



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO  
CENTRO DE TECNOLOGIA E GEOCIÊNCIAS  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

KATARINA TATIANA MARQUES SANTIAGO

**ESTRATÉGIA DE INTERVENÇÃO ÓTIMA PARA O CONTROLE DA  
DISSEMINAÇÃO DO CRIME**

Recife

2019

**KATARINA TATIANA MARQUES SANTIAGO**

**ESTRATÉGIA DE INTERVENÇÃO ÓTIMA PARA O CONTROLE DA  
DISSEMINAÇÃO DO CRIME**

Tese apresentada ao Curso de do Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção do Centro de Tecnologia e Geociências da Universidade Federal de Pernambuco, como requisito parcial à obtenção do título de doutor em Engenharia de Produção.

**Área de Concentração:** Pesquisa Operacional

**Orientadora:** Professora Doutora Ana Paula Cabral Seixas Costa

Recife

2019

Catálogo na fonte  
Bibliotecário Josias Machado, CRB-4 / 1690

S235e Santiago, Katarina Tatiana Marques.

Estratégia de intervenção ótima para o controle da disseminação do crime / Katarina Tatiana Marques Santiago - 2019.  
99 folhas, tabs.

Orientadora: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup> Ana Paula Cabral Seixas Costa

Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Pernambuco. CTG.  
Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, 2019.  
Inclui Referências e Anexos.

1. Engenharia de Produção. 2. Controle ótimo. 3. Disseminação do crime. 4. Sistemas complexos. I. Costa, Ana Paula Cabral Seixas (Orientadora). II. Título.

UFPE

658.5 CDD (22. ed.) BCTG/2020 - 35

KATARINA TATIANA MARQUES SANTIAGO

**ESTRATÉGIA DE INTERVENÇÃO ÓTIMA PARA O CONTROLE DA  
DISSEMINAÇÃO DO CRIME**

Tese apresentada ao Curso de do Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção do Centro de Tecnologia e Geociências da Universidade Federal de Pernambuco, como requisito parcial à obtenção do título de doutor em Engenharia de Produção.

**Área de Concentração:** Pesquisa Operacional

Aprovada em: 03 de maio de 2019

**BANCA EXAMINADORA**

---

Professora Doutora Ana Paula Cabral Seixas  
Costa (Orientadora)  
Universidade Federal de Pernambuco

---

Danielle Costa Morais, Doutora  
Universidade Federal de Pernambuco

---

Francisco de Sousa Ramos, Docteur  
Universidade Federal de Pernambuco

---

Fábio Mascarenhas e Silva, Doutor  
Universidade Federal de Pernambuco

---

Luciano Brito Rodrigues, Doutor  
Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia

## AGRADECIMENTOS

Aos meu pais, Dona Alba e Sr. Alcides, pelo investimento, amor e carinho dedicados a mim.

A minha irmã, Juliane Santiago, pela ajuda prestada durante todo o tempo em que foi servidora lotada no Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção-PPGEP.

Ao meu amor, Amauri Dantas, pela paciência e compreensão.

Aos amigos do Grupo de Sistemas de Informação e Apoio à Decisão-GPSID pelo aprendizado e pelas risadas que ajudaram a deixar tudo mais leve. Em especial agradeço aos amigos Thyago Nepomuceno, por mergulhar comigo nesse tema tão complexo que é o crime, e Jean Turet pela ajuda essencial com o Python.

Aos professores Maísa Mendonça e Lúcio Silva, amigos da época do mestrado, pela companhia, conversas, cervejas, risadas e *insights* para vários trabalhos.

Ao professor André Leite pela ajuda com o  $\text{\LaTeX}$  e pelos *insights* sobre este trabalho.

A Secretaria de Planejamento e Gestão de Pernambuco-SEPLAG pela licença concedida na reta final deste trabalho.

Aos professores do PPGEP, pelo conhecimento ensinado.

A minha orientadora, professora Ana Paula Cabral Seixas Costa, pela dedicação e, principalmente, pela paciência.

Em especial, agradeço ao professor Fernando Menezes Campello de Souza, meu orientador no Mestrado, por me ensinar a enxergar através da lente da Matemática.

## RESUMO

A decisão de alocar recursos de maneira eficiente para mitigar a disseminação do crime é, possivelmente, uma das mais críticas para o gestor público. Em geral, os investimentos são feitos em ações que diminuam a probabilidade de um indivíduo se tornar criminoso (prevenção); em ações que retirem da sociedade aqueles que já cometeram crimes (repressão) e em ações que ressocializem aqueles que já sofreram algum tipo de sanção. Essas ações são monitoradas através de indicadores de produto e a política pública, em geral, é avaliada a partir da relação causa e efeito entre esses indicadores e os indicadores de crime. Essa avaliação é feita utilizando modelos estatísticos que, às vezes, apresentam resultados não convergentes. Para vencer essa limitação, este trabalho analisa como a prevenção, a repressão, a ressocialização, ou a combinação dessas estratégias impactam na população criminal ao longo do tempo utilizando a abordagem de Controle Ótimo. A ideia dessa abordagem é escolher uma trajetória de variáveis de controle para obter, por meio de um conjunto de equações diferenciais (equações de movimento), uma trajetória das variáveis de estado que descrevem o sistema e maximizam um determinado objetivo funcional. Dessa forma, a segurança pública é vista como um sistema complexo formado por vários atores e instituições que interagem entre si e formam um todo que é maior do que soma das partes. As estratégias descritas foram utilizadas como variáveis de controle em um sistema dinâmico que descreve a população de não-criminosos, a população de criminosos que não foram presos e a população de criminosos presos. O modelo foi construído com base nos modelos epidemiológicos que descrevem a disseminação de doenças e aponta os controles. A taxa de contágio com o crime, a taxa de desistência do crime, a taxa de prisão, a taxa de reincidência e a taxa de ressocialização são os parâmetros do modelo. Em virtude da falta de dados, foi realizada uma simulação dos parâmetros em três cenários com tempos finais diferentes e foram analisadas quais estratégias ou combinação delas mais contribuíram para a diminuição da população criminal ao longo do tempo. O algoritmo foi construído utilizando a linguagem Python. A simulação apontou os seguintes resultados: 1) a ressocialização está presente, isolada ou de forma combinada com a repressão, entre as melhores estratégias utilizadas para diminuir a população criminal ao longo do tempo; 2) nem a prevenção nem a repressão aparecem de forma isolada como melhor nem como pior estratégia em nenhum tempo estudado. No entanto, elas juntas, sem a ressocialização, correspondem a pior estratégia utilizada para diminuir a população criminal no sistema. Assim, a ressocialização sempre aparece, sozinha ou combinada com a repressão, como estratégia que mais reduz o crime. Ela é o *feedback* do

sistema. Esse achado é importante especialmente para países como o Brasil que tem um sistema penitenciário ineficaz e apresenta *feedback* positivo e não negativo.

**Palavras-chave:** Controle Ótimo. Disseminação do Crime. Sistemas Complexos.

## ABSTRACT

The decision to allocate resources efficiently to mitigate the spread of crime is possibly one of the most critical for the public manager. In general, investments are made in actions that decrease the likelihood of an individual becoming a criminal (prevention); in actions that remove from society those who have already committed crimes (repression) and in actions that resocialize those who have already suffered some kind of sanction. These actions are monitored through product indicators and public policy, in general, is assessed from the cause and effect relationship between these indicators and crime indicators. This evaluation is done using statistical models that sometimes present non-convergent results. To overcome this limitation, this paper analyzes how the prevention, repression, resocialization, or combination of these strategies impact on the criminal population over time using the Optimal Control approach. The idea is to choose a trajectory of control variables to obtain, through a set of differential equations (equations of motion), a trajectory of the state variables that describe the system and maximize a certain functional objective. In this way, public security is seen as a complex system formed by several actors and institutions that interact with each other and form a whole that is greater than the sum of the parts. The strategies described were used as control variables in a dynamic system that describes the population of non-criminals, the population of criminals who were not arrested and the population of criminals imprisoned. The model was constructed based on the epidemiological models that describe the spread of diseases and points out the controls. The rate of contagion with crime, the rate of quitting the crime, the imprisonment rate, the recidivism rate, and the resocialization rate are the parameters of the model. Due to the lack of data, a simulation of the parameters was carried out in three scenarios with different final times and the strategies or combinations of them that contributed to the reduction of the criminal population over time were analyzed. The algorithm was built using the Python language. The simulation showed the following results: 1) resocialization is present, isolated or combined with repression, among the best strategies used to reduce the criminal population over time; 2) neither prevention nor repression appear in isolation as the best or worst strategy in any of the time studied. However, they together, without resocialization, correspond to the worst strategy used to reduce the criminal population in the system. Thus, resocialization always appears, alone or in combination with repression, as the strategy that most reduces crime. It is the textit feedback of the system. This finding is especially important for countries such as Brazil that have an ineffective penitentiary system and have positive and non-negative feedback.

**Keywords:** Optimum Control. Spread of Crime. Complex Systems.

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Resumo dos Estudos . . . . .	34
Tabela 2 – Resultados Numéricos para $t_f = 1$ . . . . .	77
Tabela 3 – Resultados Numéricos para $t_f = 4$ . . . . .	77
Tabela 4 – Resultados Numéricos para $t_f = 10$ -Continuação . . . . .	78

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> . . . . .	12
1.1	JUSTIFICATIVA . . . . .	13
1.2	OBJETIVOS . . . . .	13
1.3	MÉTODO DE PESQUISA . . . . .	14
1.4	ORGANIZAÇÃO DA TESE . . . . .	16
<b>2</b>	<b>AS ESTRATÉGIAS: A PREVENÇÃO, A REPRESSÃO E A RESSOCI-</b>	
	<b>ALIZAÇÃO</b> . . . . .	17
2.1	A PREVENÇÃO . . . . .	17
<b>2.1.1</b>	<b>Eficácia dos programas de prevenção</b> . . . . .	23
2.2	A REPRESSÃO . . . . .	26
<b>2.2.1</b>	<b>Eficácia do encarceramento</b> . . . . .	27
2.3	A RESSOCIALIZAÇÃO . . . . .	32
<b>2.3.1</b>	<b>Eficácia dos programas de ressocialização</b> . . . . .	36
2.4	CONSIDERAÇÕES FINAIS DO CAPÍTULO E POSICIONAMENTO DO TRABALHO . . . . .	42
<b>3</b>	<b>A GESTÃO DA SEGURANÇA PÚBLICA</b> . . . . .	44
3.1	AS EXPERIÊNCIAS NO BRASIL . . . . .	44
<b>3.1.1</b>	<b>Pernambuco</b> . . . . .	45
<b>3.1.2</b>	<b>Distrito Federal</b> . . . . .	47
<b>3.1.3</b>	<b>Espírito Santo</b> . . . . .	50
<b>3.1.4</b>	<b>Minas Gerais</b> . . . . .	51
<b>3.1.5</b>	<b>São Paulo</b> . . . . .	55
<b>3.1.6</b>	<b>Rio de Janeiro</b> . . . . .	56
<b>3.1.7</b>	<b>Alagoas</b> . . . . .	58
<b>3.1.8</b>	<b>Ceará</b> . . . . .	59
<b>3.1.9</b>	<b>Considerações sobre os indicadores</b> . . . . .	60
3.2	CONSIDERAÇÕES SOBRE AS RELAÇÕES ENTRE INDICADORES CRI- MINAIS E O CRIME . . . . .	62
3.3	CONSIDERAÇÕES FINAIS DO CAPÍTULO E POSICIONAMENTO DO TRABALHO . . . . .	66
<b>4</b>	<b>O MODELO DINÂMICO PARA A SEGURANÇA PÚBLICA</b> . . . . .	68

4.1	EPIDEMIOLOGIA E CRIME . . . . .	69
4.2	O MODELO PROPOSTO . . . . .	71
4.3	SIMULAÇÃO NUMÉRICA . . . . .	76
4.4	RESULTADOS E DISCUSSÃO . . . . .	77
<b>4.4.1</b>	<b>Cenário 1 . . . . .</b>	<b>77</b>
<b>4.4.2</b>	<b>Cenário 2 . . . . .</b>	<b>77</b>
<b>4.4.3</b>	<b>Cenário 3 . . . . .</b>	<b>78</b>
4.5	CONSIDERAÇÕES FINAIS DO CAPÍTULO . . . . .	79
<b>5</b>	<b>CONCLUSÕES E SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS . . .</b>	<b>81</b>
5.1	CONCLUSÕES . . . . .	81
5.2	SUGESTÕES . . . . .	82
	<b>REFERÊNCIAS . . . . .</b>	<b>83</b>
	<b>ANEXO A – OTIMIZAÇÃO DINÂMICA . . . . .</b>	<b>91</b>
A.1	USAR PREVENÇÃO ( $u_1$ ) SEM REPRESSÃO ( $u_3 = 0$ ) E SEM RESSOCIALIZAÇÃO ( $u_2 = 0$ ) . . . . .	91
A.2	USAR REPRESSÃO ( $u_2$ ) SEM RESSOCIALIZAÇÃO ( $u_3 = 0$ ) E SEM PREVENÇÃO ( $u_1 = 0$ ) . . . . .	92
A.3	USAR A RESSOCIALIZAÇÃO ( $u_3$ ), SEM PREVENÇÃO ( $u_1 = 0$ ) E SEM REPRESSÃO ( $u_2 = 0$ ) . . . . .	93
A.4	USAR REPRESSÃO ( $u_2$ ) E RESSOCIALIZAÇÃO ( $u_3$ ) SEM PREVENÇÃO ( $u_1 = 0$ ) . . . . .	95
A.5	USAR PREVENÇÃO ( $u_1$ ) E RESSOCIALIZAÇÃO ( $u_3$ ) SEM REPRESSÃO ( $u_2 = 0$ ) . . . . .	96
A.6	USAR REPRESSÃO ( $u_2$ ) E PREVENÇÃO ( $u_1$ ) SEM RESSOCIALIZAÇÃO ( $u_3 = 0$ ) . . . . .	98

## 1 INTRODUÇÃO

De acordo com o (IPEA, 2018), que utiliza dados da Organização Mundial da Saúde, a taxa de homicídio, principal indicador de violência de um país, cresceu 33% no período de 2000 a 2012 no mundo, saindo de 6,2 por 100 mil habitantes para 8,2 por 100 mil habitantes. No Brasil, houve crescimento de 14% no período de 2006 a 2016. No último ano desse período, a taxa foi de 30,6 por 100 mil habitantes. Em números absolutos foram 62.517 pessoas assassinadas o que corresponde a aproximadamente 13% dos homicídios do mundo.

Esses números trazem consequências econômicas importantes principalmente porque, segundo o estudo da (OMS, 2018), do total de 477 mil pessoas mortas no mundo em 2016, 80% eram jovens. No Brasil, no período de 2006 a 2016, de acordo com o (IPEA, 2018), homicídio foi a causa de 49,1% das mortes de jovens entre 15 e 19 anos, e 46% das mortes entre 20 a 24 anos. Esse índice é bem diferente do grupo de brasileiros entre 45 e 49 anos, por exemplo, que é de 5,5%. Esses jovens deixaram de produzir e contribuir para o crescimento econômico de seus países.

Além do homicídio, que é um crime contra a vida, os crimes contra o patrimônio (roubos e furtos em geral) e contra a honra (principalmente, o estupro) também apresentaram aumento ao longo do tempo. No Brasil, por exemplo, de acordo com o (FBS, 2017), houve aumento de 8,4% nos registros de estupros e os roubos aumentaram 13,9%, com relação a 2016. Esses números aumentam a sensação de insegurança na sociedade e afetam o setor de comércio e de turismo local.

Assim, é urgente o controle da disseminação do crime. No entanto, sabe-se que esse controle é complexo, uma vez que o crime é multicausal. As políticas públicas desenvolvidas para este fim, em geral, fundamentam-se em três estratégias: 1) prevenção da criminalidade - ações que diminuem a probabilidade de o indivíduo cometer o crime; 2) repressão da criminalidade - ações que punem o indivíduo que cometeu o crime, seja com privação de liberdade ou não e 3) ressocialização - ações que reabilitam o preso a viver em sociedade novamente.

A ideia é integrar essas estratégias e operacionalizar a política a partir de modelos de gestão apoiados em indicadores que irão direcionar as estratégias de segurança pública ao longo do tempo. As avaliações desses indicadores são feitas de forma empírica baseada, na maioria das vezes, em modelos estatísticos que, por vezes, apresentam resultados não convergentes em virtude de problemas estruturais de coleta de dados ou de questões metodológicas aplicadas.

A questão é que a segurança pública é um sistema dinâmico composto por, pelo menos, três estados (população de pessoas não criminosas, população de pessoas criminosas e população de pessoas encarceradas); cinco parâmetros (taxa na qual as pessoas se tornam criminosas, taxa na qual as pessoas desistem do crime, taxa de encarceramento, taxa de reincidência e taxa de ressocialização) e vários atores (polícia, justiça, secretarias e departamentos ligados a prevenção e a ressocialização, entre outros) que interagem entre si e formam um todo que é maior do que a simples soma das partes.

Assim, dependendo das populações iniciais, dos valores dos parâmetros e do tempo de análise, uma estratégia ou uma combinação de estratégias pode ser mais eficaz na redução da população criminal ao longo do tempo. Portanto, a pergunta a ser respondida nesta pesquisa é como uma estratégia ou combinação delas impactam na população criminal?

## 1.1 JUSTIFICATIVA

A avaliação da política de segurança pública a partir da relação causa e efeito entre indicadores de produtos das ações empregadas e indicadores de resultado de ocorrência de crimes utilizando modelos estatísticos apresenta, por vezes, resultados díspares. Isso ocorre, como já mencionado, em virtude de questões estruturais e metodológicas. As questões estruturais dizem respeito ao mau funcionamento ou até mesmo inexistência de um sistema de informação. Além disso, como alerta (KAHN, 2005), os dados de criminalidade estão sujeitos a uma série de limites e validade de confiabilidade. Ainda segundo o autor, os registros dos crimes estão sujeitos a uma série de fatores que podem influenciar a decisão da vítima de registrar o boletim de ocorrência, tais como: percepção da eficiência da polícia, montante envolvido no crime, etc. As questões metodológicas estão relacionadas à endogeneidade, que acontece quando qualquer variável explicativa está correlacionada com o erro em um modelo de regressão, e à subnotificação criminal (erro de medida). Assim, evidencia-se a importância do uso de outra abordagem para estudar a interação das variáveis no sistema segurança pública. Ele precisa ser analisado como um sistema complexo, dinâmico, com vários atores, instituições, estoques, fluxos e *feedback*.

## 1.2 OBJETIVOS

Para estudar essa questão, alguns objetivos foram postos:

- Objetivo principal: analisar quais as estratégias ou combinação delas mais reduz a população criminal ao longo do tempo.

- Objetivos secundários: 1) analisar a eficácia da aplicação das estratégias de prevenção, repressão e ressocialização; 2) investigar como as estratégias são empregadas na construção e operacionalização das políticas de segurança pública e 3) construir um modelo dinâmico para escolha da estratégia ótima.

### 1.3 MÉTODO DE PESQUISA

Para responder a pergunta de pesquisa e alcançar os objetivos propostos para esta tese, inicialmente, foi realizada uma revisão de literatura com o objetivo de definir as estratégias de prevenção, repressão e ressocialização, bem como apontar estudos sobre a eficácia dessas estratégias no controle da criminalidade no Brasil e no mundo.

Em seguida foram estudados, no Brasil, como essas estratégias são operacionalizadas em modelos de gestão através do monitoramento de indicadores. Além disso, foram elencadas algumas questões metodológicas relacionadas ao estudo da relação entre esses indicadores e o crime que dificultam a análise do impacto dessas estratégias.

Finalmente foi proposto um modelo para a escolha da melhor estratégia. Para construção do modelo utilizou-se Controle Ótimo. Em linhas gerais, a técnica implica em escolher uma trajetória de certas variáveis de controle a partir de um conjunto admissível, para obter, por meio de um conjunto de equações diferenciais (equações de movimento), uma trajetória das variáveis de estado que descrevem o sistema e maximizam um determinado objetivo funcional. A formulação matemática deste problema é:

$$\max_{\{\mathbf{u}(t)\}} J = J\{\mathbf{u}(t)\} = \int_{t_0}^{t_1} I(\mathbf{x}(t), \mathbf{u}(t), t) dt + F(\mathbf{x}_1, t_1) \quad (1)$$

sujeito a :

$$\dot{\mathbf{x}}(t) = \mathbf{f}(\mathbf{x}(t), \mathbf{u}(t), t) \quad (2)$$

$$t_0 \quad \text{and} \quad \mathbf{x}(t_0) = \mathbf{x}_0 \quad \text{given} \quad (3)$$

$$(\mathbf{x}(t), t) \in T \quad \text{where} \quad t = t_1 \quad (4)$$

$$\{\mathbf{u}(t)\} \in U \quad (5)$$

Os principais elementos são:

- Variável de estado  $x(t)$ : uma função contínua de tempo que caracteriza o estado do sistema em qualquer instante  $t$  dentro do intervalo especificado  $[t_0, t_1]$ ;
- Trajetória de estado:  $\{x\} = [x : -\infty, +\infty] \rightarrow R^n$ . Geometricamente pode ser interpretada como uma direção de pontos em  $E^n$ , começando do estado inicial  $\mathbf{x}(t_0) = \mathbf{x}_0$  e terminando no terminal estado  $\mathbf{x}(t_1) = \mathbf{x}_1$ ;
- Variáveis de controle  $u(t)$ : são valores que caracterizam as escolhas (decisões) feitas a qualquer momento  $t$  do intervalo especificado;
- Trajetória de controle:  $\{\mathbf{u}(t)\} = \{\mathbf{u}(t) \in E^n \mid t_0 \leq t \leq t_1\}$ . Geometricamente representa uma direção de pontos em  $E^n$ ;
- Conjunto de controle  $U$ : este é o conjunto de todas as trajetórias de controle admissíveis. Qualquer trajetória ótima de controle deve pertencer a esse conjunto;
- Equações de movimento  $\dot{\mathbf{x}}(t)$ : um conjunto de equações diferenciais  $n$  que, ao fornecer a taxa de mudança no momento de cada variável de estado em função das outras variáveis de estado, variáveis de controle e tempo, caracterizam a trajetória do estado  $\{\mathbf{x}(t)\}$ ;
- Tempo final,  $t_1$ :  $(\mathbf{x}(t), t) \in T$  em  $t = t_1$  em que  $T$  é um dado sub-conjunto de  $E^{n+1}$ , denominado superfície de terminal;
- Objetivo Funcional 1: este é o mapa das trajetórias de controle para pontos na reta real. O valor que deve ser maximizado, onde  $I(\dots)$  é a chamada função intermediária que deve caracterizar a dependência do funcional no intervalo de tempo em relação ao estado e variáveis de controle e o próprio tempo. O segundo  $F(\dots)$ , chamado de função final, relaciona o funcional ao estado e o tempo do terminal.

Existem duas classificações básicas dos Sistemas de Controle (CS) são: o sistema de controle de malha fechada, também chamado de sistema de controle de feedback, onde a trajetória do controle ótimo é determinada a partir das variáveis de estado presentes e do tempo  $\mathbf{u}^*(\mathbf{x}(t), t)$ , isto é, as decisões são revisadas com base em novas informações adicionadas às variáveis de estado presentes (esse problema é conhecido como síntese). O outro tipo de sistema de controle é o sistema de controle de *loop* aberto, onde a trajetória de controle é determinada somente em função do tempo  $\{\mathbf{u}^*(t)\}$ , sendo possível especificá-lo completamente no tempo inicial  $t_0$ , e assim obter a trajetória do estado  $\{\mathbf{x}(t)\}$  integrando as equações de movimento.

Outras classificações de sistemas de controle são a relação entre variáveis (lineares ou não) e a relação das constantes do sistema (se variando no tempo ou não). Pode-se também classificar analisando a maneira como o tempo é considerado (discreto ou contínuo), além da classificação de determinístico ou estocástico.

Para resolver o problema do Controle Ótimo, utiliza-se o princípio do máximo proposto pelo matemático Lev Pontryagin (Teoria Matemática dos Processos) em 1962. Ele tomou a abordagem oposta aos métodos então conhecidos que tornavam o controle e os estados discretos a fim de transformar o problema para ser resolvido por programação não linear.

Esse princípio pode ser considerado uma extensão dos multiplicadores de Lagrange da otimização estática para problemas de otimização dinâmica e, portanto, envolve a adição do multiplicador Pontryagin ao problema de  $n$  variáveis  $\mathbf{y}(t)$ . Assim, as condições necessárias para um máximo local são resumidas abaixo.

$$\max_{u \in \Omega} H(\mathbf{x}, \mathbf{u}, \mathbf{y}, t) \quad \text{para todo } t, \quad t_0 \leq t \leq t_1 \quad (6)$$

$$\dot{\mathbf{x}} = \frac{\partial H}{\partial \mathbf{y}}, \quad \mathbf{x}(t_0) = \mathbf{x}_0 \quad (7)$$

$$\dot{\mathbf{y}} = -\frac{\partial H}{\partial \mathbf{x}}, \quad \mathbf{y}(t_1) = \frac{\partial F}{\partial \mathbf{x}_1}. \quad (8)$$

onde  $H(\mathbf{x}, \mathbf{u}, \mathbf{y}, t)$  e o Hamiltoniano é definido por:

$$H(\mathbf{x}, \mathbf{u}, \mathbf{y}, t) = I(\mathbf{x}, \mathbf{u}, t) + \mathbf{y}\mathbf{f}(\mathbf{x}, \mathbf{u}, t) \quad (9)$$

#### 1.4 ORGANIZAÇÃO DA TESE

- O capítulo 2 define as estratégias utilizadas para o controle da disseminação do crime e resume estudos sobre a eficácia dessas estratégias;
- O capítulo 3 apresenta a experiência do Brasil com a gestão da segurança pública baseada nas três estratégias e apresenta questões técnicas relacionadas aos indicadores criminais e questões metodológicas relacionadas ao estudo do impacto desses indicadores nas taxas de crime;
- O capítulo 4 apresenta o modelo proposto e seus resultados e
- Por fim, o capítulo 5 aponta as conclusões e sugestões para trabalhos futuros.

## 2 AS ESTRATÉGIAS: A PREVENÇÃO, A REPRESSÃO E A RESSOCIALIZAÇÃO

As razões pelas quais os crimes são cometidos e como e quando devem ser punidos sempre foram questões de grande preocupação nas sociedades organizadas. Ao longo do tempo, diferentes atitudes foram adotadas para prevenir ou deter o crime, desde o princípio da *lex talionis* (olho por olho) e a pena de morte até diferentes tipos de sanções relacionadas com a gravidade do inimigo.

As políticas modernas de segurança pública são fundamentadas em teorias apoiadas por evidências empíricas obtidas de estatísticas. A segurança pública é vista como um sistema formado pela prevenção, pela polícia e pela justiça. As ações voltadas para a diminuição da probabilidade de cometimento de um crime, aquelas voltadas para o encarceramento e aquelas voltadas para a reabilitação de um criminoso devem ser planejadas de maneira integrada e os resultados devem ser monitorados e avaliados. Tais ações compõe as principais estratégias de controle da disseminação do crime: a prevenção, a repressão e a ressocialização. Este capítulo tem dois objetivos. O primeiro é definir essas estratégias utilizadas e o segundo é apresentar estudos que demonstram a eficácia e ou a efetividade dessas estratégias no controle dessa disseminação.

### 2.1 A PREVENÇÃO

De acordo com *Guidelines for the Prevention of Crime*, prevenção criminal consiste em estratégias e medidas que buscam reduzir o risco de ocorrência de crime e seus potenciais efeitos nocivos sobre os indivíduos e a sociedade, incluindo o medo da criminalidade, e intervindo para influenciar suas múltiplas causas. Assim, entende-se por prevenção criminal qualquer atividade desenvolvida para diminuir a criminalidade e maximizar a sensação de segurança no meio social.

Este conceito está baseado na noção de que o crime e a vitimização são resultados de fatores de risco globais, nacionais, locais e individuais que influenciam o comportamento criminal. Os fatores de risco globais consistem em recessão econômica e políticas de migração, por exemplo; os fatores nacionais dizem respeito a desigualdade de renda, níveis de corrupção, entre outros; os fatores locais compreendem falta de educação, serviços de saúde, saneamento básico, acesso fácil ao mercado de drogas, entre outros; e os fatores individuais estão relacionados a fatores psicológicos que podem levar à agressividade, a conflitos familiares, abuso, etc.

Conhecer esses fatores de risco e como eles se relacionam com cada tipo de crime permite a criação de programas de prevenção eficazes. Esta seção apresenta as abordagens de prevenção e as teorias relacionadas a elas e a subseção seguinte mostrará estudos sobre a eficácia dessas abordagens.

