UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
FACULDADE DE FILOSOFIA E CIÊNCIAS HUMANAS
CURSO DE GRADUAÇÃO EM GESTÃO PÚBLICA

Daniel Vilaça

A redução da criminalidade noturna devido à melhoria na iluminação pública: um estudo caso sobre a Parceria Público-Privada (PPPs) de Carmo do Cajuru

Belo Horizonte
2023

Daniel Vilaça

A redução da criminalidade noturna devido à melhoria na iluminação pública: um estudo caso sobre a Parceria Público-Privada (PPPs) de Carmo do Cajuru

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Colegiado de Coordenação Didática do Curso de Gestão Pública da Universidade Federal de Minas Gerais como requisito parcial para obtenção de título de Bacharel em Gestão Pública.

Orientador: Prof.ª Dra. Ludmila Mendonça Lopes Ribeiro

Belo Horizonte

2023

RESUMO

Este estudo investigou a relação entre a iluminação pública e a redução da criminalidade em três municípios: Carmo do Cajuru, Abaeté e Itapecerica. Utilizando a abordagem de diferenças em diferenças (DID), analisou-se a variação das taxas de criminalidade noturna após a implementação de melhorias na iluminação. Os resultados revelaram tendências distintas entre os municípios. Em Carmo do Cajuru, houve uma redução significativa da criminalidade noturna, atribuída à melhoria da iluminação que criou um ambiente mais seguro. Já em Abaeté e Itapecerica, não foi observada uma redução significativa na taxa de criminalidade noturna após as melhorias na iluminação. Esses resultados indicam que outros fatores podem influenciar a ocorrência de crimes nesses municípios. Conclui-se que a relação entre iluminação pública e redução da criminalidade é complexa e depende de fatores contextuais. Abordagens complementares, como medidas socioeconômicas e uso de câmeras de vigilância, podem ser necessárias para enfrentar os desafios em Abaeté e Itapecerica.

PALAVRAS-CHAVE: iluminação pública; redução da criminalidade; diferenças em diferenças; Carmo do Cajuru; taxa de criminalidade noturna; cidade inteligente.

ABSTRACT

This study investigated the relationship between public lighting and crime reduction in three municipalities: Carmo do Cajuru, Abaeté, and Itapecerica. Using the difference-in-differences (DID) approach, the variation in nighttime crime rates after the implementation of lighting improvements was analyzed. The results revealed distinct trends among the municipalities. In Carmo do Cajuru, there was a significant reduction in nighttime crime, attributed to improved lighting that created a safer environment. However, in Abaeté and Itapecerica, no significant reduction in nighttime crime rate was observed after the lighting improvements. These results suggest that other factors may influence crime occurrence in these municipalities. It is concluded that the relationship between public lighting and crime reduction is complex and dependent on contextual factors. Complementary approaches, such as socioeconomic measures and the use of surveillance cameras, may be necessary to address the challenges in Abaeté and Itapecerica.

Key-words: public lighting; crime reduction; differences-in-differences; Carmo do Cajuru; nighttime crime rate; smart city.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO 4
2 A INFLUÊNCIA DO AMBIENTE NAS TOMADAS DE DECISÕES: ILUMINAÇÃO PÚBLICA E DINÂMICA DE CRIME 6
3 AS PARCERIAS PÚBLICO PRIVADAS, O PROJETO DE CIDADE INTELIGENTE E O MUNICÍPIO DE CARMO DO CAJURU 10
3.2 A Parceria Público Privada no município de Carmo do Cajuru 11
3.3 Contrato da PPP de Carmo do Cajuru 16
4 DADOS E MÉTODOS 17
4.1 A escolha dos municípios 17
4.2 A determinação dos dados e variáveis 19
4.3 A técnica de análise de dados 21
5 ANÁLISE DE DADOS 22
6 TESTE DE HIPÓTESE: O MODELO DE DIFERENÇA EM DIFERENÇAS 30
7 LIMITAÇÕES DO MODELO 32
8 CONSIDERAÇÕES FINAIS 33
REFERÊNCIAS 36

1 INTRODUÇÃO

A influência do ambiente no comportamento humano é uma questão explorada pela criminologia ambiental, conforme descrito no estudo de Melo (1991). Nesse contexto, intervenções que visam promover mudanças no espaço coletivo são consideradas atraentes devido ao potencial de impactar o comportamento e as ações humanas, podendo resultar em economias para o setor público. Nesse sentido, de acordo com dados do Portal da Transparência[1], o país gastou aproximadamente R$11,71 bilhões na área de segurança pública em 2022. Portanto, intervenções no ambiente urbano que desencorajem comportamentos indesejados, especialmente no âmbito criminal, são ações valiosas para o Estado.

Nesse contexto, a iluminação pública se destaca como um bem de domínio público amplamente presente no cotidiano dos cidadãos. Góis (2011), em seu estudo "Luzes na Cidade: sobre as Paisagens Luminosas e os Cenários Noturnos da Cidade do Rio de Janeiro", aborda o papel da iluminação pública adequada na orientação da dinâmica urbana durante a noite e na facilitação do deslocamento dos cidadãos. Fernandes (2016) destaca que a iluminação adequada traz uma sensação de segurança aos usuários e estimula a vitalidade do meio urbano, encorajando os moradores a aproveitarem mais a cidade e os comerciantes a manterem seus estabelecimentos abertos por mais tempo durante a noite. Por sua vez, Mascaró (2006) aborda a relação entre a iluminação pública noturna e a segurança do usuário, enquanto Gärtner (2008) explora como espaços públicos noturnos mal planejados podem intensificar a violência. Além disso, estudos realizados por Chalfin *et al*. (2021) demonstram que a presença de iluminação pública está associada à redução da criminalidade em espaços públicos.

