

Inspere
Graduação em Ciências Econômicas

Caio Pedro de Almeida Silva Castro

**Em Plena Luz da Noite: Os Efeitos do Nível de Luminosidade na
Criminalidade de São Paulo**

São Paulo

2019

Caio Pedro de Almeida Silva Castro

**Em Plena Luz da Noite: Os Efeitos do Nível de Luminosidade na
Criminalidade de São Paulo**

Monografia apresentada ao curso de Ciências Econômicas, como requisito parcial para a obtenção do Grau de Bacharel do Insper Instituto de Ensino e Pesquisa.

Orientador: Prof. Dr. Naercio Aquino Menezes Filho

São Paulo

2019

Castro, Caio Pedro de Almeida Silva
Em plena luz da noite: os efeitos do nível de luminosidade na
criminalidade de São Paulo.

Caio Pedro de Almeida Silva Castro – São Paulo, 2018. XX pág.

Monografia (Bacharel em Economia) – Insper, 2019.
Orientador: Prof. Dr. Naercio Aquino Menezes Filho

1. Economia 2. Criminalidade 3. Dados de Satélite 4. Dados em Painel 5.
Luminosidade 6. Diferenças-em-Diferenças

Caio Pedro de Almeida Silva Castro

**Em Plena Luz da Noite: Os Efeitos do Nível de Luminosidade na
Criminalidade de São Paulo**

Monografia apresentada ao curso de Ciências
Econômicas, como requisito parcial para a obtenção
do Grau de Bacharel do Insper Instituto de Ensino e
Pesquisa

Data de Aprovação: __/__/__

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Naercio Aquino Menezes Filho
Professor Doutor
Insper – Instituto de Ensino e Pesquisa

Prof. Dr. Rodrigo Menon Simões Moita
Professor Doutor
Insper - Instituto de Ensino e Pesquisa

À minha família.

AGRADECIMENTOS

Ao professor Dr. Naercio de Aquino Menezes Filho, pela disposição e extremo interesse no tema e na minha orientação. Sua experiência e suas críticas, sempre muito construtivas, foram fundamentais para a realização deste projeto.

Ao professor Dr. Rodrigo Moita, pela disposição em servir de banca para este projeto, assim como todos os ensinamentos em pesquisa e teoria que recebi através do Programa de Estudos Avançados (PEA).

À professora Dra. Camila Campos, pela oportunidade de grande aprendizado que obtive ao ser seu assistente de pesquisa, que foi de grande valor para a realização deste projeto, assim como seus conselhos.

Aos meus amigos e grupo da disciplina Problemas em Economia (PEE), de onde surgiu a ideia inicial de tema para este projeto, pelo apoio e carinho ao longo de minha graduação. Também, aos professores da disciplina, Sérgio Martins, Guilherme Fowler e Gino Olivares, pelo apoio e conselhos não só durante a matéria, mas durante toda minha graduação.

Por fim, à minha família, pelo apoio incondicional e amor durante todos esses anos, e por servirem de exemplo pessoal.

RESUMO

Este trabalho tem o objetivo de avaliar o impacto da iluminação do ambiente e iluminação pública nos níveis de criminalidade, através de dados de nível de luminosidade noturna capturada por satélite e registro georeferenciado de boletins de ocorrência. Também, estuda o impacto de uma intervenção pública que visava aumentar a iluminação pública na luminosidade observada e na criminalidade. Os resultados permitem concluir que há um efeito líquido positivo do nível de luminosidade na criminalidade, advindo da maior sensação de segurança que os indivíduos experimentam em ambientes melhor iluminados, que por sua vez os leva a tomar atitudes que facilitam a atividade criminal.

Palavras-chave: 1. Economia 2. Criminalidade 3. Dados de Satélite 4. Dados em Painel 5. Luminosidade 6. Diferenças-em-Diferenças

ABSTRACT

The present work aims at estimating the impact of ambient light and public lightning on criminality levels, using remote sensing data captured by the satellite of the VIIRS spatial mission and georeferenced records of police reports filed. It also studies the impact of a public intervention with the goal of improving street lightning both on the observed level of ambient light and criminality. The results are suggestive of a positive net effect of ambient light on criminality, due to individuals feeling safer in better-lit spaces and therefore adjusting their behaviour in a way that may favour criminal activity.

Keywords: 1. Economics. 2. Criminality. 3. Satellite Data 4. Panel Data 5. Luminosity 6. Differences-in-Differences

SUMÁRIO

1. Introdução	9
2. Revisão da Literatura	11
3. Dados	16
4. Modelo Econométrico	23
4.1 Regressão em Paineis.....	24
4.2 Diferenças-em-Diferenças	25
5. Resultados	27
5.1 Dados em Paineis	27
5.2 Diferenças-em-Diferenças.....	31
6. Discussão e Conclusão	32
7. Referências Bibliográficas	36

1. Introdução

Estudar o comportamento da atividade criminal é de suma relevância para a sociedade, uma vez que a expectativa de ser vítima ou não de um crime pode alterar decisões corriqueiras da rotina dos indivíduos, como por exemplo, qual caminho seguir para ir do trabalho até onde moram, ou em qual horário fazer este trajeto (Miethe et al (1990, p.359)). Isso torna o tema extremamente presente no dia-a-dia dos cidadãos, o que justifica a tomada de ação por parte de agentes públicos para afetar a atividade criminal.

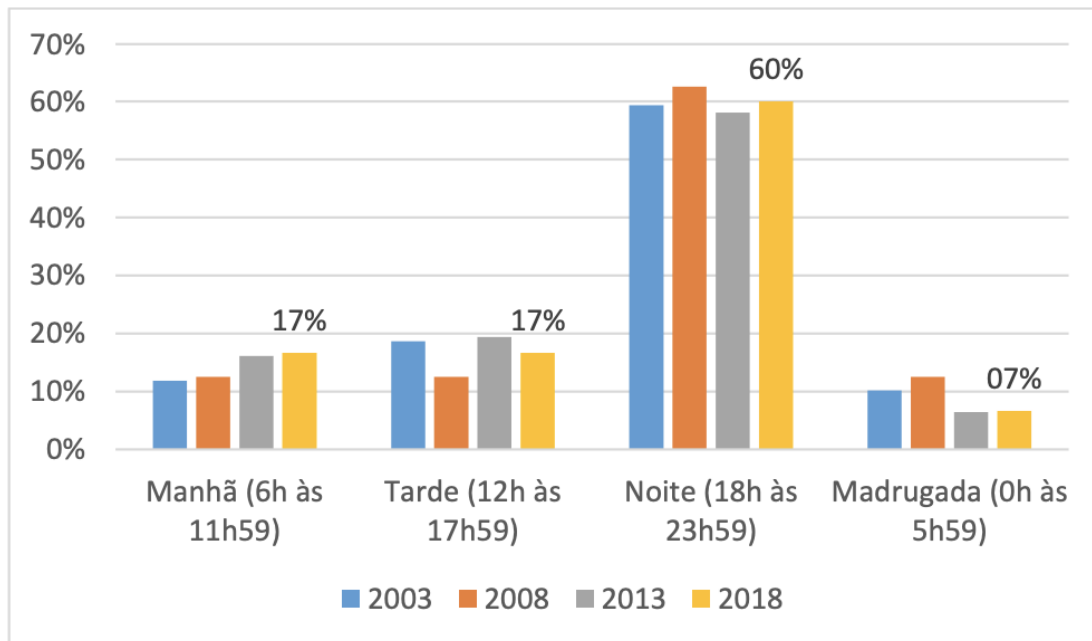
Quando o crime acontece, ele é extremamente custoso para a sociedade. McCollister, French e Fang (2010, p. 100) estimam o custo médio de diversos tipos de crimes para os Estados Unidos e encontram que, um homicídio, por exemplo, custe à sociedade aproximadamente US\$ 8 982 907, enquanto que o custo social de um roubo é de aproximadamente US\$ 43 910, ambos em dólares de 2008¹. Logo, programas que afetem a criminalidade podem gerar extensos benefícios econômicos ao reduzir o prejuízo da atividade criminal relacionado à perda por parte dos indivíduos, comunidades e à manutenção do sistema penitenciário e judiciário (McCollister, French e Fang (2010, p. 98)).

Segundo o Relatório da Pesquisa de Vitimização (Centro de Políticas Públicas – Insper (2018)), que sumariza alguns resultados obtidos com a Pesquisa de Vitimização realizada pelo mesmo centro, a Cidade de São Paulo sofre muito com a criminalidade, com 41,5% dos respondentes da pesquisa de 2018 tendo sido vítimas de algum tipo de crime, número que apresentou alta em relação à pesquisa anterior, de 2013. Em especial, a vitimização por roubos e furtos de qualquer tipo apresentaram o maior crescimento entre 2013 e 2018, de 8,9%.

