

GUSTAVO AZEVEDO MOURA

**EFEITO DA ILUMINAÇÃO PÚBLICA SOBRE A CRIMINALIDADE NA
CIDADE DE SÃO PAULO**

Monografia apresentada à Faculdade de
Economia, Administração, Contabilidade e
Atuária da Universidade de São Paulo para
obtenção do título de Bacharel em Ciências
Econômicas.

Orientadora: Paula Carvalho Pereda

SÃO PAULO

2022

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente à minha mãe, Joseane de Fátima Azevedo Moura, e a meu pai, Gilson Cesar de Moura, por todo apoio ao longo da minha jornada acadêmica. Foi deles que entendi desde pequeno que a educação é a forma mais radical de transformação da minha realidade.

Agradeço também a meu irmão e economista pela UNICAMP, Gabriel Azevedo Moura, pelas discussões ricas e pela parceria de uma irmandade pro resto da vida.

Por fim, agradeço todo apoio da minha orientadora e professora dos saudosos tempos de Econometria I, Paula Carvalho Pereda, pela ajuda e assistência na minha formação acadêmica e na finalização de uma das etapas mais importantes da minha vida.

RESUMO

A taxa de crimes patrimoniais (roubos e furtos) na cidade de São Paulo continuam nos mesmos patamares, ou até maiores, desde 2001, enquanto que a taxa de homicídios teve significativa queda, evidenciando que as políticas de combate à criminalidade não estão tendo os retornos esperados para crimes contra propriedade. Neste contexto, esta pesquisa tem como objetivo verificar se a iluminação pública pode levar a queda das taxas de criminalidade na cidade de São Paulo, fornecendo insumo para políticas menos letais. O canal de efeito de tal política se daria por meio da dissuasão do criminoso uma vez que uma área mais iluminada aumentaria a probabilidade de detecção de seus crimes. A variável de iluminação pública é construída a partir do processamento das imagens do satélite NPP-VIIRS voltada ao sensoriamento remoto de luzes noturnas para o ano de 2012, inédito até a publicação desse estudo. Variáveis de controle que captem a vulnerabilidade social e as instituições locais das vizinhanças são usadas, embasados na teoria da desorganização social. Por meio de um modelo de regressão de *Poisson* este trabalho não encontrou evidências de que iluminação pública tem efeito negativo sobre criminalidade, apenas positivo.

Palavras-chave: Economia do crime, iluminação pública, crimes contra propriedade

Códigos JEL: O18, K10, K42

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	5
2 REVISÃO DE LITERATURA.....	6
3 METODOLOGIA E DESCRIÇÃO DOS DADOS	9
3.1 DADOS E VARIÁVEIS	9
3.2 MODELO.....	14
4 RESULTADOS	15
5 CONCLUSÃO.....	17
6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	20

1 INTRODUÇÃO

A criminalidade nos grandes centros urbanos é um problema latente. Cerca de 90% dos paulistanos têm medo de serem assaltados nas ruas (Mena, 2022). Além da percepção de insegurança, as perdas econômicas e de bem-estar derivadas dos danos à propriedade, sem contar a perda de vidas, geraram em 2004 um custo estimado de aproximadamente 5% do PIB (Cerqueira et al., 2007). Sendo o foco deste trabalho a criminalidade na cidade de São Paulo, os dados mostram que não se trata de uma cidade com taxas altas de crimes contra a vida, considerando apenas municípios brasileiros, tendo sido observado sucessivas quedas desde o início dos anos 2000: Peres et al. (2011) calcula uma queda de 74% entre 2001 e 2008 na taxa de mortalidade por homicídio. Ademais, como reportado por Pescarini (2022), os dados do Anuário de Segurança Pública de 2022 do Fórum de Segurança Pública não chegam a colocar a cidade dentre as 30 com maiores taxas de homicídio por 100.000 habitantes. No entanto, quando se trata de crimes patrimoniais a mesma queda não pode ser vista: a taxa de furtos por 100.000 habitantes cresceu cerca de 43% entre 2001 e 2021 enquanto a taxa de roubos cresceu 1% para o mesmo período (Secretaria de Segurança Pública do Estado de São Paulo, 2022). Percebe-se, assim, que o problema dos crimes patrimoniais continua o mesmo de 20 anos atrás na capital paulista e, sobretudo, uma evidência de que as políticas de combate à criminalidade pecuniária não estão funcionando.

Diante disso, torna-se necessário estudar o impacto de políticas de segurança pública, fornecendo evidência empírica para formulação de novas políticas que visem menor letalidade, optando-se por uma abordagem indireta que dissuadirá a criminalidade ao invés da ação coercitiva e direta realizado por policiais, na qual as chances de fatalidade são mais altas. Um exemplo dessa política é a de modificar o ambiente urbano de forma a diminuir a probabilidade de um criminoso vitimizar alguém (Wortley; Townsley, 2016), o que pode ser feito por meio do aumento do uso do espaço público com a melhora da iluminação pública. Em ambientes mais iluminados e com

manutenções regulares de sua infraestrutura as pessoas tenderiam a sair de suas casas para usufruir do espaço criando uma espécie de vigilância indireta entre elas, afastando, por conseguinte, a atividade criminosa. O objetivo deste trabalho, portanto, será analisar o efeito da iluminação pública sobre a taxa de criminalidade na cidade de São Paulo.