A partir desses estudos, é possível se indagar acerca da eficácia de mudanças no ambiente físico como políticas públicas para a redução da criminalidade, sendo este o problema que o presente Trabalho de Conclusão de Curso pretende abordar. Assim, neste contexto, este estudo concentrou-se na possível redução da criminalidade por meio da melhoria da iluminação pública, partindo do pressuposto de que a modificação dos espaços urbanos pode influenciar o comportamento humano. Como estudo de caso, será abordada a Parceria Público-Privada de Cidade Inteligente no município de Carmo do Cajuru, reconhecida em 2022 pela UNECE como um exemplo de sucesso mundial[2]. Essa PPP de Cidade Inteligente é referência no setor de

[1] Disponível em: https://portaldatransparencia.gov.br/funcoes/06-seguranca-publica?ano=2022.
[2] Este reconhecimento ocorreu em 06 de maio de 2022 durante o Fórum Internacional de Parcerias Público-Privadas da UNECE, realizado em Barcelona, Espanha.

infraestrutura urbana, pois reúne três serviços em uma única concessão, algo inédito no país até então.

A utilização dos dados obtidos por meio do Registro de Eventos da Defesa Social (REDS) é justificada devido à sua relevância na testagem da hipótese de que melhorias na iluminação pública podem reduzir a criminalidade. Esses dados são essenciais para obter informações objetivas sobre a ocorrência de crimes nos municípios estudados, possibilitando uma análise quantitativa e abrangente dos eventos criminais. Ao utilizar os registros de denúncias e ocorrências contidos no REDS, é possível obter uma visão ampla dos diferentes tipos de crimes que ocorrem nas áreas de estudo, tais como crimes contra a pessoa, crimes contra o patrimônio e tráfico. Essas informações são cruciais para examinar a relação entre a iluminação pública e a criminalidade, pois permitem identificar se existe uma tendência de redução ou aumento de crimes em áreas com diferentes níveis de iluminação. Além disso, a utilização desses dados é respaldada pela Lei Geral de Acesso a Informações Públicas[3], que estabelece o direito de acesso a informações públicas, incluindo dados relacionados à segurança pública. Portanto, a obtenção dos registros do REDS por meio dessa legislação fortalece a confiabilidade e a legitimidade dos dados utilizados nesta monografia.

Os dados utilizados para o teste de causalidade foram coletados nos municípios de Itapecerica e Abaeté devido à similaridade dos contextos urbanos e das características socioeconômicas dessas localidades, o que proporciona uma base sólida para a análise comparativa. Além disso, a metodologia empregada neste estudo para comprovar a relação entre iluminação pública e criminalidade é o método *DIF-in-DIF* (*Differences-in-Differences*). Por meio desse método, será possível comparar as mudanças na incidência de crimes antes e depois da implementação das melhorias na iluminação pública nos municípios selecionados. Essa abordagem permite controlar variáveis não observadas e considerar as diferenças entre as áreas de estudo, fornecendo uma análise mais precisa do impacto da iluminação pública na redução da criminalidade (KONDO *et al*., 2015).

Em resumo, ao utilizar os dados do REDS e o método *DIF-in-DIF*, a validade e a confiabilidade do estudo são reforçadas, permitindo uma análise embasada e uma contribuição significativa para o campo de estudos sobre segurança pública e planejamento urbano. Este

[3] "A Lei nº 12.527/2011 regulamenta o direito constitucional de acesso às informações públicas. Essa norma entrou em vigor em 16 de maio de 2012 e criou mecanismos que possibilitam a qualquer pessoa, física ou jurídica, sem necessidade de apresentar motivo, o recebimento de informações públicas dos órgãos e entidades. Disponível em: https://www.gov.br/aeb/pt-br/acesso-a-informacao/lei-de-acesso-a-informacao#:~:text=A%20Lei%20n%C2%BA%2012.527%2F2011,p%C3%BAblicas%20dos%20%C3%B3rg%C3%A3os%20e%20entidades, acesso em 03 de outubro de 2023.

estudo será dividido em cinco seções, para além desta introdução. A primeira explorará a importância da iluminação pública como um potencial redutor da criminalidade noturna e seu papel em aumentar a sensação de segurança para os cidadãos, sendo apresentados estudos e pesquisas que evidenciam a relação entre a iluminação adequada e a redução de crimes. A segunda explica de forma breve o conceito de PPP e será apresentado o projeto desenvolvido em Carmo do Cajuru como um estudo de caso. Serão abordados os principais aspectos da Parceria Público-Privada e como ela foi implementada no contexto específico do município.

Na terceira seção é descrita a metodologia utilizada no estudo, incluindo as fontes de dados utilizadas e as técnicas empregadas na análise das informações. Em seguida, são apresentados os resultados obtidos a partir da análise dos dados coletados, destacando os principais achados e sua relevância sobre a relação entre a melhoria da iluminação pública e a redução da criminalidade. Por fim, são apresentadas as considerações finais, incluindo as limitações do estudo e possíveis recomendações para pesquisas futuras.