¹ O custo social dos crimes é calculado incluindo custos “tangíveis” e “intangíveis”. Os autores dividem estes custos em 4 categorias: (1) custos diretos econômicos da atividade criminal (como o valor monetário de um bem subtraído, custos médicos e perda de ganhos futuros); (2) recursos públicos gastos com policiamento, sistema judiciário e penitenciário; (3) custos de oportunidade relacionados à escolha dos indivíduos em cometer crimes ao invés de realizar outras atividades que trariam retorno econômico pra sociedade; e (4) perdas indiretas sofridas pelas vítimas que envolvem perda de utilidade, como menor qualidade de vida e estresse emocional e psicológico.

Ao analisar a distribuição da taxa de vitimização por roubo de veículo durante o dia (Figura 1), é possível observar que mais crimes deste tipo ocorrem no período da noite (67%, ao somar noite e madrugada, contra 34% durante o dia), mostrando uma possível relação entre a iluminação do ambiente e a atividade criminal.

Figura 1 - Distribuição da taxa de vitimização por roubo de veículo durante o dia.



Fonte: Relatório da Pesquisa de Vitimização – Centro de Políticas Públicas Insper (2018, p. 32).

Caso exista um efeito negativo do nível de luminosidade na criminalidade, abre-se um espaço para políticas públicas que visam explorar esse mecanismo, como a instalação de iluminação pública, e ficam expostos os benefícios econômicos advindos não apenas da redução dos prejuízos com o crime, mas também da maior e melhor utilização de outros bens públicos (como praças, por exemplo), já que, ao melhorar a segurança, a iluminação pública pode apresentar uma relação de bem complementar a estes outros bens (Albouy, Christensen e Sarmiento-Barbieri, (2018, p. 9)).

Este trabalho tem o objetivo de avaliar o impacto do nível de luminosidade do ambiente nos níveis de criminalidade, através de dados georeferenciados de registro de boletins de ocorrência e nível de luminosidade noturna capturado pelo satélite VIIRS, disponibilizado pelo NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration).

Além disso, é analisado o impacto de uma intervenção pública (Programa LED nos Bairros) realizada na Cidade de São Paulo que teve como objetivo aumentar a

luminosidade em distritos considerados de “alta vulnerabilidade social” ao substituir as lâmpadas da iluminação pública de vapor de mercúrio para novas de LED (que, segundo a prefeitura, iluminam até 50% mais). Este impacto foi analisado tanto no nível de luminosidade observado por satélite, quanto na criminalidade. Os resultados desta segunda análise corroboram os encontrados na anterior.

O presente trabalho se divide em quatro partes. No próximo capítulo, explora-se a literatura disponível até o presente momento sobre o assunto. No capítulo seguinte, a metodologia a ser implementada para medir os resultados, assim como os dados e resultados. Por fim, a conclusão e discussão dos resultados.

2. Revisão da Literatura

Os impactos das condições ambientais na atividade criminal têm sido vastamente estudados desde a década de 1940, principalmente em artigos internacionais. Dentre eles, destacam-se Van Koppen et al (1999) que estudam os determinantes da variação na taxa de crimes na Holanda entre dias da semana e meses do ano, e concluem que o número de roubos a casas é significativamente maior no inverno, o que seria explicado por menos horas de claridade e menor circulação de pessoas na rua (o que faz com que os criminosos passem a roubar mais casas). Baron e Bell (1975) e Jacob et al (2007) estudam os impactos do clima na criminalidade, e descobrem que há menos crimes em dias em que houve chuva e mais quando houve um calor intenso, explicitando a importância de levar fatores do ambiente em consideração ao estudar variações da taxa de crimes.

Os estudos existentes até o presente momento apresentam conclusões conflitantes sobre o impacto da iluminação pública na criminalidade. Xu et al (2018) estudam os impactos da concentração de iluminação pública (calculada como número de postes por milha²) nos padrões espaciais do crime na cidade de Detroit (MI), nos EUA, encontram uma relação inversa entre a concentração de postes e o número de crimes por habitante em cada distrito da cidade, e explicitam a necessidade de se estudar o crime em um âmbito intramunicipal, devido à presença de grande heterogeneidade na concentração de crimes por partes da cidade.

Painter et al (1999) utilizam dados de vitimização (crimes auto reportados, mas não necessariamente registrados com a polícia) para estudar os efeitos de um choque exógeno de iluminação em um distrito de uma cidade no Reino Unido e, além de encontrarem um efeito negativo da iluminação pública na criminalidade, encontram efeitos de contágio também negativos nos crimes de regiões vizinhas. Atkins et al (1991) não encontram efeitos de uma maior iluminação pública em distritos de Londres e a criminalidade nestes, encontram, porém, que a maior iluminação diminuiu a sensação de “medo do crime” nestas regiões.

Doleac e Sanders (2015) estudam os efeitos do horário de verão na criminalidade através de mais horas de claridade durante o dia, e apresentam um modelo teórico baseado na teoria de decisão criminal clássica de Becker (1968), que trata a decisão do criminoso em cometer um crime com um paralelo com a teoria de decisão da oferta de trabalho. Neste modelo, o indivíduo comete o crime se:

$$E[\mathbf{Benefício}_{crime}] > E\{\mathbf{Custo}[T, P(L, F), D(L)]_{crime}\}$$

Onde o custo esperado do crime é uma função da duração descontada da sentença caso o criminoso seja capturado (T), da probabilidade de ser capturado (P), que, por sua vez, é função do nível de luminosidade (L) e de um conjunto de outros fatores (F) como número de policiais na rua, etc. Como a teoria é um paralelo com a decisão de trabalho, também é incluído um fator de “desutilidade” (D) que inclui, por exemplo, o custo de procurar vítimas vulneráveis e o custo de oportunidade de se fazer outras coisas, e que também depende do nível de luminosidade (L).

No equilíbrio parcial, espera-se que $\partial C/\partial P$ e $\partial P/\partial L$ sejam positivos, ou seja, um maior nível de luminosidade no ambiente aumenta a probabilidade de captura (uma vez que fica “mais fácil” a identificação do criminoso segundo Calandrillo et al (2008)), que por sua vez aumenta o custo esperado do crime.

Porém, segundo Wolff e Makino (2012), um maior nível de luminosidade faz com que os indivíduos fiquem mais propensos a ficar na rua por mais tempo e, por se sentirem mais seguros, tomem atitudes que favoreçam a atividade criminal, o que poderia diminuir o fator de desutilidade do “trabalho” (D) uma vez que, com uma maior “oferta” de vítimas, o custo de procurar uma diminui, e, como espera-se que $\frac{\partial C}{\partial D} > 0$, o custo esperado do crime pode diminuir. Logo, em equilíbrio geral, o efeito da luminosidade na criminalidade

é ambíguo, e, assim como os outros autores, o que o presente trabalho estimará será o efeito líquido desta.

Uma vez presos, os indivíduos não cometem crimes durante esse período, o que é chamado na literatura de Becker (1968) como “efeito incapacitação”. O efeito explorado pelo modelo acima e que será focalizado neste estudo é o chamado “dissuasão”, afetado pela expectativa do criminoso sobre a probabilidade de ser capturado e a pena que sofrerá caso isso ocorra. Como, em geral, os formuladores de políticas públicas preferem explorar o segundo efeito (já que para este o crime não precisa ocorrer, acarretando em um menor custo para a sociedade), caso exista um impacto negativo do nível de luminosidade na criminalidade, abre-se o espaço para uma análise custo-benefício de estratégias que tentam aproveitar esse mecanismo frente a outras. Lawson et al (2018) comparam o custo-benefício da iluminação pública versus um sistema de monitoramento por vídeo utilizando efeitos calculados por outros estudos e concluem que, na maioria dos casos, a iluminação pública possui melhor custo-benefício em termos da redução no número de crimes, caso os efeitos negativos desta na criminalidade realmente existam.

Toro et al (2019) também estudam os impactos do horário de verão na criminalidade, mas no Brasil. Os autores encontram uma queda no número de homicídios por armas de fogo nos meses em que o horário de verão está em vigor, efeito esse mais concentrado nos horários do dia mais afetados pela mudança no nível de claridade.

Chalfin et al (2019) estudam os impactos de um experimento natural realizado em parceria com a prefeitura de Nova York em centros de habitação social, que consistiu na instalação por 6 meses de postes móveis de iluminação nas áreas comuns destes centros. Os autores encontram efeitos negativos da maior iluminação pública nas ocorrências de crimes registradas nos centros. Porém, pelo fato da intervenção ter sido realizada em centros sociais, que funcionam como uma espécie de “comunidade” social, é razoável esperar que o efeito dissuasão nos criminosos seja maior, já que os moradores podem se conhecer previamente, facilitando o reconhecimento do criminoso ou até mesmo aumentando a punição esperada por este devido à uma possível estigmatização do criminoso perante à comunidade. Estes fatores adicionais poderiam aumentar o custo esperado do crime e, conseqüentemente, acarretar em um maior efeito negativo da luminosidade na criminalidade.