Existem algumas formas de classificar as abordagens de prevenção à violência. A primeira delas foi proposta por (BRANTINGHAM; FAUST, 1976) e distingue essas abordagens de acordo com o alcance e o público alvo. Segundo os referidos autores, há três níveis de prevenção: a primária, a secundária e a prevenção terciária. A prevenção primária identifica condições físicas e sociais do ambiente que oferece oportunidades para atos criminais. Nesse caso, o objetivo da intervenção é alterar essas condições para que os crimes não ocorram. A prevenção secundária envolve a identificação precoce de potenciais infratores e procura intervir em suas vidas de tal maneira que eles nunca cometam violação criminal e a prevenção terciária lida com infratores reais e envolve intervenção em suas vidas de tal maneira que eles não cometerão ofensas adicionais.

A prevenção primária é mais abrangente e tem efeitos de médio a longo prazo. Garantir o acesso das pessoas à educação, aos serviços de saúde, à moradia digna são exemplos de ações de prevenção primária; a secundária, compreende ações de médio e curto prazos. Ela é mais restrita e diz respeito a populações e áreas consideradas de risco. Ela atua não onde o crime pode acontecer, mas onde ele, de fato, acontece. Programas de prevenção policial, de ordenação urbana e utilização do desenho arquitetônico como instrumento de auto-proteção, desenvolvidos em bairros de classes menos favorecidas, são exemplos desse tipo de prevenção; a terciária lida com infratores reais e envolve intervenção em suas vidas de maneira que eles não cometam crimes novamente.

Outra tipologia foi proposta por (TONRY; FARRINGTON, 1995). De acordo com esses autores, existem quatro abordagens para a prevenção: a prevenção criminal (*criminal justice prevention*), a prevenção ao desenvolvimento criminal (*developmental prevention*), a prevenção comunitária (*community prevention*) e a prevenção situacional (*situational prevention*).

A prevenção criminal é o nome dado a um conjunto de ações que objetivam prevenir a criminalidade depois que um dado crime ocorreu. Dessa forma, as prisões feitas por policiais e o cumprimento das penas seriam considerados ações de prevenção. Mais frequentemente, porém, a prevenção ao crime refere-se aos esforços para prevenir crimes ou delitos criminais em primeira instância - antes que o ato tenha sido cometido. (WELSH; FARRINGTON, 2012).

É inegável que as prisões policiais e aplicação das penas têm efeitos diretos e indi-

retos na prevenção do crime, mas, como posto em (BARR; KEN, 1990), o que distingue ações de prevenção do crime e ações de controle do crime é que a prevenção ocorre fora do âmbito da justiça criminal formal ou, ainda, se a ação social é motivada por uma ofensa que já ocorreu, estamos lidando com controle; se a ofensa é apenas antecipada, estamos lidando com a prevenção. (LEJINS, 1967). Assim, nessa seção serão abordadas apenas os tipos de prevenção relacionados ao momento anterior ao crime. Nas próximas seções, serão apresentados os conceitos e os estudos relacionados à repressão e à ressocialização.

A prevenção do desenvolvimento criminal postula que a ofensa criminal na adolescência e na idade adulta é influenciada por padrões comportamentais e atitudinais que foram aprendidos durante o desenvolvimento de um indivíduo. A fundamentação teórica da prevenção do desenvolvimento criminal é robusta e está resumida no trabalho de (CULLEN; BENSON; MAKARIOS, 2012).

A prevenção do desenvolvimento criminal visa influenciar os fatores de risco cientificamente identificados ou as causas fundamentais da delinquência e posterior delito criminal. (FARRINGTON; LOEBER; TTOF, 2012) estudam esses fatores e concluem que a impulsividade, desempenho escolar, métodos de educação infantil, mães jovens, abuso infantil, conflito parental, famílias destruídas, pobreza, pais delinquentes e bairros desfavorecidos são os fatores mais importantes que devem ser direcionados na pesquisa de intervenção. Assim, o controle desses fatores possibilitaria a redução de crimes cometidos pelos indivíduos.

A prevenção comunitária assume que o fato de um indivíduo cometer um crime está relacionado frequentemente com o lugar onde ele vive. Assim, segundo, (HOPE, 1995) a prevenção comunitária refere-se a ações destinadas a alterar as condições sociais que supostamente sustentam o crime em comunidades residenciais. Concentra-se geralmente na capacidade de instituições sociais locais para reduzir o crime em bairros residenciais. As instituições sociais abrangem uma gama diversificada de agrupamentos e organizações - incluindo famílias, escola, redes de amizade, clubes, associações e organizações que reúnem as pessoas nas comunidades e, ao fazê-lo, transmitem orientação sobre conduta na localidade. Juntas, tais instituições compõem a estrutura social da comunidade. Essa definição deixa de fora, conforme (WELSH; FARRINGTON, 2012), os conceitos de redesenho físico, incluindo o espaço defensável de (NEWMAN, 1972) e a prevenção do crime de (JEFFREY, 1971) por meio do design ambiental. (CLARKE, 1997) descreve como esses conceitos importantes são mais corretamente vistos como contribuindo para o desenvolvimento inicial da prevenção situacional do crime que será explicada mais adiante.

A teoria mais famosa dessa perspectiva é a teoria das janelas quebradas. As bases teóricas foram estabelecidas na escola de Chicago por James Q. Wilson e George Kelling que publicaram um estudo sobre a teoria em uma revista literária chamada *Atlantic Monthly* em 1982. Posteriormente, a teoria foi apresentada no trabalho de (KELLING; COLES, 1996). Segundo essa teoria, se uma janela de um edifício for quebrada e não receber reparo imediato, a tendência é que outras janelas sejam quebradas e que no final o edifício seja invadido e destruído. Isso significa que se em um ambiente, um crime de menor potencial ofensivo é tolerado, esse ambiente torna-se um campo fértil para a escalada de crimes mais graves. Na década de 90, o prefeito de Nova York na época, Rudolph Giuliani, se baseou nessa teoria para criar uma estratégia para redução da criminalidade chamada de tolerância zero a qual foi copiada por vários países.

A prevenção situacional é baseada na premissa de que muitos crimes estão relacionados ao contexto e às oportunidades, dessa forma as ações dessa abordagem devem alterar o contexto para diminuir as oportunidades de cometimento do crime. De acordo com (CLARKE, 1997) a prevenção situacional compreende medidas de redução de oportunidade que 1) são direcionadas a formas altamente específicas de crime; 2) envolvem a gestão, desenho ou manipulação do ambiente imediato da forma mais sistemática e permanente possível e 3) tornam o crime mais difícil e arriscado, ou menos recompensador e desculpável conforme julgado por uma ampla gama de infratores. A implantação de sistema de monitoramento por câmaras, a intervenção nos desenhos urbanísticos de algumas áreas, o uso ostensivo de segurança particular, entre outras medidas, são exemplos de ações desse tipo de prevenção.

O desenvolvimento da prevenção situacional foi influenciado por várias teorias tais como: a teoria do espaço defensável de (NEWMAN, 1972), a teoria da prevenção do crime através do design ambiental ou CPTED (*crime prevention through environmental design* de (JEFFREY, 1971), a teoria do policiamento orientado para os problemas de (GOLDSTEIN, 1979), a teoria da criminologia ambiental de (BRANTINGHAM; BRANTINGHAM, 1991), a teoria das atividades de rotina de (COHEN; FELSON, 1979) e a teoria da escolha racional de (CLARKE; CORNISH, 1985) que se baseia em conceitos da teoria econômica do crime de (BECKER, 1968). O presente trabalho não pretende estudar cada teoria mencionada ou testar algumas delas separadamente, no entanto, faz-se necessário expô-las aqui, ainda que minimamente, para um melhor entendimento da prevenção situacional.

De acordo com (CLARKE, 1997), a teoria do espaço defensável, desenvolvida pelo arquiteto Oscar Newman, em 1972, preconizava que os projetos de empreendimentos habita-

cionais públicos desestimulava os moradores a se responsabilizarem pelas áreas públicas e a exercerem seus instintos “territoriais” normais para excluir os infratores predatórios. Em particular, ele criticou a grande escala dos prédios que tornou impossível aos residentes reconhecer estranhos; a multiplicidade de pontos de acesso não supervisionados que facilitavam a entrada de pessoas e a fuga após cometer crimes; e a localização de projetos em área de alta criminalidade. Newman apoiou essas críticas com análises estatísticas do crime em moradias públicas. Ele também forneceu uma riqueza de sugestões detalhadas de design para criar “espaço defensável” através da redução do anonimato, aumentando a vigilância e reduzindo as rotas de fuga para infratores.

A prevenção do crime através do design ambiental, proposta inicialmente por (JEFFREY, 1971), foi desenvolvida mais tarde por (CROWE, 1991). Essa teoria também objetiva aumentar os riscos e diminuir as recompensas do cometimento do crime, a partir de mudanças no território em sentido mais amplo se comparada à teoria anterior. Ela busca organizar efetivamente o ambiente físico, seja um bairro, um parque ou um prédio ou uma escola, para dar aos usuários acesso mais eficiente ao espaço e permitir que possíveis infratores saibam que riscos e recompensas não estão a favor deles no local específico. Em vez de depender de restrições ou equipamentos mecânicos, procura aproveitar o layout projetado.

Em seu trabalho, (CROWE, 1991) lista nove estratégias principais dessa teoria: 1) fornecer uma definição clara da fronteira do espaço controlado; 2) fornecer zonas de transição claramente marcadas; 3) realocar áreas de coleta; 4) colocar atividades seguras em locais inseguros; 5) colocar atividades inseguras em locais seguros; 6) redesenhar o uso do espaço para fornecer barreiras naturais; 7) melhorar a programação de uso do espaço; 8) redesenhar ou renovar o espaço para aumentar a percepção da vigilância natural; e 9) superar a distância e o isolamento. Algumas recomendações dessa teoria são: menos rua de mão-única, estacionamento na rua ao invés de garagens ou rampas e calçadas mais largas para dar mais espaço aos pedestres.

A teoria do policiamento orientado a problemas enfatiza que o caminho para uma maior eficácia operacional para a polícia deve ser feito através da análise detalhada dos problemas cotidianos que eles lidam e da elaboração de soluções sob medida. Esse processo, de acordo com (GOLDSTEIN, 1979), requer “identificar esses problemas em termos mais precisos, pesquisando cada problema, documentando a natureza da resposta atual da polícia, avaliando sua adequação e a adequação da autoridade e dos recursos existentes, engajar-se numa ampla exploração de alternativas às respostas presentes, ponderando os méritos dessas alternativas e

escolhendo entre elas”.

Essa teoria foi operacionalizada por (ECK; SPELMAN, 1987) através do modelo de quatro estágios SARA que significa em inglês *Scanning* (Exploração), *Analysis* (Análise), *Response* (Resposta) e *Assessment* (Avaliação). No primeiro estágio, o policial vai definir se a questão é realmente um problema; no segundo, o objetivo entender o escopo, a natureza e as causas do problema; na terceira, os policiais irão usar essas informações para implementar as soluções e, no quarto estágio, os policiais irão avaliar a efetividade da resposta.

A teoria da escolha racional de (CLARKE; CORNISH, 1985) toma emprestado conceitos das teorias econômicas do crime de (BECKER, 1968) que defende que o criminoso é um agente econômico e como tal toma decisão de forma racional. Isso significa que ele compara o valor esperado do benefício de cometer o crime com o valor esperado do custo de cometer este crime. O trabalho de (BECKER, 1968) será melhor detalhado na próxima seção.

A teoria de (CLARKE; CORNISH, 1985) é mais ampla que a teoria de (BECKER, 1968) e difere desta em pelo menos três aspectos:

1. Assume-se que o crime é um comportamento intencional projetado para satisfazer as necessidades comuns do criminoso por coisas como dinheiro, status, sexo e excitação, e que atender a essas necessidades envolve a tomada de decisões e escolhas (às vezes bastante rudimentares) restritas por limites de tempo e habilidade e pela disponibilidade de informações relevantes. A racionalidade é naturalmente limitada.;
2. Salienta que a abordagem decisória do crime exige que seja feita uma distinção fundamental entre o envolvimento criminoso e eventos criminosos. Envolvimento criminoso refere-se aos processos pelos quais os indivíduos escolhem se envolver em formas específicas de crime, continuar ou desistir. O processo de decisão em cada um desses estágios é influenciado por um conjunto diferente de fatores e precisa ser modelado separadamente. Da mesma forma, os processos de decisão envolvidos na prática de um crime em particular (isto é, o evento criminal) dependem de suas próprias categorias especiais de informação. Decisões de envolvimento tem multiestágios e se estendem por períodos substanciais de tempo. As decisões de eventos, por outro lado, são processos mais curtos, utilizando informações mais circunscritas, em grande parte relacionadas a circunstâncias e situações imediatas
3. Reconhece que os processos decisórios e as informações utilizadas podem variar muito entre os criminosos. Ignorar essas diferenças e as contingências situacionais associadas a elas pode ser reduzir significativamente o escopo de intervenção.

A teoria da criminologia ambiental consiste em estudar as razões, métodos e os alvos dos criminosos, bem como fazer uma análise objetiva da variação espacial e temporal dos padrões de criminalidade para descobrir fatores agregados que influenciam os padrões.

A teoria das atividades de rotina estabelece três elementos mínimos para o crime predatório de contato direto: um provável agressor, um alvo adequado e a ausência de um guardião capaz contra o crime (COHEN; FELSON, 1979). Tal teoria não se preocupa com a motivação do agressor. Isso a distingue da maioria das outras teorias criminológicas. Em vez disso, centra-se na convergência no espaço e no tempo dos três elementos do crime, isto é, nas condições que favorecem a ocorrência de um evento criminal, ao invés do desenvolvimento de uma disposição criminal.

Existem, pelo menos, duas constatações práticas da prevenção situacional: a primeira é que o crime não é distribuído aleatoriamente em uma cidade ou comunidade, mas é altamente concentrado em certos lugares conhecidos como pontos quentes *hot spots* do crime (SHERMAN; GARTIN; BUERGER, 1989) e a segunda é que os indivíduos podem ter carreiras criminosas de acordo com os lugares onde atuam, conforme aponta (SHERMAN, 1995).

Explicados os conceitos, classificações e teorias ligadas à prevenção, a próxima subseção apresenta um resumo dos principais estudos sobre o impacto das ações de prevenção na redução do crime.

### **2.1.1 Eficácia dos programas de prevenção**

Esta subseção expõe os estudos que avaliaram a eficácia dos programas de prevenção na redução do crime. Na literatura, encontram-se trabalhos que analisam tanto a eficácia de programas que utilizam apenas uma abordagem em específico, quanto trabalhos que analisam vários programas com várias abordagens. Primeiro serão elencados aqueles que tratam de abordagens específicas e, em seguida, o segundo caso.

Antes de expô-los, faz-se necessário comentar sobre a metodologia utilizada nesses estudos. De acordo com (SHADISH; COOK; CAMPBELL, 2002), uma avaliação de um programa de prevenção ao crime é considerada rigorosa se possuir um alto grau de validade interna, de construção e de conclusão estatística. Dessa forma, segundo argumentam (WELSH; FARRINGTON, 2012), métodos de pesquisa experimentais e quase-experimentais são os tipos de desenhos que podem melhor alcançar isso, e o experimento controlado randomizado é o método mais convincente para avaliar os programas de prevenção ao crime.

Com relação à prevenção do desenvolvimento criminal, (PIQUERO; JENNINGS, 2012) analisam a eficácia de programas de treinamento dos pais na redução da delinquência das crianças. Esses programas consistem em educar e aconselhar os pais a criarem seus filhos e ensiná-los a administrar comportamentos desviantes, como excessiva impulsividade, desafio e hostilidade, melhorando assim os laços familiares. Os autores mostram que essa intervenção é eficaz na redução do comportamento antissocial e da delinquência.

Sobre o mesmo tema, (LOSEL; BENDER, 2012) elaboraram uma meta-análise e concluíram que os programas mais eficazes usaram uma abordagem cognitivo-comportamental e foram implementados com crianças mais velhas e grupos de maior risco que já apresentavam alguns problemas comportamentais.

No que concerne à prevenção comunitária, (LUDWIG; BURDICK-WILL, 2012) analisaram os efeitos do programa Moving to Opportunity (MTO), que deu vales para famílias com baixo nível socioeconômico para permitir que se mudassem para áreas melhores. O teste experimental em larga escala do programa, que envolveu 4.600 famílias em cinco cidades dos Estados Unidos, mostrou que foi particularmente eficaz na redução do crime violento praticado por jovens.

No que se refere à prevenção situacional, os trabalhos de John Eck merecem destaque. O primeiro, em 1995, já mencionado em (SHERMAN *et al.*, 1997) fez uma análise ampla sobre o que funciona, o que não funciona e o que é promissor na prevenção situacional que foi atualizada posteriormente em (ECK, 2006). Seis anos mais tarde, (ECK; GUERETTE, 2012) avaliaram 149 análises de prevenção situacional baseada em 5 locais diferentes: residências, locais públicos, locais de lazer, lojas e transportes e encontraram medidas eficazes de redução de crime em cada configuração. Os autores encontraram variação na eficácia entre os tipos de lugares, embora nenhum tipo de lugar tenha relatado queda de eficácia abaixo de 60

(GROVE; FARRELL, 2012) observaram a eficácia das medidas situacionais destinadas a prevenir a repetição da vitimização de assaltos residenciais e comerciais e da violência doméstica e sexual. Os autores descobriram que várias medidas diferentes são eficazes na prevenção da repetida vitimização, especialmente de assaltos residenciais e comerciais.

Com relação aos estudos que analisam vários tipos de programas com várias abordagens, destaca-se o trabalho de (SHERMAN *et al.*, 1997) que elaborou uma revisão sistemática seminal nos Estados Unidos com 500 estudos que avaliaram se programas de prevenção baseados em várias abordagens, de fato, reduzem o crime. O termo prevenção ao crime foi definido de forma ampla como qualquer prática que resultasse em menos crime. Os programas foram

classificados em sete categorias ( famílias, comunidade, escolas, mercado de trabalho, lugares, polícia, justiça criminal). Para cada categoria, foi definida uma lista de programas que funcionam, que não funcionam e que são promissores. Em virtude da falta de robustez de alguns estudos coletados no que concerne à metodologia, os pesquisadores desenvolveram a escala de Maryland de métodos científicos que vai de 1 (menos robusto) a 5 (mais robusto) e classifica os estudos em:

- Nível 1: estudos que apresentam correlação entre um programa de prevenção ao crime e uma medida de fatores de risco de crime ou crime em um único ponto no tempo;
- Nível 2: estudos que apresentam uma sequência temporal entre o programa e o crime claramente observada, ou a presença de um grupo de comparação sem comparabilidade com o grupo de tratamento;
- Nível 3: estudos que apresentam uma comparação entre duas ou mais unidades de análise comparáveis, sendo uma com e uma sem o programa;
- Nível 4: estudos que apresentam comparação entre múltiplas unidades com e sem o programa, controlando outros fatores e
- Nível 5: estudos que apresentam atribuição aleatória aos grupos comparáveis para evitar o viés de seleção.

Os programas que funcionam tiveram pelo menos duas avaliações de nível 3 com testes de significância estatística e a preponderância de todas as evidências disponíveis mostrando eficácia. Já os programas que não funcionam tiveram pelo menos duas avaliações de nível 3 com testes de significância estatística mostrando ineficácia e a preponderância de todas as evidências disponíveis apoiando a mesma conclusão. Por fim, os programas promissores foram considerados eficazes em pelo menos um avaliação de nível 3. Essa metodologia foi atualizada pelos autores em uma nova meta-análise apresentada em (SHERMAN *et al.*, 2006).

Dentre os programas que funcionam, pode-se destacar a alocação de policiais em *hot spots*; treinamento de ex-presidiário para emprego, programas de reabilitação para usuários de droga, entre outros. Com relação aos programas que não funcionam, pode-se destacar aumentar as prisões no mercado de drogas, detenção domiciliar com monitoramento eletrônico, entre outros; e como programas promissores, pode-se citar supervisão intensiva e cuidados posteriores de menores infratores juvenis.

O estudo de (LILLEY, 2015) conduziu, nos Estados Unidos, uma série de análises de dados em painel para comparar jurisdições que adotaram o programa *Weed and Seeds* com aquelas que não o fizeram. Tal programa consiste na junção da aplicação efetiva da lei

(“weeding”) com atividades de prevenção, intervenção e tratamento (“seeding”) e foi criado para atingir comunidades de alta criminalidade. Foram comparadas todas as jurisdições que adotaram o programa com 250 jurisdições selecionadas aleatoriamente de 1990 a 2004 para avaliar o impacto do programa em 7 categorias de crime diferentes. Na primeira avaliação de resultados criminais entre todas as jurisdições, os resultados de cinco análises de dados quase-experimentais e de painel indicaram que o programa foi associado a reduções em roubos, furtos e roubo de veículos.

## 2.2 A REPRESSÃO

A abordagem convencional de combate ao crime centrada na repressão é fundamentada na polícia e na justiça criminal. A polícia prende, a justiça condena e determina o encarceramento quando for o caso. A relação entre prisão e crime tem três efeitos distintos: a dissuasão, a incapacitação e a reabilitação. A ideia da dissuasão é que o potencial criminoso perceba que a probabilidade de ser preso e condenado é muito grande e que por isso não cometa o crime. Isso pode ser percebido tanto pela prisão em si quanto apenas pela presença policial. Já a incapacitação objetiva reprimir diretamente o crime, tornando-o impossível para o criminoso durante o tempo em que ele está recluso. A reabilitação transforma as atitudes criminais para que o indivíduo não cometa mais crimes. Os primeiros dois efeitos serão tratados nessa seção; o terceiro será abordado na seção seguinte.

A teoria da dissuasão, que vem sendo discutida na literatura desde o século XVIII (BENTHAM, 1957), (BECCARIA, 1764), (SMITH, 1937), preconiza que os indivíduos respondem a mudanças na certeza, gravidade e celeridade da punição. Em geral, as teorias econômicas de dissuasão focam na certeza e na gravidade da punição.

Essa teoria fundamenta-se no modelo de racionalidade econômica, que representa o comportamento ilegal, proposto por (BECKER, 1968). Em resumo, a ideia central do modelo é que um potencial criminoso está diante de uma loteria: ele pode cometer um crime e, assim, receber um benefício criminal com um risco associado de apreensão e punição ou pode não cometer um crime (que não traz nenhum benefício criminoso, mas é livre de risco). O custo esperado de cometer um crime é uma função da probabilidade de apreensão do infrator e da severidade da sanção que ele enfrentará após a apreensão.

Assim, o indivíduo enfrenta três *payoffs* potenciais, com um nível diferente de utilidade: 1) a utilidade associada à escolha de abster-se do crime  $U_{nc}$ ; 2) a utilidade associada

à escolha de cometer um crime que não resulte em apreensão  $U_{c_1}$  e 3) a utilidade associada à escolha de cometer um crime que resulte em apreensão e punição  $U_{c_2}$ . O indivíduo cometerá o crime se e somente se  $(1 - p)U_{c_1} + pU_{c_2} > U_{nc}$ . Assim, o crime vale a pena desde que sua utilidade esperada seja maior do que a utilidade esperada de não praticá-lo. Em geral, o governo tem o controle dos fatores relacionados a  $U_{c_2}$ .

Desde Becker, vários pesquisadores têm adotado o instrumental econômico para verificar os distintos aspectos da criminalidade. Entre eles, destacam-se o trabalho de (EHRlich, 1973) e as abordagens dinâmicas dos modelos de (POLINSKY; SHAVELL, 1999) e (LEE; MCCRARY, 2009) que levam em conta as preferências dos indivíduos no tempo.

De maneira geral, os modelos de Becker e Ehrlich apresentam três principais comportamentos: 1) a oferta de crime cairá com o aumento da probabilidade de apreensão; 2) a oferta de crime cairá conforme a gravidade da sanção; e 3) a oferta de crime cairá quando o custo de oportunidade de cometer o crime aumenta (melhora no mercado de trabalho). Em outras palavras, as mudanças ocorrem usando “*carrots*” (melhores oportunidades de emprego) ou “*sticks*” (insumos de justiça criminal).

Nesses modelos, é importante observar dois fatores: 1) como os indivíduos percebem o risco e 2) se essa percepção reflete a realidade. O trabalho de (APEL, 2013) caracteriza a ligação entre dissuasão real e percebida como envolvendo uma série de considerações que incluem o grau em que uma mudança na probabilidade ou severidade de uma sanção é comunicada ou anunciada e o risco percebido pelo indivíduo de ser preso e punido.

Assim, em termos de políticas públicas, maiores taxas de policiamento têm efeito dissuasório no que diz respeito à presença policial e às prisões realizadas pela polícia e pela justiça (maior probabilidade de ser pego e condenado). A presença policial já foi debatida na seção anterior, já que ela se encaixa nas ações de prevenção ao crime. A próxima subseção faz um resumo dos estudos sobre as prisões, com relação à dissuasão e à incapacitação, na redução do crime.

### **2.2.1 Eficácia do encarceramento**

Existe uma vasta literatura acumulada nas décadas de 60 e 70 que apresenta uma relação negativa entre prisões e taxa de crime ((BLUMSTEIN; COHEN; NAGIN, 1978), (GIBBS, 1968), (LOGAN, 1975), (BAILEY, 1976), (BROWN, 1978), (TITTLE; ROWE, 1974)). No entanto, a relação entre encarceramento e crime é complexa. Existem duas limitações para classi-

ficar essas descobertas como não qualificadas para a hipótese de dissuasão. Primeiro, conforme aponta (GIBBS; G., 1990), não se sabe se a prisão é a causa ou o efeito da atividade criminosa, isto é, os estudos não tratam o viés de simultaneidade. A segunda é se a relação inversa entre a prisão e a atividade criminosa pode ser atribuída a um efeito incapacitativo ou a outros fatores externos. Os trabalhos relacionados nessa seção são mais recentes e tentam superar uma e/ou outra limitação.

Para tratar a simultaneidade, (LEVITT, 1996) usou os litígios contra a superlotação dos presídios como variável instrumental para mudanças na população prisional em um modelo de regressão para estimar o impacto dessa mudança na redução dos crimes. Segundo o modelo, um preso adicional reduz o número de crimes registrados em aproximadamente seis. Quando se levam em consideração os crimes não registrados, computados através de pesquisas de vitimização, esse número sobe para 15.

O trabalho de (D'ALESSIO; STOLZENBERG, 1998) investigou as relações causais entre o número de crimes denunciados à polícia, a frequência de prisão e o número de réus detidos em prisão preventiva. Controlar pelo número de prisões preventivas é importante para distinguir o efeito dissuasivo da incapacitação já que essas prisões são temporárias. Os autores usaram dados longitudinais calibrados em intervalos diários e um vetor autoregressivo de média móvel (*vector autoregressive moving-average ARMA*). Os resultados mostram que quando o número de prisões feitas pela polícia aumenta, o número crimes reportados às autoridades diminui substancialmente no dia seguinte.

A pesquisa de (OWENS, 2009) estimou o efeito incapacitativo de sentenças mais longas explorando uma mudança nas diretrizes de sentenciamento de Maryland que reduziu em média de 222 dias as sentenças de 23, 24 e 25 anos com registros de delinquência juvenil. O autor descobriu que, durante esse período de sentença, os infratores foram, em média, presos por 2,8 atos criminosos e envolvidos em 1,4 a 1,6 crimes graves por pessoa durante o período em que, de outra forma, estariam encarcerados. Embora as descobertas sejam significativamente mais baixas do que as estimativas anteriores de incapacitação, na margem, o estudo mostra que o benefício social dos crimes evitados por incapacitação é ligeiramente maior do que o custo marginal para o estado de impor um aumento de sentença de 1 ano.

Em 2001, os Países Baixos promulgaram uma sentença reforçada de dois anos para criminosos reincidentes (aqueles com mais de 10 condenações criminais anteriores), permitindo primeiro que um pequeno número de municípios experimentasse o aprimoramento antes da aplicação em todo o país em 2004. O trabalho de (VOLLAARD, 2012) analisou o impacto dessa

mudança nas taxas de crime. O autor encontrou efeitos de incapacitação muito grandes, da ordem de 50 a 60 roubos prevenidos por ano de encarceramento. No entanto, o autor também descobriu que os municípios onde houve uma reincidência maior sofreram reduções de criminalidade significativamente menores por ano de prisão adicional cumprido, sugerindo retorno marginais decrescentes da taxa de encarceramento.