2 REVISÃO DE LITERATURA

A literatura sobre economia do crime comumente se utiliza da teoria da escolha racional formulada por Becker (1968) para explicar como uma ação criminosa pode se suceder. Em suma, o agente pondera se a utilidade esperada de cometer um crime é maior que a utilidade esperada de não cometê-lo. Os custos associados ao cometer um crime podem incluir ações coercitivas e maiores probabilidades de ser detectado na atividade criminosa, reduzindo a utilidade esperada da delinquência. Assim, um canal de efeito da iluminação pública sobre a criminalidade seria o de aumentar os seus custos via aumento da probabilidade de detecção. Exemplificando, uma testemunha teria mais nitidez em observar a ocorrência e identificar o criminoso, antecipando-se a isso, este último evitaria áreas mais iluminadas.

As evidências empíricas sobre o efeito da iluminação pública são variadas assim como os métodos utilizados. Welsh e Farrington (2008) fazem uma revisão de vários trabalhos sobre o tema, analisando estudos feitos nos EUA e Reino Unido, e concluem que mais iluminação pública pode reduzir a criminalidade, mas ressaltam que crimes à noite não caem mais que crimes à luz do dia. Parte da explicação dos autores para isso é que permeiam seria de que a cadeia de efeitos pode se dar de duas formas: áreas mais iluminadas podem aumentar a probabilidade de detecção do criminoso à noite, tendendo a ter mais efeito sobre crimes noturnos, por outro lado, também significa que estas mesmas áreas são as mais providas de investimentos em infraestrutura pública, fortalecendo o senso de comunidade, coesão e informação entre os residentes desta área, o que afastaria criminosos, e este canal afetaria tanto crimes a luz do dia quanto crimes noturnos. O segundo canal de efeito tem

parte do seu fundamento na teoria de desorganização social evitando o comportamento criminoso transgressor por meio de instituições locais (Peterson et al., 2000), na qual o papel da comunidade, localização da residência e variáveis socioeconômicas possuem papel crucial na manutenção da coesão social de forma a afastar a atividade criminal de vizinhanças. Em suma, seria possível explicar a criminalidade a partir de variáveis que captem tais instituições locais: desde quantidade de bares na região, o que atrairia comportamentos transgressores por consequência do uso abusivo de bebidas alcoólicas, a taxa de desemprego e falta de oportunidades de trabalho no mercado formal.

No contexto brasileiro Arvate et al. (2017) usa o “LUZ PARA TODOS”, um programa de fornecimento de energia elétrica do governo federal brasileiro, como instrumental e proxy para explicar variações exógenas em iluminação pública e taxa de homicídios como variável dependente. Os resultados indicaram queda nas taxas de homicídio em municípios que mais foram impactados pelo “LUZ PARA TODOS”. O uso de uma proxy como acesso a eletricidade para medir iluminação pública pode levar a erros de medida e ambiguidade na interpretação dos resultados: ao mesmo tempo que afirmam que maior acesso a eletricidade pode estar levando a mais iluminação pública, também citam que mais eletricidade pode estar mantendo as pessoas dentro de casa por mais tempo, diminuindo a probabilidade de serem vítimas de crimes nas ruas, pois agora consomem produtos que antes não tinham acesso com o advento da eletricidade, como televisões.

Chalfin et al. (2021) inovam ao realizar um experimento aleatório: em parceria com a cidade de Nova York, foram alocadas aleatoriamente centenas de postes de iluminação pública temporários em alguns bairros. Determinaram-se um grupo de bairros tratados, que receberam postes de iluminação, e outros de controle, os quais não receberam iluminação. Sendo a variável dependente um índice de crimes que englobam desde roubos e homicídios, os autores concluem com o experimento que houve queda na criminalidade. Ainda que inédito em método para o tema o estudo em questão, é ressaltado que os postes de iluminação temporários emitem luminosidade

mais alta que os postes comuns e permanentes, assim, caso tal política fosse definitiva nos bairros tratados, não daria para afirmar que o efeito seria o mesmo que o visto pelo estudo. Ademais, é indicado que os efeitos de longo prazo da política não são possíveis de conhecer em vista do caráter experimental e temporário.

Apesar dos estudos referenciados, nenhum trabalho foi encontrado no qual uma variável de iluminação pública é construída a partir de dados de sensoriamento remoto de luzes noturnas. Aqueles encontrados que tangenciam o tema são Zhou et al. (2019) e Liu et al. (2020), ambos diferenciam-se apenas na escolha do satélite mas com metodologia semelhante, no qual o objetivo é analisar se áreas de “borda” nas cidades pesquisadas são locais com mais criminalidade. Essas “bordas” (*edges*) seriam áreas de transição, como uma “fronteira” entre bairros diferentes dominados por grupos criminosos inimigos, onde haveria falta de coesão social e vulnerabilidade socioeconômica permitindo oportunidades para criminosos agirem mais facilmente. Para definir essas áreas, os autores calculam os gradientes de luzes noturnas, isto é, a maior diferença na radiância de luzes noturnas entre um pixel e suas áreas adjacentes. No exemplo de fronteiras entre bairros as áreas de “borda” seriam aquelas com baixa radiância de luz noturna envolta de pontos de alta radiância, pontos estes que seriam justamente os bairros os quais possuem maior atividade humana, logo, o gradiente de luz noturna será alto nestas “bordas” dada a diferença de luminosidade. A unidade amostral utilizada é o setor censitário, de onde também se obtém variáveis demográficas e de renda e se constrói a *cross-section* para as regressões. Ambos estudos encontraram evidências favoráveis de que áreas de “borda” têm mais criminalidade, principalmente quando se trata de taxa de roubo a domicílios (*burglary*), de forma que a variável de gradiente de luz noturna conseguiu trazer ganho informacional nos modelos de regressão com variável dependente sendo taxas de roubo e assalto.