Com o avanço da tecnologia de sensoriamento remoto na última década, tem-se tornado cada vez mais popular dentro de trabalhos de economia o uso de dados de satélite para obter medidas mais exógenas de diversas variáveis. Donaldson et al (2016) fazem uma revisão da literatura econômica que faz uso de dados de sensoriamento remoto e expõem algumas vantagens do uso destes, como o acesso a informações que seriam difíceis de serem obtidas por outros meios, crescente resolução e precisão das imagens capturadas do espaço e ampla cobertura geográfica. Marx et al (2015), por exemplo, utilizam imagens de satélite de alta precisão (0,5 metros) para investigar a diminuição de investimentos em Kibera (Quênia), ao analisar a reflexividade dos telhados das casas (telhados novos “brilham” mais na imagem).

Até o presente momento, devido à dificuldade em medir o nível de luminosidade no ambiente, os trabalhos sobre o impacto deste em variáveis econômicas e sociais tem usado formas alternativas de medição, como o número de postes de iluminação pública por km² (Xu et al (2018)), ou choques exógenos como horário de verão (Toro et al (2019)) e mudanças de políticas públicas (Doleac et al (2015)) que os autores acreditaram ter impactado o nível de luminosidade, mas não se pode afirmar com total certeza que essas medidas são boas *proxies* para o nível de luminosidade. Com o uso de dados de satélite, a luminosidade média torna-se diretamente observável, e faz-se desnecessário o uso de variáveis *proxies*.

A literatura que utiliza dados de iluminação advindos da mensuração por satélite tem crescido exponencialmente nos últimos anos. Cerami (2018) usa dados de luminosidade noturna capturados de diversos satélites para avaliar a prosperidade econômica na Coreia do Norte, onde dados sobre desenvolvimento econômico não estão disponíveis. Bleakley et al (2012) utilizam dados de iluminação mensurados pela missão espacial VIIRS para explicar a existência de um *path dependence* de cidades portuárias localizadas nas áreas de correnteza dos rios (que facilitava a geração de energia e navegação) nos EUA no nível de desenvolvimento econômico atual (Figura 2).

Figura 2 – Luzes noturnas nos EUA e sentido da correnteza dos rios.



Fonte: Bleakley et al (2012, Figura A1, p. 641)

Notas: a linha sólida representa a trajetória da correnteza dos rios. É possível notar vários pontos de concentração de iluminação observada ao redor da linha, sugerindo um maior nível de atividade econômica.

O presente trabalho diferencia-se da literatura atual pelo aproveitamento das novas tecnologias de sensoriamento remoto para obter dados de nível de luminosidade de observação direta.

Também, se diferencia pela área de estudo (cidade de São Paulo, ainda não explorada no tema), utilização de dados georeferenciados de crimes reportados e técnicas econométricas mais robustas a características individuais dos distritos que poderiam impactar o resultado. Posteriormente, são aferidos os efeitos uma intervenção pública que visou aumentar o nível de luminosidade em alguns distritos selecionados na luminosidade observada e criminalidade, intervenção esta que, até o presente momento, não foi estudada em artigos acadêmicos.

subnotificação dos crimes às autoridades por parte das vítimas, e é consideravelmente eficaz por dois motivos. Primeiro, o registro do B.O é condição necessária para ativar seguros de veículos e, segundo, como muitos carros furtados tendem a serem utilizados para cometer outros crimes, o registro do B.O por parte da vítima automaticamente a isenta da suspeita de envolvimento nestes crimes futuros. Essa hipótese é sustentada também pelo Relatório da Pesquisa de Vitimização (CPP – Insper, 2018). A Pesquisa de Vitimização em São Paulo é realizada a cada 5 anos pelo Centro de Políticas Públicas do Insper, e, em 2018, ouviu 3000 pessoas espalhadas pela cidade de São Paulo. Podemos ver, na Tabela 1, que o crime de roubo de veículos apresenta alta proporção de registro de Boletim de Ocorrência nos 4 anos de pesquisa.

Tabela 1 – Registro de B.O. em caso de roubo de veículos

	Ano			
	2003	2008	2013	2018
Taxa de Vitimização	3.6%	2.2%	2.8%	2.5%
Notificação				
Chamou a polícia	90.0%	100.0%	96.8%	86.7%
Foi até a delegacia	91.7%	95.8%	74.2%	73.3%
Registrou a ocorrência	91.7%	95.8%	80.6%	80.0%
Período da ocorrência				
Manhã (6h às 11h59)	11.9%	12.5%	16.1%	16.7%
Tarde (12h às 17h59)	18.6%	12.5%	19.4%	16.7%
Noite (18h às 23h59)	59.3%	62.5%	58.1%	60.0%
Madrugada (0h às 5h59)	10.2%	12.5%	6.5%	6.7%

Fonte: Relatório da Pesquisa de Vitimização 2018 (CPP – Insper, 2018)

A fim de medir puramente os efeitos do nível de luminosidade na criminalidade, foram excluídos os crimes que ocorreram no período do dia (denominados como “manhã” e “tarde” na base original da SSP-SP). Os registros restantes foram agrupados em uma contagem de Boletins de Ocorrência registrados por distrito da cidade de São Paulo em cada mês, através da geolocalização das ocorrências em um mapa, e o cruzamento destas com os polígonos delimitados em um *shapefile* obtido no portal de transparência GEOSAMPA da Prefeitura de São Paulo, que contém as delimitações oficiais dos distritos da cidade.

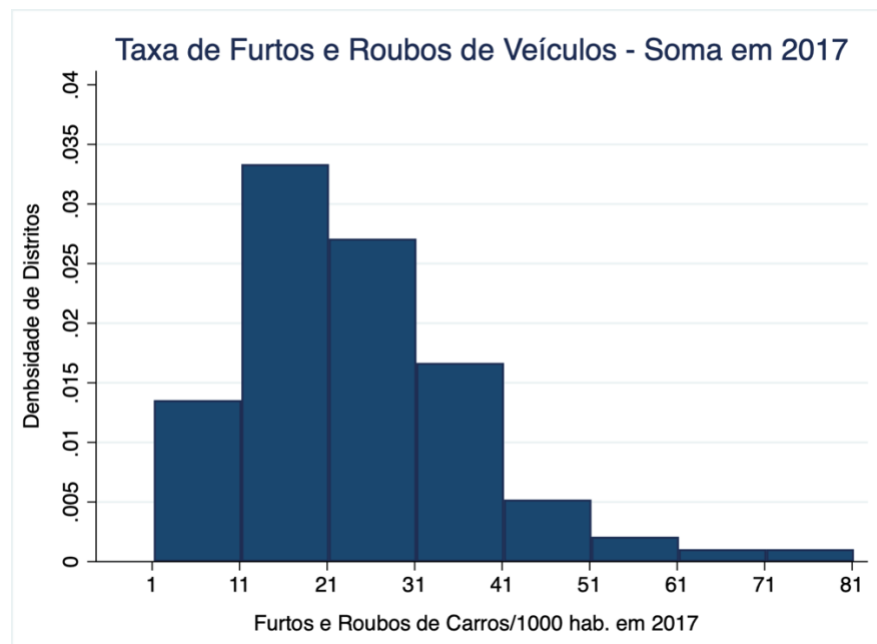
Como é provável que o número de ocorrências varie de acordo com o tamanho e população do distrito, a variável resposta será calculada como uma taxa de crimes a cada 10000 habitantes:

$$Taxa\ de\ Crimes_{it} = \left(\frac{Contagem\ de\ Furtos_{it} + Roubos\ de\ Veículos_{it}}{População\ no\ Ano_i} \right) \times 10000$$

Onde i é o indicador de distrito e t o indicador do mês e ano em questão.

A Figura 4 é um histograma de densidade que mostra qual a proporção de distritos possui determinadas faixas de taxa de furto e roubo de carros, somando todas as ocorrências registradas no ano de 2017. Podemos ver que a maioria dos distritos se concentra em taxas de crime que vão de aproximadamente 1 a 21 casos a cada 1000 habitantes (aproximadamente 67,5% dos distritos), com a faixa entre aproximadamente 1 e 31 casos/1000 hab. concentrando aproximadamente 81% dos distritos.

Figura 4 – Histograma de densidade de distritos por taxa de crime, em 2017



Fonte: SSP-SP e IBGE, elaboração própria.