No artigo de (JOHNSON; RAPHAEL, 2012), os autores usam um instrumento para o encarceramento com base na diferença entre a taxa atual de encarceramento de um estado e a taxa de encarceramento estacionária implícita pelas taxas de admissões e liberações observáveis. Os autores fazem uma predição empírica sobre o impacto desta diferença na mudança do encarceramento do próximo ano com base em um modelo teórico da relação entre crime e encarceramento, e derivam as condições sob as quais a disparidade transitória entre a taxa de encarceramento atual e estável oferece um instrumento válido para mudanças de um ano na taxa real de encarceramento. Os autores analisaram dados do painel estadual para dois períodos: 1978 a 1990 e 1991 a 2004. O período anterior é caracterizado por uma taxa relativamente baixa de encarceramento (186 por 100.000), enquanto o último período é caracterizado por uma taxa de encarceramento muito maior (396 por 100.000). Para o período inicial, estima-se que um ano adicional de prisão prevenirá cerca de 2,5 delitos violentos e 11,4 delitos de propriedade. Para o segundo período o número de crimes prevenidos foi bem menor. Os autores também sugerem que isso é explicado por uma diminuição no retorno marginal para cada prisioneiro adicional em virtude da rápida expansão do encarceramento.

O trabalho de (BUONANNO; RAPHAEL, 2013) estimou o efeito de incapacitação no crime usando variação na população carcerária italiana impulsionada por oito perdões coletivos ocorridos entre 1962 e 1990. As libertações da prisão foram repentinas (dentro de um dia), muito grandes (até 35% de toda a prisão população), direcionadas aos presos que estavam com uma pena residual de 2 ou 3 anos e aconteceu em todo o país. Em relação aos detentos liberados, os resultados sugerem que para cada ano de prisão, as taxas de encarceramento daquele país previnem entre 14 a 47 crimes denunciados a polícia (sendo de 17 a 21 referentes à ameaça de prisão e de 22 a 47 referentes ao efeito de incapacitação). A maior parte deste impacto é atribuível a furtos de vários tipos e, em menor grau, a roubos. Contudo, encontrou-se algumas evidências de que o perdão pode ter levado a um ligeiro aumento na violência do crime como todo. Além disso, tal como (JOHNSON; RAPHAEL, 2012) e (VOLLAARD, 2012) os autores encontraram fortes evidências de que os efeitos de incapacitação diminuem muito rapidamente à medida que as taxas de encarceramento aumentam.

Um ano depois do trabalho de (BUONANNO; RAPHAEL, 2013), o estudo de (BARBARINO; MASTROBUONI, 2014) também utilizou o perdão coletivo italiano para testar a relação entre incapacitação e crime. Utilizando um *quasi-natural experiment*, os autores trataram a simultaneidade entre crime e prisão e, além disso, identificaram separadamente os efeitos de dissuasão e incapacitação. Os resultados mostram uma elasticidade do crime com relação à incapacitação entre -17 e -30 por cento.

(LOFSTROM; RAPHAEL, 2016) analisaram o efeito de uma mudança na política de encarceramento da Califórnia ocorrida em 2011. A nova legislação previa, entre outras modificações, que criminosos menos violentos pudessem cumprir pena nas cadeias dos condados ao invés das cadeias municipais. Além disso, dependendo do comportamento desses criminosos, eles podiam receber sentenças cuja parte da pena seria cumprida fora das prisões, através de monitoramento. A análise evidenciou que as reduções na população carcerária da Califórnia causadas pela mudança aumentaram o crime contra a propriedade, especialmente os roubos de veículos, mas tiveram pouco efeito sobre os crimes violentos. As estimativas sugerem que cada ano de prisão servido entre a população previne aproximadamente um a dois crimes de propriedade por ano e pouco ou nenhum crime violento.

(KELAHHER; SARAFIDIS; BUN, 2016) utilizaram análise de dados de painel dinâmico, que fornece instrumentos naturais com relação a valores suficientemente defasados dos regressores endógenos. A estimativa foi implementada usando o Método dos Momentos Generalizados (MMG) e levou em consideração variáveis econômicas e demográficas no modelo. Os resultados mostram que aumentar o risco de apreensão e condenação é mais importante na redução da criminalidade do que aumentar a gravidade esperada da punição.

No Brasil, destaca-se o estudo de (SACHSIDA *et al.*, 2016). Os autores coletaram dados de 5.267 cidades do Brasil no período de 2001 a 2009 e utilizaram um modelo de dados em painel para verificar o efeito da política de repressão nas taxas de homicídio do país. O modelo testou dois tipos de política que os autores chamaram de: políticas de incapacitação, que pode ser traduzida em taxas de encarceramento e políticas de detenção, que pode ser traduzida como presença policial. Além disso, outras variáveis de contexto foram utilizadas, tais como: índice de Gini, taxa de desemprego, entre outras, foram utilizadas no modelo. Em geral, os resultados mostram que encarcerar mais criminosos e aumentar o número de policiais são estratégias válidas para reduzir a taxa de homicídios, independentemente de outras variáveis socioeconômicas.

No entanto, como argumenta (KELAHHER; SARAFIDIS; BUN, 2016), apesar de

uma abundância de evidências empíricas sobre a criminalidade ao longo de mais de quarenta anos, ainda não existe consenso sobre o impacto do sistema de justiça criminal na atividade criminal. A pesquisa de (GORDON, 2010), apresenta uma revisão de estudos estatísticos que analisam o efeito de algumas variáveis sobre a taxa de crime e encontra uma variância muito grande com relação aos resultados.

Com relação ao efeito detenção e à punição, a autora argumenta que existe algum consenso de que as taxas de criminalidade estão correlacionadas (negativamente) com a probabilidade de punição, mas não com a severidade da punição. No entanto, não está claro se os efeitos de dissuasão e incapacitação do encarceramento são maiores do que quaisquer efeitos de criminalização do encarceramento. Ela cita a meta-análise de (SMITH; GOGGIN; GENDREAU, 2002) que evidencia que diferentes tipos de sanções (encarceramento ou sanções baseadas na comunidade) não produziram reduções na reincidência nem em jovens, nem em mulheres ou grupos minoritários. Além disso, apresenta indicações de que aumentos do encarceramento no tempo estavam associados a aumentos ligeiramente maiores na reincidência.

Além desse estudo, a autora aponta a meta-análise de (VILLETTAZ; KILLIAS; ZODER, 2006) que compara a reincidência de criminosos de acordo com o fato de terem sido encarcerados ou punidos por meio de uma sanção alternativa não custodial (normalmente liberdade condicional) ou custodial. Eles concluem que, dos 27 estudos analisados, a taxa de reincidência após uma sanção não custodial é significativamente menor do que após uma sanção custodial em 11 estudos e em 14 não há diferença significativa entre a suspensão de ambas as sanções. Em apenas dois estudos as comparações são a favor de sanções privativas de liberdade.

Outro estudo referenciado é o de (DRAGO; GALBIATI; VERTOVA, 2007), baseado no perdão coletivo italiano, que corrobora a hipótese geral de dissuasão: aumentar a punição esperada reduz a propensão a voltar a cometer um crime (pelo menos dentro dos sete meses após a liberação). No entanto, este efeito diminui com o tempo de prisão: punições mais severas diminuem a sensibilidade à ameaça de punição futura.

Mais recentemente, o economista (ROODMAN, 2017) elaborou um trabalho de revisão de pesquisas empíricas sobre o impacto do encarceramento no crime. A revisão é baseada em estudos de alta credibilidade, isto é, aqueles que exploram experimentos aleatórios ou então são “quase-experimentais”. A análise focou em estudos que comparam o encarceramento com a liberação ordinária e com a liberação supervisionada. O autor atualizou alguns estudos e conclui que: 1) o *deterrence effect* é mínimo; 2) a incapacitação acontece de fato e 3) os efeitos

pós saída prisão são prejudiciais, isto é, quanto mais tempo na prisão, mais crime depois da prisão. Assim, em resumo, os efeitos do “antes” da prisão são mínimos ou perto de zero e os efeitos do “depois” da prisão cancelam o do “antes”.

### 2.3 A RESSOCIALIZAÇÃO

De acordo com (IBANEZ, 2006), ressocialização é o processo pelo qual o indivíduo volta a internalizar as normas, pautas e valores - e suas manifestações - que havia perdido ou deixado. Toda dessocialização supõe ordinariamente uma ressocialização, e vice versa. O termo ressocialização se aplica especificamente ao processo de nova adaptação do delinqüente à vida normal, a posteriori de cumprimento de sua condenação, promovido por agências de controle ou de assistência social.

O processo de ressocialização é pautado em políticas públicas de execução penal que tem como objetivo não só garantir o cumprimento da sentença, mas também reintegrar o indivíduo na sociedade através de programas de reabilitação os quais, conforme (HAAG, 1982), são eficazes quando não há reincidência ou quando a reincidência é mínima. Ainda segundo o autor, a não reincidência pode ocorrer também sem programas de reabilitação, seja por conta da idade, de fatores desconhecidos ou pela própria sanção punitiva (*deterrence effect*). Neste trabalho, houve um esforço para isolar estudos que apontem os efeitos dos programas de reabilitação na taxa de reincidência criminal já que essas ações representarão uma das variáveis de controle (estratégia) do modelo de contenção do *spread* do crime que será apresentado no capítulo 4.

Antes de apresentar os resultados desses estudos, faz-se necessário explicar como os países medem reincidência. Saber exatamente a quantidade de pessoas que voltam a cometer crime depois que são liberadas das prisões, isto é, medir a reincidência real não é trivial. Os estudos quantitativos, em geral, utilizam vários tipos de taxas de acordo com o conceito de reincidência adotado no país da análise. No campo da sociologia, o conceito de reincidência tem várias implicações. O trabalho de (CAPDEVILA; PUIG, 2008) apresenta os seguintes conceitos de reincidência:

- Reincidência por auto-culpa: quando o indivíduo declara nova prática de crime;
- Reincidência policial: segundo registro do mesmo indivíduo nos registros policiais por prática de crime;
- Reincidência penal: segundo processamento do mesmo indivíduo por novas práticas de

crime;

- Reincidência judicial: segunda condenação do mesmo indivíduo por nova prática de crime;
- Reincidência prisional: segundo ingresso na prisão do mesmo indivíduo por nova prática de crime e
- Reincidência jurídica: segundo processamento do mesmo indivíduo por nova prática de crime do mesmo título do código penal.

(PINATEL, 1984) mostra cinco conceitos diferentes de reincidência :

- Reincidência natural ou genérica: prática de um novo ato criminal, independente de condenação;
- Reincidência social: supõe uma condenação anterior;
- Reincidência legal: é aquela dos códigos penais;
- Reincidência penitenciária: corresponde ao percentual de reincidentes, em um determinado momento, dentro dos estabelecimentos prisionais;
- Multireincidência: explica o fenômeno da reincidência reiterada.

(JULIAO, 2009), depois de analisar o estudo de (PINATEL, 1984), sugere quatro diferentes tipos de reincidência:

- Reincidência genérica: ocorre quando há mais de um ato criminal, independentemente de condenação, ou mesmo autuação, em ambos os casos;
- Reincidência legal: segundo o Art 63 e o inc I do Art 65 do Código Penal Brasileiro, esse tipo de reincidência é a condenação judicial por novo crime até cinco anos após a extinção da pena anterior;
- Reincidência penitenciária: quando um egresso retorna ao sistema penitenciário após uma pena ou por medida de segurança;
- Reincidência criminal: quando há mais de uma condenação, independentemente do prazo legal estabelecido pela legislação brasileira

A literatura mostra vários estudos que medem a reincidência no mundo. Os trabalhos apresentam metodologias diferentes no que se refere aos grupos estudados, ao período de tempo em que as pessoas foram acompanhadas e, finalmente, ao tipo de reincidência que foi medido. A tabela 2.1 a seguir, apresentada no trabalho de (CAPDEVILA; PUIG, 2008) resume os principais estudos, mostra os grupos estudados e o período de acompanhamento.

Ao analisar as taxas de reincidência apresentadas nesses estudos, percebe-se que elas são medidas segundo conceitos diferentes. Os estudos do Canadá, Reino Unido, França, Ca-

**Tabela 1 – Resumo dos Estudos**

<b>País/Região</b>	<b>Referência</b>	<b>Grupos e data</b>
Alemanha	Jehle, Heinz e Sutterer (2003)	Condenados ou libertados da prisão em 1994
Inglaterra e País de Gales	Spicer e Glichsmann (2004)	Condenados ou libertados da prisão em 2001
Reino Unido	Home Office (2006)	População condenada incluída a liberdade condicional 1994
Áustria	Piligrim (1994)	Adultos e jovens sentenciados no ano de 1983
Canadá	Johnson (2005)	Libertados da prisão em 1999 e seguidos até 2004
Catalunha	Luue, Ferrer e Capdevilla (2005)	Adultos condenados e libertados entre 1997 e 2002
Dinamarca	Prision and Probation Department (2001)	Libertados com suspensão de sentença entre 1996 e 1999
Escócia	Scottish Executive (2005)	Libertados da prisão em 1999
Espanha	Central Penitenciária de Observación (1996)	Adultos condenados e libertados em 1993
Finlândia	Hypén (2004)	Adultos condenados e libertados entre 1993 e 2001
França	Kensye e Tournier	Libertados da prisão em 1996-1997
Holanda	Wartna, Tollenar e Blom (2005)	Adultos jovens (12-18) condenados em 1997
Irlanda	Institute of Criminology, Dublin	Homens reingressados na prisão entre 2001 e 2004
Irlanda do Norte	Mcmullen e Rudy (2001)	Libertados da prisão em 2001
Islândia	Baumer et al (2002)	Libertados da prisão de 1994 a 1998
Noruega	Statistics Norway (2006)	Pessoas acusadas no ano de 1996
Suécia	National Council	Pessoas condenadas no ano de 1999
Suíça	Storz (1997)	Adultos condenados entre 1986 e 1994
Washington	Lovell, Johnson e Cain (2007)	Homens libertados em 1997 e seguidos até 2001

talunha, Espanha, Holanda, Irlanda e Finlândia medem a reincidência penitenciária, enquanto Inglaterra, Washington e Escócia medem a reincidência judicial. Fica claro também que 1) os grupos estudados são diferentes; 2) os tempos estudados são diferentes e 3) a modalidade do crime analisada é diferente. Além disso, o funcionamento e a eficácia da justiça criminal de cada país são diferentes. Assim, estabelecer uma comparação entre as taxas de reincidência dos diversos países é praticamente impossível.

A revisão sistemática elaborada por (FAZEL; A., 2015) aponta essa dificuldade ao analisar as taxas de reincidência dos 20 países com maior população carcerária do mundo. O estudo mostra dois resultados importantes. O primeiro é que dos 20 países com maiores populações carcerárias em 2010-2011, apenas dois deles (Estados Unidos e Inglaterra/País de Gales) divulgam suas taxas de reincidência oficiais. Nem mesmo os países nórdicos, que têm reputação de estatísticas criminais de alta qualidade e baixa reincidência divulgam esses números. O segundo é que existe uma variação muito grande com relação a como a reincidência é definida e como ela é divulgada. A Noruega apresenta taxas de reincidência de 2 anos que varia de 14% a 42% dependendo se na amostra são incluídos: presos pela polícia, condenados ou encarcerados. Assim os dados de reincidência não são válidos para comparações internacionais.

Com relação ao Brasil, nos últimos anos, alguns estudos sobre reincidência foram desenvolvidos. Entre eles, pode-se destacar aqueles desenvolvidos por (ADORNO; BORDINI, 1985), (ADORNO; BORDINI, 1986), (ADORNO; BORDINI, 1989a), (ADORNO; BORDINI, 1989b), (ADORNO; BORDINI, 1991), por (LEMGRUBER, 1990), por (JULIAO, 2009)], e pelos pesquisadores do (IPEA, 2014).

Um dos mais antigos e importantes é o de (ADORNO; BORDINI, 1989a) que objetivou analisar tanto a magnitude da reincidência quanto o perfil das pessoas que reincidam em contraponto com o perfil daquelas que não reincidiam na cidade de São Paulo. Os pesquisadores trabalharam com 252 homens sentenciados que tinham sido libertados entre os anos de 1974 e 1976 e foram acompanhados até 1985. A reincidência penitenciária foi de 46,03%. A pesquisa apontou, ainda que existe um perfil social dos reincidentes no Brasil que está relacionado com condição social, gênero e raça que cria um estigma e fundamenta o encarceramento como grande solução do problema. Os autores também ressaltam que “a reincidência penitenciária configura expressão do funcionamento dos estabelecimentos penitenciários. Conforme a literatura criminológica, coeficientes elevados de reincidência penitenciária poderiam indicar um sistema pouco eficaz no sentido de não concretizar as finalidades para as quais foi criado”.

Outro trabalho de destaque foi de o (LEMGRUBER, 1990) que foi realizado no Departamento do Sistema Penal do Rio de Janeiro (DESIPE). A autora trabalhou com 8.269 presos e 251 presas que no total representavam 5% do efetivo dos presos na época. Ao contrário do estudo de (ADORNO; BORDINI, 1989a), que fez um acompanhamento da amostra de sentenciados ao longo do tempo, a autora mediu o percentual de reincidência num determinado momento do sistema penal. Trabalhou-se com uma amostra fracionada por faixa etária, com informações biográficas (sexo, cor, etc) e com informações sobre a vida do detento, tais como: início no crime, passagem por alguma instituição de menores, etc. A taxa de reincidência total encontrada foi de 30,7%. A taxa de reincidência para homens foi de 31,3% e para mulheres foi de 26%. Utilizou-se aqui o conceito de reincidência penitenciária.

Mais recentemente, o (IPEA, 2014) usou o conceito de reincidência legal, isto é, casos onde o indivíduo é condenado em diversas ações penais, desde de que a diferença entre o cumprimento de uma pena e a determinação da sentença de outra pena seja inferior a cinco anos. Tal pesquisa foi realizada nos Estados de Paraná, Minas Gerais, Rio de Janeiro, Alagoas e Pernambuco. A taxa de reincidência encontrada foi de 24,4%. Com relação ao perfil dos apenados, a pesquisa mostra que a população reincidente é de jovens de cor branca, baixa escolaridade e com ocupação laboral.

Para além das questões conceituais e metodológicas dos estudos apresentados aqui, faz-se necessário discorrer sobre a fonte dos dados do sistema penitenciário que serviu de base para as análises. A falta de dados ou a disponibilização de dados não confiáveis ocorre principalmente nos países da América Latina. No Brasil, por exemplo, o último censo penitenciário foi em 1995. Nessa época ainda não havia sistema para coleta de informações que eram registradas

em prontuários de papel.

Em 2004, foi criado o Sistema de Informações Penitenciárias (INFOPEN) pelo Ministério da Justiça com o objetivo de fornecer informações sobre quantidade de vagas nos presídios, o custo do preso, a estrutura das unidades prisionais e sobre o perfil dos apenados. Para possibilitar a integração das informações da administração penal com a execução penal, o INFOPEN foi substituído pelo Sistema de Justiça Aplicada do DEPEN (SisDEPEN). No entanto, a coleta dos dados feita pelos Estados é precária. Sem dados confiáveis, qualquer análise é inútil para auxiliar na elaboração de políticas públicas de execução penal que incluam ações de saúde, educação, cultura, assistência social e acesso à justiça.

Por fim, é importante mencionar que a complexidade do tema passa não só pelas questões conceituais, metodológicas e de confiabilidade dos dados apresentadas no estudos resumidos nessa seção. É importante analisar os fatores que estão relacionados com a reincidência. Esses fatores, como menciona (JULIAO, 2009) não são apenas internos e inerentes ao sistema penitenciário (a execução penal do sistema judiciário e os programas de reabilitação do governo do Estado), mas também são externos inerentes ao ambiente social, político, econômico e cultural em que o apenado vive. Neste trabalho, como mencionado anteriormente, foram utilizadas ações de reabilitação como variável de controle no modelo. A próxima subseção resume alguns estudos que demonstram a eficácia desses programas.

### **2.3.1 Eficácia dos programas de ressocialização**

Conforme argumenta (MOHAMMED; MOHAMED, 2015), o objetivo de estabelecer instituições prisionais em todo o mundo é fornecer uma instalação correcional e de reabilitação para o condenado, proporcionando um ambiente eficaz que reduz o risco de reincidência. A reabilitação é feita através de várias categorias de programas em tais como: educação, emprego, saúde mental, comportamento cognitivo, entre outras.

No entanto, (BUSHWAY, 2003) argumenta que existem três categorias principais: empregos oferecidos na prisão, formação profissional e treinamento, e assistência no processo de procura de emprego após a libertação. Outros programas mesclam duas categorias, mais comumente fornecendo treinamento dentro da prisão juntamente com assistência na procura de emprego fora da prisão. Os programas prisionais ocupam o tempo do preso e podem gerar novas receitas. É uma maneira de os prisioneiros “pagarem” sua dívida para com a sociedade.

A questão é saber se esses programas contribuem realmente para a diminuição da

reincidência. O trabalho de (LIPSEY; CULLEN, 2007) é uma meta-análise que objetiva responder essa pergunta ao comparar estudos que analisaram o impacto de sanções punitivas na reincidência com estudos que analisaram o impacto de programas de reabilitação na reincidência. Foram avaliados trabalhos publicados no período de 1990 a 2006. Inicialmente, foram analisadas intervenções corretivas orientadas para a dissuasão destinadas a aumentar a punição ou controle experimentado pelos infratores. Foram encontrados modestos efeitos favoráveis com reduções de 2% a 8% na reincidência. Em seguida, foram avaliados estudos sobre o impacto da duração da pena e nenhum deles apontou redução na reincidência.

Por fim, foram avaliados estudos sobre os efeitos dos programas de reabilitação. Foram encontrados médias do tamanho do efeito favoráveis ao tratamento e nenhum estudo encontrou menos de 10% em média na recidiva. A maioria das médias dos tamanhos do efeito representa reduções de recidiva na faixa de 20%, variando para quase 40%. Além disso, a menor média do tamanho do efeito de reincidência encontrado em qualquer meta-análise de estudos de reabilitação é maior do que a maior média encontrada em qualquer metanálise dos efeitos das sanções. Assim, o estudo evidencia que as medidas de reabilitação parecem ser mais eficazes que as sanções punitivas.

Muitas unidades prisionais no Brasil e no mundo oferecem programas de educação correcional para os presos com o objetivo de facilitar a reinserção deles na sociedade já que os indivíduos encarcerados são menos instruídos do que a população livre. A educação pode ser uma experiência transformadora, proporcionando aos condenados por comportamento criminoso uma porta de entrada para o mundo cumpridor da lei, conforme menciona (GAES, 2008). Em virtude disso, os princípios de intervenção correcional eficazes sugerem que o fornecimento de programas educacionais e profissionais para presos de maior risco, com baixo nível de escolaridade e que não possuem históricos de trabalho legítimos reduzirão a reincidência ao aumentar a probabilidade de encontrar e manter o emprego, conforme aponta (DUWE, 2015).

A educação correcional compreende a educação acadêmica, a educação profissional e a educação técnica. A educação acadêmica consiste no ensino básico, nível médio e universitário. Os termos educação técnica e educação profissional são frequentemente usados de forma intercambiável, mas são termos separados e distintos. Conforme explica (OKOYE; ARIMONU, 2016), os programas de educação profissional concentram-se em vocações específicas para entrar no local de trabalho definido. A educação técnica, por outro lado, não é projetada para qualquer profissão em particular, mas fornece conhecimento técnico geral.

Alguns trabalhos avaliaram os efeitos da educação na reincidência. Em 1975, (LIP-

TON; MARTINSON; WILKS, 1975) publicaram uma revisão sistemática que forneceu o primeiro levantamento importante da eficácia potencial da educação correcional. Foram analisados 231 estudos de programas de reabilitação de prisioneiros, abrangendo os anos de 1945 a 1967. Os autores utilizaram estudos que compararam grupos de tratamento com grupos de controle. Para determinar se diferentes tipos de programas estavam funcionando, eles classificaram os achados de estudos individuais em aqueles que favoreciam o grupo de tratamento, aqueles que favoreciam o grupo de comparação e aqueles sem diferença discernível entre o grupo de tratamento e comparação - e tiraram conclusões baseadas na frequência de relações estatisticamente significativas.

Em oito estudos que avaliaram a recidiva, três mostraram significativamente menores taxas de reincidência entre os participantes do programa, e um mostrou taxas mais altas de reincidência entre os participantes do programa. Os outros quatro estudos mostraram que não houve diferenças entre os grupos de tratamento e comparação. Em dois estudos que examinaram o emprego como um resultado, os infratores que participaram de programas de treinamento vocacional se saíram pior do que os não participantes depois de serem liberados. No geral, sua revisão não encontrou evidências conclusivas de que a educação correcional foi benéfica e descobriu que, em alguns casos, pode até ser prejudicial.

O estudo teve duas limitações: 1) não levou em consideração a magnitude da diferença nos resultados entre os grupos de tratamento e controle. Houve apenas uma contagem do número de estudos onde havia diferença significativa entre os grupos e observou-se a preponderância dos resultados para uma ou outra direção e 2) não houve um tratamento dos estudos com baixa qualidade.

(GERBER; FRITSCH, 1995) realizaram uma meta-análise com os resultados de estudos que avaliaram o efeito de programas de educação correcional acadêmica e profissional de adultos. Os autores utilizaram critérios robustos para seleção (foram estudados apenas trabalhos com dados empíricos) e avaliação (grupo de controle, escolha aleatória dos participantes, correspondência entre os grupos dos participantes, etc). Eles concluíram que houve um efeito positivo dos programas, conforme evidenciado por menos violações disciplinares durante o encarceramento, aumentos nas oportunidades de emprego após a liberação e reduções na reincidência.

(WILSON; GALLAGHER; MACKENZIE, 2000) desenvolveram uma meta análise com 33 estudos de programas de educação correcional administrados a adultos publicados após 1975. Eles avaliaram cada estudo usando uma escala desenvolvida na Universidade

de Maryland especificamente para revisões sistemáticas de programas correcionais que classifica os estudos como experimentais, que atribuem aleatoriamente participantes a status de tratamento e grupo-controle, ou quase-experimentais que empregam um grupo de tratamento e comparação, mas os participantes não são escolhidos aleatoriamente. No grupo dos estudos quasi-experimentais houve uma classificação de níveis (de 1 a 5) de acordo como o nível de aleatoriedade observada na seleção dos participantes. Apenas estudos com níveis maiores foram selecionados.

O estudo mostrou que a participação em programas acadêmicos e pós-secundário foi associada com uma redução média na reincidência de cerca de 11 pontos percentuais. Este achado foi robusto ao controlar as classificações no SMS de Maryland. A participação no programa de formação profissional não produziu uma relação consistente com a reincidência, mas foi associada ao aumento das chances de emprego.

(MACKENZIE, 2006) fez uma atualização do estudo de (WILSON; GALLAGHER; MACKENZIE, 2000) e considerou apenas aqueles que receberam uma classificação de Nível 3 ou superior no SMS de Maryland em sua amostra. Em sua análise, ela novamente descobriu que a participação no programa acadêmico parecia benéfica: as chances de não recidivar eram 16% mais altas entre os participantes do programa acadêmico do que os não participantes. No entanto, com os novos parâmetros da amostra em vigor, ela descobriu que a participação no programa profissional estava associada a uma redução na reincidência: as chances de recidiva eram 24% mais baixas entre os participantes do programa vocacional do que os não participantes. Ela não atualizou a análise do emprego.

No mesmo ano, (AOS; MILLER; DRAKE, 2006) conduziram uma meta-análise com 571 programas de reabilitação de agressores. Eles limitaram sua amostra a estudos conduzidos a partir de 1970 e, como a análise de (MACKENZIE, 2006) publicada no mesmo ano, incluíram apenas estudos que receberam pelo menos uma classificação de Nível 3 no SMS de Maryland. Ao analisar 17 estudos de programas de educação acadêmica e quatro estudos de programas de educação profissional administrados a adultos, eles encontraram resultados que concordaram amplamente com os de (MACKENZIE, 2006): em média, os participantes têm taxas mais baixas de reincidência do que os não participantes pares. Especificamente, eles descobriram que a participação no programa acadêmico estava associada a uma redução de 7% na reincidência, e a participação no programa profissional estava associada a uma redução de 9% na reincidência.

O trabalho realizado por (DAVIS *et al.*, 2013) apresenta uma meta análise com

estudos que receberam classificação de Nível 4 e 5 no SMS de Maryland desenvolvidos no período de 1980 a 2011 que analisaram a relação entre educação correcional e a reincidência. Foram 1.112 documentos identificados e 58 analisados. O trabalho focou em estudos publicados em inglês que levaram em consideração programas de educação que incluíam:

- Educação básica de adultos: instrução de habilidades básicas em aritmética, leitura, escrita e, se necessário, inglês como segunda língua;
- Educação secundária de adultos: instrução para concluir o ensino médio ou se preparar para um certificado de equivalência do ensino médio;
- Educação profissional ou educação técnica: formação habilidades gerais para emprego e habilidades para trabalhos específicos ou indústrias;
- Ensino pós nível médio: instrução de nível universitário que permite ao indivíduo ganhar créditos universitários que podem ser aplicados para um nível pós-secundário de dois ou quatro anos grau.