Parte da metodologia deste trabalho será baseado no que foi feito em Zhou et al. (2019) e Liu et al. (2020), no qual a escolha por estudar a nível de

setor censitário e utilizar dados de satélite para sensoriamento remoto de luzes noturnas foram importantes para a elaboração da análise.

3 METODOLOGIA E DESCRIÇÃO DOS DADOS

3.1 DADOS E VARIÁVEIS

Como variável dependente será utilizado a taxa de crimes por 1000 habitantes por setor censitário na cidade de São Paulo, sendo as tipificações de crime apenas a soma de furto e roubos visto que eram os únicos disponíveis na base de dados. As ocorrências de crimes são todas aquelas registradas no ano de 2012. A fonte provém do “Banco de Dados do sistema de Registro Digital de Ocorrências da Polícia Civil”, fornecido pela Secretaria de Segurança Pública do Estado de São Paulo via solicitação usando a Lei de Acesso à Informação. A base da Polícia Civil registra as ocorrências de crimes diários para todo o estado de São Paulo, identificando a tipificação do crime e até mesmo a latitude e longitude em que ocorreu o delito. Com o georreferenciamento de cada ocorrência foi possível agregar o nível de criminalidade por setor censitário para posteriormente obter a taxa de crimes usando os dados de população no setor. Para os setores que não verificaram ocorrência de roubos ou furtos na base original foi atribuído o número zero para a observação. Na tabela 1 estão algumas estatísticas descritivas da taxa de crimes.

Tabela 1 - Estatísticas descritivas das variáveis

Variáveis	Mínimo	Máximo	Mediana	Média	Desvio-padrão
Taxa de crimes por 1000 habitantes	0	2500	3,42	12,3	54,98
Radiância de luzes noturnas	0	173,81	44,57	47,57	17,96
Renda média por domicílio (log)	5,14	11,61	8,45	8,59	0,67
Taxa de domicílios alugados	0	1	0,23	0,24	0,12
Taxa de analfabetos	0,51	1	0,91	0,9	0,05
Taxa de pretos e pardos	0	1	0,35	0,35	0,2
Taxa homens jovens (18 a 29 anos)	0	0,37	0,1	0,1	0,02
Taxa de pobres (< 1 salário mínimo)	0	1	0,42	0,41	0,11

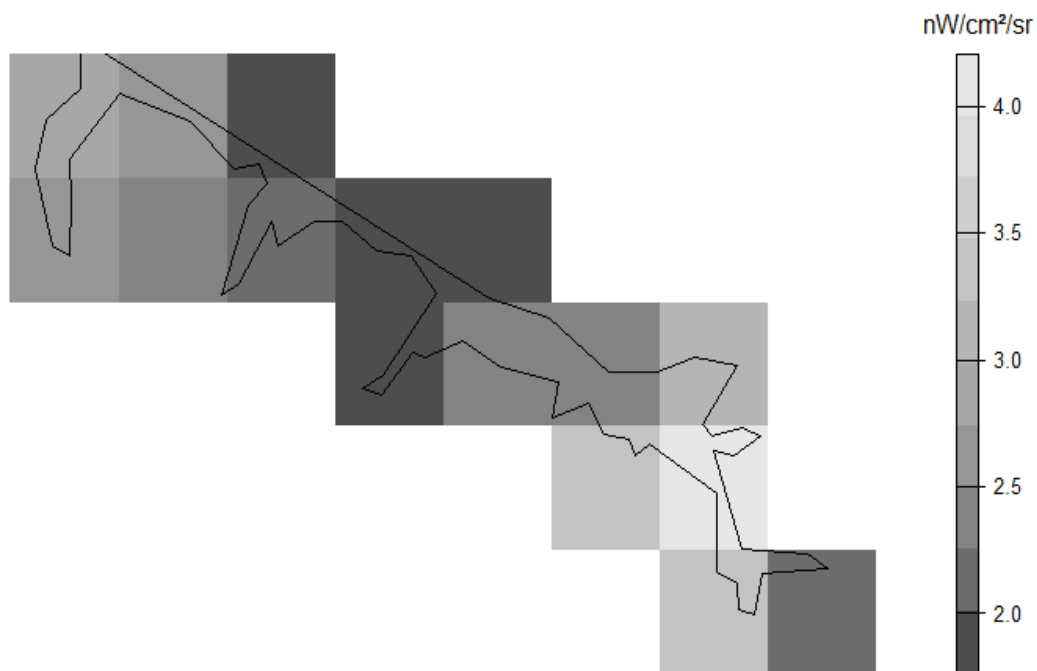
Fonte: Elaborada pelo autor.

A variável independente principal será a média da radiância de luzes noturnas ponderada pela fração da área do *raster* de radiância que está dentro do setor censitário (*ilum_publica*). A unidade de medida da radiância é o nanowatt por centímetro quadrado por esferorradiano (nW/cm²/sr). A radiância é a quantidade de radiação eletromagnética emitida de um corpo, ou seja, quanto maior a radiância maior a quantidade de luz emitida em determinada área, por conseguinte, este trabalho assumirá que áreas mais iluminadas seriam aquelas com mais capacidade de iluminação pública nos espaços urbanos. Para exemplificar a operacionalização da variável, o gráfico 1 mostra um setor censitário localizado na zona sul de São Paulo no distrito de Marsilac e sua radiância de luzes noturnas representado pelos *rasters*. Cada *raster* tem um valor de radiância atribuído e é um quadrado que possui 500 metros de lado. Pela lógica da ponderação da fração da área do *raster*, aqueles que têm maior parte de sua área no polígono do setor censitário terão mais peso para o cálculo da média da radiância no setor, o qual teve uma média de 2,64 nW/cm²/sr.