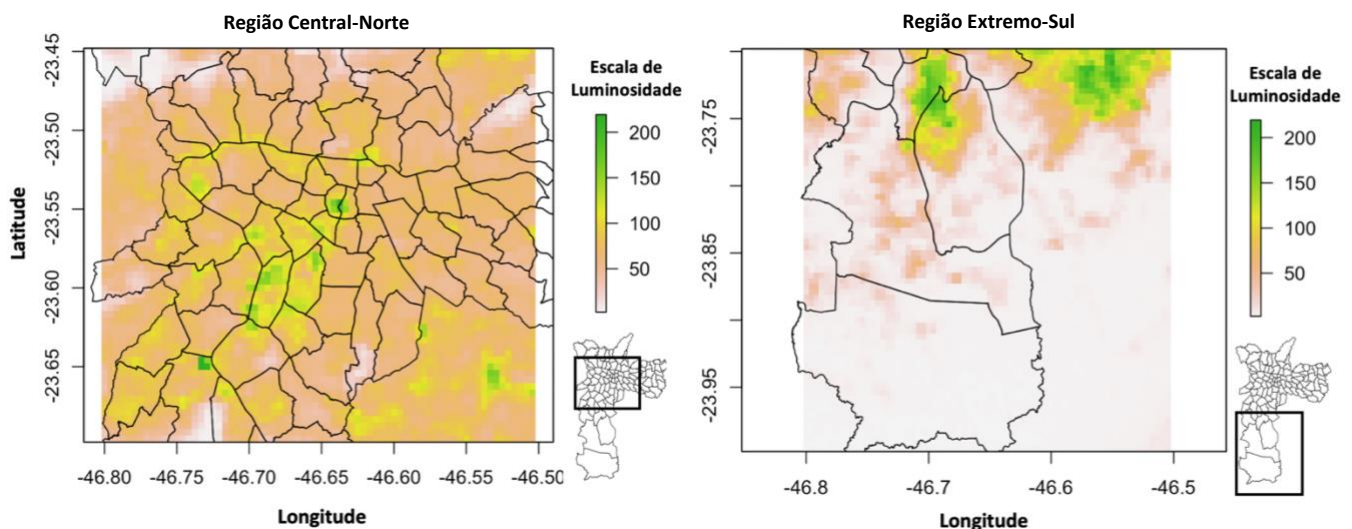
Para obter uma medida do nível de luminosidade de cada distrito, foi utilizada uma base mensal de observações de satélite da missão espacial VIIRS, disponibilizados pelo NOAA (*National Oceanic and Atmospheric Administration*). A base apresenta

precisão de 1 km², ou seja, cada pixel capturado representa 1 km² na realidade, e é traduzido em um valor do nível de luminosidade observada em radiância (na unidade nanoWatts/cm²/sr multiplicada por 1e⁹, para aumentar a unidade de medida) nesta área. Até o momento de coleta, os dados estavam disponíveis desde abril de 2012 até dezembro de 2017.

A base do NOAA é calculada excluindo radiação advinda de iluminação lunar, relâmpagos e também consegue corrigir por possíveis coberturas por nuvens. Consiste em uma imagem georeferenciada (*geotiff*) que possui uma planilha por trás com os níveis de radiância em cada pixel. Foi feito um cruzamento desta base com o *shapefile* disponibilizado pela Prefeitura de São Paulo citado anteriormente, a fim de se calcular o nível de radiância médio por distrito. A precisão destes dados pode ser verificada na Figura 5.

A base de luminosidade final é um painel com observações mensais do nível de iluminação por distrito, nível este calculado tirando a média de todos os valores (cada km² representa um ponto/valor) de radiância registrados dentro do polígono deste distrito no *shapefile*.

Figura 5 – Imagem de satélite com o nível de luminosidade capturada dividida em duas regiões da cidade de São Paulo, no mês de agosto de 2017

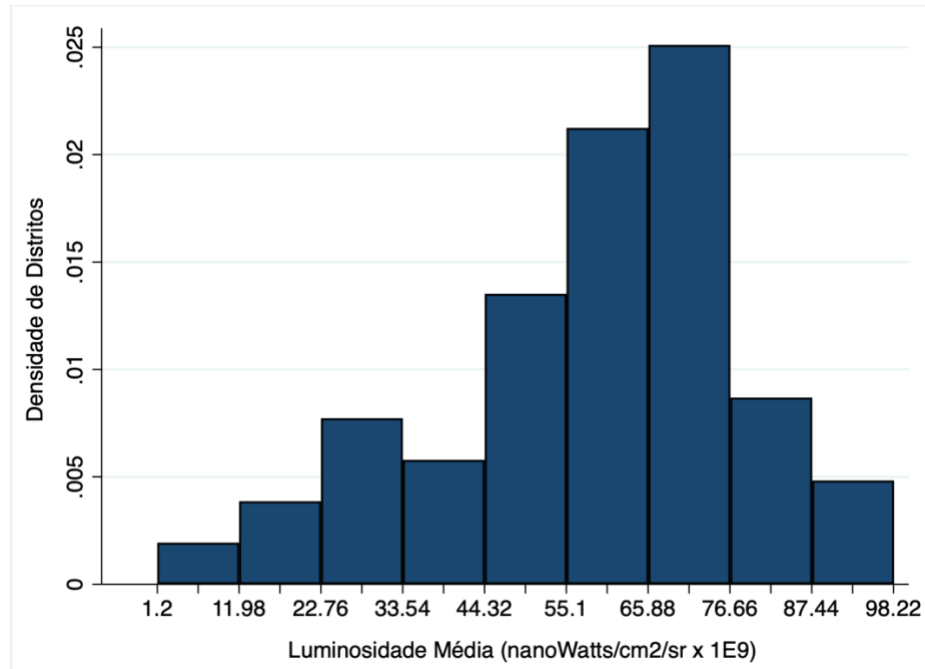


Fonte: VIIRS (NOAA/NCEI) e Prefeitura de São Paulo, elaboração própria.

Pode-se observar na Figura 6, um histograma da luminosidade média por distrito observada em 2017, que a maior parte dos distritos (aproximadamente 50,6%) apresenta

valores consideravelmente elevados de luminosidade, que vão de 55 a 77 nanoWatts/cm²/sr x 1e⁹ (Smith et al (2016, p.11), por exemplo consideram como “altamente urbanizadas” áreas com nível de luminosidade entre 50 e 79 nanoWatts/cm²/sr x 1e⁹).

Figura 6 – Histograma de densidade da luminosidade média por distrito, em 2017.

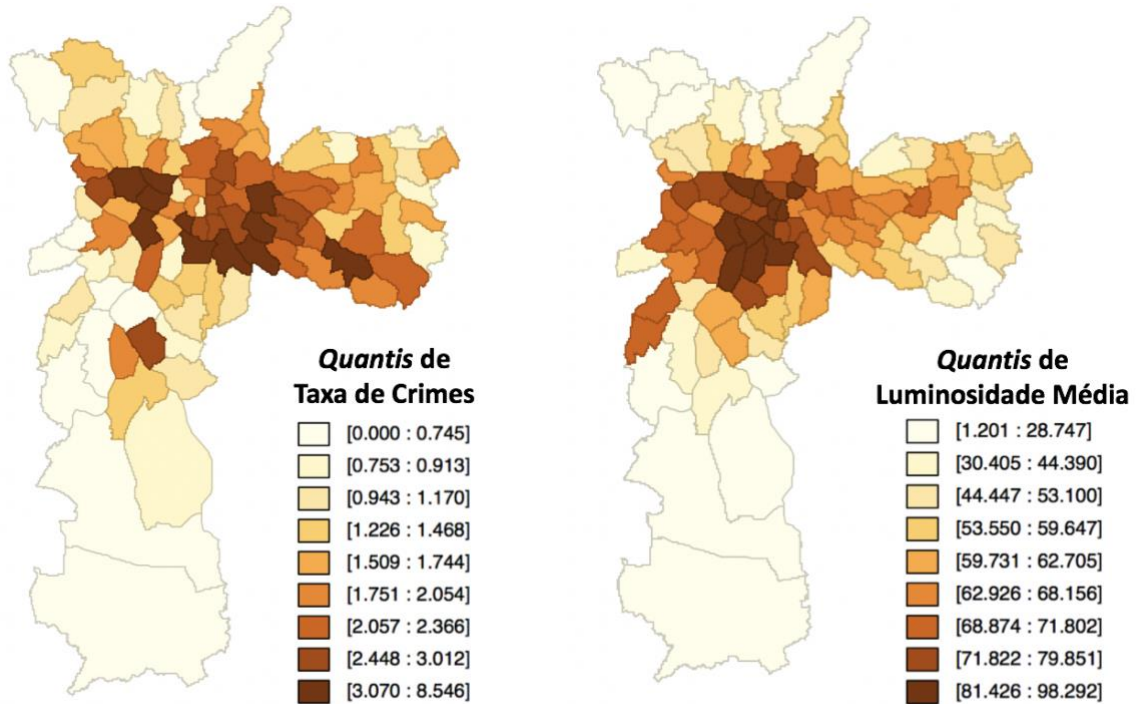


Fonte: NOAA, elaboração própria.

