC = 1088.9

Significância a 10% (*), a 5% (**) e a 1% (***)

Fonte: elaboração própria.

Tabela C.6: Resultados do modelo *logit* de furto

Variável	Característica	Coeficiente estimado	Erro padrão	Z	P> z	Intervalo de confiança			Razão de chance
						2.5 %	97.5 %		
Intercepto		-1.79248	0.52929	-3.387	0.000708 ***	0.05626696	0.4544971		0.1665471
Sexo	Feminino (referência)								
	Masculino	0.49115	0.15313	3.207	0.001340 ***	1.21163346	2.2091441		1.6341873
Cor	Preto ou pardo (referência)								
	Branco	-0.06148	0.17391	-0.353	0.723717	0.66837218	1.3223635		0.9403748
	Outros	1.07982	0.70406	1.534	0.125104	0.81555243	1.40724909		2.9441415
Faixa etária	13-18 (referência)								
	19-24	0.09005	0.37332	0.241	0.809382	0.52901333	2.2982144		1.0942322
	25-34	0.42267	0.36627	1.154	0.248512	0.74934941	3.1672796		1.5266236
	35-44	0.67821	0.37780	1.795	0.072631 *	0.94627200	4.1831214		1.9703427
	45+	0.31888	0.38211	0.835	0.403994	0.65456968	2.9427843		1.3755836
Estado civil	Solteiro (referência)								
	Casado	0.08936	0.18560	0.481	0.630172	0.75958076	1.5735345		1.0934780
	Separado	0.42598	0.30315	1.405	0.159977	0.84852001	2.7936084		1.5310835
	Viuvo	0.13028	0.42445	0.307	0.758896	0.48973197	2.6159596		1.1391429
Emprego	Não trabalha (referência)								
	Trabalha	0.92409	0.42098	2.195	0.028158 **	1.15042570	6.1222862		2.5195718
Escolaridade	Sem instrução até primeiro grau incompleto (referência)								
	Primeiro grau completo	-0.07571	0.25085	-0.302	0.762802	0.56591465	1.5152531		0.9270882
	Segundo grau incompleto	0.58912	0.33010	1.785	0.074315 *	0.94864950	3.4747235		1.8024087
	Segundo grau completo	0.03976	0.21351	0.186	0.852259	0.68437032	1.5816804		1.0405646
	Superior incompleto	0.04896	0.34199	0.143	0.886167	0.53601330	2.0554585		1.0501760
	Superior completo	0.19865	0.27544	0.721	0.470784	0.71118368	2.0967909		1.2197529
	Até 1 SM (referência)								
Faixa de rendimento (em Salários Mínimos)**	1 a 2 SM	0.09330	0.18595	0.502	0.615858	0.76245197	1.5812862		1.0977869
	2 a 3 SM	0.29639	0.25971	1.141	0.253768	0.80937869	2.2438812		1.3449935
	3 a 5 SM	0.05614	0.28954	0.194	0.846250	0.59903323	1.8680678		1.0577487
	Mais de 5 SM	0.40236	0.32521	1.237	0.216008	0.79183536	2.8403747		1.4953425

Notas: AIC = 1088.7

Significância a 10% (*), a 5% (**) e a 1% (***)

Fonte: elaboração própria.