A fonte dos dados de sensoriamento remoto é do satélite *Suomi NPP Visible Infrared Imaging Radiometer Suite* (NPP-VIIRS), voltado à captação de luzes noturnas de origem antropogênica. O *Earth Observation Group (EOG)* da *Colorado School of Mines* disponibiliza séries anuais e mensais dos produtos da NPP-VIIRS após um processamento destes dados, o qual remove incêndios

florestais, nuvens, *outliers*, etc. (o processamento mais elaborado está disponível apenas para as séries anuais) de forma a manter apenas a luminosidade noturna de origem humana (Elvidge et al., 2021). A operacionalização da variável de radiância foi realizada usando a linguagem de programação *R* com os pacotes de funções *terra* e *sf* voltados ao processamento de dados geoespaciais. Vale ressaltar que o sensoriamento de luzes noturnas é cada vez mais usado para o estudo de ocupações humanas (Gibson et al., 2021), sendo possível estimar desde o PIB (Ustaoglu; Bovkir; Aydinoglu, 2020) a densidade populacional de regiões (Wang et al., 2020) por meio do processamento dessas imagens.

Gráfico 1 - Luminosidade noturna em setor censitário, zona sul de São Paulo, 2012

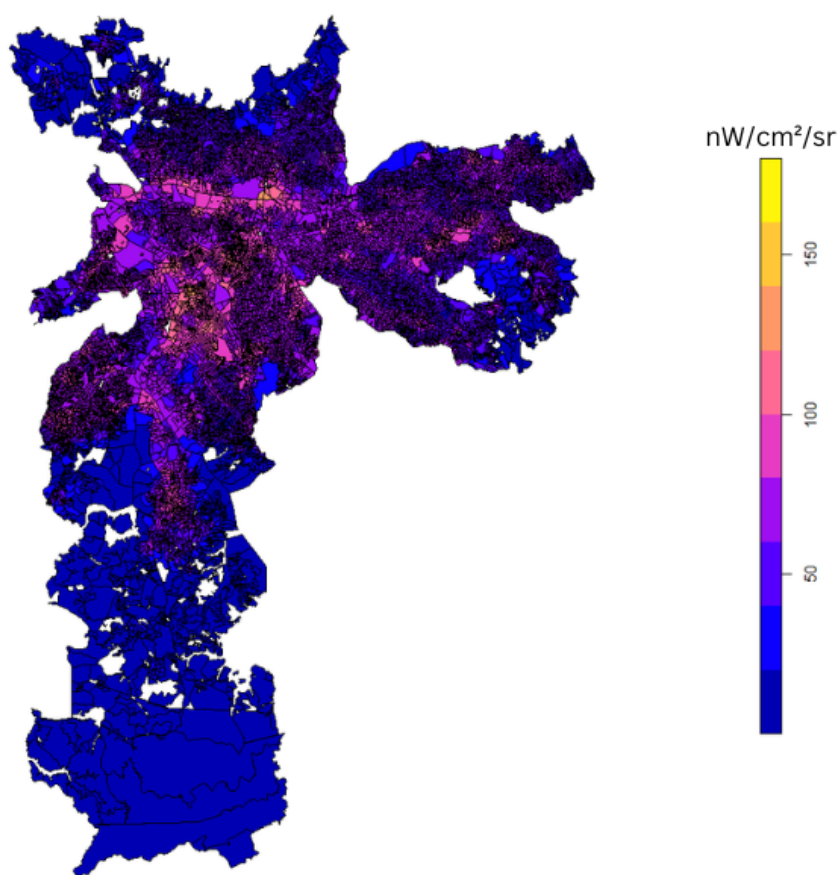


Fonte: Elaborado pelo autor.

O gráfico 2 mostra a média da radiância por setor censitário na cidade de São Paulo em 2012. Repare como as áreas mais densamente urbanizadas como o centro têm setores com maior radiância devido a maior luminosidade

noturna emitida pela maior presença humana, por outro lado, na zona sul, a radiância é quase zero devido a grande cobertura florestal e reduzida população humana. Há alguns setores dentro do município que estão em branco pois são aqueles que não possuem população registrada no censo de 2010 (IBGE, 2010) e portanto estão fora da amostra. A tabela 1 destaca algumas estatísticas descritivas para a variável de radiância.

Gráfico 2 - Mapa da média da luminosidade noturna em São Paulo por setor censitário, 2012



Fonte: Elaborado pelo autor.

Por mais que se tenha uma série de radiância de luzes noturnas de 2012 a 2021 se optou por apenas usar a imagem de 2012 devido a maior proximidade da data de coleta das variáveis de controle obtidas do censo de 2010 do IBGE, desta forma, tem-se uma *cross-section* com valores mais precisos e síncronos.

As variáveis de controle usadas serão: taxa de homens jovens de 18 a 29 anos (*tx_homens_jovens*), logaritmo da renda média nominal por domicílio (*log_renda_p_dom*), taxa de pretos e pardos (*tx_pretos_pardos*), uma *dummy* identificando se o setor censitário é um grupo de domicílios irregulares como favelas (*favela*), taxa de pessoas alfabetizadas (*tx_alfab*), taxa de domicílios alugados (*tx_dom_alugados*) e taxa de pessoas com mais de 10 anos vivendo com menos de 1 salário mínimo (*tx_lower_min_wage*).