Na Figura 7 é mostrada uma representação geográfica das variáveis resposta (taxa de crimes) e interesse (luminosidade média) divididas em 9 quantis (cada um representando aproximadamente 11% da amostra), por distrito da cidade de São Paulo. Podemos perceber que há uma possível correlação positiva entre luminosidade e a taxa de crime, pois muitos distritos no 9º quantil em taxa de crimes também estão no mesmo quantil de luminosidade média. Isso é interpretado da seguinte maneira: como distritos com maior atividade econômica tendem a ter um maior fluxo de carros, há uma maior “oferta” de carros a serem furtados, e uma conhecida proxy para atividade econômica na literatura (ver, por exemplo, Henderson et al (2012)) é justamente o nível de iluminação noturna. Este efeito é considerado neste trabalho ao se incluir efeitos fixos de distritos,

controlando assim, por características heterogêneas entre distritos, mas relativamente fixas no tempo (ver também a correlação na Tabela 2).

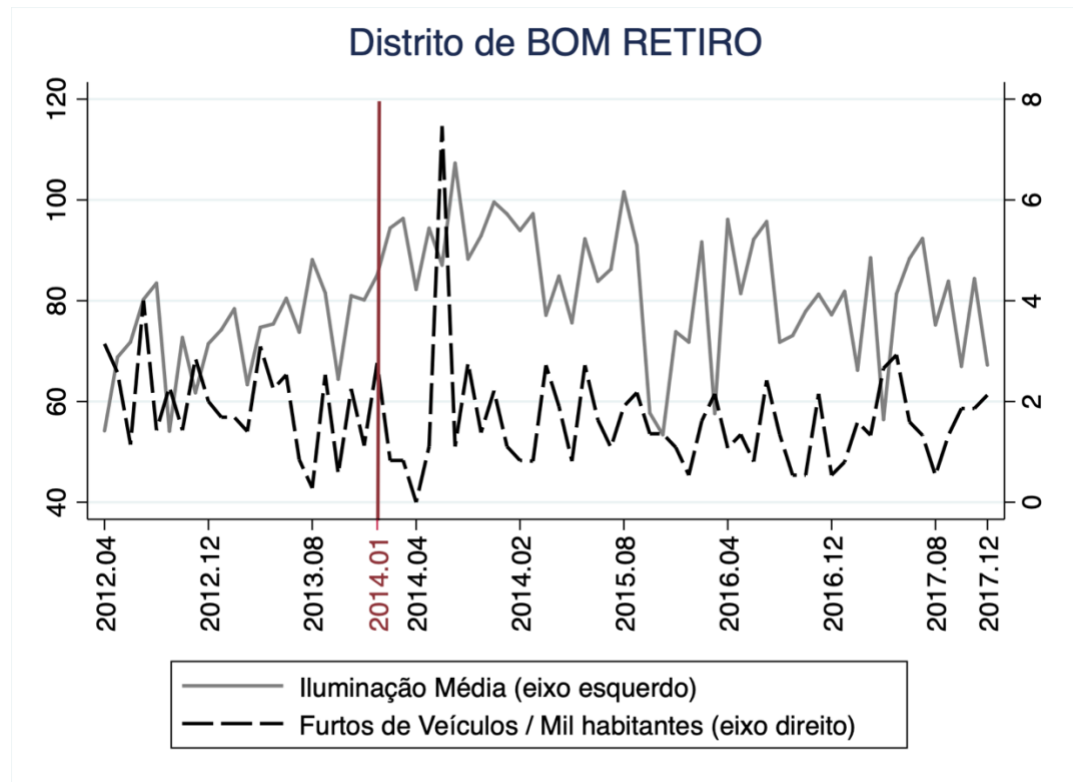
Figura 7 – Representação geográfica dos 9 quantis das variáveis de interesse e explicativa



Fonte: SSP e NOAA, elaboração própria.

A Figura 8 traz duas séries de tempo das variáveis interesse e resposta para o distrito do Bom Retiro, onde houve uma grande intervenção de instalação de iluminação pública (60 novos postes e iluminação completa de 10 ruas e avenidas), completa em janeiro de 2014. Logo após a intervenção, é possível ver um aumento na luminosidade média capturada pelo satélite e uma queda momentânea na taxa de furtos de veículos a cada 1000 habitantes, indicando um possível efeito negativo do aumento da luminosidade através de intervenções públicas na taxa de crimes.

Figura 8 – Análise da intervenção no distrito de Bom Retiro



Fonte: SSP-SP e NOAA, elaboração própria.

Também foram utilizados dados socioeconômicos do Censo 2010 do IGBE, que contém variáveis como nível de renda média e emprego por distrito, para estudar e controlar por efeitos conhecidos na literatura dessas variáveis na criminalidade. As variáveis de controle selecionadas, assim como suas respectivas correlações com a taxa de crimes estão listadas na Tabela 2.

Tabela 2 – Variáveis explicativas e correlação com variável resposta.

Variáveis	Taxa de Crime
Iluminação média	0,227
Logaritmo da Renda Média	0,083
Variância da Renda Média dentro do distrito	0,062
Proporção de Residências com até 1 salário mínimo per capita	-0,255
Prop. residências com até 3 salários mínimos per capita	-0,255
Prop. residências com rendimentos de 5 a 10 salários mínimos per capita	0,068
Prop. residências com mais de 10 salários mínimos per capita	0,035
Prop. das residências sem saneamento básico	-0,227
Prop. de desempregados	-0,018
Prop. das residências com arborização no entorno	0,206
Proporção de Mulheres	-0,243
% dos residentes com filhos alfabetizados na idade correta	-0,242
Proporção de Jovens (15 a 30 anos)	-0,269
Proporção de idosos (60+ anos)	-0,085
% de residências com até 2 banheiros	0,291
% de residências com mais de 3 banheiros	0,115

Fonte: NOAA, IBGE e SSP-SP, elaboração própria.

4. Modelo Econométrico

Para medir o impacto da iluminação pública na criminalidade, a estratégia deste trabalho é uma regressão em painel com efeitos fixos de distrito e de tempo. O sinal e significância do coeficiente do nível de luminosidade como variável explicativa para a taxa de crimes será a direção do efeito líquido da iluminação do ambiente na criminalidade.

Posteriormente, foi utilizado o modelo de Diferenças-em-Diferenças para avaliar o efeito de um programa da Prefeitura de São Paulo para aumentar a iluminação pública em alguns distritos no nível de luminosidade aferido por satélite e na taxa de crimes.

4.1 Dados em Painel

Para estimar o efeito médio do nível de luminosidade na taxa de furto de carros em um distrito, será utilizada a técnica de dados em painel. A equação a ser estimada será a seguinte:

$$Tx. de Crime_{it} = \alpha_0 + \beta_1 Luminosidade Média_{it} + \sum_i^n \omega_{jt} D_t + \sum_j^t \theta_{jt} M_t \cdot A_t + \varepsilon_{it}$$

Onde:

i representa o distrito;

t representa o mês e ano;

$\sum_i^n \omega_{jt} D_t$ representa os efeitos fixos de distrito;

$\sum_j^n \beta_{jt} M_t \cdot A_t$ representa os efeitos fixos de mês multiplicados pelos de ano, criando, através da interação das *dummies*, os efeitos fixos de cada período (mês de cada ano);

Ao se incluir efeitos fixos de distrito, se controla pelos fatores mencionados na subseção anterior, como a esperada relação positiva entre atividade econômica nos distritos (aproximada pelo nível de iluminação noturna) e o nível da taxa de crimes, já que é razoável supor que a o nível de atividade econômica em cada distrito não mudou drasticamente em relação aos outros durante o período analisado (abril de 2012 a dezembro de 2017), e é portanto, uma característica heterogênea entre distritos mas relativamente invariante no tempo analisado, sendo assim, capturada pelos efeitos fixos de distrito.

O efeito obtido pelo coeficiente β_1 será o efeito líquido da luminosidade na criminalidade, considerando ambos os efeitos citados na seção 2 deste trabalho, ou seja, incorporará tanto o maior custo esperado com o crime devido à maior probabilidade de captura, quanto o positivo causado pelo maior nível de atividade que facilita a atividade criminal por parte dos indivíduos, devido às mudanças de comportamento comentadas previamente. Caso este coeficiente seja negativo, poderemos inferir que o efeito negativo da luminosidade na taxa de crimes (pela dissuasão do criminoso) domina o positivo. Caso seja positivo, inferiremos que o efeito da maior oferta de vítimas domina o negativo da dissuasão.