Tabela C.7: Resultados do modelo *probit* de tentativa de roubo ou furto

Variável	Característica	Coeficiente estimado	Erro padrão	Z	P > z	Intervalo de confiança			Efeito marginal
						2.5 %	97.5 %		
Intercepto		-0.651690	0.223887	-2.911	0.00361 ***	-1.09268630	-0.2146289		-0.250955297
Sexo	Feminino (referência)								
	Masculino	0.199899	0.075735	2.639	0.00830 ***	0.05176081	0.3483470		0.076977849
Cor	Preto ou pardo (referência)								
	Branco	0.021463	0.088737	0.242	0.80888	-0.15256899	0.1955756		0.008265094
	Outros	-0.047364	0.412904	-0.115	0.90868	-0.86165332	0.7653900		-0.018238992
Faixa etária	13-18 (referência)								
	19-24	0.032313	0.165711	0.195	0.84539	-0.29291371	0.3579621		0.0124443319
	25-34	0.032496	0.165058	0.197	0.84393	-0.29144704	0.3571329		0.012513574
	35-44	-0.009401	0.171292	-0.055	0.95623	-0.34586349	0.3275963		-0.003620235
	45+	-0.027831	0.176047	-0.158	0.87439	-0.37370219	0.3184706		-0.010717429
Estado civil	Solteiro (referência)								
	Casado	-0.018640	0.092543	-0.201	0.84037	-0.19972834	0.1626032		-0.007177830
	Separado	0.478420	0.157962	3.029	0.00246 ***	0.17064667	0.7891787		0.184231876
	Viuvo	0.609752	0.237860	2.563	0.01036 **	0.14895661	1.0777445		0.234805772
Emprego	Não trabalha (referência)								
	Trabalha	0.130926	0.190975	0.686	0.49299	-0.24194733	0.5065520		0.050417577
Escolaridade	Sem instrução até primeiro grau incompleto (referência)								
	Primeiro grau completo	0.398068	0.127183	3.130	0.00175 ***	0.14832061	0.6484921		0.153289654
	Segundo grau incompleto	0.521478	0.159687	3.266	0.00109 ***	0.20845415	0.8361418		0.200812710
	Segundo grau completo	0.324988	0.105348	3.085	0.00204 ***	0.11893993	0.5315649		0.125147437
	Superior incompleto	0.425067	0.162178	2.621	0.00877 ***	0.10950747	0.7415529		0.163686424
	Superior completo	0.436273	0.140398	3.107	0.00189 ***	0.16177647	0.7116768		0.168001737
Faixa de rendimento (em Salários Mínimos)**	Até 1 SM (referência)								
	1 a 2 SM	0.042239	0.091938	0.459	0.64593	-0.13775287	0.2221720		0.016265520
	2 a 3 SM	0.082778	0.126528	0.654	0.51296	-0.16584961	0.3313770		0.031876600
	3 a 5 SM	0.251496	0.147022	1.711	0.08716 *	-0.03564106	0.5403883		0.096846847
	Mais de 5 SM	0.163214	0.176332	0.926	0.35465	-0.18288716	0.5103637		0.062851157

Notas: AIC = 1687

Significância a 10% (*), a 5% (**) e a 1% (***)

Fonte: elaboração própria.

Tabela C.8: Resultados do modelo *logit* de tentativa de roubo ou furto

Variável	Característica	Coeficiente estimado	Erro padrão	Z	P > z	Intervalo de confiança			Razão de chance
						2.5 %	97.5 %		
Intercepto		-1.05314	0.36167	-2.912	0.00359 ***	0.1699776	0.7048218		0.3488403
Sexo	Feminino (referência)								
	Masculino	0.32468	0.12222	2.657	0.00789 ***	1.0895245	1.7594585		1.3835878
Cor	Preto ou pardo (referência)								
	Branco	0.03709	0.14290	0.260	0.79520	0.7842092	1.3736617		1.0377892
	Outros	-0.06064	0.66518	-0.091	0.92737	0.2469298	3.5931429		0.9411665
Faixa etária	13-18 (referência)								
	19-24	0.05015	0.26603	0.189	0.85048	0.6242135	1.7739840		1.0514290
	25-34	0.05260	0.26518	0.198	0.84277	0.6268626	1.7755960		1.0540058
	35-44	-0.01836	0.27533	-0.067	0.94682	0.5722989	1.6867632		0.9818035
	45+	-0.04603	0.28310	-0.163	0.87084	0.5483612	1.6659917		0.9550133
Estado civil	Solteiro (referência)								
	Casado	-0.03070	0.14876	-0.206	0.83650	0.7244818	1.2985320		0.9697667
	Separado	0.77226	0.25758	2.998	0.00272 ***	1.3140883	3.6143190		2.1646500
	Viuvo	0.99397	0.38715	2.567	0.01025 **	1.2791136	5.8860480		2.7019369
Emprego	Não trabalha (referência)								
	Trabalha	0.21491	0.30772	0.698	0.48492	0.6803292	2.2864052		1.2397537
Escolaridade	Sem instrução até primeiro grau incompleto (referência)								
	Primeiro grau completo	0.63684	0.20490	3.108	0.00188 ***	1.2666527	2.8304191		1.8904910
	Segundo grau incompleto	0.83556	0.25720	3.249	0.00116 ***	1.3965730	3.8352593		2.3061005
	Segundo grau completo	0.52320	0.17002	3.077	0.00209 ***	1.2104192	2.3581192		1.6874105
	Superior incompleto	0.69195	0.26138	2.647	0.00811 ***	1.1988626	3.3456553		1.9975998
	Superior completo	0.70724	0.22672	3.119	0.00181 ***	1.3027964	3.1714373		2.0283832
	Até 1 SM (referência)								
Faixa de rendimento (em Salários Mínimos)**	1 a 2 SM	0.06428	0.14794	0.434	0.66394	0.7977548	1.4251031		1.0663864
	2 a 3 SM	0.13259	0.20361	0.651	0.51494	0.7658380	1.7026782		1.1417771
	3 a 5 SM	0.40177	0.23729	1.693	0.09042 *	0.9405636	2.3877228		1.4944628
	Mais de 5 SM	0.25091	0.28439	0.882	0.37763	0.7368784	2.2510623		1.2851936