Todas variáveis de controle foram obtidas do censo de 2010 a nível de setor censitário (IBGE, 2010) sendo *log_renda_p_dom* e *tx_lower_min_wage* construídas com valores monetários em reais de 2010. Tais variáveis têm como fim medir o grau de desorganização e desvantagem social na unidade de análise, reproduzindo, em parte, o que é feito em Zhou et al. (2019), Liu et al. (2020) e Peterson et al. (2000). O logaritmo da renda média nominal é necessário dada a grande dispersão da variável original (vide tabela 1) de forma a obter uma distribuição menos enviesada e não influenciar nos coeficientes estimados das outras explicativas. A razão para o uso da taxa de pretos e pardos é de que esse grupo tenderia a cometer mais crimes de roubos e furtos para obter renda em vista de possuírem historicamente menores rendimentos no mercado de trabalho legal, assim, a atividade criminosa será relativamente mais atrativa a esses grupos, o que é condizente com a teoria elaborada por Becker (1968). Já a taxa de homens jovens é em vista de evidências na literatura de que o aumento dessa demografia tem relação com maior atividade criminosa (Murray, 2013) (Peterson et al., 2000). Se é assentamento irregular ou não, taxa de pessoas com mais de 10 anos vivendo com menos de 1 salário mínimo, taxa de alfabetizados, logaritmo da renda média nominal por domicílios e taxa de domicílios alugados buscam medir a capacidade das instituições locais em controlar a atividade transgressora criminosa (Peterson et al., 2000). É esperado, portanto, que um aumento da taxa de crimes aconteça se a taxa de pretos e pardos aumentar, se a taxa de homens jovens aumentar, se a taxa de alfabetizados cair, se a renda média por domicílio cair, se a taxa de domicílios alugados aumentar, se o setor censitário

for um assentamento irregular e se a taxa de pessoas vivendo com menos de 1 salário mínimo aumentar.

3.2 MODELO

Osgood (2000) argumenta que quando a taxa de crime é construída a partir de uma amostra com número relativamente baixo de ocorrências o uso de mínimos quadrados ordinários para estimar um modelo de regressão linear pode violar a premissa de homocedasticidade. Além disso, a distribuição enviesada da taxa de crimes para valores próximos de zero pode ser um sinal de que os erros não serão estatisticamente normais e simétricos num modelo por mínimos quadrados ordinário. Diante disso, é possível assumir que a taxa de crimes também seguirá uma distribuição de *Poisson* e não apenas a contagem de ocorrências, assim, a variável dependente y terá a seguinte distribuição de probabilidade (Wooldridge, 2013, p. 605):

$$P(y = h | x) = \exp[-\exp(x\beta)][\exp(x\beta)]^h / h! \quad (1)$$

Sendo x a matriz $n \times k$ das variáveis explicativas, β a matriz $k \times 1$ dos coeficientes, $E(y | x) = \exp(x\beta)$ a média de y condicional a x e $h \geq 0$, onde n é o tamanho da amostra e k o número de variáveis explicativas. Definida a distribuição de y , os parâmetros β são estimados a partir do método de máxima verossimilhança.

A distribuição de *Poisson* requer que $E(y | x) = Var(y | x)$, porém, tem-se uma variável de taxa de crimes com média amostral 12,3 e variância amostral 3022,8 (tabela 1), uma diferença considerável. Apesar disso, uma regressão linear considerando uma *Poisson* na variável dependente ainda resulta em coeficientes consistentes e assintoticamente normais (Wooldridge, 2013, p. 606).

Para avaliar se há ganho informacional ao inserir a variável de radiância de luzes noturnas serão estimados dois modelos: sendo o modelo 1 com apenas as variáveis de controle como explicativas e o modelo 2 com variável

de radiância de luzes noturnas mais as variáveis de controle. Desta forma, será possível analisar se a iluminação pública traz ganhos informacionais para explicar a taxa de criminalidade ao ser incluída no modelo 2, para isso será feito o teste da razão de verossimilhança (*likelihood ratio test*) (Wooldridge, 2013, p. 588-589 e 607).

Seguem as equações que serão estimadas, lembrando que $E(y | x) = y$:

Modelo 1 restrito: $y = \exp(\beta_0 + \beta_C * C)$

Modelo 2 irrestrito: $y = \exp(\beta_0 + \beta_1 * ilum_publica + \beta_C * C)$

Sendo β_0 o intercepto que varia entre os dois modelos, β_1 o coeficiente da variável de iluminação pública que é o objeto de estudo, β_C uma matriz 7 x 1 que representa todos os coeficientes das variáveis de controle e C uma matriz $n \times 7$ com os valores da amostra das variáveis de controle com n sendo o tamanho da amostra.

4 RESULTADOS

O quadro 1 mostra os resultados das regressões lineares de *Poisson* para o modelo 1 e modelo 2, assim como a estatística do teste de razão de verossimilhança e seu p-valor. Os coeficientes estão representando a razão da taxa de incidência (*incidence rate ratio*) que são obtidas após a exponenciação natural dos valores originais. Se a razão da taxa de incidência for maior que 1 o efeito é positivo sobre y , se for menor que 1 é negativo.