Os resultados fornecem suporte para a hipótese de que receber medidas correcionais de educação reduz o risco de uma pessoa recidivar após a liberação. Depois de examinar os estudos de maior qualidade, os autores descobriram que, em média, os detentos que participaram de programas de educação correcional tiveram uma chance 43% menor de voltar a cometer crime do que os presos que não o fizeram. Estes resultados foram consistentes mesmo quando foram incluídos estudos com qualidade inferior na análise. Isso se traduz em uma redução no risco de recidiva de 13 pontos percentuais para aqueles que participam em programas de educação correcional versus aqueles que não participam.

Essa redução é um pouco maior do que a relatada anteriormente por (WILSON; GALLAGHER; MACKENZIE, 2000), que mostrou uma redução média na reincidência de cerca de 11 pontos percentuais. Usando estudos mais recentes e de maior qualidade, as descobertas do estudo complementam os resultados publicados por (WILSON; GALLAGHER; MACKENZIE, 2000), (AOS; MILLER; DRAKE, 2006) e (MACKENZIE, 2006) e fornecem suporte adicional à afirmação de que os participantes de educação correcional têm taxas mais baixas de reincidência do que os não participante. O estudo não distinguiu os efeitos dos diferentes tipos de educação correcional porque muitos detentos passam por mais de um programa. Além da relação com a reincidência, o estudo de (DAVIS *et al.*, 2013) mostrou ainda que as chances de os presos que participaram de programas de educação correcional encontrarem emprego quando são libertados são 13% maiores do que as chances dos presos que não participaram.

Mais recentemente, o estudo de (KIM; CLARK, 2013) propõe examinar o efeito do tratamento dos programas educacionais na reincidência. Para isso, eles usaram *Propensity Score Matching (PSM)* para controlar o viés de auto-seleção. A taxa de reincidência é comparada entre o tratamento e o grupo de comparação combinada. Além disso, regressão logística de efeitos fixos e modelos de regressão de Cox são utilizados para medir o efeito de programas educacionais universitários na reincidência. Eles demonstraram que as taxas de reincidência no período de três anos após o lançamento dos concluintes do programa e um grupo de comparação derivado do PSM foram de 9,4% e 17,1%, respectivamente. No entanto, a taxa de reincidência para um grupo de comparação não derivado pelo método PSM foi mais que o dobro da taxa do grupo de comparação derivado do PSM. A regressão logística de efeitos fixos e os modelos de regressão de Cox também confirmaram que os programas têm um efeito positivo na redução da reincidência.

Além dos programas educacionais, são ofertados, ainda, programas que oferecem emprego fora das prisões: (*postrelease programs* ou *community-based programs*). Esses programas permitem que os participantes, que geralmente estão próximos do final de seu período de prisão, trabalhem na comunidade e retornem a um estabelecimento residencial correccional ou comunitário durante as horas de folga. Ao fazê-lo, a liberação do trabalho fornece aos prisioneiros uma residência estável em um ambiente controlado e lhes dá oportunidades de obter renda e acumular economias para sua eventual liberação (TURNER; PETERSILIA, 1996).

Na literatura, poucos trabalhos analisam o impacto dos *postrelease programs* nas taxas de reincidência. A meta análise de (WILSON; GALLAGHER; MACKENZIE, 2000) estudou a relação não só dos programa de trabalho, mas também dos programas educacionais nas taxas de reincidência e relatou uma associação negativa entre programas correccionais de trabalho e reincidência, mas o efeito não foi estatisticamente significativo devido ao pequeno número de estudos da amostra já que dos 33 estudos eleitos para a meta análise, apenas 4 eram relativos a programas de trabalho. Além disso, apenas dois deles são aleatorizados. Já a meta análise de (VISHER; WINTERFIELD; COGGESHALL, 2005) concluiu que os programas de emprego na comunidade não têm efeito significativo sobre a reincidência. No entanto, os autores advertiram que a amostra não leva em conta alguns dos promissores programas de emprego comunitário que surgiram na década anterior.

O trabalho de (DUWE, 2015) analisou 3.570 reeducandos libertados no período de 2007 a 2010 em Minnessota para avaliar a efetividade do programa de emprego comunitário. Para isso foi utilizado um estudo quasi-experimental e *Propensity Score Matching* para tratar

o viés de seleção. A liberação de trabalho aumentou significativamente o risco de retornar à prisão por violação técnica, embora reduzisse significativamente, embora modestamente, o risco de reincidir com um novo crime. Além disso, aumentou as chances de que os participantes encontrassem um emprego.

Assim, políticas públicas de execução penal baseadas em programas de reabilitação, principalmente naqueles voltados para educação acadêmica, técnica e profissionalizante parecem ser importantes para a diminuição da reincidência através da obtenção e manutenção do emprego fora das prisões.

## 2.4 CONSIDERAÇÕES FINAIS DO CAPÍTULO E POSICIONAMENTO DO TRABALHO

Neste capítulo, buscou-se abordar questões conceituais e metodológicas sobre as estratégias de controle do *spread* do crime, bem como apresentar estudos sobre o impacto da utilização dessas estratégias na redução da criminalidade.

Com relação à estratégia de prevenção, a revisão de literatura aponta para algumas ações que funcionam, tais como: os estudos de (ECK, 2006) e de (LILLEY, 2015); e outras que não funcionam, tais como: algumas ações relacionadas em (SHERMAN *et al.*, 1997).

No que se refere à repressão, muitos estudos indicam que apenas o efeito dissuasório é importante: (LEVITT, 1996) e (D’ALESSIO; STOLZENBERG, 1998); outros, apontam apenas o efeito incapacitativo: (OWENS, 2009); outros, observam que o efeito de incapacitação existe, mas só para crimes contra a propriedade e não para crimes violentos: (LOFSTROM; RAPHAEL, 2016); e outros, ainda, alertam que o efeitos do “antes” da prisão é mínimo ou perto de zero e que os efeitos do “depois” da prisão cancelam os do “antes”, já que quanto mais longa a pena, mais crimes são cometidos ao sair da prisão, de acordo com (ROODMAN, 2017).

Com relação à ressocialização encontram-se boas evidências para a redução na reincidência de criminosos que participaram de programas de educação correcional (GERBER; FRITSCH, 1995), (AOS; MILLER; DRAKE, 2006) e (DAVIS *et al.*, 2013). Com relação aos programas de emprego na comunidade, ora se apresenta como não eficaz na redução da reincidência (VISHER; WINTERFIELD; COGGESHALL, 2005); ora são avaliados com eficácia modesta (DUWE, 2015).

Esses resultados podem refletir tanto a particularidade de um crime ou uma região de análise quanto as limitações encontradas nas metodologias utilizadas. Com relação as limi-

tações metodológicas destacam-se: 1) o tratamento do viés de seleção e 2) o tratamento do viés de simultaneidade.

Nos estudos sobre a eficácia dos programas de prevenção e de reabilitação, o viés de seleção, por exemplo, pode existir se aqueles que participam dos programas estão mais motivados para fazer mudanças positivas em suas vidas do que aqueles que não participam desses programas e, portanto, pode ser menos provável que volte a envolver-se em atividades criminosas. Além disso, no caso dos programas de reabilitação, estudos que usam designs de pesquisa muito básicos não consideram os fatores pós-liberação dos presos e, portanto, não medem o efeito real do tratamento, o que pode ser o motivo pelo qual todos eles encontram resultados “promissores”, conforme alerta (LEWIS, 2006).

Já o viés de simultaneidade acontece na relação entre prisão e crime, por exemplo. Prender diminui o crime, mas só se realiza a prisão porque o crime ocorreu. A relação causa e efeito não é clara entre as variáveis. Esse tipo de viés está presente em todos os indicadores relacionados ao crime e será abordado no capítulo seguinte.

As estratégias descritas nesse capítulo são utilizadas para elaboração de políticas públicas no Brasil e no mundo e, por isso, serão as variáveis de controle do modelo dinâmico apresentado no capítulo 4 desse trabalho. Em geral, essas políticas são implementadas através de modelos de gestão baseados no monitoramento de indicadores que refletem as estratégias. Para exemplificar, o próximo capítulo resume os programas desenvolvidos no Brasil, aponta os problemas relacionados às variáveis monitoradas e sugere uma nova abordagem para estudar o sistema segurança pública.

### 3 A GESTÃO DA SEGURANÇA PÚBLICA

As estratégias expostas no capítulo anterior apoiam a construção de políticas públicas, no Brasil e no mundo, que são operacionalizadas em modelos de gestão através do monitoramento de indicadores. A utilização desses indicadores é fundamentada em alguns estudos empíricos que mostram a relação deles com a redução da criminalidade, embora a revisão de literatura desses estudos mostre que existem resultados conflitantes com relação ao impacto desses indicadores nas taxas de crime em razão, principalmente, do método utilizado nos estudos.

Este capítulo tem três objetivos: 1) expor a experiência do Brasil com gestão de segurança pública baseada na integração de ações das três estratégias e 2) pontuar questões técnicas relacionadas aos indicadores e 3) apresentar as dificuldades metodológicas relacionadas ao estudo da relação entre os indicadores e o crime. O capítulo é concluído com a sugestão de uma abordagem matemática para a análise do fenômeno.

#### 3.1 AS EXPERIÊNCIAS NO BRASIL

Esta seção aborda, de modo resumido, os modelos de gestão por resultados na segurança pública nos Estados brasileiros que adotaram essa prática: Pernambuco, Espírito Santo, Distrito Federal, Minas Gerais, Rio de Janeiro, São Paulo, Alagoas e Ceará. Para cada Estado, serão explicitados os objetivos dos programas, bem como os indicadores utilizados, o método usado para estabelecimento das metas e como funciona o sistema de incentivos. As informações são baseadas principalmente no material técnico apresentado pelos Estados no *workshop* Balanço das Políticas de Gestão para Resultado na Segurança Pública, realizado no Rio de Janeiro no período de 13 a 14 de julho de 2016 que foi oferecido aos gestores governamentais dos estados que participaram do encontro, já que nem todos os Estados disponibilizam material oficial sobre os programas desenvolvidos.

Esses modelos são, de certa forma, inspirados no modelo *Compstat* (*Computer Comparison Statistics*) que foi desenvolvido na década de 90, na cidade de Nova York, e que envolve uma inovação gerencial abrangente direcionada, mas não limitada, às polícias. O modelo envolve a especificação de problemas em um dado território e tempo e o desenvolvimento de soluções focais para resolução desses problemas específicos.

De acordo com (JANG; HOOVER; JOO, 2010), o *Compstat*, é operacionalizado através de intensivos encontros semanais ou mensais mantidos entre executores e gestores para

discutir as respostas para padrões e tendências de crimes específicos através da análise de indicadores. Eles servem como ferramenta de gestão para alcançar objetivos organizacionais, redução criminal e melhoria da qualidade de vida.

Apesar de sua popularidade e disseminação por todo os Estados Unidos, ainda são controversos os estudos que analisam a efetividade do modelo. Conforme afirma (JANG; HOVER; JOO, 2010), a maioria da pesquisa existente tem sido anedótica e qualitativa, portanto carecendo de generalização. Ademais, os poucos estudos que medem a efetividade do *Compstat* em Nova York encontraram resultados conflitantes quanto à relação casual entre a estratégia *Compstat* e o declínio das taxas criminais.

### 3.1.1 Pernambuco

O Pacto Pela Vida (PPV), implantado em 2007, é uma política pública de segurança transversal e integrada, construída e pactuada com a sociedade de maneira articulada com Ministério Público, Poder Judiciário, Assembléia Legislativa, municípios e União.

Para a elaboração do Plano Estadual de Segurança Pública, de acordo com (RATTON, 2007), foram realizadas reuniões com 16 câmaras técnicas temáticas (violência contra a criança e adolescente, contra a mulher, prevenção às drogas, etc), com ampla participação de militantes da sociedade civil, acadêmicos e gestores de todas as esferas. O resultado desses encontros foram 138 projetos organizados em seis linhas de ação:

- Repressão qualificada;
- Aperfeiçoamento institucional;
- informação e gestão do conhecimento;
- Formação e capacitação;
- Prevenção social do crime e da violência;
- Gestão democrática.

Assim, o PPV foi criado com base em projetos focados não só no trabalho da polícia, que tem efeito de curto prazo, mas também na prevenção da violência, já que o objetivo era diminuir a criminalidade também no longo prazo. Além disso, a gestão democrática feita com a participação da sociedade, através de conselhos populares por exemplo, também foi pontuada como linha de ação da política. Outro valor inserido pelo pacto foi a integração do trabalho das polícias. Este valor é fundamental principalmente no Brasil onde o ciclo de polícia não é unitário, ou seja a polícia que chega ao local de crime não é a mesma que investiga. Dessa forma,

faz-se necessário um esforço para que ambas as polícias desenvolvam ações integradas para o alcance dos objetivos. Para que esse trabalho fosse possível, o Estado foi dividido em 26 áreas de segurança cuja responsabilidade pelo alcance dos resultados foi dividida entre um delegado seccional e um comandante de área. Tais resultados são medidos e monitorados semanalmente nas reuniões do comitê gestor do pacto pela vida que é coordenado pelo secretário de planejamento. Este comitê é formado por seis câmaras que, além de mandarem seus representantes para essas reuniões, também mantêm um frequência de reuniões à parte para tomada de decisão sobre problemas internos. As câmaras participantes são as seguintes:

- Câmara de Defesa Social que se reúne quinzenalmente sob a coordenação do secretário de segurança do estado;
- Câmara de Articulação com o Ministério Público, Poder Judiciário e Defensoria que se reúne semanalmente e é coordenada pelo desembargador do TJPE o qual exerce a função de assessor do governador;
- Câmara de Administração Prisional que hoje é integrada à Câmara descrita acima;
- Câmara de Prevenção Social que se reúne quinzenalmente e é coordenada pela secretária executiva de articulação social a qual está ligada a secretaria de desenvolvimento social, criança e juventude;
- Câmara de enfrentamento ao crack que se reúne quinzenalmente sob a coordenação da secretaria de política sobre drogas ligada à secretaria de desenvolvimento social, criança e juventude e
- Câmara de enfrentamento à violência de gênero contra a mulher que se reúne semanalmente e é coordenada pela secretaria da mulher.

Os indicadores monitorados nas reuniões do comitê gestor são os seguintes:

- Crimes violentos letais intencionais (inclusive homicídio doloso por Auto de Resistência, isto é, homicídios praticados por policiais em serviço);
- Crimes violentos contra o patrimônio que consiste em todas as modalidades de roubo, exceto latrocínio, sequestro relâmpago e extorsão mediante sequestro;
- Quantidade de armas apreendidas;
- Quantidade de prisões realizadas (por flagrante e por mandado);
- Inquéritos de CVLI tentados ou consumados concluídos com autoria;
- Inquéritos dos demais crimes concluídos com autoria e
- Droga apreendida (crack, cocaína e pasta base).

Com relação às gratificações, o PPV oferece o prêmio de defesa social-PDS, a gra-

tificação Pacto Pela Vida e o bônus por apreensão de arma de fogo industrial. Tais bonificações são descritas a seguir:

- Prêmio Defesa Social-PDS que é pago aos policiais civis, militares e aos bombeiros quando ocorre redução absoluta ou percentual do número de CVLI. São quatro níveis de bonificação que é paga de acordo com critérios determinados;
- Gratificação pacto pela vida que é dividida em duas operações: Malhas da Lei (mandados cumpridos) e Crack (apreensão de crack). A bonificação é paga por policial.
- Bônus de arma de fogo que é paga por apreensão de arma. Os valores pagos mudam de acordo com o tipo de arma apreendido.

No que concerne à avaliação do programa, o Banco Interamericano de Desenvolvimento (2014) publicou uma avaliação na qual apontou que a queda na taxa de homicídio de 55 por 100 mil hab para 33 por 100 mil hab, parece estar associada ao pacto pela vida. Além disso, segundo a autora, os entrevistados da pesquisa foram unânimes em afirmar que a grande mudança introduzida pelo Modelo de Gestão de Resultados do Programa Pacto pela vida foi a integração entre as corporações policiais e entre estas e as demais instituições que compõe o sistema de justiça criminal e que essa mudança na estrutura criminal é responsável pela diminuição das mortes violentas.

Outro trabalho relevante sobre avaliação do PPV foi feito por (MOTA *et al.*, 2014). Os autores usaram controle sintético para avaliar o impacto do programa e estimaram que as ações do realizadas entre os anos de 2007 e 2011 estão associadas a uma redução de 17,3% das taxas de homicídios.

Segundo a Secretaria de Defesa Social de Pernambuco, houve redução do CVLI absoluto entre os anos de 2008 e 2013 de aproximadamente 31% e um aumento de aproximadamente 60% no período de 2014 e 2017.

### **3.1.2 Distrito Federal**

O Viva Brasília Nosso Pacto Pela Vida foi implantado em 2015 e tem como objetivos reduzir os crimes violentos letais intencionais, reduzir os crimes contra o patrimônio, melhorar a prestação do serviço público de segurança e prevenir a violência em área de vulnerabilidade social.

O programa inova ao superar a perspectiva reativa de combate à violência (aumento de efetivo, armas e viaturas) e focar na perspectiva de repressão qualificada e da prevenção à

violência, às desordens e às incivildades. Os indicadores utilizados pelo programa, que foram construídos com a parceria da *United Nations on Drugs and Crime* - UNODOC, refletem essas perspectivas e são melhores descritos abaixo:

- Crimes violentos letais intencionais (homicídio doloso, latrocínio e lesão corporal seguida de morte);
- Crimes contra o patrimônio (roubo a transeunte, roubo de veículo, furto de veículo, roubo em transporte coletivo, roubo em comércio e roubo em residência);
- Outros crimes - em especial, tentativa de homicídio, tentativa de latrocínio e estupro;
- Ação ligada à posse e porte de armas, ação relacionada ao tráfico de drogas, ação ligada ao porte de drogas e localização de veículos;
- Qualidade do serviço prestado no atendimento emergencial telefônico e presencial (Polícia Militar e Bombeiros), mensurado pelas chamadas não atendidas, despacho sem atendimento, índice de confiança observado após o atendimento;
- Monitoramento da mídia, mensurado pelo número de matérias com posicionamento positivo, neutro ou negativo;
- Relação entre polícia e comunidade, mensurada por sensação de segurança, confiança na política e avaliação da qualidade do policiamento;
- Violência nas escolas, mensurada pelo registro de ocorrências na escola e todas as naturezas de ocorrências em um raio de 200 metros do entorno; e avaliação de uma pesquisa de vitimização preenchida pelos diretores ao final de cada semestre letivo onde se relata o diagnóstico detalhado da situação de segurança em cada escola;
- Indicadores de transparência relativos ao trabalho da Polícia Militar, Polícia Civil, Bombeiros e Detran atendimentos emergenciais dos diversos tipos, inquéritos instaurados, inquéritos concluídos com autoria definida, prisões, adolescentes apreendidos, autuações, perícias, abordagens, vistorias, fiscalizações, efetivo disponível e mortos ou feridos durante a atuação dos órgãos de segurança;
- Indicadores de desorganização social imóveis e veículos abandonados, terrenos com lixo, entulho e mato alto, barulhos de tiros, cheiros desagradáveis, ruídos, gritos e música alta;
- Indicadores de uso impróprio do espaço público ponto de venda de ambulantes na rua, ponto de flanelinhas e guardadores de carro, ponto de pessoas dormindo na rua, ponto de prostituição, ponto de jogos ou aposta de dinheiro, ponto de pedintes de esmola, ponto de indivíduos urinando na rua, ponto de consumo de drogas ilegais, ponto de consumo de bebidas alcoólicas, ponto de concentração de pessoas sem ocupação, ponto de presença

de trabalho infantil;

- Indicadores de incivildades janelas quebradas, muros pichados, equipamentos destruídos (orelhões, placas, postes, lixeiras), pessoas portando armas de fogo na rua;
- Indicadores de problemas na infraestrutura urbana iluminação, higiene e lixo, pavimentação, locais de esporte, cultura e lazer, escola, transporte pirata, unidades de saúde.

O modelo de governança contempla reuniões periódicas para tomada de decisão com relação aos problemas de segurança pública e para monitoramento dos resultados. A pauta dessas reuniões são construídas a partir de informações coletadas dos 37 conselhos comunitários de segurança pública, das Rodas de Conversa, do Voz Ativa, das pesquisas periódicas de vitimização e das estatísticas produzidas pelo Sistema de Segurança Pública. As reuniões envolvem os seguintes comitês:

- Comitê de Área Integrada de Segurança Pública (AISP): reuniões mensais para a discussão e deliberação sobre problemas contingenciais ou circunstanciais e soluções locais;
- Comitê de Região Integrada de Segurança Pública (RISP): instância de deliberações bimensais sobre encaminhamentos para os problemas estruturais que repercutem em mais de uma Área Integrada de Segurança Pública;
- Comitê Executivo: Coordenado pela secretária da Segurança Pública e da Paz Social e composto pelos titulares dos órgãos de Segurança Pública que se reúnem semanalmente para discutir e tomar decisões relativo às pautas prioritárias, deliberando sobre problemas de segurança diagnosticados e não solucionados pelas instâncias de governança que o precedem;
- Comitê Gestor: Reúne-se mensalmente para discutir os diagnósticos e levantamentos de Segurança Pública produzidos para cada uma das áreas integradas e deliberar as soluções para as questões e os problemas residuais e estruturantes não solucionados pelos comitês de governança precedentes que foram presididos pelo Governador do Estado.

O monitoramento mensal de CVLI e CCP é feito por AISP e meta é de redução de 6% do CVLI e 4% do CCP.

Uma inovação importante do modelo é o sistema de monitoramento de qualidade de atendimento que coleta dados tanto de pesquisas semestrais de vitimização quanto de pesquisas trimestrais de qualidade de atendimento que é aplicada a pessoas que utilizaram serviço de busca emergencial e foram atendidas pelo Central Integrada de Atendimento e Despacho-CIADE.

Outro ponto relevante é a abordagem do programa para áreas consideradas críticas. Nestas áreas, antes das intervenções policiais e de prevenção, é feito um diagnóstico das

condições de infra-estrutura, desordem e incivilidade da região com base nos indicadores mencionados. Este diagnóstico é o norte para o planejamento de ações dos demais órgãos do governo relacionadas à segurança pública. Estes órgãos também são monitorados.

Com relação à premiação, não há incentivos financeiros. São utilizadas outras maneiras de motivar o policial como realização de concursos públicos, por exemplo.

Com relação aos resultados do programa, os gestores salientaram a queda de 6,3% nos homicídios, 8% dos latrocínios e 10,3% das tentativas de homicídio no período de 2015 e 2016.

### **3.1.3 Espírito Santo**

O escopo do Plano de enfrentamento à violência do Estado do Espírito Santo, implantado em 2009, passou por várias mudanças. Inicialmente, o foco era a redução das mortes violentas através da alocação da força policial para locais mais violentos. Posteriormente, com a implantação do programa Estado Presente e do Ocupação Social, a questão social foi integrada ao modelo. Assim, as ações foram concentradas em regiões com maior vulnerabilidade social e em jovens de 15 a 21 anos. Os indicadores utilizados no programa são os seguintes:

- Homicídio doloso;
- Latrocínio;
- Lesão Corporal seguida de morte;
- Tentativa de homicídio;
- Homicídio contra a mulher;
- Prisões;
- Roubo de veículo;
- Roubo a pessoa em via pública;
- Roubo em residência;
- Roubo em comércio;
- Roubo em transporte coletivo;
- Apreensão de arma de fogo;
- Resolutividade de inquéritos de homicídio;
- Mortes em confronto com a polícia.

As reuniões para monitoramento dos resultados são feitas em três níveis:

- Nível operacional (AISP) - As reuniões de monitoramento no nível operacional ocorrem

semanalmente. Participam do encontro os Oficiais Comandantes de Batalhão e os Delegados Titulares das Delegacias Regionais

- Nível tático (RISP) - As reuniões de monitoramento no nível tático ocorrem quinzenalmente em cada Região Integrada de Segurança Pública. Servem ao propósito de avaliação dos resultados apurados nas AISP. Participam os coordenadores das Regiões Integradas de Segurança Pública, Oficiais do Comando de Policiamento Ostensivo e Superintendentes de Polícia Regional;
- Nível estratégico (SESP) - As reuniões de acompanhamento de indicadores e metas e de avaliação de resultados são convocadas formalmente pela SESP para avaliação mensal dos indicadores estratégicos. A periodicidade desta reunião é mensal. A reunião é capitaneada pelo Secretário de Segurança Pública e eventualmente pelo Governador ou Vice-Governador. Participam todos os coordenadores de todas as RISPs e AISPs, Delegados Titulares das Delegacias de Crimes Contra a Vida, Comandantes e Delegados de Unidades Especializadas, além de representantes instituições parceiras da área de Segurança Pública como: Tribunal de Justiça, Ministério Público, Defensoria Pública, Secretaria Estadual de Justiça, Instituto de Atendimento Socioeducativo, Agência Brasileira de Inteligência, Secretarias Municipais de Defesa Social, Exército, Polícia Rodoviária Federal, Polícia Federal.

As metas são estipuladas para Estados, Regiões integradas, áreas integradas e municípios. A meta atual de redução é de 5%. A ideia é alcançar a média nacional em oito anos. Não há estímulo financeiro para o alcance das metas. O Estado não trabalha com um sistema de bonificação. O incentivo é o envolvimento dos profissionais nas reuniões de coordenação do programa.

### **3.1.4 Minas Gerais**

A primeira experiência de Gestão Para Resultados em Minas Gerais foi o IGESP-Integração da Gestão da Segurança Pública. Este modelo foi implantado em 2003, inicialmente na cidade de Belo Horizonte e posteriormente, em 2005, em todo o Estado. De acordo com (BEATO, 2009), o IGESP é um modelo de organização e gestão do trabalho policial que integra ações e informações de segurança. O programa tem como objetivo gerar e sistematizar informações de inteligência atualizadas e precisas, comunicadas claramente a todos os agentes de segurança pública, através de encontros estratégicos. Ainda segundo o autor, uma especificidade do modelo é propiciar a interlocução sistemática e a ação integrada entre as diversas

agências do sistema de defesa social na identificação qualificada, por exemplo, de criminosos reincidentes em áreas integradas específicas, bem como de problemas que ultrapassam os limites dessas áreas. Assim, de forma estratégica, intensifica a comunicação direta e integrada com o Poder Judiciário, Ministério Público, o Sistema Prisional, o Sistema Socioeducativo e a Prevenção Social. Outra inovação está no estímulo à capacidade analítica das polícias na produção qualificada de informação e seu uso de forma inteligente. Dessa forma, o IGESP prioriza a identificação de fatores causais, padrões e de tendências de eventos criminais.

Tal como nos demais modelos, o Estado foi dividido em regiões e áreas integradas para facilitar a articulação do planejamento e coordenações táticas e operacionais das ações da polícia civil e militar. Tais áreas e regiões são melhores descritas abaixo:

- Regiões Integradas de Segurança Pública (RISPs) que são representadas pelos comandantes dos comandos regionais da Polícia Militar e pelos delegados dos departamentos da Polícia Civil e têm responsabilidade pelo plano gerencial e estratégico de suas respectivas regiões;
- Áreas de Coordenação Integrada de Segurança Pública (ACISPs) que são representadas pelos comandantes de batalhões da PM e pelos delegados regionais e têm responsabilidade pela implementação do plano tático e apoio operacional e logístico das respectivas AISPs sob seus comandos;
- Áreas Integradas de Segurança Pública (AISPs), que compatibilizam o espaço geográfico de atuação das companhias e frações da Polícia Militar com as delegacias da Polícia Civil. Têm responsabilidade pelo próprio plano operacional.

Importante mencionar que, em Minas Gerais foi criado o Colegiado de Integração do Sistema de Defesa Social, que atua no plano estratégico, conferindo diretrizes para as áreas geográficas compatibilizadas.

Os indicadores monitorados são os seguintes:

- Taxa de homicídios;
- Taxa de crimes violentos
- Taxa de execução de projetos estruturadores (execução física e financeira de projetos estratégicos);
- Armas apreendidas (Polícia Militar);
- Operações policiais (Polícia Militar);
- Inquéritos relatados (Polícia Civil);
- Termos circunstanciados de ocorrência (Polícia Civil);

- Tempo de resposta em atendimentos de emergência (Corpo de Bombeiros);
- Tempo de análise do processo de incêndio e pânico (Corpo de Bombeiros).

O modelo é posto em prática através da realização de reuniões de apresentação e de trabalho, ambas de caráter não punitivo. Nas reuniões de apresentação, estão presentes os representantes de todas as unidades, departamentos e seções que compõem as organizações policiais Militar e Civil, representantes dos demais órgãos do Sistema de Defesa Social e outras agências externas, como autoridades municipais. O principal objetivo desses encontros é tornar os representantes das AISP, comandantes da PM e delegados de polícia, cada vez mais co-responsáveis pelos resultados das ações implementadas para controle e prevenção de crime nas suas respectivas áreas de atuação. Durante esses momentos, os representantes devem apresentar de forma conjunta o relatório analítico de solução de problemas denominado Diagnóstico Orientado para Gestão e Solução de Problemas (DOGESP) e demonstrar com evidências que conhecem a criminalidade em sua área, têm domínio sobre ela e sabem como reduzi-la.