4.2 Diferenças-em-Diferenças

Para complementar a análise, foi feita uma análise do programa LED nos Bairros, concluído pela Prefeitura de São Paulo até dezembro de 2016 e que consistiu na instalação de lâmpadas LED em áreas que estavam sem iluminação pública e na substituição de todas as lâmpadas de vapor de mercúrio por novas de LED em distritos considerados de alta “vulnerabilidade social” pela prefeitura. O ILUME, departamento de iluminação pública da prefeitura diz em seu site, na página de divulgação do programa, que as lâmpadas LED iluminam até 50% mais do que as antigas de mercúrio, o que deveria resultar em uma alteração observável na luminosidade média capturada pelo satélite. O cronograma do programa pode ser observado na Figura 9. Apesar de o cronograma parecer incompleto, o ILUME garantiu que todas as obras previstas no programa foram finalizadas até dezembro de 2016.

Figura 9 – Cronograma do programa LED nos Bairros.

ITENS	LOCAL	CRONOGRAMA ESTIMADO				QUANTIDADE DE UNIDADES	Potência Média por Lâmpada (W)
		Projeto	Período de Obra				
			Início	Término	Status		
1	Jardim Monte Azul	concluído	dez/15	dez/15	concluído	534	95
2	Brasilândia	concluído	dez/15	fev/16	iniciado	9.400	110
3	Lajeado	concluído	fev/16	abr/16	-	6.800	95
4	Raposo Tavares	concluído	abr/16	abr/16	-	5.340	100
5	Sapopemba	concluído	abr/16	mar/16	-	11.300	105
6	Jardim Ângela	concluído	mar/16	mai/16	-	11.200	85
7	Jardim Helena	concluído	mai/16	jun/16	-	5.900	98
8	Pedreira	concluído	jun/16	jun/16	-	6.600	95
						57.074	

Fonte: Programa de Obras LED nos Bairros 2016 – retirado de <https://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/obras/ilume/noticias/index.php?p=217302> – acesso em 20/02/2019.

Como há certa heterogeneidade na data de conclusão, adotou-se como período pós-tratamento todos os meses seguintes à conclusão da primeira obra do projeto, em dezembro de 2015, no distrito Jardim Monte Azul.

Para avaliar o impacto do programa na criminalidade, serão estimadas duas regressões, uma com a luminosidade média observada por satélite como variável resposta, e outra com a taxa de crimes. Assim, serão estimadas:

$$(1) \text{Luminosidade média}_{it} = \alpha_0 + \beta_1 Dtriat_{it} + \beta_1 Dpós_{it} + \theta_1(Dtriat_{ij} \cdot Dpós_{it}) + \varepsilon_{it}$$

$$(2) \text{Taxa de Crimes}_{it} = \alpha_0 + \beta_1 Dtriat_{it} + \beta_1 Dpós_{it} + \theta_1(Dtriat_{ij} \cdot Dpós_{it}) + \varepsilon_{it}$$

Onde:

$Dtriat_{it}$ representa uma variável binária que assume 1 caso o distrito i tenha sido tratado, e 0 caso contrário;

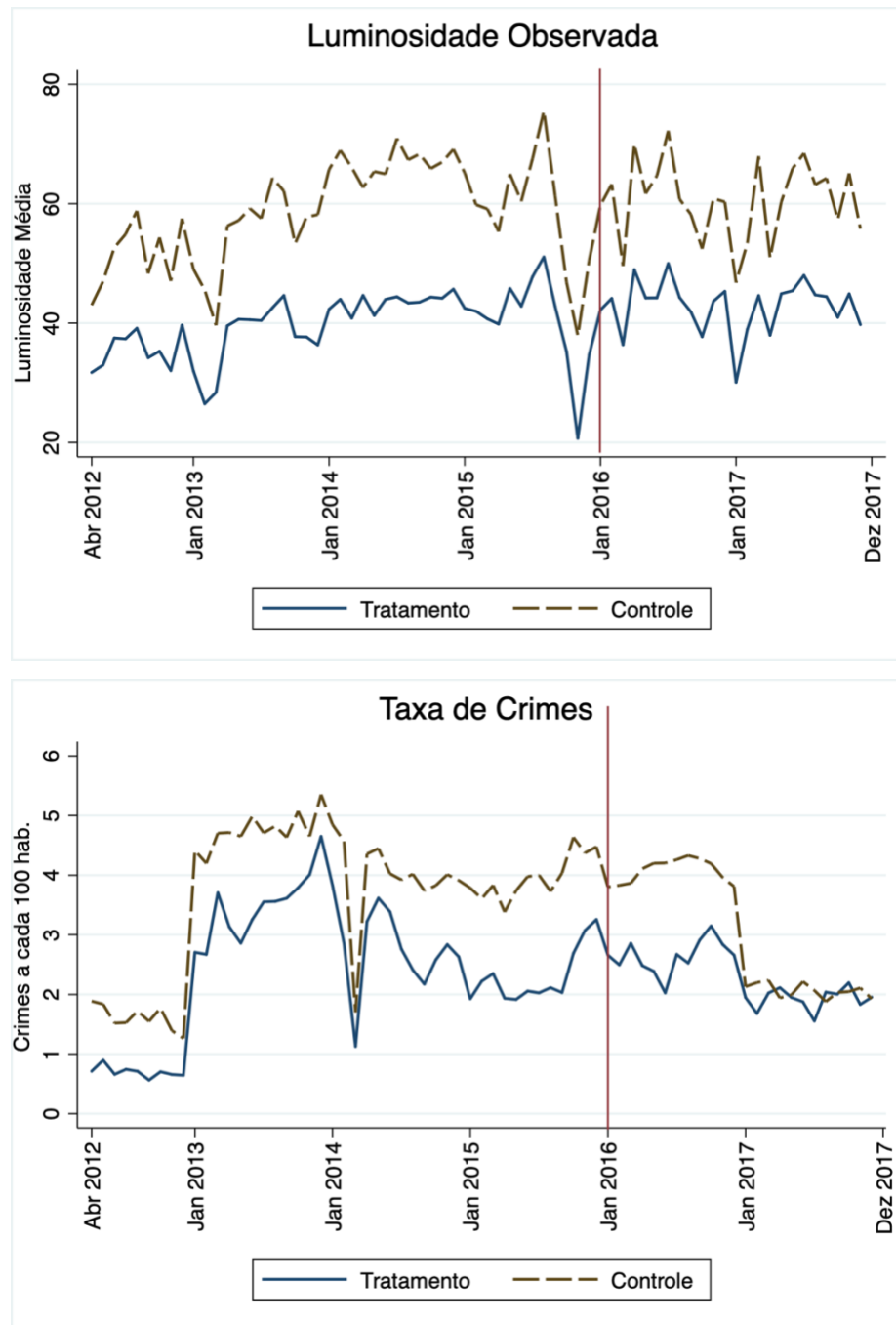
$Dpós_{it}$ representa uma variável binária que assume 1 caso o período t tenha ocorrido após a data de tratamento (dezembro de 2015), e 0 caso contrário;

Em ambas as equações, o parâmetro de interesse é o associado à interação das variáveis binárias, θ_1 . Caso o coeficiente seja positivo na equação (1) e negativo na (2), poderemos inferir que o programa afetou negativamente a taxa de crimes por meio de seu efeito no nível de luminosidade. Caso θ_1 seja positivo na (1) e positivo na (2), poderá ser inferido que o efeito positivo do nível de luminosidade na criminalidade dominou o negativo. Finalmente, caso o coeficiente seja estatisticamente insignificante na primeira ou na segunda equação, nada poderemos inferir sobre o impacto do programa na taxa de crimes.

A principal hipótese do modelo de Diferenças-em-Diferenças é o da tendência paralela entre o grupo de controle e tratamento antes do tratamento ser realizado. Na Figura 10, podemos ver as trajetórias das variáveis resposta das equações (1) e (2) em ambos os grupos antes e depois do tratamento (identificado com uma linha reta vertical). Analisando o gráfico, é razoável pensar que as tendências se assemelham paralelamente antes do tratamento, e a hipótese está satisfeita.

A escolha do método também visou corrigir pelo viés de seleção presente na escolha do grupo de tratamento (considerado de “alta vulnerabilidade social”), ao serem incluídos os efeitos fixos de distritos, que capturam características heterogêneas entre distritos (que poderiam afetar a variável resposta), mas fixas no tempo.

Figura 10 – Teste de tendências paralelas.



Fonte: SSP e NOAA, elaboração própria.

5. Resultados

5.1 Dados em Painel

Na tabela 3, temos os resultados das estimações dos modelos de painel com efeitos fixos, regredindo a taxa de crimes a cada 10000 hab. no nível de luminosidade

médio aferido pelo satélite da NOAA. A cidade de São Paulo possui 96 distritos, e o modelo, como dito anteriormente, compreende o período de abril de 2012 a dezembro de 2017.