Apesar da maioria das variáveis possuírem alta significância estatística para nível de significância de 0,01% em ambos modelos, os coeficientes não são os esperados para algumas, como é o caso da iluminação pública, *dummy* de assentamento irregular, taxa de pretos e pardos, taxa de alfabetizados (apenas modelo 1) e taxa de pessoas vivendo com menos de 1 salário mínimo. Com destaque para a *dummy favela* que estima que os setores censitários com assentamentos irregulares tem, em média, taxa de crimes 56%¹ menores que

¹ $(0,432 - 1) \times 100 = 56 \%$

os setores com domicílios regulares no modelo 1 e 72%² menor no modelo 2, o que é um efeito longe do esperado dado que a teoria da desorganização social argumenta que áreas com vulnerabilidade socioeconômica tendem a ter mais criminalidade. Além disso, após a inserção da variável de iluminação pública outras acabam tendo mudanças de efeito no modelo 2 que é o caso da taxa de homens jovens e a taxa de alfabetizados. Essa mudança poderia ser um problema de multicolinearidade, mas a correlação de Pearson entre iluminação pública e taxa de alfabetizados é 0,48 e iluminação pública com taxa de homens jovens não chega a 0,1, o que não parece ser preocupante.

Já o teste de razão de verossimilhança mostra como a variável de iluminação pública trouxe ganho informacional ao ser inserida no modelo. O teste retorna estatística significativa como mostra o baixo p-valor que rejeita a hipótese nula de que a exclusão da variável de iluminação pública leve a uma queda estatisticamente significativa do logaritmo da função de verossimilhança do modelo 1 restrito. Mesmo assim, o efeito da variável de iluminação pública sobre a taxa de criminalidade não é o esperado pois o modelo 2 retorna efeito positivo, isto é, quanto mais iluminação pública no setor censitário mais criminalidade, e a significância estatística é alta demais para cogitar-se um coeficiente negativo em um teste unilateral. O coeficiente estima que o aumento de uma unidade de radiância está associado com um aumento de 3% na taxa de crimes, aproximadamente³.

² $(0,281 - 1) \times 100 = 72 \%$

³ $(1,032 - 1) \times 100 = 3,2\%$

Quadro 1 - Resultado da regressão

Variável dependente: Taxa de crimes por 1000 habitantes		
Variáveis explicativas	Modelo 1	Modelo 2
<i>ilum_publica</i>	-	1,032***
<i>favela</i>	0,432***	0,281***
<i>tx_homens_jovens</i>	10,517***	0,346***
<i>tx_pretos_pardos</i>	0,325***	0,356***
<i>log_renda_p_dom</i>	0,9***	0,567***
<i>tx_dom_alugados</i>	11,418***	4,393***
<i>tx_alfab</i>	1,065	0,281***
<i>tx_lower_min_wage</i>	0,124***	0,436***
constante	38,533***	1461,822***
Legenda: *** $p < 0.01$, ** $p < 0.05$, * $p < 0.1$		
Teste de razão de verossimilhança: $\chi^2(1) = 55856$, Prob > $\chi^2(1) = 0.0000$		
Tamanho da amostra: 15,525		

Fonte: Elaborado pelo autor.

5 CONCLUSÃO

O objetivo deste trabalho foi verificar a hipótese de efeito negativo da iluminação pública sobre a taxa de criminalidade, contudo, os resultados obtidos não retornaram o esperado. Diante disso, valem algumas ponderações e sugestões.

As variáveis de controle usadas estão em consonância com aquelas usadas em estudos empíricos que buscam modelar crimes tendo como abordagem teórica a teoria da desorganização social, no entanto, algumas variáveis não retornaram o efeito esperado mesmo diante da significância estatística alta. Peterson et al. (2000) enfrentou problema parecido em seu modelo de criminalidade e explica que pode ser devido às variáveis socioeconômicas usadas não conseguirem captar ou medir a influência das instituições locais nas vizinhanças, as quais controlam e afastam o comportamento transgressor criminoso. Dessa forma, variáveis como a taxa de pretos e pardos e a *dummy* que identifica se o setor censitário é um

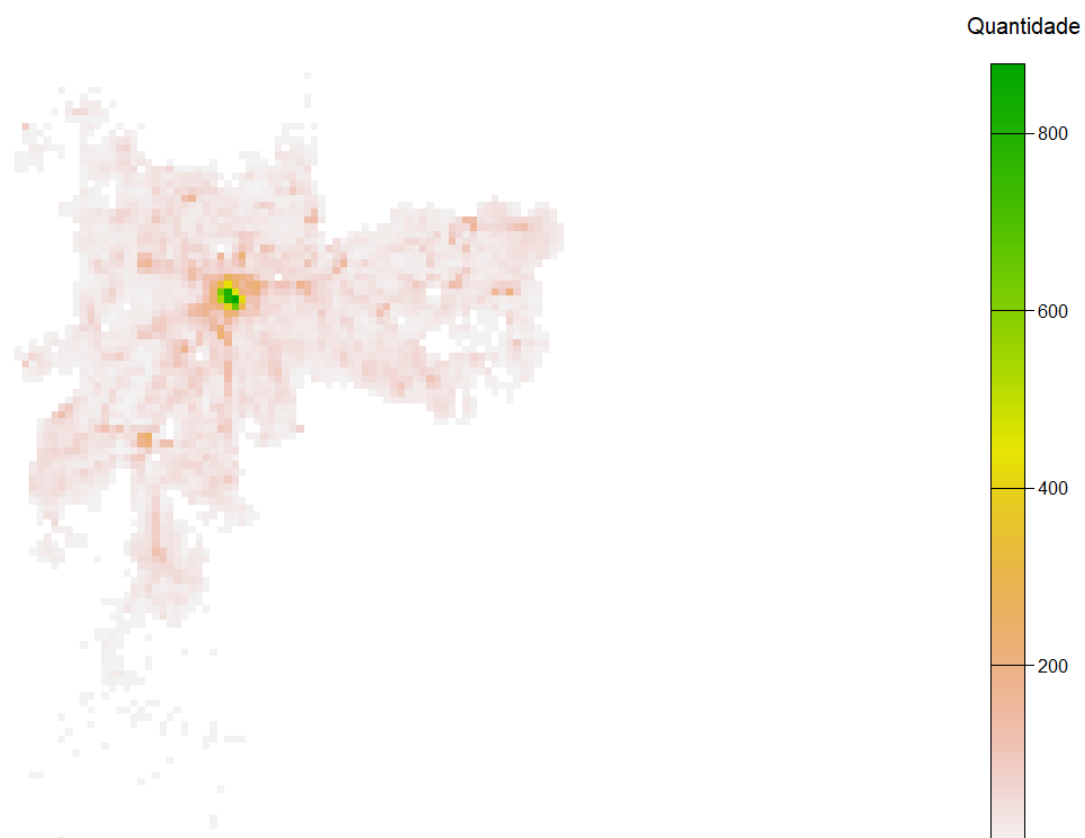
assentamento irregular não conseguem mensurar tais instituições ou até mesmo não fazem sentido para explicar criminalidade no contexto dos dados usados neste trabalho em vista da diferença da composição étnica-racial da população brasileira comparada com a americana.