As reuniões de trabalho são realizadas quinzenalmente, em nível de AISP e mensalmente, em nível de ACISP. Ambos os encontros acontecem antes das reuniões de apresentação. Nas reuniões em nível de AISP participam o delegado de polícia, o comandante de companhia ou fração PM, o inspetor de polícia e analistas criminais e, sendo necessário, representantes dos CONSEPs. Nesses encontros são discutidos, entre outros assuntos:

- Crimes da semana com base nos dados estatísticos e resultados de investigações;
- Avaliação das ações de controle e prevenção da criminalidade local com base em indicadores de desempenho e planejamento de ações conjuntas com identificação de possíveis parceiros para sua execução, como delegacias especializadas, força tarefa, setor de inteligência, também MP, órgãos municipais e a própria comunidade local.

Os principais produtos dessas reuniões são: plano de ação, relatórios semanais sobre criminalidade local e andamento de investigações, preenchimento e apresentação do Diagnóstico Orientado para Gestão e Solução de Problema-DOGESP, que é um documento que sistematiza com evidências a dinâmica criminal local.

Nas reuniões em nível de ACISP, participam o delegado regional de polícia, comandante de batalhão PM, comandantes de companhia ou fração PM e delegados de polícia das AISP correspondentes e, quando necessário, comandantes das unidades especializadas e especiais da PM e da PC (para articulação de ações integradas e troca de informações), representante da SEDS (mediador do IGESP que participará na última reunião anterior à apresentação). Representantes de CONSEPs e conselhos tutelares devem participar das reuniões apenas em

situações específicas quando há demanda da participação desses órgãos. Nesses encontros, são discutidos, entre outras coisas:

- Acompanhamento, monitoramento e avaliação do trabalho operacional e seus resultados desenvolvidos nas AISPs com base nos indicadores de performance de ambas as polícias, Militar e Civil, bem como de sua integração, com o objetivo de dar o suporte necessário para o cumprimento do plano de metas.
- Acompanhamento e avaliação do alcance das metas propostas para as AISPs, além de discussão dos problemas específicos dessas áreas, como a identificação de alvos prioritários.
- Acompanhamento da elaboração do DOGESP e das apresentações das AISPs nas reuniões de apresentação do IGESP.

O principal produto dessas reuniões era a sistematização de relatórios mensais com o status do plano de metas de cada AISP.

Neste modelo, não havia o recebimento de bônus financeiro. O maior fator motivador era o acompanhamento das lideranças intermediárias e superiores.

Outro modelo de gestão da segurança pública desenvolvido em Minas Gerais foi o Acordo de Resultados e Prêmio por Produtividade. Tal modelo foi aplicado não só na segurança, mas também em todos os órgãos da administração pública. De acordo com a Lei nº 17600, de 01/07/2008, o objetivo era melhorar a qualidade e eficiência dos servidores públicos, alinhar as ações dos órgãos ao planejamento do governo, dar transparência às ações das instituições públicas para facilitar o controle social e auxiliar na implantação de uma cultura voltada a resultados, valorizando servidores que alcançaram suas metas.

No que se refere à segurança pública, foram estabelecidos dois indicadores finalísticos: taxa de homicídios e taxa de crimes violentos. Outro indicador utilizado foi a taxa de execução de projetos estruturadores, tais como: projetos de prevenção à criminalidade e de integração do banco de dados policial.

Em outra etapa do projeto, o estado foi dividido em 16 regiões e foram criados indicadores e metas para cada operativa. Os resultados de cada área dependiam dos esforços de ambas as polícias.

Diferente do IGESP, no Acordo de Resultados foi implantada uma bonificação financeira que variava de 0 a 100% de uma remuneração. O que define o valor do prêmio é o salário do servidor, a nota da equipe no Acordo de Resultados e o número de dias trabalhados.

### 3.1.5 São Paulo

A Lei Complementar nº 1245/2014 implantou no Estado de São paulo o programa Bonificação Por Resultado cujo objetivo é tornar o Estado de mais seguro por meio da redução dos indicadores criminais e da melhoria da sensação de segurança através da maior integração entre as polícias, da melhoria dos processos gerenciais, do reconhecimento do mérito e do esforço policial e incentivo à inovação e busca pela eficiência.

O Instituto Sou da Paz participou da elaboração do programa através da elaboração de um diagnóstico da situação de segurança, um planejamento estratégico para redução de indicadores e a proposta de um sistema de bonificação.

Os indicadores utilizados no programa são:

- Vítimas de homicídio doloso;
- Vítimas de latrocínio;
- Ocorrência de roubo de veículos;
- Ocorrência de furto de veículos;
- Ocorrência de roubo outros (exceto roubo de carga e de banco)
- Mortes decorrentes de intervenção policial;

As metas são estabelecidas em quatro níveis: meta estadual, metas de área de atuação compartilhada(AAC) e metas em níveis de delegacias e companhias. São utilizados os métodos de série temporal e cluster para proposição das metas. Posteriormente, esses números são validados com comandantes regionais e locais, delegados e outros policiais. As metas para as regiões são estabelecidas pelo secretário, mas a distribuição dessa meta com os níveis inferiores é feita pelos comandantes regionais.

Os resultados são monitorados mensalmente e as áreas que apresentam um maior desvio com relação as metas são convocadas. As reuniões ocorrem em três níveis:

- N3: Reuniões com representantes das polícias das Áreas de Atuação Compartilhada (AAC), normalmente um Comandante de Batalhão PM, um Delegado Seccional e os chefes de equipe da Polícia Científica, além de representantes das especializadas (trânsito, rodoviária), titulares de Delegacia e Comandantes de Companhia PM;
- N2: Reuniões com representantes das polícias das Regionais (áreas que compreendem várias AACs), normalmente um Coronel Comandante de Área e um Delegado Diretor, além de representantes das AACs;
- N1: Reuniões com o Secretário de Segurança e os Chefes das Polícias, além de represen-

tantes de algumas regionais.

Com relação aos incentivos, existe um bônus que é pago trimestralmente a todos os policiais civis ou militares e da polícia científica lotados em unidades territorial ou especializada que atue diretamente na prevenção ou repressão de ao menos um dos indicadores.

No que concerne ao resultados, os gestores salientam que como a redução ou aumento dos índices criminais não dependem exclusivamente das polícias não é possível vincular os resultados dos últimos anos apenas ao programa.

No entanto, é preciso ressaltar que a queda nos homicídios no, período de 2014 a 2016, fez com que o estado apresentasse, pela primeira vez, uma taxa anual de homicídios abaixo do número endêmico (menos de 10 por 100.000 hab). Em 2016, a taxa de homicídios no Estado foi de 8,12.

### **3.1.6 Rio de Janeiro**

O Sistema de Definição e Gerenciamento de Metas para os Indicadores Estratégicos de Criminalidade para o Rio de Janeiro (SIM), iniciado no segundo semestre de 2009, tem o seguintes objetivos:

- Redução dos indicadores estratégicos de criminalidade estabelecidos;
- Estimular o trabalho integrado entre as polícias;
- Incentivar uma cultura de gestão, privilegiando as análises criminais e planejamento integrado;
- Identificação e reconhecimento do desempenho dos agentes envolvidos;
- Identificação e difusão de boas práticas.

O programa foi elaborado com o suporte metodológico do Instituto Nacional de Desenvolvimento Gerencial (INDG) e foi implementado através do Decreto 41.931/09.

Para operacionalizar o programa e estimular o trabalho integrado das polícias, houve o fortalecimento das áreas integradas de segurança pública (AISP), existentes desde 1999, a criação das regiões integradas de segurança (RISP) e das Circunscrições integradas de Segurança (CISP).

As RIPSs representam instâncias de integração e articulação regional das polícias civis e militares, em nível tático, com os demais órgãos relacionados com a segurança pública no Estado. Os chefes dos departamento de polícia civil e os comandantes dos batalhões promovem reuniões de acompanhamento e avaliação das ações e metas. Essas reuniões também funcionam

como fórum para troca de informações sobre segurança com todos os envolvidos.

Com relação à estrutura de governança, o programa está estruturado em quatro níveis de reunião. Estas reuniões ocorrem nas menores unidades operacionais nível quatro, as Circunscrições Integradas de Segurança Pública CISPs, onde se reúnem o DP e a Cia PM; em seguida existem as reuniões de nível três, nas Áreas Integradas de Segurança Pública AISPs, onde se reúnem o DP e o batalhão da Polícia Militar; nas Regiões Integradas de Segurança Pública RISPs, o nível dois, onde se reúnem o Departamento de Polícia de Área e o Comando de Policiamento de Área; e finalmente as reuniões de nível um, onde se reúnem o Secretário de Segurança e o comando das Polícias Civil e Militar. A reunião é trimestral, com exceção da reunião de nível 4 que ocorre quinzenalmente de forma contínua, porque tem caráter mais operacional.

Apenas indicadores de resultado são utilizados no programa. Tais indicadores são obtidos por meio dos registros de ocorrência da Polícia Civil do Estado do Rio de Janeiro os quais são consolidados pelo Instituto de Segurança Pública-ISP.

Os primeiros indicadores escolhidos foram homicídio doloso, latrocínio, roubo de veículos e roubos de rua (roubo a transeunte, roubo a celular e roubo em coletivo). Atualmente, trabalha-se com letalidade violenta (homicídio doloso, latrocínio, lesão corporal seguida de morte e homicídio decorrente de intervenção policial), roubo de veículos e roubo de rua (roubo a transeunte, roubo de celular e roubo a coletivo).

Com relação às metas, a pactuação é feita no planejamento estratégico da segurança feito em conjunto com outros órgãos relacionados à segurança pública. Tais metas podem ser revistas periodicamente, de acordo com os resultados semestrais.

Importante mencionar que a distribuição das metas para as áreas não é feita de forma linear. Existe um sistema de distribuição de acordo com as taxas de crimes, respeitando a sazonalidade dos delitos.

No que se refere à premiação, o SIM contempla, com premiações semestrais e individuais, os profissionais de segurança pública por produtividade, ações de integração e boas práticas.

A premiação por produtividade consiste no pagamento de forma semestral de valores pecuniários aos Policiais Cíveis e Militares lotados nas unidades policiais vinculadas às RISPs e AISPs cumpridoras de metas para os Indicadores Estratégicos de Criminalidade. Semestralmente, os resultados são aferidos por meio de planilhas de acompanhamento, que são alimentadas com dados consolidados pelo Instituto de Segurança Pública (ISP) dos registros

policiais fornecidos pela Polícia Civil.

A premiação por boas práticas consiste em prêmio pecuniário semestral pago aos servidores lotados e em efetivo exercício nas Unidades Policiais Especializadas da Polícia Civil e Operacionais Especiais da Polícia Militar do estado do Rio de Janeiro, as quais apresentam as três melhores iniciativas para o controle da criminalidade, por corporação.

O Prêmio Integração consiste em reconhecimento individual por meio de plaqueta, distintivo, diploma ou qualquer suporte material ou simbólico a profissionais da área de Segurança Pública que tenham se destacado em ações de integração, no semestre, independente do atingimento de metas pela AISP.

### **3.1.7 Alagoas**

Em Alagoas, a gestão para resultados passou por três fases: em 2003, o Plano Estadual de Segurança Pública foi implantado. Em 2012, foi a vez do programa "Alagoas Tem Pressa" e, em 2015, o programa Gestão por Desempenho foi elaborado. Os indicadores utilizados atualmente pelo programa são:

- Crimes violentos letais intencionais-CVLI;
- Crimes violentos contra o patrimônio(roubo de veículos)-CVP-RV;
- Crimes violentos contra o patrimônio(roubos de rua)-CVP-RR;
- Crimes violentos contra o patrimônio (roubos a instituições financeiras)-CVP-IF

Para favorecer a integração entre polícias e facilitar o monitoramento dos resultados, o Estado foi dividido em 4 regiões integradas de segurança pública (RISP) e 25 áreas integradas de segurança pública (AISP).

As metas estaduais foram estabelecidas e são realizadas reuniões mensais em três níveis: N1, N2 e N3, sendo que neste último nível, o secretário e a cúpula da segurança pública participam.

O incentivo para cumprimento da meta é não financeiro e consiste em solenidades com a presença do governador do estado para a entrega de medalha de ouro, prata e bronze. O único incentivo financeiro é para apreensão de armas de fogo.

Para apoiar o programa foram criadas algumas estruturas, tais como: o Núcleo de estatística e Análise Criminal, responsável por produzir conhecimento sobre padrões criminais; a Coordenadoria de Integração que atua facilitando o diálogo entre as instituições; a Chefia Especial de Gestão Estratégica da Secretaria que é responsável pelo acompanhamento das metas

e o Gabinete de Gestão Integrada que mantém reuniões diárias entre a cúpula da secretaria e os policiais militares e civis que são responsáveis pela área.

### 3.1.8 Ceará

No Ceará, o programa Em Defesa da Vida, criado em 2014, tem o objetivo de reduzir os crimes violentos letais intencionais e os crimes violentos contra o patrimônio, além de aumentar o número de prisões, integrar as polícias e aumentar a produtividade dos policiais. O programa utiliza os seguintes indicadores de desempenho:

- crimes violentos letais intencionais<sup>1</sup> e
- crimes violentos contra o patrimônio e solução de crimes e prisão (SCC-CVLI e SCC-CVP)<sup>2</sup>

O Estado foi dividido em quatro territórios e dezoito áreas integradas de segurança. As reuniões acontecem uma vez por semana com os comandantes, em nível regional, e na última reunião do mês o governador participa.

A meta geral é de redução de 6% do CVLI e 20% do CVP. Esse número é dividido entre os quatro territórios. Importante mencionar que uma Comissão permanente de avaliação das metas formada pelos comandos da Polícia Militar, Civil, Bombeiros e pelo Instituto de pesquisa Estratégica Econômica do Ceará.

Uma característica diferente desse programa está na estratégia de comunicação baseada no conceito de salvar vidas, relacionado a ideia de redução de crimes nos anos anteriores. A meta, por exemplo, traduz esse conceito. Ao invés de meta para número de crimes violentos letais intencionais que podem ocorrer, a meta é quantas vidas foram salvas em relação ao período anterior.

Com relação à premiação, o Estado tem um fundo de incentivo ao cumprimento de metas na segurança pública cujos repasses são do Tesouro Estadual. O pagamento é trimestral e cada redução do indicador provoca variação na prêmio. Para a premiação, a nota é composta de 20% do resultado do Estado, 20% referente ao resultado da região e 60% referente ao resultado da AIS. Assim, a premiação financeira é paga em valores contínuos de 0% a 100% de acordo com os componentes acima descritos. Se houver algum valor residual, ele será distribuído no fim do trimestre para os policiais da AIS que mais contribuíram para a redução absoluta.

<sup>1</sup> Não inclui mortes decorrentes de intervenção policial nem aquelas ocorridas em unidades prisionais

<sup>2</sup> Cinco prisões abatem um homicídio. Segundo relatos dos gestores, para que as prisões sejam consideradas válidas, elas precisam ser avaliadas por um Comitê.

A partir dos modelos expostos, nota-se um padrão seguido pelos estados para elaboração e implantação da gestão por resultados na segurança pública. De fato, em todos os programas:

- São estabelecidos objetivos e prioridades específicos;
- Os objetivos são traduzidos em metas de indicadores;
- As metas estaduais são desdobradas em nível de áreas de segurança integradas as quais ficam sob a responsabilidade de um delegado de polícia e de um comandante de batalhão em nível regional, com o objetivo de estimular ações integradas entre as polícias para o alcance de objetivos comuns;
- Os resultados são monitorados em reuniões sistemáticas em nível estratégico onde há a presença dos secretários de segurança pública e, às vezes, do governador do Estado;
- O setor de estatística e análise criminal transformam dados em informações que vão subsidiar diagnósticos e planos de ação para melhoria dos resultados.

No entanto, existem diferenças relacionadas aos objetivos de cada Estado, aos indicadores utilizados e ao método empregado para o estabelecimento de metas e do sistema de bonificação. A próxima seção explicita as dificuldades encontradas na implementação do modelo no que diz respeito ao monitoramento dos indicadores e à utilização deles como variáveis independentes em modelos de avaliação de política pública.

### **3.1.9 Considerações sobre os indicadores**

No que se refere ao monitoramento, a primeira questão relevante diz respeito a variabilidade de indicadores que ocorre, principalmente, devido às diferenças nos objetivos dos programas. O indicador criminal de ocorrência de crimes letais intencionais e de crimes contra o patrimônio, sejam eles violentos ou não, são adotados em todos os Estados. No entanto, alguns deles trabalham com esse indicador de forma agregada, como por exemplo Pernambuco, Ceará, Distrito Federal e Minas Gerais; enquanto outros, trabalham com as ocorrências de cada crime desagregadas como por exemplo Alagoas e Espírito Santo. Além disso, não existe padronização com relação a valores absolutos ou taxas. O Estado de Minas Gerais adotou taxas, já São Paulo trabalha com números absolutos, embora em todos os estados seja possível o cálculo de taxas para todos os tipos de crimes.

Outra questão importante é que os tipos de indicadores também são diferentes. A maioria dos Estados trabalha com indicadores de drogas e armas apreendidas como indicadores

de produto. Pernambuco, Espírito Santo e o Distrito Federal utilizam um indicador de produto mais avançado, adotado no mundo inteiro, que mensura a resolatividade dos inquéritos policiais, isto é, tal indicador mede o percentual de inquérito resolvidos com autoria conhecida com relação aos inquéritos investigados.

Apesar da política pública ter sido construída com base na tríade prevenção-repressão-ressocialização, não foi mencionado nenhum indicador que mensure a reincidência e/ou a ressocialização. Com relação aos indicadores de prevenção, apenas o programa do Distrito Federal inova ao trabalhar com indicadores relacionados à violência nas escolas, à desorganização social, ao uso próprio do espaço público, à incivildades e a problemas ligados a infraestrutura urbana. A mensuração é feita de acordo com a priorização das áreas críticas do programa. Dessa forma, o Estado tem um diagnóstico não só dos crimes ocorridos, mas também da dinâmica social da região. A visão geral de segurança pública ainda é muito policial.

É fato que os atores ligados tanto à prevenção quanto a ressocialização têm cadeira nas reuniões e, às vezes, até produzem indicadores, como no caso de Pernambuco, por exemplo. No entanto, o monitoramento desses indicadores não é feito de forma integrada e perde-se a visão de sistema da segurança. Para um melhor entendimento do comportamento do sistema seria necessário o controle de, pelo menos, os seguintes indicadores: taxa de encarceramento, taxa de reincidência e taxa de ressocialização. Na verdade, até para priorização da estratégia a ser seguida, é necessário saber esses números. Afinal, se um sistema apresenta uma taxa de encarceramento crescente e uma taxa de reincidência alta, por exemplo, talvez seja melhor priorizar políticas de ressocialização, ao invés de construir mais presídios.

Assim, em primeiro lugar, sente-se a necessidade de um alinhamento da política pública com a gestão dessa política em cada Estado. A visão de segurança pública como sistema tem que ser operacionalizada nos modelos de gestão. Depois, os objetivos estratégicos de todos os Estados e os indicadores a eles relacionados precisam ser padronizados para uma melhor comparabilidade.

No que concerne a avaliação, é importante mencionar que existem, ainda, algumas dificuldades de mensuração desses indicadores relacionadas à própria natureza das variáveis criminais. Sabe-se que quanto maior o número de crimes, maior a probabilidade de se obter armas e drogas apreendidas, inquéritos policiais e pessoas presas. Ao mesmo tempo, esses indicadores são usados com o objetivo de diminuir a criminalidade. Existe viés de simultaneidade entre essas variáveis, isto é, elas são, ao mesmo tempo, “causa e efeito” umas das outras. Essa questão foi introduzida no capítulo anterior e será melhor explicada na próxima subseção.

Além dos problemas relacionadas ao monitoramento dos indicadores e à avaliação das políticas públicas existem, ainda, outras questões ligadas à meta (em alguns Estados, ela é apenas uma decisão política) e à estrutura de incentivos (os incentivos financeiros levam a prática de *gaming* que acontece quando os atores da política utilizam as regras do jogo em benefício próprio) que não serão abordados com maior profundidade por não serem o foco desse trabalho.

### 3.2 CONSIDERAÇÕES SOBRE AS RELAÇÕES ENTRE INDICADORES CRIMINAIS E O CRIME

O trabalho de (GORDON, 2010) faz um resumo de estudos que analisam o impacto da punição, da dissuasão, da polícia, do desemprego, da educação, entre outras variáveis, no crime e observa que existem grandes divergências entre as conclusões empíricas, principalmente naqueles estudos baseados em regressão linear. A autora comenta que uma parte dos problemas vem de dificuldades inerentes à coleta de dados e outra parte da falta de modelos que incluam as não linearidades que existem nos sistemas sociais.

Com relação à coleta de dados, Gordon argumenta que dados estatísticos geograficamente agregados, baseados em contatos judiciais ou policiais e, às vezes, corrigidos por algum tipo de viés, são obtidos de agências governamentais. Eles podem apresentar algumas imprecisões devido ao fato de não serem coletadas especificamente para pesquisa.

Além disso, é importante mencionar o mau estado dos sistemas de informação de segurança pública ou, até mesmo, a inexistência dele. Esse problema é mais expressivo em países da América latina, como o Brasil, por exemplo, onde vários estados ainda não têm sistemas de informação de segurança pública ou, quando tem, eles não são integrados. Em Pernambuco, por exemplo, existe um sistema para preenchimento de boletim de ocorrência que coleta dados de registros de crimes, mas o Estado não possui sistema para elaboração do inquérito policial. Dessa forma, as informações da produção da polícia civil são coletada em planilhas. Esta é uma situação que dificulta os estudos realizados, bem como a elaboração de políticas, programas e projetos de segurança pública.

Ainda com relação aos dados, (KAHN, 2005) alerta que os dados de criminalidade estão sujeitos a uma série de limites e validade de confiabilidade. Segundo o autor, para que um crime faça parte das estatísticas oficiais, ele deve ser detectado e registrado no boletim de ocorrência. Pesquisas de vitimização realizadas no Brasil sugerem que, em média, os organismos policiais registram apenas um terço dos crimes ocorridos, percentual que varia de acordo com

o delito. Isso significa que existe uma expressiva subnotificação dos crimes.

Ainda segundo o autor, vários fatores podem influenciar a propensão das vítimas a notificarem um crime ocorrido e, em consequência, a subnotificação: 1) a percepção social da eficiência do sistema policial; 2) a percepção social da confiabilidade do sistema policial; 3) a seriedade ou montante envolvido no crime; 4) o fato de o crime implicar ou não numa situação socialmente vexatória para a vítima (estupro, agressões domésticas, “conto do vigário”, etc); 5) o grau de relacionamento da vítima com o agressor; 6) a experiência pretérita da vítima com a polícia e 7) a existência de formas alternativas para a resolução do incidente.

Dessa forma, nem sempre um aumento dos dados de criminalidade oficiais pode ser interpretado como uma piora da situação de segurança pública, e, muitas vezes, o aumento nos crimes notificados pode ser considerado um indicador positivo de credibilidade e performance policial ou, até mesmo, pode ser o resultado de mudanças legislativas (Lei Maria da Penha, por exemplo) e/ou campanhas contra a violência. O autor menciona, ainda, em seu trabalho, algumas interpretações imprecisas dos dados de criminalidade que dizem respeito:

- à sazonalidade: a passagem do tempo implica em mudanças climáticas, alteração das atividades sociais e econômicas, favorecendo ou inibindo a ocorrência de determinados crimes. Quando os dados de crime são publicados, em geral, não se faz menção a essa questão;
- à escolha do período de comparação: dependendo do crime que se escolhe e do período usado como base para a comparação, pode-se tanto mostrar que a criminalidade está caindo como o contrário, dependendo da interpretação. Assim, seria necessário ajustar a comparação para períodos considerados “normais” e não muito distantes do período que se quer comparar;
- à atividade policial: os indicadores de atividade policial ou indicadores de produto (veículos recuperados, armas apreendidas, drogas apreendidas, prisões efetuadas, etc) variam com a quantidade de crimes. Assim, esses indicadores podem estar “melhorando” apenas porque os crimes estão subindo ou parecerão “piorar” quando os crimes estão caindo. Seria interessante, portanto, trabalhar com o percentual desses indicadores com relação ao crime.
- a alguns indicadores que refletem simultaneamente atividade policial e fenômeno criminal: apreensões de entorpecentes ou de armas de fogo, por exemplo, têm uma interpretação ambígua: quando aumentam, pode ser tanto porque há mais drogas e armas circulando quanto porque houve um aumento da atividade policial relacionada à repres-

são destes crimes. Não se sabe ao certo e nenhuma polícia do mundo sabe, exceto por estimativas indiretas de demanda - quanto entra de drogas ou armas no Estado.

- a diferenças conceituais entre os números de homicídio das secretarias de segurança e de outros órgãos: os dados de homicídio, por exemplo, também são disponibilizados pela sistema da saúde. A Saúde identifica a natureza da morte do ponto de vista sanitário (natureza da lesão, instrumento causador, etc.) enquanto a Segurança o faz pela natureza jurídica e criminológica. Assim, na declaração de óbito poderá constar como causa básica da morte “perfuração do abdomen por objeto contundente”, sendo classificado como homicídio. Já pelo BO, dependendo da situação, poderá ser classificado como: homicídio doloso, homicídio culposo, latrocínio, morte a esclarecer, suicídio, lesão corporal seguida de morte ou lesão corporal grave (pois no momento da confecção do boletim, pode-se ainda não ter o resultado morte). Além disso, a Saúde utiliza o endereço de residência da vítima enquanto o BO o endereço da ocorrência. Assim, se a vítima mora em um lugar mas morre em outro, num local se contabilizará um homicídio a menos e em outro um a mais, dependendo da fonte;
- à população flutuante e pendular: alguns municípios, principalmente os turísticos, ou alguns bairros nas áreas centrais e comerciais das cidades sofrem com o problema da elevada população flutuante ou pendular, que faz com que durante os finais de semana e verões, ou durante o horário de trabalho, circulem pelo local uma quantidade de pessoas muito maior do que aquela que reside no local. No momento de calcular a taxa por 100 mil habitantes para estes locais específicos, freqüentemente se esquece que o denominador de base é de fato muito maior, pois deve incluir a população flutuante. Por não atentar para este problema, freqüentemente os municípios do litoral e os distritos da seccional do centro da cidade aparecem nos primeiros lugares dos rankings de violência, pois suas taxas são artificialmente elevadas;
- à hierarquização de cidades, bairros e outros rankings: quando um anuário estatístico é publicado, muitas entidades jornais, agências de turismo, e outros grupos com interesse em crimes utilizam as estatísticas dos crimes relatados para compilar rankings de cidades e Estados. Estes rankings, todavia, são meramente uma escolha feita pelos usuários e não permitem nenhuma percepção sobre as muitas variáveis que moldam o crime numa cidade ou região em particular.
- à estatísticas do sistema de justiça criminal: os sistemas de justiça criminal, incluindo as polícias, não desenvolveram estatísticas que refletem a realidade criminal. Elas são

um subproduto da construção jurídica do crime. Assim, as estatísticas policiais estão em geral mal concebidas do ponto de vista estritamente criminológico e policial e são pouco detalhadas quando se trata, por exemplo, de descrever o *modus operandi*, uma preocupação fundamental para as polícias.

Com relação à metodologia, em geral, na maioria dos trabalhos, o crime é explicado sob o ponto de vista de causa e efeito a partir de uma função de fatores ponderados em modelos de regressão linear. Essa tendência de procurar por causas é em paralelo fornecida pela preocupação empírica dos cientistas, na qual a validação empírica de fatores causais é o objetivo principal, de modo a avaliar qualquer conhecimento científico. O principal problema desses modelos é a endogeneidade e, em consequência, resultados que apresentam estimações inconsistentes e inferências incorretas.

A endogeneidade existe quando qualquer variável explicativa em um modelo de regressão for correlacionada com o erro. Isso pode ocorrer, entre outros motivos, em virtude da simultaneidade entre a variável independente e uma ou mais variáveis dependentes e por erro de medida. Como já mencionado, as variáveis criminais apresentam esses dois comportamentos: se, por exemplo, a taxa de crime e a probabilidade de punição são negativamente correlacionadas, não se pode distinguir entre a hipótese de que a probabilidade alta de punição diminui a taxa de crime ou se altas taxas de crime causam baixa probabilidade de punição porque sobrecarrega a polícia (simultaneidade). Além disso, existe uma subnotificação dos crimes ocorridos (erro de medida).