Tabela 3 – Estimações do efeito do nível de luminosidade média na taxa de crimes

	Roubos e Furtos de Veículos a cada 10000 hab.			
	(I)	(II)	(III)	(IV)
Iluminação média	0.016*** (0.002)	0.010*** (0.002)	0.010*** (0.002)	0.009*** (0.002)
Log(Renda Média)		0.608* (0.337)	0.220 (0.725)	
Variância da Renda Média dentro do distrito		-3.24e-09 (2.94e-09)	-2.62e-09 (3.07e-09)	
Prop. das residências sem saneamento básico			-2.206 (3.079)	
Prop. das residências com arborização no entorno			2.628 (1.673)	
Proporção de Mulheres			-24.61 (20.57)	
% dos residentes com filhos alfabetizados na idade correta			13.14 (11.35)	
Proporção de Jovens (15 a 30 anos)			-0.839 (16.74)	
Proporção de idosos (60+ anos)			28.30 (18.03)	
Constante	2.438*** (0.162)	-3.118 (2.459)	3.183 (12.37)	1.379*** (0.169)
Efeitos fixos de Distrito				X
Efeitos fixos de tempo (Mês*Ano)		X	X	X
Nº de Observações	6,624	6,624	6,624	6,624
Nº de Distritos	96	96	96	96
R ²	0.008	0.39	0.39	0.40

Obs: Erros-padrão robustos entre parênteses.

*** - Significante a <1%

** - Significante a 5%

* - Significante a 10%

A principal estimação é a (IV), na qual são incluídos os efeitos fixos de distrito e de tempo, tornando-a a mais robusta (não é possível incluir efeitos fixos de distrito nas especificações com variáveis do Censo 2010 pois estas são invariantes no tempo).

Podemos ver que o coeficiente de interesse é positivo e significativo em todas as especificações, o que nos diz que o segundo efeito citado na seção 2 deste trabalho dominou e ditou o sinal do efeito líquido, ou seja, o efeito esperado positivo do maior nível de luminosidade devido à atitudes tomadas pelos indivíduos quando se sentem mais seguros pelo maior nível de luz no ambiente (Wolff et al (2012)), que facilitam a atividade criminal, é maior do que o efeito de dissuasão esperado pelos criminosos devido ao maior nível de luminosidade.

É interessante apontar que, aqui, a variável resposta é composta por crimes em que é razoável pensar que o segundo mecanismo funciona, já que são crimes que dependem da oferta de vítimas (furto e roubo de veículos). Pode-se pensar, hipoteticamente, que caso a rua esteja mais clara, as pessoas se sintam mais seguras e dispostas a, por exemplo, estacionar seus veículos na rua durante a noite, aumentando a oferta de veículos a serem furtados e, conseqüentemente, o número de ocorrências. O mesmo se pode dizer quanto ao comportamento dos indivíduos em evitar ruas e avenidas escuras enquanto dirigem por medo da criminalidade, e, ao deixarem de fazer isso, também aumentam a “oferta de vítimas”.

Como a unidade de media do nível de luminosidade aferido pelo satélite não permite uma interpretação direta, foi calculada a elasticidade centrada na média: a cada 1% de aumento no nível de luminosidade, espera-se que a taxa de crimes a cada 10000 habitantes aumente em, em média, 0,18%.

Em seguida, entrando no mérito de políticas públicas, foi feita uma análise do coeficiente da variável “média das residências sem iluminação pública no entorno”, obtida da Pesquisa do Entorno do Censo 2010 do IBGE, e agrupada por distrito da cidade de São Paulo, regredida como variável explicativa para o nível de luminosidade aferido, na Tabela 4.

Tabela 4 – Iluminação pública no entorno e luminosidade observada

	Iluminação Média (Satélite)	
	(I)	(II)
Proporção de residências sem iluminação pública no entorno	-573.0*** (76.18)	-225.3*** (77.01)
Log(Renda Média)		1.532 (5.651)
Variância da Renda Média dentro do distrito		-7.84e-09 (2.46e-08)
Prop. das residências com arborização no entorno		20.69* (11.86)
Proporção de Mulheres		84.55 (154.2)
% dos residentes com filhos alfabetizados na idade correta		-260.6*** (85.05)
Proporção de Jovens (15 a 30 anos)		-5.476 (129.9)
Proporção de idosos (60+ anos)		8.720 (142.0)
Constante	52.02*** (2.282)	44.89 (89.26)
Efeitos fixos de período	X	X
R ²	0.53	0.53
Número de Observações	6,624	6,624
Número de Distritos	96	96

Erros-padrão entre parênteses.
*** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1

Podemos ver que a falta de iluminação pública é negativamente correlacionada com o nível de luminosidade aferido, o que mostra a importância deste tipo de política. Embora os resultados não sejam muito robustos devido à impossibilidade de se inserir efeitos fixos com a variável do Censo 2010, que é fixa no tempo, a regressão nos dá uma ideia da qualidade da medida do satélite, e de como mudanças na iluminação pública podem realmente impactá-la.

5.2 – Diferenças-em-Diferenças

Nessa subseção, passamos agora à avaliação da eficácia do programa LED nos Bairros, explicado na seção 3 deste trabalho.

A tabela 5 apresenta os resultados dos modelos de Diferenças-em-Diferenças para o nível de luminosidade médio e a taxa de crimes.

Tabela 5 – Efeitos do programa LED nos Bairros no nível de luminosidade e taxa de crimes

Dif-in-Dif com LED nos Bairros		
	Nível de Luminosidade	Taxa de Crimes
Dtratamento	-19.00*** (7.119)	-1.278** (0.584)
Dpós	12.23*** (1.051)	0.107 (0.206)
(Dtratamento x Dpós)	1.270** (0.643)	0.495*** (0.126)
Constante	43.75*** (2.300)	1.896*** (0.229)
R ²	0.53	0.39
Observações	6,624	6,624
Número de distritos	96	96

Obs: Erros-padrão entre parênteses.
 *** - Significante a <1%
 ** - Significante a 5%
 * - Significante a 10%

Podemos ver, pelo parâmetro de interesse (da interação), que o programa LED nos Bairros teve efeito positivo tanto no nível de luminosidade quanto na taxa de crimes. Infere-se então, que o programa foi eficaz em aumentar o nível de luminosidade dos distritos em que foi implementado, através da iluminação pública. Entretanto, e em concordância com o resultado obtido na estimação em painel, este aumento implicou em um maior número de roubos e furtos de veículos, devido ao mecanismo citado anteriormente que implicou em um efeito líquido positivo do nível de luminosidade na criminalidade.

Uma análise do coeficiente de elasticidade parcial centrada na média da segunda especificação da Tabela 5, calculado pela fórmula $\frac{\partial Crime}{\partial Interação} \times \frac{1}{Crime}$ é igual a aproximadamente 0,16 (ou 16%) com erro-padrão de 0,05 (ou 5%). Ou seja, com 95% de confiança, o tratamento teve um impacto positivo entre aprox. 6% e aprox. 27% na taxa de roubos e furtos de veículos a cada 10000 habitantes. Estes resultados tornam ainda mais robustos os obtidos na subseção 4.1.

6. Discussão e Conclusão

O presente trabalho teve como objetivo analisar o impacto da iluminação do ambiente na atividade criminal. Para isso, foram utilizadas duas estratégias metodológicas: uma regressão em painel da taxa de crimes a cada 1000 habitantes contra o nível de luminosidade médio aferido pelo satélite do NOAA e a análise de uma intervenção pública através de um programa que visava aumentar o nível de luminosidade em certos distritos. Em ambos os modelos, o coeficiente da iluminação pública na criminalidade é positivo e significativo a, pelo menos, 5%.

Portanto, pode-se inferir que o efeito de redução do fator desutilidade do trabalho da atividade criminal dominou o efeito dissuasão nos criminosos devido à maior expectativa de captura e condenação, já que, por exemplo, o maior nível de luminosidade poderia tornar mais fácil o reconhecimento do criminoso e a vigilância formal e informal.

Retomando o modelo teórico da seção 2 deste trabalho, temos que o indivíduo cometerá crime se:

$$E[\textit{Benefício}_{crime}] > E\{\textit{Custo}[T, P(L, F), D(L)]_{crime}\}$$

Como dito anteriormente, $D(L)$ é um fator desutilidade da atividade criminal advindo da equiparação desta ao modelo clássico de decisão trabalho, que depende **negativamente** ($\frac{\partial D}{\partial L} < 0$) do nível de luminosidade, e $P(L, F)$ é a probabilidade de captura e condenação do criminoso, que depende **positivamente** ($\frac{\partial P}{\partial L} > 0$) da luminosidade. Entende-se que uma maior probabilidade de captura aumente o custo esperado do crime, assim como uma desutilidade mais alta.