Notas: AIC = 1687

Significância a 10% (*), a 5% (**) e a 1% (***)

Fonte: elaboração própria.

Tabela C.9: Resultados do modelo *probit* de roubo ou furto à residência

Variável	Característica	Coeficiente estimado	Erro padrão	Z	P > z	Intervalo de confiança			Efeito marginal
						2.5 %	97.5 %		
Intercepto	-	-0.27397	105.954	-0.259	0.7960	-2.3958854	1.94512327		-0.10149811
Faixa de rendimento (em Salários Mínimos)**	Até 1 SM (referência)	-0.44392	0.24245	-1.831	0.0671 *	-0.9221602	0.02839639		-0.16446168
	1 a 2 SM	-0.09710	0.28010	-0.347	0.7289	-0.6436391	0.44768277		-0.03597146
	2 a 3 SM	0.30213	0.32936	0.917	0.3590	-0.3336759	0.94703936		0.11193201
	3 a 5 SM	0.10810	0.36575	0.296	0.7676	-0.6142276	0.84307343		0.04004688
Condição de ocupação do domicílio	Alugado (referência)	0.05134	0.22398	0.229	0.8187	-0.3851064	0.48796527		0.01901971
	Próprio Cedido	0.09877	0.34834	0.284	0.7768	-0.5771173	0.77446790		0.03658998
Composição familiar	Casal sem filhos (referência)	0.07068	0.23409	0.302	0.7627	-0.3903211	0.53379332		0.02618511
	Casal com filhos Uniparental ou outra composição	0.24926	0.25377	0.982	0.3260	-0.2488274	0.75059714		0.09234491
Local do domicílio	Cidade não-autorrepresentativa (referência)								
	Região Metropolitana ou Cidade autorrepresentativa	0.25698	0.19131	1.343	0.1792	-0.1169794	0.63225328		0.09520413
	tem (referência) não tem	0.71074	0.29314	2.425	0.0153 **	0.1436696	1.29389361		0.26331096
Olho mágico; abertura na porta; corrente no trinco da porta; ou, interfone	tem (referência)								
	tem (referência) não tem	-0.16248	0.23107	-0.703	0.4820	-0.6198072	0.29319062		-0.06019291
Fechaduras extras, barras (de ferro ou madeira) na porta/janela contra arrombamento	tem (referência)								
	tem (referência) não tem	-0.29895	0.21475	-1.392	0.1639	-0.7241843	0.12362457		-0.11075375
Grades da janela/porta	tem (referência)								
	tem (referência) não tem	-0.11532	0.24738	-0.466	0.6411	-0.5998380	0.36711821		-0.04272234
Cerca eletrificada; muro u grade com mais de 2 metros ou cacos de vidro, arame farpado ou alarme eletrônico	tem (referência)								
	tem (referência) não tem	0.29982	0.45506	0.659	0.5100	-0.6049955	1.22054654		0.11107537
Câmara de vídeo	tem (referência)								
	tem (referência) não tem	0.22162	0.30365	0.730	0.4655	-0.3738240	0.82409420		0.08210296
Segurança privada ou cancela	tem (referência)								
	tem (referência) não tem	-0.50721	0.81629	-0.621	0.5344	-2.3233903	1.10244058		-0.18790880
Outro mecanismo de segurança	tem (referência)								
	tem (referência) não tem	-0.14359	0.30210	-0.475	0.6346	-0.7544639	0.45546555		-0.05319548
Cachorro	tem (referência)								
	tem (referência) não tem								

Notas: AIC = 310.66

Significância a 10% (*), a 5% (**) e a 1% (***)

Fonte: elaboração própria.