Uma forma de tratar a simultaneidade em modelos de regressão é a utilização de um modelo com variáveis instrumentais. Esse modelo se baseia na utilização de uma variável adicional que não seja correlacionada com o erro e que seja correlacionada com os regressores. A segunda condição é testável; a primeira, não é. Dessa forma é necessário um boa história para justificar a escolha da variável instrumental. A principal crítica a esse modelo é a dificuldade de encontrar um bom instrumento, já que, muitas vezes, as duas condições são conflitantes. Um dos principais desafios para os pesquisadores no campo criminal é achar bons instrumentos.

Outra maneira consiste em usar estimadores *Difference-GMM* e *System-GM* para modelos de dados em painel. Esses modelos levam em conta o tempo (série temporal) e o espaço (análise cross-section). Assim, variáveis defasadas no tempo são utilizada como se fossem “instrumentos” na regressão. O trabalho de (GHASEMI, 2017) observa que esses modelos com estimadores *Difference-GMM* e *System-GM*, embora muito utilizados na literatura, ainda são pouco aplicados em Economia do Crime. Além disso, o autor resume as vantagens, a aplica-

bilidade desses modelos nesse campo, alerta para o problema da proliferação de instrumentos, que pode levar a resultados não confiáveis, e apresenta técnicas para controlar esse problema. No entanto, como argumenta (GORDON, 2010), a defasagem a ser utilizada não é evidente e depende do tipo da variável. Por exemplo, o aumento da população carcerária devido a uma sentença condenatória, pode surgir um ou dois anos após a perpetração do crime.

O estudo de (SPELMAN, 2008), citado em (GORDON, 2010) mostra a relação entre crime e taxas de prisão, comparando conclusões de 13 estudos publicados com dados semelhantes usando diferentes especificações técnicas, incluindo dados em painel, para a análise. Ele mostra que as discrepâncias nos resultados dependem dos métodos e não de diferenças reais nos conjuntos de dados. Além disso, nos trabalhos analisados, a maioria dos criminosos ativos em algum ano estava ativa no ano anterior e permanecia ativa no futuro próximo. O mesmo comportamento acontecia para os condenados. Assim, mudanças só podem ser esperadas médio e longo prazo dependendo das políticas implementadas.

A divergência nas conclusões dos estudos analisado por Spelman devia-se principalmente ao tratamento de correlações de séries temporais. Alguns usavam a diferença  $\Delta X_t = X_t - X_{t-1}$ ; outros, usavam  $X_t$  e ajustavam as correlações no tempo e outros, ainda não levavam em conta essas correlações. Assim, embora no curto prazo as taxas atuais de criminalidade e as populações prisionais possam parecer correlacionadas, não está claro se há qualquer ligação de causalidade entre eles.

O fato é que os modelos estatísticos abordados não suportam a não-linearidade dos fenômenos criminais. Nesses modelos, o crime é produzido da mesma maneira no tempo e no espaço. As interações sociais do fenômeno não são levadas em consideração.

### 3.3 CONSIDERAÇÕES FINAIS DO CAPÍTULO E POSICIONAMENTO DO TRABALHO

Dessa forma, sugere-se outra abordagem para o estudo das relações entre essas variáveis. Os modelos de dinâmica de sistemas são baseados em estruturas de *feedback* que explicam padrões complexos de comportamento. Assim, eles possibilitam caracterizar o processo de decisão de forma continuada, levando em conta que as informações obtidas nas interações anteriores afetam o comportamento do sistema; essa característica é essencial para capturar o acúmulo de experiências criminosas e o conseqüente efeito desse processo de aprendizagem.

Além disso, em um sistema dinâmico um comportamento é explicado em termos da estrutura do sistema que se refere à organização de estoque e fluxo. Os ciclos de retroali-

mentação e as regras de interação entre diversas variáveis dão origem a padrões importantes de comportamento desse sistema. Esta explicação é conhecida como hipótese dinâmica e é um conceito central para a compreensão desses modelos. Esses tipos de explicações baseiam-se em mecanismos como poder explicativo (Olaya, 2009) e não em relações causais simples. Em vez de procurar por “causa”, podemos desenvolver o pensamento sistêmico para captar estruturas de *feedback*, mais difundidas, mais influentes, mais persistentes, a fim de explicar padrões complexos de comportamento.

Os estudos empíricos são importantes. No entanto, em sistemas complexos, eles vêm depois. Uma vez que se tenha pelo menos um modelo conceitual, é necessário validá-lo através da análise dos dados. Sem um modelo conceitual para testar e possivelmente validar, a abundância de dados pode ser ruído de fundo e não informação. Este trabalho inova ao propor um modelo dinâmico para estudar as estratégias utilizadas para o controle do crime. O próximo capítulo apresenta o modelo proposto.

#### 4 O MODELO DINÂMICO PARA A SEGURANÇA PÚBLICA

De acordo com (COLANDER; KUPERS, 2014), o efeito de uma política pública não é apenas um produto do controle do governo, ou das forças de mercado, ou das ações dos cidadãos, mas pelo contrário, é um produto combinado da interação de todos esses atores. Assim, os indivíduos não reagem apenas à política, mas também reagem uns aos outros e podem modificar seus comportamentos com base no que percebem no comportamento dos outros. Esse tipo de efeito é representado por sistemas complexos.

Conforme (MITCHEL, 2009), sistemas complexos são sistemas de componentes de interação, autônomos, onde o resultado do sistema não é simplesmente a soma das partes subjacentes. Eles apresentam duas características principais: a emergência e o *feedback*. Emergência é a ideia de que “a ação do todo é maior do que a soma das partes” (HOLLAND, 2014). Nenhum indivíduo pode ser responsável pelo padrão de criminalidade de uma cidade, por exemplo. Esse padrão é resultado das ações da polícia, das ações dos órgãos de prevenção, das ações dos criminosos, das ações do governo, entre outros fatores que interagem entre si e retroalimentam-se (*feedback*) para afetar decisões individuais.

Um sistema complexo pode ser modelado por sistemas dinâmicos. Os sistemas dinâmicos tem por principal objetivo descrever as propriedades gerais nas alterações de sistemas, especificadas por variáveis que interagem conforme princípios ou regras (STROGATZ, 1994)

Um sistema dinâmico compreende um espaço de estados e um conjunto de funções de transição entre estados, chamado de sistemas de equações diferenciais (BOYCE; DIPRIMA, 1994). O sistema de equações diferenciais é denominado de sistema de equações de movimento e as variáveis ali presentes de variáveis de estado ou variáveis de controle. Em geral, tem-se o tempo como variável independente.

Tais sistemas descrevem, portanto, interações de alto nível entre as populações e os recursos (STERMAN, 2000) e são construídos em torno da noção de estoques e fluxos. No contexto da avaliação de políticas públicas pelos sistemas dinâmicos, as políticas são muitas vezes avaliadas ao examinar como a mudança em alguns dos fluxos do sistema afeta os resultados deste sistema.

Este capítulo apresenta um novo modelo para estudar o comportamento do sistema de segurança pública frente à aplicação das estratégias de controle do crime. A prevenção, a repressão e a ressocialização são aplicadas como controles, de forma individual e de forma combinada, no modelo dinâmico desenvolvido por (MCMILLON; SIMON; MORENOFF, 2014)

que, por sua vez, se inspirou nos modelos epidemiológicos que descrevem a disseminação de doenças infecciosas, para estudar qual é a estratégia ótima para diminuição da população criminal ao longo do tempo. Para isso, utilizou-se a abordagem de Controle Ótimo.

Este capítulo tem os seguintes objetivos: 1) resumir os modelos epidemiológicos, fazendo um paralelo com a disseminação do crime; 2) apresentar o novo modelo; 3) expor a solução numérica e 4) discutir os resultados.

#### 4.1 EPIDEMIOLOGIA E CRIME

Epidemiologia é o estudo dos padrões de doenças. Os modelos matemáticos modernos de epidemiologia têm suas raízes nos trabalhos dos médicos de saúde pública (SOOK-NANAN; COMMISSIONG, 2017) e (KERMACK; MCKENDRICK, 1927). Esses modelos representam como uma infecção se espalha através de uma população ao longo do tempo. Em geral, eles são determinísticos, dividem a população em subclasses e formula uma equação diferencial ordinária (EDO) em relação ao tempo para cada uma. Essas subclasses são formadas por indivíduos que são idênticos em termos de seu status em relação à doença em questão. As subclasses são, de acordo com (RODRIGUES, 2012):

- Imunidade passiva (M): é composta por recém-nascidos que são temporariamente passivamente imunes devido a anticorpos transferidos por suas mães;
- Suscetíveis (S): é a classe do indivíduos que são suscetíveis à infecção. Isso pode incluir os passivamente imunes, uma vez que eles perdem sua imunidade ou, mais comumente, qualquer recém-nascido cuja mãe nunca tenha sido infectada e, portanto, não tenha passado nenhuma imunidade;
- Exposto ou Latente (E): refere-se aos indivíduos que, apesar de infectados, não apresentam sinais óbvios de infecção e a abundância do agente patogênico pode ser muito baixa para permitir uma transmissão adicional;
- Infectado (I): nesta classe, o nível de parasita é suficientemente grande dentro do hospedeiro e existe potencial na transmissão da infecção para outros indivíduos suscetíveis;
- Recuperado ou Resistente (R): inclui todos os indivíduos que foram infectados e se recuperaram.

Assim, os modelos podem ser representados por várias combinações desses estados: MSEIR, MSEIRS, SEIR, SEIR, SIR, SIRS, SEI, SEIS, SI, SIS. A idéia é estudar os pontos de equilíbrio do sistema de equações diferenciais e a sensibilidade da taxa básica de reprodução a

qual é definida como o número médio de infecções secundárias que ocorre quando uma infecção é introduzida em uma população completamente suscetível. Em conformidade com (KERMACK; MCKENDRICK, 1927) essa taxa é referida como o “*threshold phenomenon*” e é a fronteira entre uma persistência da doença ou a diminuição dela.

Além de estudar a propagação de doenças, alguns trabalhos propõem estratégias ótimas para reduzir essa disseminação, tais como: (FOLASHADE; NIZAR; O., 2014), (SILVA; TORRES, 2013), (RACHAH; DELFIM, 2016), (BASHIER; PATIDAR, 2017) e (STEPHENSON *et al.*, 2017). Em geral, variáveis de controle, que representam prevenção (vacinas, controle de vetores, etc.) e tratamento (drogas), são usadas em um modelo de controle ótimo para encontrar trajetórias ótimas dessas variáveis ao longo do tempo que minimizem o custo da infecção, o custo de implementar o controle ou ambos. Para uma revisão da literatura disponível sobre modelos matemáticos que usam a teoria de controle ótimo para deduzir as estratégias ótimas em modelos epidemiológicos, refere-se (SHAROMI; MALIK, 2015).

Esses modelos também foram aplicados para investigar uma variedade de fenômenos sociais “contagiosos” como crime, opiniões, vício e fanatismo (SOOKNANAN; COMMISSIONG, 2017). Com relação ao crime, ainda existem poucas aplicações dessa abordagem. Nestes modelos, em geral, há uma população de não-criminosos, ou seja, eles são suscetíveis à “doença”, uma população de criminosos, ou seja, que é infectada pela “doença” e uma população de pessoas encarceradas sendo tratadas que serão reabilitadas. Além disso, os modelos assumem a restrição de que as pessoas se tornem criminosas por contágio.

(CAMPBELL; ORMEROD, 1997) e (ORMEROD; MOUNFIELD; SMITH, 2001), por exemplo, aplicaram um modelo de doença infecciosa a crimes violentos e assaltos no Reino Unido. Nos trabalhos de (SOOKNANAN; BHATT; COMMISSIONG, 2012) e (SOOKNANAN; BHATT; COMMISSIONG, 2012) a associação de gangues criminosas é tratada como uma infecção que se espalha através de uma comunidade por interações entre membros de gangues e a população.

A relação entre o desemprego e os crimes contra a propriedade é estudada por (MUSHAYABASA, 2015). Ele dividiu a população economicamente ativa em pessoas empregadas, desempregados, desempregados que se tornaram criminosos e criminosos presos e analisaram o sistema. Além disso, as políticas ou esforços voltados para a detecção e encarceramento de criminosos, os esforços do governo ou políticas vinculadas à criação de emprego e melhoria das condições de trabalho e remuneração dos trabalhadores e os esforços do governo para melhorar ou equipar os sistemas de reabilitação com programas necessários visando reduzir a população

reincidentes são as variáveis de controle em um modelo de controle ótimo.

(MCMILLON; SIMON; MORENOFF, 2014) construíram um sistema de equações diferenciais para analisar a disseminação do crime. Eles assumiram a restrição inicial de que as pessoas se tornassem criminosas por contágio, como nos modelos de disseminação de doenças, para derivar expressões analíticas para os limites do baixo crime e do alto crime e para a prevalência nos modelos mais gerais em que as pessoas podem se tornar criminosas devido à propensão individual. O presente trabalho introduziu variáveis de controle nesse modelo para estudar as estratégias de contenção do crime a partir de uma abordagem de controle ótimo.

(MOHAMMAD; ROSLAN, 2017) utilizaram o modelo de (MCMILLON; SIMON; MORENOFF, 2014) para investigar a estabilidade do modelo da disseminação do crime, resumir a estabilidade usando uma análise de bifurcação e estudar a relação do número básico de reprodução com a taxa de contágio. Os autores fixaram valores para os parâmetros e para o tamanho da população e variaram a taxa de contágio de 1 a 10. Os resultados mostraram que na medida em que a taxa de contágio aumenta, a taxa de criminalidade e o  $R_0$ , aumentam também. Neste modelo não houve a inclusão de variáveis de controle.

## 4.2 O MODELO PROPOSTO

O modelo desenvolvido por (MCMILLON; SIMON; MORENOFF, 2014) pretendeu representar a dinâmica subjacente à disseminação do crime. Para tanto, os autores adotaram uma abordagem que é utilizada em modelos que foram desenvolvidos principalmente para representar a propagação da doença. Esses modelos assumem uma população homogênea, não fazem um balanço das diferenças por idade, frequência de ofensa, tipo de crime ou ações tomadas em diferentes estágios do sistema de justiça criminal e diferem dos demais encontrados na literatura, pois permitem a investigação simultânea dos efeitos sistemáticos do contágio, desistência do crime, taxa de encarceramento da primeira vez e reincidência, tempo de prisão, reabilitação criminal a longo prazo e o resultado do encarceramento. A estrutura do modelo consiste em cinco estados de atividade criminosa:

- $X$  que representa pessoas que não estão envolvidas em atividades criminosas em um determinado momento;
- $C_1$  que representa pessoas ativas em atividades criminosas, mas nunca foram encarceradas;
- $I$  que representa pessoas que estão encarceradas em um determinado momento;

- $R$  que representa pessoas que já foram encarceradas, mas não estão mais envolvidas em atividades criminosas e
- $C_2$  que representa pessoas que já foram encarceradas e estão novamente engajadas em atividades criminosas.

Os parâmetros do modelo são os seguintes:

- $\alpha_1$  a taxa na qual os indivíduos passam do estado  $X$  (não ativo criminalmente) para  $C_1$  (criminalmente ativos, mas não encarcerados). No modelo,  $\alpha_1$  é dividido em dois tipos:  $\alpha_{11}$ , que representa o fluxo para atividades criminosas que dependem do contato com outras pessoas criminalmente ativas. É análogo à “taxa de contato efetiva  $t'$ ” nos modelos de doenças infecciosas. Isso significa que quanto maior o contato com pessoas criminalmente ativas, maior o risco de participar do crime; e  $\alpha_{10}$ , que representa transições para atividades criminosas que dependem de uma propensão individual ao crime;
- $\beta_1$  a taxa na qual os indivíduos passam de  $C_1$  (criminalmente ativos, mas não encarcerados) para  $X$  (não ativos criminalmente). Este parâmetro representa um processo de desistência que não está relacionado ao encarceramento. Assim, poderia estar relacionado a intervenções sociais para reformar jovens criminosos que ainda não foram encarcerados, por exemplo;
- $\gamma_1$  a taxa em que as pessoas passam do estado  $C_1$  (criminalmente ativo mas não encarcerado) para  $I$  (encarcerado). Este parâmetro está relacionado às ações da polícia e à aplicação da justiça criminal;
- $r$  a taxa na qual os indivíduos passam do estado  $I$  (encarcerado) para  $R$  (já foram encarcerados, mas não são criminalmente ativos);
- $\alpha_2$  a taxa na qual os indivíduos passam do estado  $R$  (encarcerados, mas não ativos criminalmente) para  $C_2$  (anteriormente encarcerados e criminalmente ativos). É a taxa de reincidência;
- $\gamma_2$  a taxa na qual os indivíduos passam do estado  $C_2$  (anteriormente encarcerados e criminalmente ativos) para  $I$  (encarcerados). Esta é a taxa em que ex-criminosos que voltam a ser criminalmente ativos são encarcerados;
- $\beta_2$  a taxa na qual os indivíduos se mudam do estado  $C_2$  (anteriormente encarcerados e criminalmente ativos) para  $R$  (já foram encarcerados, mas não são criminalmente ativos). Esta é a taxa de desistência do crime entre aqueles que têm foi encarcerado;
- $\varepsilon$  a taxa na qual os indivíduos passam do estado  $R$  (já foram encarcerados, mas não são criminalmente ativos) para  $X$  (não ativos criminalmente).

Devido à complexidade do modelo, os autores analisaram, inicialmente, um sistema tridimensional que é o mais simples possível. Além disso, eles assumiram que os indivíduos passam do estado de não-criminalmente ativo para o criminalmente ativo apenas por contágio. Este modelo lida com três estados: não-criminalmente ativo ( $X$ ); criminalmente ativo ( $C$ ) e encarcerado ( $I$ ). Os parâmetros são: a taxa de contágio ( $\alpha_1$ ); a taxa de desistência ( $\beta_1$ ); a taxa em que os criminosos são encarcerados ( $\gamma$ ); a taxa de ressocialização ( $\epsilon$ ); e a taxa de reincidência ( $\delta$ ).

Para o propósito de estudar as estratégias ótimas para controlar a disseminação do crime, foram introduzidas, neste modelo mais simples, três variáveis de controle ( $u_1$ ,  $u_2$  e  $u_3$ ). Como mencionado, em modelos epidemiológicos, o controle é geralmente representado pela prevenção de doenças e tratamento de pacientes. Da mesma forma, no sistema de segurança pública, por analogia, o controle pode ser representado pela prevenção ao crime, ou seja, ações que reduzem a probabilidade de não-criminosos se tornarem criminosos; pela repressão do crime, que é o conjunto de ações repressivas que reduzem a impunidade; e pela ressocialização de criminosos, isto é, ações que aumentam as chances de ex-criminosos serem ressocializados e reintegrados à sociedade.

Importante mencionar que, para o modelo proposto neste trabalho, foram assumidas as hipóteses de que a população tem a mesma idade, a frequência de ofensa é constante, não se levou em consideração os tipos de crime e nem ações que foram tomadas nos diferentes estágios. Sabe-se que tais hipóteses são fortes, uma vez que a maioria dos crimes são cometidos pela população jovem, a frequência de ofensas e as ações podem variar muito ao longo do tempo e o comportamento do sistema pode ser diferente para diferentes tipos de crimes. No entanto, elas foram escolhidas segundo o critério da simplicidade apresentado por (QUINE, 1980), que em termos gerais, afirma que a teoria mais simples dentre as disponíveis para a explicação de um evento de interesse é geralmente vista como a mais desejável, uma vez que sistemas mais simples são mais fáceis de usar e focar em considerações relevantes sobre o evento investigado. Posteriormente, algumas delas podem ser relaxadas e incorporadas ao modelo. Pode-se, por exemplo, dividir a população por faixas de idade ou considerar construir um modelo novo para um tipo de crime em específico.

O modelo que é descrito abaixo:

$$\begin{aligned}
 \dot{x}_1 &= \beta x_2 - \alpha x_1 x_2 (1 - u_1) + u_3 \epsilon x_3 \\
 \dot{x}_2 &= -\beta x_2 + \alpha x_1 x_2 (1 - u_1) - u_2 \gamma x_2 + (1 - u_3) \delta x_3 \\
 \dot{x}_3 &= u_2 \gamma x_2 - (1 - u_3) \delta x_3 - u_3 \epsilon x_3
 \end{aligned} \tag{10}$$

As variáveis de estado são:

- $x_1(t)$ , que representa a população de não criminosos;
- $x_2(t)$ , que representa a população que se tornou criminosa;
- $x_3(t)$ , que representa a população de criminosos encarcerados.

As variáveis de controle são:

- $u_1(t)$ , que representa ações de prevenção;
- $u_2(t)$ , que representa ações de repressão;
- $u_3(t)$ , que representa ações de ressocialização

Os parâmetros do modelo são:

- $\alpha$ : taxa de contágio, isto é, a taxa na qual os indivíduos se movem de  $x_1(t)$  para  $x_2(t)$ ;
- $\beta$ : taxa de desistência do crime, isto é a taxa na qual os indivíduos saem do estado  $x_2(t)$  para  $x_1(t)$ ;
- $\gamma$ : taxa de encarceramento, isto é, a taxa na qual os indivíduos saem de  $x_2(t)$  para  $x_3(t)$ ;
- $\delta$ : taxa de reincidência, isto é, a taxa na qual os indivíduos saem de  $x_3(t)$  to  $x_2(t)$ ;
- $\epsilon$ : taxa de ressocialização, isto é, a taxa na qual os indivíduos saem de  $x_3(t)$  to  $x_1(t)$ .

A função objetivo é

$$J(u_1, u_2, u_3) = \int_0^{t_f} (m x_2 + n u_1^2 + p u_2^2 + d u_3^2) dt \tag{11}$$

Onde  $t_f$  é o tempo final e  $m, n, p$  e  $d$  são pesos positivos para equilibrar os fatores. O termo  $m x_2$  é o custo do crime e os termos  $n u_1^2$ ,  $p u_2^2$  e  $d u_3^2$  são os custos para implementar ações de prevenção, ações de repressão e ações de ressocialização. O objetivo é minimizar o número de criminosos  $x_2$ , enquanto o custo do controle  $u_1, u_2$  e  $u_3$  é minimizado. Assim, busca-se um controle ótimo  $u_1^*, u_2^*, u_3^*$  tal que:

$$J(u_1^*, u_2^*, u_3^*) = \min_{u_1, u_2, u_3} \{(u_1, u_2, u_3) | u_1, u_2, u_3 \in U\} \tag{12}$$

e o conjunto de controle é:

$$U = \{(u_1, u_2, u_3) | u_i : [0, t_f] \rightarrow [0, 1] \in U; i = 1, 2, 3\} \quad (13)$$

A existência de controle ótimo segue os resultados padrões da teoria de controle ótimo (PONTYAGIN, 1962) e (FLEMING; RISHEL, 1975). As condições necessárias que os controles ótimos devem satisfazer são derivadas usando o Princípio Máximo de Pontryagin (PMP), que converte o sistema (10) em um problema equivalente, a saber, o problema de minimizar o Hamiltoniano H dado por:

$$\begin{aligned} H = & mx_2 + nu_1^2 + pu_2^2 + du_3^2 + \\ & \lambda_1 (\beta x_2 - \alpha x_1 x_2 (1 - u_1) + u_3 \epsilon x_3) + \\ & \lambda_2 (-\beta x_2 + \alpha x_1 x_2 (1 - u_1) - u_2 \gamma x_2 + (1 - u_3) \delta x_3) + \\ & \lambda_3 (u_2 \gamma x_2 - (1 - u_3) \delta x_3 - u_3 \epsilon x_3) \end{aligned}$$

onde  $\lambda_1$ ,  $\lambda_2$  and  $\lambda_3$  são as variáveis de co-estado. As equações diferenciais das variáveis de co-estado são:

$$\begin{aligned} \dot{\lambda}_1 &= -\frac{\partial H}{\partial x_1} = \alpha x_2 (1 - u_1) (\lambda_1 - \lambda_2) \\ \dot{\lambda}_2 &= -\frac{\partial H}{\partial x_2} = -m + (\lambda_1 - \lambda_2) (-\beta - \alpha x_1 u_1) + u_2 \gamma \lambda_2 \\ \dot{\lambda}_3 &= -\frac{\partial H}{\partial x_3} = u_3 \epsilon (\lambda_3 - \lambda_1) + (1 - u_3) \delta (-\lambda_2 - \lambda_3) \end{aligned} \quad (14)$$

com as condições de transversalidade  $\lambda_1(t_f) = \lambda_2(t_f) = \lambda_3(t_f) = 0$ .

Dentro do conjunto de controle, onde  $0 < u_i < 1$ , for  $i = 1, 2, 3$ , tem-se

$$\frac{\partial H}{\partial u_1} = \frac{\partial H}{\partial u_2} = \frac{\partial H}{\partial u_3} = 0 \quad (15)$$

e assim obtêm-se

$$\begin{aligned} u_1^* &= \frac{(\alpha(x_1 x_2))(\lambda_2 - \lambda_1)}{2n} \\ u_2^* &= \frac{-\gamma x_2 (\lambda_3 - \lambda_2)}{2p} \\ u_3^* &= \frac{\epsilon x_3 (\lambda_3 - \lambda_1) + \delta x_3 (\lambda_2 - \lambda_3)}{2d} \end{aligned} \quad (16)$$

### 4.3 SIMULAÇÃO NUMÉRICA

Nesta seção, faz-se um estudo numérico dos parâmetros para o modelo de controle ótimo para reduzir o crime. O controle ótimo é obtido pela solução do sistema de otimalidade, que consiste em seis equações diferenciais ordinárias de estado e equações adjuntas. Para isso, utilizou-se o Método de Varredura *Forward - Backward (FBSM)* apresentado em (LENHART; WORKMAN, 2007). O algoritmo está descrito abaixo em 5 etapas.

**Passo 1** Dar um valor para  $u$  durante o intervalo e armazenar esse valor como  $u$ .

**Passo 2** Usando a condição inicial  $x(t_0) = x_0$  e os valores armazenados para  $u$ , resolver  $x$  adiantado no tempo de acordo com a equação diferencial.

**Passo 3** Usando a condição de transversalidade  $\lambda(t_1) = 0$  e os valores armazenados para  $u$  e  $x$ , resolver  $\lambda$  para trás no tempo de acordo com a equação diferencial.

**Passo 4** Atualizar o controle inserindo os novos valores  $x$  e  $\lambda$  na caracterização de  $u$ .

**Passo 5** Verificar a convergência. Se a diferença entre os valores das variáveis nessa iteração e a iteração anterior for insignificamente pequena, exibir os valores atuais como a solução. Se os valores não forem pequenos, retornar ao passo 2.

Como em (FOLASHADE; NIZAR; O., 2014), foram usadas várias combinações dos controles da seguinte forma: três controles por vez, um controle por vez, dois controles de cada vez e nenhuma medida de controle para simular as seguintes estratégias:

1. usar prevenção ( $u_1$ ) sem repressão ( $u_2 = 0$ ) e sem ressocialização ( $u_3 = 0$ );
2. usar repressão ( $u_2$ ) sem ressocialização ( $u_3 = 0$ ) e sem prevenção ( $u_1 = 0$ );
3. usar a ressocialização ( $u_3$ ), sem prevenção ( $u_1 = 0$ ) e sem repressão ( $u_2 = 0$ );
4. usar repressão ( $u_2$ ) e ressocialização ( $u_3$ ) sem prevenção ( $u_1 = 0$ ),
5. usar prevenção ( $u_1$ ) e ressocialização ( $u_3$ ) sem repressão ( $u_2 = 0$ ),
6. usar repressão ( $u_2$ ) e prevenção ( $u_1$ ) sem ressocialização ( $u_3 = 0$ ),
7. usando todas as três medidas de controle ( $u_1, u_2, u_3$ );
8. usando sem medidas de controle.

As resoluções do modelo para cada situação acima está no Apêndice. Os parâmetros assumiram valores em um intervalo de 0,1 a 0,9. Os valores exatos de 0 e 1 não são incluídos devido à baixa probabilidade de observar esses valores no “mundo real”. Foram estabelecidas 59.049 combinações diferentes desses valores e foram testadas 6.556 combinações, já que a taxa de reincidência e a taxa de ressocialização devem ser complementares, de acordo com o modelo proposto. Para cada combinação, testamos as estratégias descritas acima e verificamos

quais foram eficazes, ou seja, aquelas em que a população diminui ao longo do tempo e quais não foram eficazes, ou seja, aquelas em que a população aumenta ao longo do tempo. Essas verificações foram feitas em três cenários diferentes dos tempos finais:  $t_f = 1$ ;  $t_f = 4$  e  $t_f = 10$  que representam o horizonte de tempo que o gestor público escolhe para obter resultados das ações no decorrer da política pública. As populações iniciais foram  $x_1(t) = 0.7, x_2(t) = 0.2, x_3(t) = 0.1$ . O algoritmo foi construído utilizando a linguagem Python e o código está publicado na plataforma Mendeley com o título Crime\_Code.