Com os resultados obtidos no presente trabalho, é possível concluir então que o efeito da luminosidade na diminuição da desutilidade, e o efeito desta diminuição na redução do custo esperado é maior do que o do aumento no custo esperado da maior probabilidade de captura, resultando em um efeito líquido negativo no custo esperado do crime e, conseqüentemente, em um maior número de crimes, ou seja, supondo um modelo de expectativa de custo linear:

$$\left| \frac{\partial D}{\partial L} \right| > \left| \frac{\partial P}{\partial L} \right|$$

O que implica em:

$$\frac{\partial E(\text{Custo do Crime})}{\partial L} = \frac{\partial P}{\partial L} + \frac{\partial D}{\partial L} < 0$$

Que, por sua vez, implica em um maior número de crimes.

Logo, conclui-se um maior nível de luz no ambiente leva a um aumento na criminalidade, na cidade de São Paulo. É importante ressaltar que, apesar do resultado positivo no crime, a iluminação pública traz inúmeros benefícios aos cidadãos, e pode ter um efeito *spillover* no melhor aproveitamento de outros bens públicos providos pelo governo (Albouy, Christensen e Sarmiento-Barbieri, (2018, p. 9)) e, portanto, não deve ter seus benefícios diminuídos pelo aumento da criminalidade.

É possível que, ao analisar crimes que não são sujeitos ao comportamento dos indivíduos (não sujeitos à “oferta de vítimas”) contra o nível luminosidade, se estime de uma forma mais “limpa” cada um desses efeitos, já que, por exemplo, não seria razoável pensar que, com um maior nível de luminosidade, aumente a oferta de casas e propriedades para serem assaltadas, pelo menos no curto-prazo. Assim, utilizando esses crimes como variável resposta, o coeficiente mediria apenas o efeito dissuasão nos criminosos devido à maior probabilidade de captura que vem com um nível de luminosidade mais alto. Essa estratégia fica como sugestão para trabalhos futuros.

Também, em paralelo ao que foi feito por Chalfin et al (2019), fica para trabalhos futuros analisar os efeitos de intervenções públicas realizadas nas habitações sociais do COHAB, na Cidade de São Paulo, para averiguar se existe um efeito negativo adicional da luminosidade na criminalidade devido ao fato de serem “comunidades sociais”, onde o capital social pode potencializar o *enforcement* das leis (Greif (1993)) e Putnam (1993)

defendem que a existência de um capital social ajuda a melhorar o *enforcement* de contratos e a eficiência do governo). É possível, por exemplo, que por viverem em comunidades mais periféricas e fechadas, o reconhecimento do criminoso pelas vítimas fique mais fácil, o que aumentaria a probabilidade de captura e, logo, o custo esperado de se cometer um crime. Pode existir também, um *enforcement* das leis extraoficial, como por exemplo, estigmatização do criminoso e sua família perante a comunidade, o que pode significar em um efeito “dissuasão” ainda maior da luminosidade na atividade criminal.

7. Referências Bibliográficas

- ALBOUY, D.; CHRISTENSEN, P.; SARMIENTO-BARBIERI, I. Unlocking amenities: Estimating public-good complementarity. **NBER Working Papers**, 2018. v. 25107.
- ATKINS, S.; HUSAIN, S.; STOREY, A. The Influence of Street Lighting on Crime and Fear of Crime. **Home Office Police Department, Crime Prevention Unit Series**, 1991. v. 281.
- BARON, R. A.; BELL, P. A. Aggression and heat: Meditating effects of prior provocation and exposure to any aggressive mode. **Journal of Personality and Social Psychology**, 1975. v.33, p. 245 – 255.
- BECKER, G. S. Crime and Punishment: An Economic Approach. **Journal of Political Economy**, 1968. v.76. p. 169–217.
- BLEAKLEY, H.; LIN, J. Portage and Path Dependence. **Quarterly Journal of Economics**, 2012. V. 127(2): p. 587–644.
- CALANDRILLO, S.; BUEHLER, D. E. Time Well Spent: An Economic Analysis of Daylight Saving Time Legislation. **Wake Forest Law Review**, 2008. v. 43 p. 45–91.
- CAMARGO, A. B. M. Mortes por causas violentas no estado de São Paulo.” **São Paulo em Perspectiva**, 2007. v. 21(1), p. 31–45.
- CERAMI, A. The Night Lights of North Korea. Prosperity Shining and Public Policy Governance **University Library of Munich, Germany**, 2018. MPRA Paper N. 89722,
- CHALFIN, A.; HANSEN, B.; LERNER, J.; PARKER, L. Reducing crime through environmental design: evidence from a randomized experiment of street lighting in New York City. **NBER Working Papers**, 2019. v. 25798. Disponível em <https://www.nber.org/papers/w25798/>. Acesso em 13/05/2019.
- CPP/INSPER. Relatório da Pesquisa de Vitimização em São Paulo, 2018. **Centro de Políticas Públicas (CPP) / Insper – Instituto de Ensino e Pesquisa**, São Paulo, 2018. Disponível em: <https://www.insper.edu.br/pesquisa-e-conhecimento/centro-de-politicas-publicas/pesquisa-e-publicacoes/>. Acesso em 12/06/2019.
- DI TELLA, R.; SCHARGRODSKY, E. Do Police Reduce Crime? Estimates Using the Allocation of Police Forces after a Terrorist Attack. **American Economic Review**, mar. 2004. v. 94, n. 1, p. 115–133.
- DOLEAC, J. L.; SANDERS, N. J. Under the Cover of Darkness: How Ambient Light Influences Criminal Activity. **Review of Economics and Statistics**, dez. 2015. v. 97, n. 5, p. 1093–1103.
- DONALDSON, D., STOREYGARD, A. The View from Above: Applications of Satellite Data in Economics. **Journal of Economic Perspectives**, 2016. v. 30 (4), p. 171-98.
- GREIF, A. Contract Enforceability and Economic Institutions in Early Trade: the Maghribi Traders' Coalition. **American Economic Review**, 1993. v. 83, n. 3, p. 525–548.
- HENDERSON, J. V.; STOREYGARD, A.; WEIL, D. N. Measuring Economic Growth from Outer Space. **American Economic Review**, 2012. v. 102 (2), p. 994-1028.
- JACOB, B.; LEFGREN, L.; MORETTI, E. The Dynamics of Criminal Behavior Evidence from Weather Shocks. **Journal of Human Resources**, 2007. v. 42, p. 489–527.

LAWSON, T.; ROGERSON, R.; BARNACLE, M. A comparison between the cost effectiveness of CCTV and improved street lighting as a means of crime reduction. **Computers, Environment and Urban Systems**, 1 mar. 2018. v. 68, p. 17–25.

MIETHE, T. D., MEIER, R. F. Opportunity, Choice, and Criminal Victimization: A Test of a Theoretical Model. **Journal of Research in Crime and Delinquency**, 1990. v. 27(3), pp. 243–266.

MCCOLLISTER, K. E.; FRENCH, M. T.; HAI FANG. The cost of crime to society: New crime-specific estimates for policy and program evaluation. **Drug and alcohol dependence**, 2010. n. 1–2, p. 98.

PAINTER, K. The influence of street lighting improvements on crime, fear and pedestrian street use, after dark. **LANDSCAPE AND URBAN PLANNING**, [s.d.]. v. 35, n. 2–3, p. 193–201.

PARK, S.; TARK, J.; CHO, Y. Victimization immunity and lifestyle: A comparative study of over-dispersed burglary victimizations in South Korea and U.S. **International Journal of Law, Crime and Justice**, 1 jun. 2016. v. 45, p. 44–58.

PUTNAM, R. D. What makes democracy work? **Natural Civic Review**, 1993. v. 82, p. 101–107.

SMITH, R. M.; BEREITSCHAFT, B. Sustainable Urban Development? Exploring the Locational Attributes of LEED-ND Projects in the United States through a GIS Analysis of Light Intensity and Land Use. **Geography and Geology Faculty Publications – University of Nebraska**, 2016. V.38.

TORO, W.; TIGRE, R.; SAMPAIO, B. Ambient Light and Homicides. **SSRN Electronic Journal**, 2016. V. 10.2139/ssrn.2786452.

VAN KOPPEN, P. J.; JANSEN, R. W. J. The Time to Rob: Variations in Time of Number of Commercial Robberies. **Journal of Research in Crime and Delinquency**, 1999. V. 36(1), p. 7-29.

WOLFF, H.; MAKINO, M. Extending Becker's Time Allocation Theory to Model Continuous Time Blocks: Evidence from Daylight Saving Time. **IZA discussion paper**, 2012. v. 6787.

XU, Y.; FU, C.; KENNEDY, E.; SHANHE, J.; OWUSU-AGYEMANG, S. The impact of street lights on spatial-temporal patterns of crime in Detroit, Michigan. **Cities**, 1 set. 2018. v. 79, p. 45–52.