Sobre o efeito não esperado da variável de iluminação pública na taxa de criminalidade foi feito o seguinte teste: como existe uma concentração da atividade criminosa nas áreas centrais da cidade de São Paulo seria razoável inferir que o efeito da iluminação pública nessa região não é capaz de inibir a criminalidade pois é uma região que possui mais setores com luminosidade mais homogênea, a qual pode ser vista no gráfico 2. No gráfico 3 é possível ver a concentração espacial das ocorrências de crimes na cidade de São Paulo, onde cada *raster* é um quadrado de 600 metros de lado, aproximadamente, com destaque aos *rasters* com maiores valores na região central. Diante disso, foi testado o modelo 2 para uma amostra reduzida que apenas inclui os setores censitários com assentamentos irregulares que são mais pobres e tendem a se localizar em áreas mais afastadas do centro mais homogêneo de luminosidade, contudo, mesmo assim a variável de iluminação pública retornou coeficiente positivo e significativo.

Este trabalho não encontrou evidências de que iluminação pública tem efeito negativo sobre criminalidade, porém, há espaço para novas pesquisas empíricas com outras bases públicas e novas metodologias. É de conhecimento público que as prefeituras registram cada poste de iluminação pública em seus municípios e tal informação poderia ser obtida para pesquisa via lei de acesso à informação ou em bases públicas abertas, permitindo dados mais precisos da iluminação pública em cada rua, como a densidade de postes em funcionamento por bairro. Ademais, algumas cidades nos últimos anos trocaram suas lâmpadas antigas por lâmpadas de *LED* que possuem maior luminosidade por área e durabilidade maior, o que permite estudos experimentais com novas metodologias e mais dados. Apesar deste estudo ter tido acesso a séries de radiância de luzes noturnas de 2012 a 2021, optou-se por uma *cross-section* usando dados da radiância de 2012 devido a ausência de informações socioeconômicas por setor censitário para outros anos dado

que o censo é feito a cada 10 anos, além de que em 2020 não aconteceu o novo recenseamento. Com a divulgação dos dados do novo censo, uma modelagem com dados em painel é uma possibilidade.

Gráfico 3 - Concentração espacial das ocorrências de crimes em *raster* de 600 metros, São Paulo, 2012



Fonte: Elaborado pelo autor.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARVATE, Paulo; FALSETE, Filipe Ortiz; RIBEIRO, Felipe Garcia; SOUZA, André Portela. Lighting and Homicides: Evaluating the Effect of an Electrification Policy in Rural Brazil on Violent Crime Reduction. **Journal of Quantitative Criminology**, [S. l.], v. 34, n. 4, p. 1047–1078, 2017. DOI: 10.1007/s10940-017-9365-6. Acesso em: 26 out. 2022.

BECKER, Gary S. Crime and Punishment: an Economic Approach. *In: The Economic Dimensions of Crime*. London: Palgrave Macmillan UK, 1968. p. 13–68. Disponível em: http://dx.doi.org/10.1007/978-1-349-62853-7_2. Acesso em: 26 out. 2022.

CERQUEIRA; DE CASTRO, Daniel Ricardo; CARVALHO; DE, Alexandre Xavier Ywata; LOBÃO; ARAÚJO, Waldir Jesus; RODRIGUES; IMANISHI, Rute. **Análise dos custos e conseqüências da violência no Brasil**. 2007. Disponível em: <http://repositorio.ipea.gov.br/handle/11058/1824>.

CHALFIN, Aaron; HANSEN, Benjamin; LERNER, Jason; PARKER, Lucie. Reducing Crime Through Environmental Design: Evidence from a Randomized Experiment of Street Lighting in New York City. **Journal of Quantitative Criminology**, [S. l.], v. 38, n. 1, p. 127–157, 2021. DOI: 10.1007/s10940-020-09490-6. Acesso em: 31 out. 2022.

ELVIDGE, Christopher D.; ZHIZHIN, Mikhail; GHOSH, Tilottama; HSU, Feng-Chi; TANEJA, Jay. Annual Time Series of Global VIIRS Nighttime Lights Derived from Monthly Averages: 2012 to 2019. **Remote Sensing**, [S. l.], v. 13, n. 5, p. 922, 2021. DOI: 10.3390/rs13050922. Acesso em: 15 out. 2022.