#### 4.4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Esta seção apresenta as tabelas com as melhores e piores estratégias a serem utilizadas nas políticas de segurança pública nos tempos mencionados. Devido ao grande número de combinações de parâmetros, não apresentamos os gráficos que mostram o comportamento das populações iniciais e o controle ao longo do tempo. Todos os cenários foram analisados para cada uma das 6.556 combinações.

##### 4.4.1 Cenário 1

Os resultados da tabela a seguir são para um tempo final de um ano ( $t_f = 1$ )

**Tabela 2 – Resultados Numéricos para  $t_f = 1$ .**

<b>Estratégias</b>	<b>Classificação</b>	<b>combinações</b>
$U_3$ (ressocialização)	melhores	6081
$U_2/U_3$ (repressão e ressocialização)	melhores	475
$U_1/U_2$ (prevenção e ressocialização)	piores	5362
$U_2$ (prevenção)	piores	1180
$U_3$ (ressocialização) e $U_2/U_3$ (repressão e ressocialização)	empate	5

##### 4.4.2 Cenário 2

Os resultados da tabela a seguir são para um tempo final de quatro anos ( $t_f = 4$ )

**Tabela 3 – Resultados Numéricos para  $t_f = 4$ .**

<b>Estratégias</b>	<b>Classificação</b>	<b>Combinações</b>
$U_2/U_3$ (repressão e ressocialização)	melhores	6228
$U_3$ (ressocialização)	melhores	18
$U_1/U_2$ (prevenção e ressocialização)	piores	6244

#### 4.4.3 Cenário 3

Os resultados da tabela a seguir são para um tempo final de 10 anos ( $t_f = 10$ )

**Tabela 4 – Resultados Numéricos para  $t_f = 10$ -Continuação**

<b>Estratégias</b>	<b>Classificação</b>	<b>Combinações</b>
$U_2/U_3$ (repressão e ressocialização)	melhor	1604
$U_1/U_3$ (prevenção e ressocialização)	melhor	965
$U_3$ (ressocialização)	melhor	891
$U_1/U_2/U_3$ (prevenção/repressão/ressocialização)	melhores	608
$U_1/U_2$ (prevenção/repressão)	pior	3950
Nenhum Controle	pior	1
$U_3$ (ressocialização) e $U_1/U_3$ (prevenção e ressocialização)	empate	9

Três pontos chamam a atenção nesse resultado: 1) a ressocialização está presente, isolada ou de forma combinada com a repressão, entre as melhores estratégias utilizadas; 2) nem a prevenção nem a repressão aparecem de forma isolada como melhor nem como pior estratégia em nenhum tempo estudado. No entanto, elas juntas, sem a ressocialização, correspondem a pior estratégia utilizada para diminuir a população criminal no sistema.

Assim, o resultado aponta para a importância da ressocialização. Uma vez que o indivíduo foi preso, faz-se necessário o investimento em políticas de reabilitação para aumentar as chances dele de ser ressocializado. A ressocialização funciona como o *feedback* do sistema de segurança pública. Dessa forma, exceto em países que têm pena de morte ou prisão perpétua, o indivíduo vai voltar para a sociedade. Ele precisa ser reintegrado para que não aumente a população criminal e, conseqüentemente, contribua para a ineficácia do sistema como um todo.

Em países como Alemanha e Holanda, por exemplo, a ênfase está na reabilitação e ressocialização ao invés de apenas punição. O encarceramento é usado com menos frequência e por períodos mais curtos de tempo. Sanções como multas, condicional e serviço comunitário são usadas como alternativas ao encarceramento, quando possível, particularmente para crimes não violentos. As condições e práticas nas instalações correcionais devem se assemelhar à vida na comunidade. O objetivo final do encarceramento para os ex-prisioneiros é ser cidadão após a liberação, aumentando assim a segurança.

A Noruega tem uma das taxas mais baixas de reincidência do mundo. A política de segurança pública desse país é direcionada muito mais para a reabilitação e menos para a punição. O pensamento é que a justiça para a sociedade é mais bem servida ao libertar prisioneiros que são menos propensos a reincidir. A filosofia penal norueguesa é que as prisões

tradicionais e repressivas não funcionam, e que tratar prisioneiros humanamente melhora suas chances de se reintegrar na sociedade.

O Brasil está em terceiro lugar no ranking dos países que mais encarceram no mundo, ficando atrás apenas dos Estados Unidos e da China, mas o sistema penitenciário do país não consegue atingir o seu principal objetivo que é a ressocialização dos seus internos. A superlotação das prisões (atualmente, são mais de 700 mil presos para pouco mais de 400 mil vagas, acarretando um déficit de aproximadamente 300 mil vagas), as precárias e insalubres instalações físicas, a falta de treinamento dos funcionários responsáveis pela reeducação da população carcerária, a ineficiência da justiça (cerca de 35% dos presos são provisórios) e a própria condição social dos que ali habitam são alguns fatores que contribuem para o fracasso do sistema penitenciário brasileiro no tocante a recuperação social dos seus internos.

Soma-se a essas questões estruturais a falta de uma política pública voltada para a ressocialização. Embora a lei de execução penal do país estabeleça o direito à assistência material, de saúde, jurídica, educacional, social e religiosa, na prática esse direito é atendido de maneira precária. No país, apenas 12,6% dos presos estudam e cerca de 15% trabalham. Em Pernambuco, Estado que tem a maior população carcerária do país, 15,2% dos presos estudam e aproximadamente 10% trabalham.

As precariedades da estrutura e da oferta de programas de reabilitação deixa espaço para a ação do tráfico que comanda boa parte das penitenciárias do país. Em troca do básico, os presos são aliciados para trabalhar para as organizações criminosas na prisão e fora delas quando são libertados. A prisão aumenta a produtividade do preso que, quando é liberado, tem grandes chances não só de voltar a cometer os crimes que já cometia, mas também de cometer crimes mais graves. Dessa forma, quando a criminalidade aumenta, o encarceramento aumenta e a reincidência também aumenta. Aparentemente, o *feedback* é positivo quando deveria ser negativo.

#### 4.5 CONSIDERAÇÕES FINAIS DO CAPÍTULO

Os resultados e discussões desse capítulo permitem concluir que a estratégia ressocialização é a que mais reduz a população criminal em curto prazo. A estratégia repressão/ressocialização foi que mais reduziu a população criminal em médio e longo prazo. No que diz respeito às piores estratégias, a prevenção/repressão é a que menos reduz a população criminal em todos os tempos estudados.

Assim, quando se analisa a segurança pública como um sistema, a importância da ressocialização é clara. É o *feedback* do sistema. Exceto nos países onde há pena de morte ou

prisão perpétua, os prisioneiros não ficarão fora da sociedade para sempre. É preciso investir em ação de ressocialização.

## 5 CONCLUSÕES E SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

### 5.1 CONCLUSÕES

O objetivo do trabalho foi analisar qual a estratégia que mais reduz a população criminal ao longo do tempo. Para isso, foi feita uma revisão de literatura sobre a eficácia das ações de prevenção, de repressão e ressocialização, bem como sobre a aplicação dessas ações nas políticas públicas. Em seguida, um modelo dinâmico foi elaborado e a prevenção, a repressão e a ressocialização foram utilizadas como variáveis de controle. As principais contribuições do trabalho são as que seguem.

Primeiro, um novo modelo foi proposto para analisar a relação entre os controles de disseminação do crime (prevenção, repressão e ressocialização) e a população criminosa. A maioria dos artigos analisa o impacto de ações de prevenção, ações de repressão e ações de ressocialização sobre modelos estatísticos de crime. No entanto, devido à complexidade do sistema de segurança pública e ao vieses verificados nas variáveis, muitos trabalhos apresentam resultados não convergentes.

Além disso, políticas públicas eficazes devem considerar uma perspectiva dinâmica que reconheça um sistema de atores cujas decisões formam ciclos de retroalimentação que podem perpetuar o problema de superlotação das prisões. (OLAYA C. AND; NAVARRETE, 2018). Assim, a relação entre as variáveis precisa ser modelada como um sistema dinâmico. Precisamos ter o máximo de *insights* matemáticos possíveis antes de estudar os dados.

Outra contribuição do estudo é ajudar o gestor a tomar a melhor decisão, ou seja, escolher a estratégia que tem maior impacto na redução da população criminosa. De acordo com os resultados do modelo, o tempo final da política pública e os valores das taxas de contágio, desistência, encarceramento, reincidência e ressocialização influenciam o resultado das melhores e piores estratégias para conter o crime. Assim, o formulador da política de segurança pública deve levar em conta todas essas variáveis antes de decidir em qual estratégia investir. Em curto prazo, por exemplo, a ressocialização foi a estratégia que mais reduziu a população criminosa. A médio e longo prazo, a repressão/ressocialização foi a estratégia que mais reduziu essa população.

Evidenciou-se, portanto, a importância da ressocialização como *feedback* do sistema no curto, médio e longo prazos. É necessário investir em políticas de reabilitação do preso

para voltar ao convívio social.

Por fim, o novo modelo é um ponto de partida para novos estudos que utilizarão sistemas dinâmicos e controle ótimo para explicar o comportamento da população criminosa. Foi utilizada a abordagem epidemiológica, mas vários outros modelos dinâmicos podem ser construídos.

## 5.2 SUGESTÕES

Para trabalhos futuros, sugere-se elaborar um modelo analítico usando a ressocialização como *feedback* do sistema e utilizar análise qualitativa de sistemas dinâmicos para uma melhor compreensão do comportamento do sistema segurança pública. Além disso, é interessante incluir mais um estado no modelo (população de criminosos que já foram presos) tal como no modelo mais complexo de (MCMILLON; SIMON; MORENOFF, 2014) e utilizar uma abordagem estocástica, levando em consideração as probabilidades de saída de uma estado para o outro no sistema.

Outra sugestão é relaxar algumas hipóteses do modelo e, no caso do modelo proposto aqui, introduzir a inserção na população criminal em virtude da propensão criminal do indivíduo e não apenas por contágio.

## REFERÊNCIAS

- ADORNO, S.; BORDINI, E. B. T. Estimativa da reincidência criminal: variações segundo estratos ocupacionais e categorias criminais. **Revista Temas IMESC Sociedade/Direito/Saúde.**, v. 2, p. 11–29, 1985.
- ADORNO, S.; BORDINI, E. B. T. Homens persistentes, instituições obstinadas: A reincidência na penitenciária de são paulo. **Revista Temas IMESC Sociedade/Direito/Saúde.**, v. 3, p. 87–109, 1986.
- ADORNO, S.; BORDINI, E. B. T. Reincidência e reincidentes penitenciários em são paulo (1974-1985). **Revista Brasileira de Ciências Sociais**, v. 3, p. 70–94, 1989.
- ADORNO, S.; BORDINI, E. B. T. Violência urbana e justiça criminal: o ponto de vista dos cientistas sociais. **Revista Travessia (Revista do Migrante)**, v. 4, p. 70–94, 1989.
- ADORNO, S.; BORDINI, E. B. T. A prisão sob a ótica de seus protagonistas: Itinerário de uma pesquisa. **Revista de Sociologia da USP: Tempo Social – São Paulo**, p. 7–40, 1991.
- AOS, S.; MILLER, M.; DRAKE, E. **Evidence-Based Adult Corrections Programs: What Works and What Does Not.** [S.l.], 2006. Available in <[http://www.wsipp.wa.gov/ReportFile/924/Wsipp\\_Evidence-Based-Adult-Corrections-Programs-What-Works-and-What-Does-Not\\_Preliminary-Report.pdf](http://www.wsipp.wa.gov/ReportFile/924/Wsipp_Evidence-Based-Adult-Corrections-Programs-What-Works-and-What-Does-Not_Preliminary-Report.pdf)>. Acesso em: 2018-14-16.
- APEL, R. Sanctions, perceptions, and crime: Implications for criminal deterrence. **Journal of Quantitative Criminology**, v. 29, p. 67–101, 2013.
- BAILEY, W. C. Certainty of arrest and crime rates for major felonies: A research note. **Journal of Research in Crime and Delinquency**, v. 12, p. 145–154, 1976.
- BARBARINO, A.; MASTROBU.ONI, G. The incapacitation effect of incarceration: Evidence from several italian collective pardons. **American Economic Review**, v. 6, p. 1–37, 2014.
- BARR, R.; KEN, P. Crime placement, displacement, and deflection. In: \_\_\_\_\_. [S.l.]: Chicago: University of Chicago Press, 1990. cap. Crime and Justice: A Review of Research.
- BASHIER, E.; PATIDAR, C. K. Optimal control of an epidemiological model with multiple time delays. **Applied Mathematics and Computation**, v. 292, p. 47–56, 2017.
- BEATO, C. In: **Manual IGESP**. Brasil: [s.n.], 2009. p. 1–47.
- BECCARIA, C. **On Crimes and Punishments.** [S.l.]: Oxford: Clarendon Press., 1764.
- BECKER, S. G. Crime and punishment: An economic approach. **Journal of Political Economy**, v. 76, p. 169–217., 1968.
- BENTHAM, J. **An Introduction to the Principles of Morals and Legislation.** [S.l.: s.n.], 1957. Available in <<https://socialsciences.mcmaster.ca/econ/ugcm/3ll3/bentham/morals.pdf>>. Acesso em: 2018-11-23.
- BLUMSTEIN, A.; COHEN, J.; NAGIN, D. Deterrence and incapacitation: Estimating the effects of criminal sanctions on crime rates. **Washington, D.C.: National Academy Press.**, 1978.

- BOYCE, W.; DIPRIMA, R. **Equações diferenciais elementares e problemas de valores de contorno**. [S.l.]: Rio de Janeiro: LTC - Livros Técnicos e Científicos Editora S.A., 1994.
- BRANTINGHAM, P. J.; FAUST, F. A conceptual model of crime prevention. **Crime & Delinquency**, v. 22, p. pp. 284–296, 1976.
- BRANTINGHAM, P. L.; BRANTINGHAM, P. J. **Environmental Criminology**. [S.l.]: Prospect Heights, Ill. : Waveland Press, 1991.
- BROWN, D. W. Arrest rates and crime rates: When does a tipping effect occur. **Social Forces**, v. 7, p. 671–682, 1978.
- BUONANNO, P.; RAPHAEL, S. Incarceration and incapacitation evidence from the 2006 Italian collective pardon. **American Economic Review**, v. 103, p. 24372465, 2013.
- BUSHWAY, S. **Reentry and prison work programs**. [S.l.], 2003. Available in <<https://www.urban.org/sites/default/files/publication/59406/410853-Reentry-and-Prison-Work-Programs.PDF>>. Acesso em: 2018-14-16.
- CAMPBELL, M.; ORMEROD, P. **Social interaction and the dynamics of crime**. [S.l.], 1997.
- CAPDEVILA, M. C.; PUIG, M. F. **Tasa de reincidência penitenciaria 2008: Documentos de trabajo investigación (Investigación propia)**. [S.l.], 2008. Disponível em <<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/2.5/es/legalcode.ca>> Acesso em: 17/10/2018.
- CLARKE, R. V. **Situational Crime Prevention: Successful Case Studies**. [S.l.]: NY: Harrow and Heston., 1997.
- CLARKE, R. V.; CORNISH, D. B. Modeling offenders' decisions: A framework for research and policy. **Crime and Justice**, v. 6, p. 147–185, 1985.
- COHEN, L. E.; FELSON, M. Social change and crime rate trends: A routine activity approach. **American Sociological Review**, v. 44, p. 588–608, 1979.
- COLANDER, D.; KUPERS, R. **Complexity the art of public policy: solving societys problems from the bottom up**. [S.l.]: New Jersey: Princeton University Press., 2014.
- CROWE, T. D. **Crime prevention through environmental design: Applications of architectural design and space management concepts**. [S.l.]: Boston, MA: Butterworth-Heinemann, 1991.
- CULLEN, F.; BENSON, M. L.; MAKARIOS, M. Developmental and life-course theories of offendin. In: \_\_\_\_\_. **The Oxford Handbook of Crime Prevention**. [S.l.: s.n.], 2012. Available in <<http://www.oxfordhandbooks.com/view/10.1093/oxfordhb/9780195398823.001.0001/oxfordhb-9780195398823-e-1>>. Acesso em: 2018-11-21.
- D'ALESSIO, S.; STOLZENBERG, L. Crime, arrests and pretrial jail incarceration: an examination of the deterrence thesis. **Criminology**, v. 36, p. 735–762, 1998.
- DAVIS, L.; BOZICK, R.; STEELE, J.; J., S.; MILES, J. **Evaluating the Effectiveness of Correctional Education A Meta-Analysis of Programs That Provide Education to Incarcerated Adults**. [S.l.], 2013.

DRAGO, F.; GALBIATI, R.; VERTOVA, P. **The deterrent effect of prison: Evidence from a natural experiment.** [S.l.], 2007. Available in <<http://ftp.iza.org/dp2912.pdf>>. Acesso em: 2018-11-29.

DUWE, G. An outcome evaluation of a prison work release program: Estimating its effects on recidivism, employment, and cost avoidance. **Criminal Justice Policy Review**, v. 26, p. 531–554, 2015.

ECK, J.; GUERETTE, R. Place-based crime prevention: Theory, evidence, and policy. In: \_\_\_\_\_. **The Oxford Handbook of Crime Prevention.** [S.l.: s.n.], 2012. Available in <<http://www.oxfordhandbooks.com/view/10.1093/oxfordhb/9780195398823.001.0001/oxfordhb-9780195398823-e-18>>. Acesso em: 2018-11-21.

ECK, J.; SPELMAN, W. **Problem-solving: problem-oriented policing in newport news.** [S.l.], 1987. Available in <<https://www.ncjrs.gov/App/Publications/abstract.aspx?ID=111964>>. Acesso em: 2018-23-08.

ECK, J. E. Preventing crime at places. In: \_\_\_\_\_. **In Evidence-Based Crime Prevention.** [S.l.: s.n.], 2006.

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

FARRINGTON, D.; LOEBER, R.; TTOF, M. Risk and protective factors for offending. In: \_\_\_\_\_. **The Oxford Handbook of Crime Prevention.** [S.l.: s.n.], 2012. Available in <<http://www.oxfordhandbooks.com/view/10.1093/oxfordhb/9780195398823.001.0001/oxfordhb-9780195398823-e-1>>. Acesso em: 2018-11-21.

FAZEL, S.; A., W. A systematic review of criminal recidivism rates worldwide: Current difficulties and recommendations for best practice. **Plos One**, v. 6, 2015.

FBS. **11º Anuário Brasileiro de Segurança Pública.** [S.l.], 2017.

FLEMING, W.; RISHEL, R. **Deterministic and stochastic optimal control.** [S.l.]: Springer, 1975.

FOLASHADE, B. A.; NIZAR, M.; O., K. O. Application of optimal control to the epidemiology of malaria. **Electronic Journal of Differential Equations**, v. 2012, p. 1–22, 2014.

GAES, G. The impact of prison education programs on post-release outcomes. **Reentry Roundtable on Education.** New York: **John Jay College of Criminal Justice**, 2008. Available in <<http://www.jjay.cuny.edu/gaestheeffectivenessofprisoneducationprograms.pdf>>. Acesso em: 2018-14-11.

GERBER, J.; FRITSCH, E. J. Adult academic and vocational correctional education programs: A review of recent research. **Journal of Offender Rehabilitation**, v. 22, p. 119142, 1995.

GHASEMI, M. A note on the application of dynamic panel data (dpd) models in economic models of crime. **Asian Journal of Law and Economics**, 2017.

GIBBS, J. P. Crime, punishment, and deterrence. **Southwestern Social Science Quarterly**, v. 28, p. 515–530, 1968.

GIBBS, J. P.; G., F. The artifact issue in deterrence research. **Criminology**, v. 28, p. 347–367, 1990.

GOLDSTEIN, H. Improving policing: a problem-oriented approach. **Crime and Delinquency**, v. 19, p. 236–258, 1979.

GORDON, M. B. **A random walk in the literature on criminality: a partial and critical view on some statistical analysis and modeling approaches**. [S.l.], 2010. Available in <<https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-00404405v2/document>>. Acesso em: 2018-11-29.

GROVE, L.; FARRELL, G. Once bitten, twice shy: Repeat victimization and its prevention. In: \_\_\_\_\_. **The Oxford Handbook of Crime Prevention**. [S.l.: s.n.], 2012. Available in <<http://www.oxfordhandbooks.com/view/10.1093/oxfordhb/9780195398823.001.0001/oxfordhb-9780195398823-e-1>>. Acesso em: 2018-11-21.

HAAG, E. V. D. Could successful rehabilitation reduce the criminal rate? **The Journal of Criminal Law and Criminology**, v. 73, p. 1022–1035, 1982.

HOLLAND, J. **Complexity: a very short introduction**. [S.l.]: Oxford University Press, 2014.

HOPE, T. Community crime prevention. **Crime and Justice**, v. 19, p. 21–89, 1995.

IBANEZ, E. A. **Diccionario de Sociología**. [S.l.]: Buenos Aires: Claridad, 2006.

IPEA. **Reincidência Criminal no Brasil: Relatório final de atividades da pesquisa sobre reincidência criminal, conforme Acordo de Cooperação Técnica entre o Conselho Nacional de Justiça e o IPEA (001/2012) e respectivo Plano de Trabalho**. Distrito Federal: IPEA. [S.l.], 2014.

IPEA. **Atlas da Violência**. [S.l.], 2018.

JANG, H.; HOOVER, L. T.; JOO, H. An evaluation of compstats effect on crime: The fort worth experience. **Police Quarterly**, v. 13, p. 387412, 2010.

JEFFREY, C. R. **Crime Prevention Through Environmental Design**. [S.l.]: Beverly Hills, CA: Sage., 1971.

JOHNSON, R.; RAPHAEL, S. How much crime reduction does the marginal prisoner buy? **Journal of Law and Economics**, v. 55, p. 275–310, 2012.

JULIAO, E. **A ressocialização através do estudo e do trabalho no sistema penitenciário brasileiro**. Tese (Doutorado) — Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2009.

KAHN, T. **Estatística de Criminalidade-Manual de Interpretação**. [S.l.], 2005. Available in <<http://www.ssp.sp.gov.br/Estatistica/download/manual.pdf>>. Acesso em: 2018-11-29.

KELAHER, R.; SARAFIDIS, V.; BUN, M. **Crime, deterrence and punishment revisited**. [S.l.], 2016.

KELLING, G. L.; COLES, C. M. **Fixing broken windows: restoring order and reduction crime in our community**. [S.l.]: New York : Martin Kessler Books, 1996.

KERMACK, W. O.; MCKENDRICK, A. G. contribution to the mathematical theory of epidemics. **Proceedings Royal Soc. London (A)**, v. 115, p. 700–721, 1927.

KIM, R.; CLARK, D. The effect of prison-based college education programs on recidivism: Propensity score matching approach. **Journal of Criminal Justice**, v. 41, p. 196–204, 2013.

LEE, D. S.; MCCRARY, J. The deterrence effect of prison: Dynamic theory and evidence. **Advances in Econometrics**, 2009. Available in <<https://socialsciences.mcmaster.ca/econ/ugcm/3ll3/bentham/morals.pdf>>, Acesso em: 2018-11-23.

LEJINS, P. P. **The Field of Prevention. In Delinquency Prevention: Theory and Practice.** [S.l.]: Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall., 1967.

LEMGRUBER, J. Reincidência e reincidentes penitenciários no sistema penal do estado do rio de janeiro. **Revista da Escola de Serviço Penitenciário do Rio Grande do Sul.**, v. 2, p. 45–76, 1990.

LENHART, S.; WORKMAN, J. T. **Optimal control applied to biological models.** [S.l.]: Chapman & Hall, 2007. London.

LEVITT, S. The effect of prison population size on crime rates: evidence from prison overcrowding litigation. **Advances in Econometrics**, v. 111, p. 319–351, 1996.

LEWIS, J. Correctional education: why it is only "promising". **Journal of Correctional Education**, v. 57, p. 286–296, 2006.

LILLEY, D. The weed and seed program: A nationwide analysis of crime outcomes. **Criminal Justice Policy Review**, v. 26, p. 423–447, 2015.

LIPSEY, M.; CULLEN, F. The effectiveness of correctional rehabilitation: A review of systematic reviews. **Annual Review of Law and Social Science**, v. 3, p. 297–320, 2007.

LIPTON, D. S.; MARTINSON, R.; WILKS, J. **The Effectiveness of Correctional Treatment: A Survey of Treatment Valuation Studies.** [S.l.: s.n.], 1975.

LOFSTROM, M.; RAPHAEL, S. Incarceration and crime evidence from california's public safety realignment reform. **The Annals of the American Academy of Political and Social Sciences**, v. 664, p. 196–220, 2016.

LOGAN, C. H. Arrest rates and deterrence. **Social Science Quarterly**, v. 56, p. 376–389, 1975.

LOSEL, F.; BENDER, D. Child social skills training in the prevention of antisocial development and crime. In: \_\_\_\_\_. **The Oxford Handbook of Crime Prevention.** [S.l.: s.n.], 2012. Available in <<http://www.oxfordhandbooks.com/view/10.1093/oxfordhb/9780195398823.001.0001/oxfordhb-9780195398823-e-1>>. Acesso em: 2018-11-21.

LUDWIG, J.; BURDICK-WILL, J. Poverty deconcentration and the prevention of crime. In: \_\_\_\_\_. **The Oxford Handbook of Crime Prevention.** [S.l.: s.n.], 2012. Available in <<http://www.oxfordhandbooks.com/view/10.1093/oxfordhb/9780195398823.001.0001/oxfordhb-9780195398823-e-1>>. Acesso em: 2018-11-21.

MACKENZIE, D. **What Works in Corrections: Reducing the Criminal Activities of Offenders and Delinquents.** [S.l.: s.n.], 2006.

MCMILLON, D.; SIMON, C. P.; MORENOFF, J. Modeling the underlying dynamics of the spread of crime. **PLOS ONE**, v. 9, p. 1–22, 2014.

MITCHEL, M. **Complexity: a guided tour.** [S.l.]: New York: Oxford University., 2009.

MOHAMMAD, F.; ROSLAN, U. Analysis on the crime model using dynamical approach. In: **Proceedings of the 24th National Symposium on Mathematical Sciences**. Malaysia: [s.n.], 2017. p. 040067–1 a 040067–2.

MOHAMMED, H.; MOHAMED, W. Reducing recidivism rates through vocational education and training. **Procedia - Social and Behavioral Sciences**, v. 204, p. 272–276, 2015.

MOTA, R.; RATON, J.; MENEZES, T.; MONTEIRO, C. Avaliação de política pública para redução de violência: o caso do programa pacto pela vida de pernambuco. In: **Anais do XLI Encontro Nacional de Economia**. [S.l.: s.n.], 2014.

MUSHAYABASA, S. Modeling optimal intervention strategies for property crime. **International Journal of Dynamic Control**, v. 5, p. 832–841, 2015.

NEWMAN, O. **Defensible Space: Crime Prevention Through Urban Design**. [S.l.]: New York: Macmillan., 1972.

OKOYE, R.; ARIMONU, M. Technical and vocational education in nigeria: Issues, challenges and a way forward. **Journal of Education and Practice**, v. 7, p. 113–118, 2016.

OLAYA C. AND, Q. J.; NAVARRETE, A. Crime and punishment as a social system: the case of prison overcrowding. **Kybernetes**, v. 47, p. 369–391, 2018.

OMS. **World Health Statistics: monitoring health for the SDGs, sustainable development goals**. [S.l.], 2018.

ORMEROD, P.; MOUNFIELD, C.; SMITH, L. Non-linear modelling of burglary and violent crime in the uk. In: ZICHICHI, A. (Ed.). **Modelling crime and offending: recent developments in England and Wales**. London: Development and Statistics Directorate, 2001.

OWENS, E. More time, less crime? estimating the incapacitative effect of sentence enhancements. **Journal of Law and Economics**, v. 52, p. 551–579, 2009.

PINATEL, J. **Tratado de criminologia**. [S.l.]: Ediciones de la Biblioteca, 1984. Universidade Central de Venezuela.

PIQUERO, A. R.; JENNINGS, W. Parent training and the prevention of crime. In: \_\_\_\_\_. **The Oxford Handbook of Crime Prevention**. [S.l.: s.n.], 2012. Available in <<http://www.oxfordhandbooks.com/view/10.1093/oxfordhb/9780195398823.001.0001/oxfordhb-9780195398823-e-1>>. Acesso em: 2018-11-21.

POLINSKY, A. M.; SHAVELL, S. On the disutility and discounting of imprisonment and the theory of deterrence. **Advances in Econometrics**, v. 28, p. 1–16, 1999.

PONTRYAGIN, L. S. **The Mathematical Theory of Optimal Process**. New York: John Wiley, 1962.