2 A INFLUÊNCIA DO AMBIENTE NAS TOMADAS DE DECISÕES: ILUMINAÇÃO PÚBLICA E DINÂMICA DE CRIME

A relação entre o ser humano e o ambiente é mutuamente influenciada, onde o ambiente afeta o comportamento humano e, por sua vez, o comportamento humano altera o ambiente (MELO, 1991). Essa interação é explorada por diversas áreas do conhecimento, como a economia comportamental e a psicologia ambiental. De maneira geral, o ambiente consiste em um conjunto de fatores externos que impactam o comportamento das pessoas (ELALI, 2009). Nesse contexto, focaremos no ambiente físico e sua influência. Por exemplo, de acordo com Melo (1991), sabe-se que a qualidade do ambiente físico de trabalho pode afetar a produtividade dos funcionários, assim como o ambiente familiar pode influenciar o bem-estar emocional dos moradores. No entanto, ainda não está claro em que medida as mudanças no ambiente físico podem contribuir para a redução da criminalidade.

Partindo desse questionamento e considerando a relação entre o ambiente e o indivíduo, Hope (1986) explorou temas além da influência do design de casas e prédios no comportamento individual, buscando compreender a dinâmica das comunidades, sua estruturação e o impacto que a infraestrutura urbana exerce nos níveis de criminalidade e na sensação de insegurança das pessoas (*apud* MELO, 1991, p. 93). Isso sugere que as ações das pessoas no espaço estão influenciadas tanto pela realidade quanto pela percepção subjetiva dessa realidade, afetando as

decisões individuais. Em suma, o ambiente exerce uma influência significativa no comportamento humano, moldando crenças, valores, atitudes e comportamentos.

Nesta perspectiva, compreende-se a existência de uma relação bidirecional entre pessoa e ambiente (ELALI, 2009). Nas palavras da autora:

> Cada local é caracterizado por uma ambiência singular, cuja construção é cotidiana e tem como base a articulação entre muitos fatores “visíveis” e “invisíveis” que o impregnam, muitos dos quais atuam de modo inconsciente sobre as pessoas que se encontram no local. (ELALI, 2009, p. 1)

Esses fatores têm influência tanto na interação direta do indivíduo com o ambiente (como a iluminação pública e a arborização) quanto na interação "indireta" ou subjetiva, como a sensação de insegurança. Essas dimensões do ambiente, combinadas com as características individuais, fornecem subsídios para a tomada de decisões. Portanto, é possível que as características sociais e físicas do meio urbano desempenhem um papel importante na geração de criminalidade.

Através do supracitado, compreende-se que a iluminação adequada pode desempenhar um papel importante na prevenção do crime. Primeiro, porque uma iluminação adequada pode aumentar a visibilidade em áreas públicas, como ruas, calçadas, praças e parques. A visibilidade melhora a percepção de segurança das pessoas, pois podem ver claramente o que está ao seu redor e identificar possíveis ameaças ou atividades suspeitas. Segundo, porque áreas bem iluminadas são menos atraentes para atividades criminosas, pois os infratores têm menos chances de passar despercebidos e serem pegos em flagrante. A presença de luz pode aumentar a sensação de vigilância e inibir comportamentos delituosos. Portanto, a eficácia da iluminação pública está relacionada não apenas à percepção individual, mas também ao funcionamento e ao uso dos espaços públicos durante a noite (BRAGATTO, 2013 *apud* BERTUZZI, 2021).

No entanto, para que as mudanças no ambiente físico por meio da iluminação pública possam efetivamente contribuir para a redução da criminalidade, é indispensável um replanejamento das cidades. A colocação estratégica de luzes, a escolha de iluminação de qualidade e a manutenção adequada são aspectos fundamentais para garantir um ambiente seguro e agradável. Portanto, é necessário aprender com os estudos que já abordaram esses problemas, buscando lições e melhores práticas para aplicar nas cidades.

Todas as cidades, independentemente de seu tamanho, compartilham a escuridão durante a noite e a preocupação com a segurança pública. Autores como Oscar Newman abordam a relação entre segurança pública e a tipologia das construções e tecidos urbanos em

seu trabalho "*Defensible Space*". Newman propõe que o design e o planejamento urbano podem influenciar a segurança e reduzir a criminalidade em áreas residenciais. A ideia central da teoria de Espaço Defensável é que o ambiente construído pode ser projetado para criar um senso de propriedade e controle por parte dos moradores, inibindo a atividade criminosa. Newman argumenta que certas características físicas e sociais do ambiente podem encorajar ou desencorajar a presença e o comportamento criminoso (NEWMAN, 1972).

Conforme a teoria dos espaços defensivos, existem quatro elementos-chave para criar espaços defensáveis: (I) territorialidade, (II) vigilância natural, (III) apropriação e (IV) manutenção. A territorialidade envolve os moradores sentindo-se proprietários e responsáveis por uma área específica. Isso pode ser alcançado por meio do design de espaços claramente delimitados e identificados como pertencentes a uma determinada comunidade. A vigilância natural aborda a criação de condições que permitam que os moradores observem e monitorem as atividades ao redor de suas residências, como o posicionamento adequado de janelas, portas e espaços abertos. O terceiro elemento, apropriação, incentiva o uso e a apropriação dos espaços públicos pelos moradores, tornando-os ativos e engajados em suas comunidades. Por fim, o conceito de manutenção envolve a conservação adequada dos espaços, incluindo limpeza, iluminação adequada, reparos e outras medidas que demonstram preocupação dos moradores com sua comunidade.