Tabela C.10: Resultados do modelo *logit* de roubo ou furto à residência

Variável	Característica	Coeficiente estimado	Erro padrão	Z	P > z	Intervalo de confiança			Razão de chance
						2.5 %	97.5 %		
Intercepto	-	-0.49736	1.74600	-0.285	0.7758	0.02040969	2.6183167		0.6081344
Faixa de rendimento (em Salários Mínimos)**	Até 1 SM (referência)	-0.71415	0.39465	-1.810	0.0704 *	0.22249871	1.051300		0.4896086
	1 a 2 SM	-0.16426	0.45319	-0.362	0.7170	0.34678168	2.068454		0.8485229
	2 a 3 SM	0.50891	0.54250	0.938	0.3482	0.58537113	4.988198		1.6634781
	3 a 5 SM	0.16644	0.59710	0.279	0.7804	0.36764855	3.899643		1.1810946
	Mais de 5 SM								
Condição de ocupação do domicílio	Alugado (referência)	0.08598	0.36382	0.236	0.8132	0.53298164	2.232988		1.0897842
	Próprio	0.14094	0.56427	0.250	0.8028	0.37729300	3.499667		1.1513523
Composição familiar	Cedido								
	Casal sem filhos (referência)	0.11292	0.38004	0.297	0.7664	0.53160233	2.371823		1.1195449
	Casal com filhos	0.40340	0.41245	0.978	0.3280	0.66906578	3.389782		1.4969001
Local do domicílio	Uniparental ou outra composição								
	Cidade não-autorrepresentativa (referência)	0.42012	0.31073	1.352	0.1764	0.82933291	2.812093		1.5221421
Olho mágico; abertura na porta; corrente no trinco da porta; ou, interfone	Região Metropolitana ou Cidade autorepresentativa								
	tem (referência)	1.15623	0.48418	2.388	0.0169 **	1.25965635	8.516690		3.1779301
Fechaduras extras, barras (de ferro ou madeira) na porta/janela contra arrombamento	não tem								
	tem (referência)	-0.25309	0.37762	-0.670	0.5027	0.36737138	1.625908		0.7763956
Grades da janela/porta	não tem								
	tem (referência)	-0.47385	0.35086	-1.351	0.1768	0.31001730	1.233609		0.6225991
Cerca eletrificada; muro u grade com mais de 2 metros ou cacos de vidro, arame farpado ou alarme eletrônico	não tem								
	tem (referência)	-0.18457	0.40337	-0.458	0.6473	0.37240984	1.826997		0.8314608
Câmera de vídeo	não tem								
	tem (referência)	0.46385	0.74627	0.622	0.5342	0.37339191	7.400728		1.5901773
Segurança privada ou cancela	não tem								
	tem (referência)	0.34868	0.49872	0.699	0.4845	0.53384938	3.839529		1.4171899
Outro mecanismo de segurança	não tem								
	tem (referência)	-0.77233	1.34960	-0.572	0.5671	0.01827325	6.006752		0.4619352
Cachorro	não tem								
	tem (referência)	-0.22156	0.49225	-0.450	0.6526	0.29647537	2.085078		0.8012715

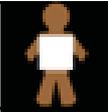
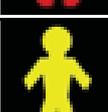
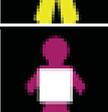
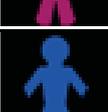
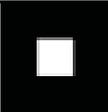
Notas: AIC = 310.77

Significância a 10% (*), a 5% (**) e a 1% (***)

Fonte: elaboração própria.