QUINE, W. V. O. Identity, ostension and hypostasis. **The Journal of Philosophy**, v. 47, p. 621–633, 1980.

RACHAH, A.; DELFIM, F. M. T. Dynamics and optimal control of ebola transmission. **Mathematics in Computer Science**, v. 10, p. 331–342, 2016.

- RATTON, J. **Plano Estadual de Segurança Pública**. [S.l.], 2007. Available in <<https://www.senado.gov.br/comissoes/documentos/SSCEPI/DOC%20VCM%20034%20Anexo%2004.pdf>>. Acesso em: 2018-11-29.
- RODRIGUES, H. S. **Optimal Control and Numerical Optimization Applied to Epidemiological Models**. Tese (Doutorado) — Universidade de Aveiro, Aveiro, Portugal, 2012.
- ROODMAN, D. **The impacts of incarceration on crime**. [S.l.], 2017. Available in <<https://blog.givewell.org/wp-content/uploads/2017/09/The-impacts-of-incarceration-on-crime-10.pdf>>. Acesso em: 2018-11-29.
- SACHSIDA, A.; MENDONÇA, M.; MOREIRA, T.; LOUREIRO, P. Evolution and determining factors of homicide rate in brazil. **Revista Espacios**, v. 37, 2016.
- SHADISH, W. R.; COOK, R. D.; CAMPBELL, D. **Experimental and Quasi-Experimental Designs for Generalized Causal Inference**. [S.l.], 2002. Available in <<https://pdfs.semanticscholar.org/9453/f229a8f51f6a95232e42acfae9b3ae5345df.pdf>>. Acesso em: 2018-11-21.
- SHAROMI, O.; MALIK, T. Optimal control in epidemiology. **Annual Operational Researches**, v. 251, p. 55–71, 2015.
- SHERMAN, L. W. **Hot Spots of Crime and Criminal Careers of Places. In Crime and Place**. [S.l.], 1995. Available in <<https://pdfs.semanticscholar.org/580e/0a9a216444faf0db9592df45076fac297d50.pdf>>. Acesso em: 2018-11-21.
- SHERMAN, L. W.; FARRINGTON, D. P.; WELSH, B. C.; MACKENZIE, D. L. **Evidence-based crime prevention**. [S.l.: s.n.], 2006.
- SHERMAN, L. W.; GARTIN, P. R.; BUERGER, M. E. Hot spots of predatory crime: Routine activities and the criminology of place. **Criminology**, v. 27, p. 27–55, 1989.
- SHERMAN, L. W.; GOTTFREDSON, D. C.; MACKENZIE, D.; ECK, J.; REUTER, P.; BUSHWAY, S. **Preventing Crime: What Works, What Doesn't, What's Promising**. [S.l.], 1997. Available in <<http://www.acro.com.au/Reports/Sherman%20Preventing%20Crime.pdf>>. Acesso em: 2018-14-16.
- SILVA, J. C.; TORRES, F. M. D. Optimal control for a tuberculosis model with reinfection and post-exposure interventions. **Mathematical Biosciences**, v. 244, p. 154–164, 2013.
- SMITH, A. **An Inquiry into the Nature and Causes of the Wealth of Nations**. [S.l.]: New York: Modern Library, 1937.
- SMITH, P.; GOGGIN, C.; GENDREAU. **The effects of prison sentences and intermediate sanctions on recidivism: General effects and individual differences**. [S.l.], 2002. Available in <<https://www.prisonpolicy.org/scans/gendreau.pdf>>. Acesso em: 2018-11-29.
- SOOKNANAN, J.; BHATT, B.; COMMISSIONG, D. Life and death in a gang—a mathematical model of gang membership. **Journal of Mathematics Research**, v. 4, 2012.
- SOOKNANAN, J.; COMMISSIONG, D. When behaviour turns contagious: the use of deterministic epidemiological models in modeling social contagion phenomena. **International Journal of Dynamics and Control**, v. 5, p. 1046–1050, 2017.

SPELMAN, W. Specifying the relationship between crime and prisons. **Journal of Quantitative Criminology**, 2008.

STEPHENSON, B.; CRISTINA, L.; LENHART, S.; DAY, J. Optimal control of vaccination rate in an epidemiological model of clostridium difficile transmission. **Mathematical Biology**, v. 292, p. 47–56, 2017.

STERMAN, J. **Business dynamics: systems thinking e modeling for a complex world**. [S.l.]: Boston: Irwin McGraw-Hill, 2000., 2000.

STROGATZ, S. **Nonlinear dynamics and chaos: with applications to physics, biology, chemistry and engineering**. [S.l.]: Cambridge: Perseus books., 1994.

TITTLE, C. R.; ROWE, A. R. Certainty of arrest and crime rates: A further test of the deterrence hypothesis. **Social Forces**, v. 52, p. 455–462, 1974.

TONRY, M.; FARRINGTON, D. Strategic approaches to crime prevention. **Crime and Just**, v. 1, p. 1–20, 1995.

TURNER, S. M.; PETERSILIA, J. Work release in washington: Effects on recidivism and corrections costs. **The Prison Journal**, v. 76, p. 138–164, 1996.

VILLETZAZ, P.; KILLIAS, M.; ZODER, I. **The effects of custodial vs. noncustodial sentences on re-offending: A the effects of custodial vs. non-custodial sentences on re-offending: A the effects of custodial vs. non-custodial sentences on re-offending: A systematic review of the state of knowledge**. [S.l.], 2006. Available in <[https://www.bra.se/download/18.6cde4de61493868542d296/1421834737558/2014\\_The+effects+on+re-offending+of+custodial+versus+non-custodial+sanctions.pdf](https://www.bra.se/download/18.6cde4de61493868542d296/1421834737558/2014_The+effects+on+re-offending+of+custodial+versus+non-custodial+sanctions.pdf)>. Acesso em: 2018-11-29.

VISHER, C. A.; WINTERFIELD, L.; COGGESHALL, M. B. Ex-offender employment programs and recidivism: A meta-analysis. **Journal of Experimental Criminology**, v. 3, p. 295–316, 2005.

VOLLAARD, B. Preventing crime through selective incapacitation. **Economic Journal**, v. 123, p. 1–23, 2012.

WELSH, B. C.; FARRINGTON, D. P. Crime prevention and public policy. In: \_\_\_\_\_. **The Oxford Handbook of Crime Prevention**. [S.l.: s.n.], 2012. Available in <<http://www.oxfordhandbooks.com/view/10.1093/oxfordhb/9780195398823.001.0001/oxfordhb-9780195398823-e-1>>. Acesso em: 2018-11-21.

WILSON, D. B.; GALLAGHER, C. A.; MACKENZIE, D. L. A meta-analysis of corrections-based education, vocation, and work programs for adult offenders. **Journal of Research in Crime & Delinquency**, v. 37, p. 347–368, 2000.

## ANEXO A – OTIMIZAÇÃO DINÂMICA

A.1 USAR PREVENÇÃO ( $u_1$ ) SEM REPRESSÃO ( $u_3 = 0$ ) E SEM RESSOCIALIZAÇÃO ( $u_2 = 0$ )

$$\max \int_0^t (mx_2 + nu_1^2) dt \quad (17)$$

sujeito a :

$$\dot{x}_1 = \beta x_2 - \alpha x_1 x_2 (1 - u_1) + \varepsilon x_3 \quad (18)$$

$$\dot{x}_2 = -\beta x_2 + \alpha x_1 x_2 (1 - u_1) - \gamma x_2 + \delta x_3 \quad (19)$$

$$\dot{x}_3 = \gamma x_2 - x_3 (\delta + \varepsilon) \quad (20)$$

O Hamiltoniano é:

$$\begin{aligned} H = mx_2 + nu_1^2 + \lambda_1(\beta x_2 - \alpha x_1 x_2(1 - u_1) + \varepsilon x_3) + \\ \lambda_2(-\beta x_2 + \alpha x_1 x_2(1 - u_1) - \gamma x_2 + \delta x_3) + \lambda_3(\gamma x_2 - x_3(\delta + \varepsilon)) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \dot{\lambda}_1 = \frac{\partial H}{\partial x_1} &= -(-\lambda_1 \alpha x_2 + \lambda_1 \alpha x_2 u_1 + \lambda_2 \alpha x_2 - \lambda_2 \alpha x_2 u_1) \\ &= (-\lambda_1 \alpha x_2 (1 - u_1) + \lambda_2 \alpha x_2 (1 - u_1)) \\ &= \alpha x_2 (1 - u_1) (\lambda_1 - \lambda_2) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \dot{\lambda}_2 = -\frac{\partial H}{\partial x_2} &= -(-m + \lambda_1 \beta - \lambda_1 \alpha x_1 + \lambda_1 \alpha x_1 u_1 - \lambda_2 \beta + \lambda_2 \alpha x_1 - \lambda_2 \alpha x_1 u_1 - \lambda_2 \gamma + \lambda_3 \gamma) \\ &= -m - \lambda_1 \beta + \lambda_1 \alpha x_1 - \lambda_1 \alpha x_1 u_1 + \lambda_2 \beta - \lambda_2 \alpha x_1 + \lambda_2 \alpha x_1 u_1 + \lambda_2 \gamma - \lambda_3 \gamma \\ &= -m - \beta (\lambda_1 - \lambda_2) - \alpha x_1 u_1 (\lambda_1 - \lambda_2) + \alpha x_1 (\lambda_1 - \lambda_2) + \gamma (\lambda_2 - \lambda_3) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
\dot{\lambda}_3 &= -\frac{\partial H}{\partial x_3} = -(\lambda_1 \varepsilon + \lambda_2 \delta - \lambda_3(\delta + \varepsilon)) \\
&= -\lambda_1 \varepsilon - \lambda_2 \delta + \lambda_3(\delta + \varepsilon) \\
&= -\lambda_1 \varepsilon - \lambda_2 \delta + \lambda_3 \delta + \lambda_3 \varepsilon \\
&= \varepsilon(\lambda_3 - \lambda_1) + \delta(\lambda_3 - \lambda_2)
\end{aligned}$$

Para minimizar o Hamiltoniano:

$$\frac{\partial H}{\partial u_1} = 0 \quad (21)$$

$$\begin{aligned}
2nu_1 + \lambda_1 \alpha x_1 x_2 - \lambda_2 \alpha x_1 x_2 &= 0 \\
u_1^* &= \frac{\alpha(x_1 x_2)(\lambda_2 - \lambda_1)}{2n}
\end{aligned}$$

A.2 USAR REPRESSÃO ( $u_2$ ) SEM RESSOCIALIZAÇÃO ( $u_3 = 0$ ) E SEM PREVENÇÃO ( $u_1 = 0$ )

$$\max \int_0^t (mx_2 + pu_2) dt \quad (22)$$

sujeito a :

$$\dot{x}_1 = \beta x_2 - \alpha x_1 x_2 (1 - u_1) + \varepsilon x_3 \quad (23)$$

$$\dot{x}_2 = -\beta x_2 + \alpha x_1 x_2 - \gamma x_2 u_2 + \delta x_3 \quad (24)$$

$$\dot{x}_3 = \gamma x_2 u_2 - x_3(\delta + \varepsilon) \quad (25)$$

O Hamiltoniano é:

$$\begin{aligned}
H &= mx_2 + pu_2^2 + \lambda_1(\beta x_2 - \alpha x_1 x_2 + \varepsilon x_3) + \\
&\quad \lambda_2(-\beta x_2 + \alpha x_1 x_2 - \gamma x_2 u_2 + \delta x_3) + \lambda_3(\gamma x_2 u_2 - x_3(\delta + \varepsilon))
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
\dot{\lambda}_1 &= \frac{\partial H}{\partial x_1} = -(-\lambda_1 \alpha x_2 + \lambda_2 \alpha x_2) \\
&= \lambda_1 \alpha x_2 - \lambda_2 \alpha x_2 \\
&= \alpha x_2 (\lambda_1 - \lambda_2)
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
\dot{\lambda}_2 &= -\frac{\partial H}{\partial x_2} = -(-m + \lambda_1 \beta - \lambda_1 \alpha x_1 - \lambda_2 \beta + \lambda_2 \alpha x_1 - \lambda_2 \gamma u_2 + \lambda_3 \gamma u_2) \\
&= -m - \lambda_1 \beta + \lambda_1 \alpha x_1 + \lambda_2 \beta - \lambda_2 \alpha x_1 + \lambda_2 \gamma u_2 - \lambda_3 \gamma u_2 \\
&= -m - \beta (\lambda_1 - \lambda_2) - \alpha x_1 u_1 (\lambda_1 - \lambda_2) + \gamma u_2 (\lambda_2 - \lambda_3)
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
\dot{\lambda}_3 &= -\frac{\partial H}{\partial x_3} = -(\lambda_1 \varepsilon + \lambda_2 \delta - \lambda_3 (\delta + \varepsilon)) \\
&= -\lambda_1 \varepsilon - \lambda_2 \delta + \lambda_3 (\delta + \varepsilon) \\
&= -\lambda_1 \varepsilon - \lambda_2 \delta + \lambda_3 \delta + \lambda_3 \varepsilon \\
&= \varepsilon (\lambda_3 - \lambda_1) + \delta (\lambda_3 - \lambda_2)
\end{aligned}$$

Para minimizar o Hamiltoniano:

$$\frac{\partial H}{\partial u_2} = 0 \tag{26}$$

$$2pu_2 - \lambda_2 \gamma x_2 + \lambda_3 \gamma x_2 = 0$$

$$2pu_2 = \lambda_2 \gamma x_2 - \lambda_3 \gamma x_2$$

$$u_2^* = \frac{\gamma x_2 (\lambda_2 - \lambda_1)}{2p}$$

A.3 USAR A RESSOCIALIZAÇÃO ( $u_3$ ), SEM PREVENÇÃO ( $u_1 = 0$ ) E SEM REPRESSÃO ( $u_2 = 0$ )

$$\max \int_0^t (mx_2 + du_3) dt \tag{27}$$

sujeito a :

$$\dot{x}_1 = \beta x_2 - \alpha x_1 x_2 + \varepsilon x_3 u_3 \quad (28)$$

$$\dot{x}_2 = -\beta x_2 + \alpha x_1 x_2 - \gamma x_2 + (1 - u_3) \delta x_3 \quad (29)$$

$$\dot{x}_3 = \gamma x_2 - x_3 \gamma (1 - u_3) - u_3 \varepsilon x_3 \quad (30)$$

O Hamiltoniano é:

$$H = mx_2 + du_3^2 + \lambda_1(\beta x_2 - \alpha x_1 x_2 + \varepsilon x_3 u_3) + \\ \lambda_2(-\beta x_2 + \alpha x_1 x_2 - \gamma x_2 + \delta x_3(1 - u_3)) + \lambda_3(\gamma x_2 - (1 - u_3)\gamma x_3 - \varepsilon x_3 u_3)$$

$$\dot{\lambda}_1 = \frac{\partial H}{\partial x_1} = -(-\lambda_1 \alpha x_2 + \lambda_2 \alpha x_2) \\ = \lambda_1 \alpha x_2 - \lambda_2 \alpha x_2 \\ = \alpha x_2 (\lambda_1 - \lambda_2)$$

$$\dot{\lambda}_2 = -\frac{\partial H}{\partial x_2} = -(-m + \lambda_1 \beta - \lambda_1 \alpha x_1 - \lambda_2 \beta + \lambda_2 \alpha x_1 - \lambda_2 \gamma + \lambda_3 \gamma) \\ = -m - \lambda_1 \beta + \lambda_1 \alpha x_1 + \lambda_2 \beta - \lambda_2 \alpha x_1 + \lambda_2 \gamma - \lambda_3 \gamma \\ = -m - \beta(\lambda_1 - \lambda_2) + \alpha x_1(\lambda_1 - \lambda_2) + \gamma u_2(\lambda_2 - \lambda_3)$$

$$\dot{\lambda}_3 = -\frac{\partial H}{\partial x_3} = -(\lambda_1 \varepsilon u_3 + \lambda_2 \delta - \lambda_2 \delta u_3 - \lambda_3 \delta + \lambda_3 \delta u_3 - \lambda_3 \varepsilon u_3) \\ = -\lambda_1 \varepsilon u_3 - \lambda_2 \delta + \lambda_2 \delta u_3 + \lambda_3 \delta - \lambda_3 \delta u_3 + \lambda_3 \varepsilon u_3 \\ = u_3 \varepsilon (\lambda_3 - \lambda_1) + \delta (\lambda_3 - \lambda_2) + \delta u_3 (\lambda_2 - \lambda_3) \\ = u_3 \varepsilon (\lambda_3 - \lambda_1) + \delta (1 - u_3) (\lambda_3 - \lambda_2)$$

Para minimizar o Hamiltoniano:

$$\frac{\partial H}{\partial u_3} = 0 \quad (31)$$

$$2du_3 + \lambda_1 \varepsilon x_3 - \lambda_2 \delta x_3 + \lambda_3 \delta x_3 - \lambda_3 \varepsilon x_3 = 0$$

$$2du_3 = -\lambda_1 \varepsilon x_3 + \lambda_2 \delta x_3 - \lambda_3 \delta x_3 + \lambda_3 \varepsilon x_3$$

$$u_3^* = \frac{\varepsilon x_3(\lambda_3 - \lambda_1) + \delta x_3(\lambda_2 - \lambda_3)}{2d}$$

A.4 USAR REPRESSÃO ( $u_2$ ) E RESSOCIALIZAÇÃO ( $u_3$ ) SEM PREVENÇÃO ( $u_1 = 0$ )

$$\max \int_0^t (mx_2 + pu_2^2 + du_3^2) dt \quad (32)$$

sujeito a :

$$\dot{x}_1 = \beta x_2 - \alpha x_1 x_2 + \varepsilon x_3 u_3 \quad (33)$$

$$\dot{x}_2 = -\beta x_2 + \alpha x_1 x_2 - \gamma x_2 u_2 + (1 - u_3) \delta x_3 \quad (34)$$

$$\dot{x}_3 = \gamma x_2 u_2 - x_3 \gamma (1 - u_3) - u_3 \varepsilon x_3 \quad (35)$$

O Hamiltoniano é:

$$H = mx_2 + pu_2^2 + du_3^2 + \lambda_1(\beta x_2 - \alpha x_1 x_2 + \varepsilon x_3 u_3) + \\ \lambda_2(-\beta x_2 + \alpha x_1 x_2 - \gamma x_2 u_2 + \delta x_3(1 - u_3)) + \lambda_3(\gamma x_2 u_2 - (1 - u_3)\delta x_3 - \varepsilon x_3 u_3)$$

$$\begin{aligned} \dot{\lambda}_1 &= -\frac{\partial H}{\partial x_1} = -(-\lambda_1 \alpha x_2 + \lambda_2 \alpha x_2) \\ &= \lambda_1 \alpha x_2 - \lambda_2 \alpha x_2 \\ &= \alpha x_2 (\lambda_1 - \lambda_2) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
\dot{\lambda}_2 &= -\frac{\partial H}{\partial x_2} = -(-m + \lambda_1\beta - \lambda_1\alpha x_1 - \lambda_2\beta + \lambda_2\alpha x_1 - \lambda_2\gamma u_2 + \lambda_3\gamma u_2) \\
&= -m - \lambda_1\beta + \lambda_1\alpha x_1 + \lambda_2\beta - \lambda_2\alpha x_1 + \lambda_2\gamma u_2 - \lambda_3\gamma u_2 \\
&= -m - \beta(\lambda_1 - \lambda_2) + \alpha x_1(-\lambda_1 - \lambda_2) + \gamma u_2(-\lambda_2 - \lambda_3)
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
\dot{\lambda}_3 &= -\frac{\partial H}{\partial x_3} = -(\lambda_1\epsilon u_3 + \lambda_2\delta(1 - u_3) - \lambda_3\delta(1 - u_3) - \lambda_3 - \lambda_3\epsilon u_3) \\
&= -\lambda_1\epsilon u_3 - \lambda_2\delta(1 - u_3) + \lambda_3\delta(1 - u_3) + \lambda_3\epsilon u_3 \\
&= u_3\epsilon(\lambda_3 - \lambda_1) + \delta(1 - u_3)(\lambda_3 - \lambda_2)
\end{aligned}$$

$$\frac{\partial H}{\partial u_2} = 0 \tag{36}$$

$$2pu_2 - \lambda_2\gamma x_2 + \lambda_3\gamma x_2 = 0$$

$$2pu_2 = \lambda_2\gamma x_2 - \lambda_3\gamma x_2$$

$$u_2^* = \frac{\gamma x_2(\lambda_2 - \lambda_1)}{2p}$$

$$\frac{\partial H}{\partial u_3} = 0 \tag{37}$$

$$2du_3 + \lambda_1\epsilon x_3 - \lambda_2\delta x_3 + \lambda_3\delta x_3 - \lambda_3\epsilon x_3 = 0$$

$$2du_3 = -\lambda_1\epsilon x_3 + \lambda_2\delta x_3 - \lambda_3\delta x_3 + \lambda_3\epsilon x_3$$

$$u_3^* = \frac{\epsilon x_3(\lambda_3 - \lambda_1) + \delta x_3(\lambda_2 - \lambda_3)}{2d}$$

A.5 USAR PREVENÇÃO ( $u_1$ ) E RESSOCIALIZAÇÃO ( $u_3$ ) SEM REPRESSÃO ( $u_2 = 0$ )

$$\max \int_0^t (mx_2 + nu_1^2 + du_3^2) dt \tag{38}$$

sujeito a :

$$\dot{x}_1 = \beta x_2 - \alpha x_1 x_2(1 - u_1) + \epsilon x_3 u_3 \tag{39}$$

$$\dot{x}_2 = -\beta x_2 + \alpha x_1 x_2 (1 - u_1) - \gamma x_2 + (1 - u_3) \delta x_3 \quad (40)$$

$$\dot{x}_3 = \gamma x_2 - x_3 \gamma (1 - u_3) - u_3 \varepsilon x_3 \quad (41)$$

O Hamiltoniano é:

$$H = mx_2 + nu_1^2 + du_3^2 + \lambda_1 (\beta x_2 - \alpha x_1 x_2 (1 - u_1) + \varepsilon x_3 u_3) + \\ \lambda_2 (-\beta x_2 + \alpha x_1 x_2 (1 - u_1) - \gamma x_2 + \delta x_3 (1 - u_3)) + \lambda_3 (\gamma x_2 - (1 - u_3) \delta x_3 - \varepsilon x_3 u_3)$$

$$\dot{\lambda}_1 = -\frac{\partial H}{\partial x_1} = -(-\lambda_1 \alpha x_2 + \lambda_1 \alpha x_2 u_1 + \lambda_2 \alpha x_2 - \lambda_2 \alpha x_2 u_1) \\ = \lambda_1 \alpha x_2 - \lambda_1 \alpha x_2 u_1 - \lambda_2 \alpha x_2 + \lambda_2 \alpha x_2 u_1 \\ = \alpha x_2 (\lambda_1 - \lambda_2) + \alpha x_2 u_1 (\lambda_2 - \lambda_1)$$

$$\dot{\lambda}_2 = -\frac{\partial H}{\partial x_2} = -(-m + \lambda_1 \beta - \lambda_1 \alpha x_1 + \lambda_1 \alpha x_1 u_1 - \lambda_2 \beta + \lambda_2 \alpha x_1 - \lambda_2 \alpha x_1 u_1 - \lambda_2 \gamma + \lambda_3 \gamma) \\ = -m - \lambda_1 \beta + \lambda_1 \alpha x_1 - \lambda_1 \alpha x_1 u_1 + \lambda_2 \beta - \lambda_2 \alpha x_1 + \lambda_2 \alpha x_1 u_1 + \lambda_2 \gamma - \lambda_3 \gamma \\ = -m - \beta (\lambda_2 - \lambda_1) + \alpha x_1 (\lambda_1 - \lambda_2) + \alpha x_1 u_1 (\lambda_2 - \lambda_1) + \gamma (\lambda_2 - \lambda_3)$$

$$\dot{\lambda}_3 = -\frac{\partial H}{\partial x_3} = -(\lambda_1 \varepsilon u_3 + \lambda_2 \gamma - \lambda_2 \gamma u_3 + \lambda_2 \gamma (1 - u_3) - \lambda_3 \gamma (1 - u_3) + \lambda_3 u - 3\varepsilon) \\ = -\lambda_1 \varepsilon u_3 - \lambda_2 \delta + \lambda_2 \delta u_3 - \lambda_2 \delta (1 - u_3) + \lambda_3 \delta (1 - u_3) + \lambda_3 u_3 \varepsilon \\ = u_3 \varepsilon (\lambda_3 - \lambda_1) + \lambda_2 \delta (1 - u_3) - \lambda_2 (1 - u_3) (\lambda_3 - \lambda_2)$$

Para minimizar o Hamiltoniano:

$$\frac{\partial H}{\partial u_1} = 0 \quad (42)$$

$$2nu_1 + \lambda_1 \alpha x_1 x_2 - \lambda_2 \alpha x_1 x_2 = 0$$

$$u_1^* = \frac{\alpha (x_1 x_2) (\lambda_2 - \lambda_1)}{2n}$$

$$\frac{\partial H}{\partial u_3} = 0 \quad (43)$$

$$2du_3 + \lambda_1 \varepsilon x_3 - \lambda_2 \delta x_3 + \lambda_3 \delta x_3 - \lambda_3 \varepsilon x_3 = 0$$

$$2du_3 = -\lambda_1 \varepsilon x_3 + \lambda_2 \delta x_3 - \lambda_3 \delta x_3 + \lambda_3 \varepsilon x_3$$

$$u_3^* = \frac{\varepsilon x_3(\lambda_3 - \lambda_1) + \delta x_3(\lambda_2 - \lambda_3)}{2d}$$

A.6 USAR REPRESSÃO ( $u_2$ ) E PREVENÇÃO ( $u_1$ ) SEM RESSOCIALIZAÇÃO ( $u_3 = 0$ )

$$\max \int_0^t (mx_2 + nu_1^2 + pu_2^2) dt \quad (44)$$

sujeito a :

$$\dot{x}_1 = \beta x_2 - \alpha x_1 x_2 (1 - u_1) + \varepsilon x_3 \quad (45)$$

$$\dot{x}_2 = -\beta x_2 + \alpha x_1 x_2 (1 - u_1) - \gamma x_2 u_2 + (1 - u_3) \delta x_3 \quad (46)$$

$$\dot{x}_3 = \gamma x_2 u_2 - x_3 (\gamma + \varepsilon) \quad (47)$$

O Hamiltoniano é:

$$H = mx_2 + nu_1^2 + pu_2^2 + \lambda_1 (\beta x_2 - \alpha x_1 x_2 (1 - u_1) + \varepsilon x_3) + \\ \lambda_2 (-\beta x_2 + \alpha x_1 x_2 (1 - u_1) - \gamma x_2 u_2 + \delta x_3) + \lambda_3 (\gamma x_2 u_2 - x_3 (\delta + \varepsilon))$$

$$\dot{\lambda}_1 = -\frac{\partial H}{\partial x_1} = -(-\lambda_1 \alpha x_2 + \lambda_1 \alpha x_2 u_1 + \lambda_2 \alpha x_2 - \lambda_2 \alpha x_2 u_1) \\ = \lambda_1 \alpha x_2 - \lambda_1 \alpha x_2 u_1 - \lambda_2 \alpha x_2 + \lambda_2 \alpha x_2 u_1 \\ = \alpha x_2 (\lambda_1 - \lambda_2) + \alpha x_2 u_1 (\lambda_2 - \lambda_1)$$

$$\begin{aligned}
\dot{\lambda}_2 &= -\frac{\partial H}{\partial x_2} = -(m + \lambda_1\beta - \lambda_1\alpha x_1 + \lambda_1\alpha x_1 u_1 - \lambda_2\beta + \lambda_2\alpha x_1 - \lambda_2\alpha x_1 u_1 - \lambda_2\gamma u_2 + \lambda_3\gamma u_3) \\
&= -m - \lambda_1\beta + \lambda_1\alpha x_1 - \lambda_1\alpha x_1 u_1 + \lambda_2\beta - \lambda_2\alpha x_1 + \lambda_2\alpha x_1 u_1 + \lambda_2\gamma u_2 - \lambda_3\gamma u_2 \\
&= -m - \beta(\lambda_1 - \lambda_2) + \lambda_1\alpha x_1(1 - u_1) - \lambda_2\alpha x_1(1 - u_1) + u_2\gamma(\lambda_2 - \lambda_3)
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
\dot{\lambda}_3 &= -\frac{\partial H}{\partial x_3} = -(\lambda_1\varepsilon + \lambda_2\delta - \lambda_3\delta - \lambda_3\varepsilon) \\
&= -\lambda_1\varepsilon - \lambda_2\delta + \lambda_3\delta + \lambda_3\varepsilon \\
&= \varepsilon(\lambda_3 - \lambda_1) + \delta(\lambda_3 - \lambda_2)
\end{aligned}$$