A teoria de Espaço Defensável de Oscar Newman teve um impacto significativo na concepção de bairros e comunidades, influenciando o planejamento urbano e a arquitetura. A ideia é que ao criar espaços defensáveis, com um maior senso de pertencimento e controle por parte dos moradores, é possível reduzir a criminalidade e melhorar a qualidade de vida nas áreas residenciais. Neste contexto, a iluminação pública pode ter um impacto significativo no comportamento individual, especialmente durante a noite, quando a escuridão pode ser percebida como uma ameaça, gerando sensação de insegurança (DANTAS; PERSIJN; JÚNIOR, 2007).

A política pública conhecida como "janelas quebradas", implementada em Nova Iorque nos anos 1990, é uma das abordagens que maneja a teoria do espaço defensável, de forma geral, e a iluminação pública de forma especial. Baseada na teoria da janela quebrada, apresentada por Wilson e Kelling (1982), este programa parte do pressuposto de que sinais de desordem e deterioração em um ambiente urbano, como janelas quebradas, grafites, lixo acumulado ou edifícios abandonados, podem encorajar a criminalidade e o comportamento antissocial. A metáfora da janela quebrada é utilizada para ilustrar como pequenos sinais de desordem e

negligência podem levar a um declínio gradual na qualidade do ambiente urbano e na percepção de segurança. Por exemplo, se uma janela é quebrada em um edifício e não é reparada, isso pode transmitir a mensagem de que ninguém se importa com aquela propriedade, encorajando outras formas de vandalismo e crimes (WILSON; KELLING, 1982 *apud* CARDOSO; RENNÓ, 2019).

Segundo a teoria da janela quebrada, o ambiente físico e a aparência de desordem enviam sinais de que normas sociais podem ser violadas e que há uma falta de controle. Esses sinais podem levar ao surgimento de comportamentos antissociais e criminais. A presença de desordem também pode afetar a percepção de segurança das pessoas, fazendo com que se sintam mais inseguras e desconfiadas. A abordagem da teoria da janela quebrada propõe que, ao lidar com a desordem urbana de forma rápida e eficaz, é possível interromper o ciclo de deterioração e prevenir o crime. Isso envolve a manutenção regular dos espaços públicos, a remodelação dos projetos de iluminação pública, o reparo de danos, a remoção de grafites e lixo, e a promoção de um ambiente limpo e bem cuidado.

A teoria da janela quebrada pode levar a uma abordagem excessivamente punitiva e focada na repressão, enquanto se concentra na identificação e punição dos desordeiros, negligenciando as causas subjacentes da criminalidade. Ao associar essa abordagem a programas de policiamento ostensivo, desconsideram-se os fatores sociais e econômicos que contribuem para a criminalidade.

Nesse contexto, a crítica de Rapoport (1977), conforme citada por Cardoso e Rennó (2019), destaca a importância de considerar a influência mútua entre cultura e ambiente construído. Rapoport (1977) argumenta que as formas físicas e os espaços arquitetônicos são expressões culturais que refletem os valores, crenças e práticas de uma sociedade. Ao levar em conta a cultura local no planejamento e projeto dos espaços urbanos, é possível criar ambientes mais adequados e significativos para as pessoas que os habitam, reduzindo possíveis tensões e comportamentos criminosos. Para Cardoso e Rennó (2019), o design urbano, a presença de desordem, a influência cultural, a iluminação pública e a criminalidade estão interligadas. Um ambiente construído bem planejado, que promova o senso de controle, respeite a cultura local e ofereça uma iluminação adequada, pode contribuir para a prevenção do crime e aumentar a segurança nas comunidades.

Nesta lógica, Ken Pease (1999) aborda a relação entre iluminação pública e criminalidade em seus estudos. Ao examinar o impacto da iluminação adequada em áreas urbanas como uma medida preventiva contra a criminalidade, Pease concluiu que uma

iluminação pública eficiente desempenha um papel importante na prevenção do crime. Ao aumentar a visibilidade e a sensação de segurança nas áreas urbanas, a iluminação adequada cria um ambiente menos propício para a prática de atividades criminosas (PEASE, 1999).

No mesmo sentido, a teoria da oportunidade criminal, desenvolvida por Marcus Felson e Ronald Clarke (1998), enfoca as condições ambientais que facilitam ou inibem a ocorrência de crimes. Os autores argumentam que o crime não é apenas resultado de características pessoais dos indivíduos, mas também das oportunidades disponíveis em um determinado ambiente. Eles enfatizam que a combinação de um possível infrator, um alvo vulnerável e a ausência de um guardião eficaz cria uma oportunidade para a prática de um crime (FELSON; CLARKE, 1998). Uma das ideias-chave de Felson e Clarke é a importância da visibilidade e da vigilância natural na prevenção do crime, posto que espaços urbanos bem iluminados e com boa visibilidade podem desencorajar atividades criminosas. Isso acontece porque espaços urbanos iluminados aumentam a percepção de vigilância e a probabilidade de os infratores serem vistos (FELSON; CLARKE, 1998).

Pease (1989), Felson e Clarke (1998) reconhecem a importância da visibilidade como um fator que pode influenciar as oportunidades para a prática de crimes. Enquanto Felson e Clarke destacam a vigilância natural como um mecanismo de prevenção, Pease examina como a iluminação adequada pode aumentar a visibilidade e a percepção de vigilância, reduzindo, assim, as oportunidades para a prática de crimes. Além disso, as pesquisas de Pease também podem contribuir para a compreensão da importância da manutenção adequada do ambiente físico. Uma iluminação pública eficaz requer a instalação correta e a manutenção adequada das luminárias, garantindo que elas estejam funcionando adequadamente. A negligência na manutenção pode reduzir os efeitos preventivos da iluminação.