GIBSON, John; OLIVIA, Susan; BOE-GIBSON, Geua; LI, Chao. Which night lights data should we use in economics, and where? **Journal of Development Economics**, [S. l.], v. 149, p. 102602, 2021. DOI: 10.1016/j.jdeveco.2020.102602. Acesso em: 5 nov. 2022.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo Brasileiro de 2010**. Rio de Janeiro: IBGE, 2010.

LIU, Lin; ZHOU, Hanlin; LAN, Minxuan; WANG, Zengli. Linking Luojia 1-01 nightlight imagery to urban crime. **Applied Geography**, [S. l.], v. 125, p. 102267, 2020. DOI: 10.1016/j.apgeog.2020.102267. Acesso em: 31 out. 2022.

MENA, Fernanda. Mais da metade dos moradores das cidades de SP e Rio quer se mudar, aponta Datafolha. **Folha de S.Paulo**, [S. l.], 2022. Disponível em:

<https://www1.folha.uol.com.br/cotidiano/2022/04/mais-da-metade-dos-moradores-das-cidades-de-sp-e-rio-quer-se-mudar-aponta-datafolha.shtml>. Acesso em: 25 out. 2022.

MURRAY, Joseph; CERQUEIRA, Daniel Ricardo de Castro; KAHN, Tulio. Crime and violence in Brazil: Systematic review of time trends, prevalence rates and risk factors. **Aggression and Violent Behavior**, [S. l.], v. 18, n. 5, p. 471–483, 2013. DOI: 10.1016/j.avb.2013.07.003. Acesso em: 8 nov. 2022.

OSGOOD, Donald Wayne. Poisson-Based Regression Analysis of Aggregate Crime Rates. **Journal of Quantitative Criminology**, [S. l.], v. 16, n. 1, p. 21–43, 2000. DOI: 10.1023/A:1007521427059.

PERES, Maria Fernanda Tourinho; VICENTIN, Diego; NERY, Marcelo Batista; LIMA, Renato Sérgio De; SOUZA, Edinilsa Ramos De; CERDA, Magdalena; CARDIA, Nancy; ADORNO, Sérgio. Queda dos homicídios em São Paulo, Brasil: uma análise descritiva. **Revista Panamericana de Salud Pública**, [S. l.], v. 29, n. 1, p. 17–26, 2011. DOI: 10.1590/s1020-49892011000100003. Acesso em: 25 out. 2022.

PESCARINI, Fábio. Veja a lista das 30 cidades mais violentas do Brasil, segundo anuário. **Folha de S.Paulo**, [S. l.], 2022. Disponível em: <https://www1.folha.uol.com.br/cotidiano/2022/06/veja-a-lista-das-30-cidades-mais-violentas-do-brasil-segundo-anuario.shtml>. Acesso em: 25 out. 2022.

PETERSON, Ruth D.; KRIVO, Lauren J.; HARRIS, Mark A. Disadvantage and Neighborhood Violent Crime: Do Local Institutions Matter? **Journal of Research in Crime and Delinquency**, [S. l.], v. 37, n. 1, p. 31–63, 2000. DOI: 10.1177/0022427800037001002. Acesso em: 15 nov. 2022.

SECRETARIA DE SEGURANÇA PÚBLICA DO ESTADO DE SÃO PAULO, Dados Estatísticos do Estado de São Paulo. Estatísticas. [S. l.], 2022. Disponível em: <https://www.ssp.sp.gov.br/Estatistica/Pesquisa.aspx>. Acesso em: 20 out. 2022.

USTAOGU; BOVKIR; AYDINOGLU. Spatial distribution of GDP based on integrated NPS-VIIRS nighttime light and MODIS EVI data: a case study of Turkey. **Environment, Development and Sustainability**, [S. l.], v. 23, n. 7, p. 10309–10343, 2020. DOI: 10.1007/s10668-020-01058-5.

WANG, Yunchen; HUANG, Chunlin; ZHAO, Minyan; HOU, Jinliang; ZHANG, Ying; GU, Juan. Mapping the Population Density in Mainland China Using NPP/VIIRS and Points-Of-Interest Data Based on a Random Forests Model. **Remote Sensing**, [S. l.], v. 12, n. 21, 2020. DOI: 10.3390/rs12213645.

WELSH, Brandon C.; FARRINGTON, David P. Effects of Improved Street Lighting on Crime. **Campbell Systematic Reviews**, [S. l.], v. 4, n. 1, p. 1–51, 2008. DOI: 10.4073/csr.2008.13. Acesso em: 26 out. 2022.

WOOLDRIDGE, Jeffrey M. **Introductory Econometrics: A Modern Approach**. 5th. ed. [s.l.] : Cengage Learning, 2013.

WORTLEY, Richard; TOWNSLEY, Michael. **Environmental Criminology and Crime Analysis**. 2nd. ed. [s.l.] : Taylor & Francis, 2016. p. 280–303. Acesso em: 27 out. 2022.

ZHOU, Hanlin; LIU, Lin; LAN, Minxuan; YANG, Bo; WANG, Zengli. Assessing the Impact of Nightlight Gradients on Street Robbery and Burglary in Cincinnati of Ohio State, USA. **Remote Sensing**, [S. l.], v. 11, n. 17, p. 1958, 2019. DOI: 10.3390/rs11171958. Acesso em: 31 out. 2022.