APÊNDICE D – MODELO BASEADO EM AGENTES

Figura D.1: Identificação visual dos componentes do modelo

Agente/Instituição	Componente visual no modelo
Crianças	
Idosos	
Trabalhadores	
Desempregados ativos	
Desempregados desalentados	
Ladrões	
Estudantes	
Policiais	
Escolas	
Firmas	
Residências	
Prisão	

Fonte: elaboração própria por meio do *software Netlogo*

Tabela D.1: Principais alterações do modelo de [Passos \(2020\)](#)

Características básicas dos agentes	Passos (2020)	Silva (2021)
Idade mínima dos agentes	6 anos	0 anos
Idade máxima dos agentes	70 anos	95 anos
Gênero	não há inclusão	há inclusão
Estado civil	não há inclusão	há inclusão
Escolaridade	Não possui	Possui
Atribuição de riqueza	a todos os agentes, exceto policiais	a todos os agentes, inclusive policiais
Propensão ao risco	função de valor randômico	incluídas variáveis como idade, eficiência policial, sentença de prisão e a condição de riqueza
Tomada de decisão	média ponderada a partir de índices individuais	média simples a partir de diferentes índices individuais
Média de habitantes por residência	3	5
Alocação dos agentes no espaço	aleatória	aleatória, mas indivíduos com menos de 25 anos não moram sozinhos

Fonte: elaboração própria.

Tabela D.2: Distribuição inicial da população de acordo com a faixa etária

Idade (em anos)	Percentual da população
0-5	6,2%
5-9	6,4%
10-14	7,4%
15-19	7,9%
20-24	9,1%
25-29	9,5%
30-34	8,8%
35-39	7,9%
40-44	7,4%
45-49	7%
50-54	6%
55-59	5,1%
60-64	3,7%
65-69	2,7%
70-74	1,9%
75-79	1,4%
80-84	1%
85-89	0,4%
90-94	0,2%

Fonte: Censo Demográfico ([IBGE, 2010](#)). Elaboração própria.

Tabela D.3: Distribuição inicial dos prisioneiros e infratores de acordo com a faixa etária

Idade (em anos)	Percentual de prisioneiros e infratores
18	6%
19-23	28%
24-28	21%
29-33	16%
34-38	10%
39-43	6%
44-48	5%
>49	7%

Fonte: [Shikida \(2020\)](#). Elaboração própria.

APÊNDICE E – RESULTADOS DO MODELO BASEADO EM AGENTES

Tabela E.1: Parâmetros da simulação base

Parâmetro	Símbolo	Valor base	$\Delta\Pi$	$\Delta\phi$	$\Delta\emptyset$	$\Delta\theta$	Valor real
Dimensão do plano	W_d	99x99					-
População	Λ	1000					~3 milhões
Expectativa de vida	ς	80					~74 a 81 anos
Custo de vida	δ	10					-
Riqueza média	θ	30					~R\$ 30 mil
Parâmetro de ajuste da renda	ϕ	1.5		0.1 a 3			~1.5
Porcentagem que mostra riqueza	Π	0.2	0,01 a 0,2				-
Raio de frustração do agente	τ	5					-
Policiais por habitante	Υ	0.003		0.001 a 0.006			~0.0026 a 0.003
Patrulhamento policial aleatório		true					-
Sentença de prisão máxima	ϖ	48					48 a 120 meses
Taxa de encarceramento	ϱ	0.01				0.001 a 0.05	~0.001
Porcentagem de criminosos ativos	at	0.01					-
Raio de ação máximo dos criminosos	ω	10					-
Raio de ação mínimo dos criminosos	μ	2					-
Raio de ação dos policiais	ω	10					-
Tempo médio de inatividade do criminoso	κ	96 horas					-
Lucro do roubo	l	5					-
Desempregados desalentados iniciais	ν	0.2					0.15
Probabilidade de desemprego	ε	0.046					-
Crescimento econômico	A	true					-
Taxa de crescimento econômico	E	0.012					~0,007 a 0,015
Nível educacional exigido pelo mercado	ne	11					11 anos
Número de firmas	nf	5					-
Taxa de natalidade	N	0.01					-
Taxa de mortalidade	M	0.01					-
Soma média da riqueza	$iota$	25					-