Logo, o legado de Pease (1989), Felson e Clarke (1998) reside na compreensão da importância da iluminação pública como uma estratégia de prevenção do crime, destacando a importância do ambiente físico, da visibilidade e da vigilância natural na prevenção do crime. Como resultado, a melhoria na iluminação pode ser uma medida relativamente acessível e eficaz na redução da criminalidade. Com base nesse pressuposto, este estudo analisará a redução da criminalidade por meio do projeto de Cidade Inteligente em Carmo do Cajuru.

3 AS PARCERIAS PÚBLICO PRIVADAS, O PROJETO DE CIDADE INTELIGENTE E O MUNICÍPIO DE CARMO DO CAJURU

3.2 A Parceria Público Privada no município de Carmo do Cajuru

O projeto Cidade Inteligente é uma iniciativa que busca utilizar tecnologias avançadas para melhorar a qualidade de vida dos habitantes, otimizar a eficiência dos serviços públicos e promover o desenvolvimento sustentável das áreas urbanas (NETO; NALINI, 2017). De acordo com o Instituto de Planejamento e Gestão de Cidades (2023), uma Cidade Inteligente, também conhecida como *Smart City*, emprega uma série de soluções tecnológicas integradas para gerenciar e monitorar diferentes aspectos do ambiente urbano. Essas soluções envolvem o uso de sensores, dispositivos conectados à Internet das Coisas (IoT), análise de dados e sistemas de informação em tempo real. Dessa forma, entende-se que o objetivo de um projeto de Cidade Inteligente é melhorar a qualidade de vida dos cidadãos, fornecendo serviços mais eficientes e sustentáveis.

Segundo Pinho (2019), o conceito de Cidade Inteligente está relacionado a uma urbanização altamente tecnológica, promovendo a interconexão de indivíduos, informações e elementos urbanos, visando aproveitar novas tecnologias. Para além da sustentabilidade, o ambiente seria mais ecologicamente amigável, competitivo, com um comércio inovador e maior qualidade de vida. Portanto, o autor conclui que o projeto implica a ideia de onipresença, ou seja, a presença tecnológica em todos os lugares da cidade e na infraestrutura urbana, o que resultaria em uma melhoria nas condições de vida da população por meio da implementação de processos tecnológicos avançados. Em outras palavras, a visão é que a tecnologia esteja presente em todos os cantos das ruas, logo, a iluminação pública torna-se o cerne deste projeto por ser um bem público comum a todos os cidadãos.

Ao adentrar especificamente no caso do projeto deste estudo, as informações utilizadas foram coletadas na plataforma eletrônica da Radar PPP[5], que serviram como base e trajetória histórica para a contextualização do projeto. Assim, no caso do município de Carmo do Cajuru, localizado na região centro-oeste do estado de Minas Gerais, o projeto de Cidade Inteligente foi iniciado ao final de 2018, por meio de uma Parceria Público-Privada em uma licitação, que uniu três objetos em um único certame licitatório: (i) iluminação pública, (ii) serviço de telecomunicações e (iii) energia fotovoltaica. Atualmente, o projeto está totalmente implantado, e sua eficácia foi destacada no 6º Fórum Internacional de Parcerias Público-Privadas da

[5] A Radar PPP é uma plataforma que disponibiliza informações sobre o mercado nacional de PPPs e concessões, sendo possível verificar cronologicamente o histórico destes projetos. Disponível em: https://radarppp.com/resumo-de-contratos-de-ppps/iluminacao-publica-carmo-do-cajuru/, acesso em 03 de outubro de 2023.

Comissão Econômica das Nações Unidas para a Europa[6], realizado em maio de 2022, na Espanha. Essa conquista contribuiu para fortalecer o reconhecimento do projeto de Cidade Inteligente de Carmo do Cajuru como um exemplo bem-sucedido na implementação de soluções tecnológicas inovadoras e sustentáveis, sendo referência para outras iniciativas similares.

No entanto, a ideia para a criação da PPP surgiu devido à responsabilização pela infraestrutura de iluminação pública aos municípios. Em um breve contexto, em 2010, a Resolução nº 414/2010[7] emitida pela Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) estabeleceu as diretrizes fundamentais para o abastecimento de energia elétrica no território brasileiro. Notadamente, o Artigo 218 desta resolução prescreveu a obrigação imposta às concessionárias de energia elétrica de transferirem a responsabilidade pela infraestrutura de iluminação pública aos municípios. Até então, frequentemente, as concessionárias estaduais de energia, normalmente vinculadas a entidades públicas ou empresas de economia mista sob jurisdição estadual, desempenhavam um papel preponderante na gestão da iluminação pública em âmbito municipal. O Artigo 218 da Resolução Normativa nº 414/2010 da ANEEL delineou um cronograma transitório para que as concessionárias procedessem à transferência de ativos e encargos relativos à iluminação pública aos respectivos municípios. A agência determinou como data limite o último dia de dezembro de 2014 para a conclusão dessa transferência.

Com esta mudança regulatória, as concessionárias de energia elétrica foram aliviadas de uma responsabilidade de gestão complexa, porém, isso deixou os municípios em uma situação desafiadora, visto que muitos deles careciam do conhecimento técnico necessário para administrar eficazmente a infraestrutura de iluminação pública, embora contassem com uma fonte de receita tributária vinculada exclusivamente ao custeio da energia elétrica. Neste quesito, o modelo de Parceria Público-Privada (PPP) desempenhou um papel fundamental no projeto, especialmente considerando as limitações enfrentadas por muitos municípios, como estrutura reduzida, falta de experiência técnica e restrições orçamentárias e financeiras, conforme aponta Pinho (2019).

Pinho (2019) ainda destaca que as entidades federativas brasileiras continuam a enfrentar desafios significativos na implementação de projetos de PPP, especialmente em virtude da complexidade intrínseca a esses empreendimentos. No cenário específico de Carmo

---

[6] Este fórum destacou o papel das PPPs inovadoras em apoio aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS). Disponível em: https://unece.org/ppp/forum6#accordion_2, acesso em 03 de outubro de 2023.
[7] Estabelece as Condições Gerais de Fornecimento de Energia Elétrica de forma atualizada e consolidada. Disponível em: https://www.legisweb.com.br/legislacao/?id=112868, acesso em 03 de outubro de 2023.

do Cajuru, a consecução da PPP foi possível mediante a celebração de um acordo de cooperação entre o município e o Instituto de Planejamento e Gestão de Cidades, que assumiu a incumbência de estruturar o referido projeto, como será explicado mais adiante. Em última análise, o formato de concessão das PPPs, em conjunto com a regulamentação da ANEEL, promoveu a adoção e a utilização desse recurso.

Em conformidade, a modalidade jurídica das Parcerias Público-Privadas (PPPs) desempenha um papel crucial na compreensão e análise desse modelo de contratação no contexto da gestão pública, do município e do projeto, assim Pinho (2019) ressalta que:

> A utilização do instituto da Parceria Público-Privada (PPP) para a estruturação de projetos de iluminação pública passou a ser a principal forma de delegação dos serviços de gestão de iluminação pública no Brasil. Isso porque a PPP permite que os serviços que não possam ser remunerados por meio da tarifa ou taxa sejam objeto de concessão. (PINHO, 2019, p.18).

A PPP de Carmo do Cajuru para a melhoria da iluminação pública consistiu em uma abordagem abrangente de aprimoramento da infraestrutura urbana. A partir do ANEXO I – Termo de Referência[8] (2020) e das informações disponibilizadas da plataforma eletrônica da Radar PPP, foram realizadas diversas ações para modernizar o sistema de iluminação pública e proporcionar benefícios adicionais à população. Uma das principais medidas adotadas foi a substituição de aproximadamente 4.370 luminárias incandescentes por luminárias LED de alta eficiência energética. Essa troca resultou em uma melhoria significativa na eficiência do sistema de iluminação, gerando economia de energia e redução dos custos associados. Além disso, o projeto incluiu a instalação, operação e manutenção de placas solares fotovoltaicas, com uma capacidade total de geração de 1,02 MW de energia limpa e renovável.

Outro aspecto importante do projeto foi a implantação de uma rede de fibra óptica com extensão de 17 km permitindo o acesso à internet de alta velocidade para a população, bem como a disponibilidade de pontos de conexão gratuitos. Adicionalmente, foi estabelecido um acesso dedicado à internet, sem compartilhamento de banda, para os prédios públicos, garantindo uma conectividade eficiente para as atividades governamentais. No que diz respeito à segurança, foram instaladas câmeras de vigilância que operam em conjunto com a Polícia Militar do Estado de Minas Gerais. A ideia era que essa colaboração fortalecesse as estratégias

[8] A respeito do documento, o autor utilizou do documento físico, uma vez que este possui acesso ao mesmo devido à relação trabalhista com o Instituto de Planejamento e Gestão de Cidades, quando este trabalho foi escrito.

de monitoramento e prevenção de crimes, contribuindo para a melhoria da segurança pública no município.

O projeto iniciou-se com a assinatura do Termo de Cooperação Técnica entre o Município de Carmo do Cajuru e o Instituto de Planejamento e Gestão de Cidades[9], em 17 de dezembro de 2018. Esse termo estabeleceu uma cooperação mútua visando o desenvolvimento de projetos de infraestrutura urbana e, posteriormente, foi decidido que o projeto seria implementado por meio de uma Parceria Público-Privada (PPP), o que exigiu a modificação e a supressão de alguns incisos do artigo 13 da Lei Municipal n° 2.599[10], de 05 de outubro de 2017, que institui o Programa Municipal de Parcerias Público-Privadas no município.

A aprovação do projeto, por unanimidade juntamente com uma emenda modificativa, ocorreu durante a 30ª reunião ordinária[11]. Essa aprovação unânime pode indicar um grau de apoio do poder Legislativo ao Executivo ou uma sinalização positiva em relação à idealização do projeto. Contudo, a aprovação unânime também pode levantar questões sobre a falta de debate e discussão crítica em torno do projeto. Embora indique um consenso aparente, a ausência de diferentes perspectivas e argumentos contrários pode limitar a avaliação adequada das vantagens e desvantagens da proposta. Logo, é crucial que a aprovação unânime seja acompanhada por um processo transparente de deliberação, levando em consideração diferentes pontos de vista e garantindo uma tomada de decisão sólida e informada.

Após a fase de estudos, o projeto teve pedidos de impugnações[12] durante o processo licitatório. A primeira, foi feita pela empresa Sigma Engenharia Indústria e Comércio LTDA., na qual solicitou a impugnação do pregão licitatório sob a égide da existência de distorções técnicas e jurídicas no edital. A segunda, realizada pela empresa Selt Engenharia LTDA., versou em uma base argumentativa semelhante abordando disformidades técnicas e jurídicas semelhantes. Destaca-se um dos questionamentos levantados pela segunda empresa, em que esta argumenta a existência da impossibilidade jurídica de aglutinar serviços distintos como

---

[9] Este termo institui cooperação para o desenvolvimento de estudos não configurando transferência voluntária de recursos financeiros entre as partes para a execução do presente termo. Disponível em: https://ipgc.com.br/imagens/enviadas/0207bac9e3e08df668ea6de04edb0043.pdf, acesso em 03 de outubro de 2023.

[10] "Institui o Programa Municipal de Parcerias Público-Privadas e dá outras providências, em 2017". Disponível em: https://camaracarmodocajuru.mg.gov.br/arquivos/download?idArquivo=764&idCategoria=1, acesso em 03 de outubro de 2023.

[11] A ata da reunião está disponível em: https://camaracarmodocajuru.mg.gov.br/arquivo/publicacoes?pagina=16&quantidade=10&Tipo=18., acesso em 03 de outubro de 2023.

[12] Os pedidos de impugnações estão disponíveis em: https://carmodocajuru.atende.net/autoatendimento/servicos/consulta-de-licitacoes/detalhar/1, acesso em 03 de outubro de 2023.

objeto de um único certame. Como abordado no início deste capítulo, esta licitação foi inovadora exatamente por realizar a junção de diversas soluções similares em um único contrato. Nesta temática, o arcabouço jurídico brasileiro, disposto na Lei N° 8.666 de 21 de junho de 1993[13], é claro ao determinar que o fracionamento do objeto licitatório é um dever apenas no cenário em que ele seja possível, economicamente e tecnicamente, e que cumpra a finalidade do disposto na legislação federal.

Logo, para cumprir o seu objetivo e a materialização de sua conceitualização, o projeto de Cidade Inteligente pressupõe a integralização de soluções. Também, observa-se que a aglutinação de objetos proporciona maiores vantagens econômicas, financeiras, jurídicas e ampliação da competitividade, visto que o próprio instrumento convocatório traz mecanismos de ampliação da concorrência. Para além, há congruência da mão de obra utilizada na implantação, operação e manutenção dos objetos, consequentemente, otimizam-se os custos do projeto. Ainda no âmbito jurídico, não há legalidade da celebração de contratos de PPPs cujos valores sejam inferiores a R$10 milhões (BRASIL, 2004) e, caso houvesse fracionamento dos objetos, o contrato poderia não atingir o referido montante (TCE-MG, 2018). A conclusão dos pedidos de impugnação foi a improcedência de ambos, porém, com a devida tempestividade, o processo licitatório foi prolongado, estendendo o prazo para a assinatura do contrato.

Em 11 de junho de 2020, foi publicada a assinatura do contrato[14] no valor de R$ 61 milhões entre a MG1 Iluminação Pública SPE Ltda. e a Prefeitura Municipal de Carmo do Cajuru. Conforme a Radar PPP, o custo total do projeto para a prefeitura foi de R$ 17 milhões, a serem pagos em parcelas mensais ao longo de 25 anos, com a possibilidade de reajustes nesse período. Vale ressaltar que, ao longo do contrato, o Instituto de Planejamento e Gestão de Cidades, autor do estudo que orientou a estruturação do projeto[15], estimou que o município economizará cerca de R$21 milhões. Além disso, a instalação da usina solar fotovoltaica terá um impacto significativo na redução anual de mais de 4 mil toneladas de gases poluentes. A

---

[13] "Regulamenta o art. 37, inciso XXI, da Lei n.º 8.666, de 21 de junho de 1993, da Constituição Federal, que institui normas para licitações e contratos da Administração Pública e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 22 jun. 1993. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L8666cons.htm, acesso em 03 de outubro de 2023.

[14] A publicação da assinatura do contrato está disponível em: https://www.jornalminasgerais.mg.gov.br/index.php?dataJornal=2020-06-11, acesso em 03 de outubro de 2023.

[15] A respeito do estudo, o autor utilizou do documento físico, uma vez que este possui acesso ao mesmo devido à relação trabalhista com o Instituto de Planejamento e Gestão de Cidades, quando este trabalho foi escrito. Este, denominado Estudo de Viabilidade Técnica, Econômica, Jurídica e Ambiental, visa analisar a praticabilidade e factibilidade do projeto acerca do caráter técnico, econômico, jurídico e ambiental, emitindo diagnósticos, prognósticos e conclusões acerca dele.

análise destes dados possibilita evidenciar a significância e os impactos positivos do projeto para o município, reforçando sua relevância e benefícios.

Portanto, a economia gerada ao longo do contrato possibilitará que recursos sejam direcionados para outras necessidades locais, enquanto a redução das emissões de gases poluentes contribuirá para a preservação do meio ambiente e para a promoção da sustentabilidade. Em virtude dessas e demais características, o projeto foi considerado um estudo de caso e reconhecido pela ONU na Comissão Econômica das Nações Unidas para a Europa, destacando sua importância e impacto positivo.

3.3 O contrato de Carmo do Cajuru

Como citado acima, a gestão de Parcerias Público-Privadas (PPPs) é uma ferramenta importante para o desenvolvimento de projetos de infraestrutura e serviços públicos. Contudo, no contrato de Carmo do Cajuru foram identificados alguns pontos problemáticos que requerem atenção e correção devido ao seu potencial impacto negativo na execução e eficácia do projeto.

Primeiramente, a ausência de um limite definido para subcontratação gera incertezas quanto à alocação de responsabilidades na execução do projeto. A interpretação equivocada de que a subcontratação integral é permitida não está em conformidade com a legislação, podendo resultar em disputas e complicações operacionais. O segundo ponto, é a falta de clareza quanto à data de eficácia do contrato. A ambiguidade nesse aspecto pode ocasionar atrasos e dificuldades na determinação do momento em que as obrigações contratuais efetivamente entram em vigor, o que é prejudicial à gestão adequada do projeto. Em sequência, a inexistência de procedimentos estipulados para lidar com atrasos na implantação e no pagamento de aportes representa um desafio adicional. Essa lacuna pode desencadear disputas complexas entre as partes contratantes, obstruindo a solução eficaz de problemas e o cumprimento dos prazos estabelecidos.

O quarto ponto é a inclusão de documentos fundamentais, como anexos da matriz de riscos e o caderno de encargos, apenas no edital e não como parte integral do contrato. Isso acarreta, também, em ambiguidades e complica a aplicação consistente dos termos do contrato durante a execução do projeto. Ressalta-se que não houve a publicização do estudo de viabilidade em meios eletrônicos, além dos dados estruturantes do projeto. Este fator compromete a transparência e a prestação de contas, pilares fundamentais para a existência de uma boa *accountability*, o que dificulta a avaliação adequada da viabilidade e dos fundamentos do contrato por parte da sociedade.

Na parte que lhe concerne aspectos econômicos e financeiros, o contrato é omisso quanto ao modelo tributário a ser adotado, permitindo escolhas arbitrárias por parte da concessionária, afetando a equidade financeira do contrato e a arrecadação tributária adequada. Além disso, o fato de o contrato não estabelecer uma metodologia definida para reequilíbrio econômico-financeiro em situações de mudanças significativas nas condições do contrato pode resultar em disputas e incertezas sobre como lidar com tais situações, afetando a estabilidade financeira do projeto.

No mais, vale frisar que o presente estudo assume um caráter eminentemente técnico, pautado na análise objetiva dos pontos positivos e negativos identificados no contrato de Carmo do Cajuru. Essa análise não tem a intenção de emitir juízos de valor, mas sim de fornecer uma avaliação embasada nos fatos observados. Além disso, é fundamental destacar que os pontos negativos identificados neste estudo não têm o propósito de invalidar o caráter inovador do projeto de Cidade Inteligente de Carmo do Cajuru, tampouco diminuir a relevância do mesmo. O reconhecimento e premiação desse projeto evidenciam sua importância como uma iniciativa que busca promover avanços significativos na infraestrutura e na prestação de serviços públicos em prol da comunidade.

Assim, este estudo visa contribuir para aprimorar a gestão e a implementação das Parcerias Público-Privadas, além de fornecer subsídios à gestão pública, proporcionando uma visão abrangente dos aspectos que necessitam de ajustes, visando o alcance dos objetivos de forma mais eficiente e eficaz.

4 DADOS E MÉTODOS

Neste estudo, o objetivo é explorar a relação entre a melhoria da iluminação pública e a redução da criminalidade no município de Carmo do Cajuru, a partir do uso de dados públicos. A análise dessas informações contribuirá para uma melhor compreensão dos fatores que influenciam a segurança pública nos municípios em questão e poderá subsidiar a implementação de políticas e estratégias eficazes de prevenção e combate à criminalidade.

4.1 A escolha dos municípios

Os municípios de Carmo do Cajuru, Itapecerica e Abaeté foram escolhidos como foco deste estudo devido à importância de compreender a dinâmica da criminalidade nesses contextos específicos. Nesse sentido, a proposta aqui é compreender a relação entre a melhoria

da iluminação pública no município de Carmo do Cajuru e os registros de crimes feitos pela polícia, em contraste com os outros municípios que não passaram por essa intervenção específica. A escolha desses se baseia na relevância de compreender os efeitos dessa iniciativa em um cenário real e compará-los com outras localidades semelhantes.

Carmo do Cajuru foi selecionado como o município-alvo do projeto de melhoria da iluminação pública, o qual objetiva a modernização do parque de luminárias por meio da substituição de lâmpadas incandescentes por tecnologia LED, visando promover uma iluminação mais eficiente e sustentável. Logo, ele será apresentado no texto como o caso com tratamento, numa analogia aos estudos realizados na área de saúde, seara na qual os métodos empregados aqui foram desenvolvidos. Por outro lado, Itapecerica e Abaeté não passaram por essa intervenção específica, servindo como grupo de controle para comparação.

Inicialmente, a população dos municípios desempenhou um papel importante na seleção, pois é um fator que pode influenciar diferentes aspectos socioeconômicos e demográficos, afetando potencialmente os resultados da intervenção. O PIB foi adotado como uma medida de atividade econômica e desenvolvimento local, fornecendo subsídio para a escolha dos municípios de controle. Essa abordagem busca controlar possíveis efeitos relacionados à economia e à infraestrutura local, considerando que o município em análise, que recebeu o projeto de iluminação pública, possui uma economia baseada na indústria de móveis[16]. Além disso, a proximidade geográfica foi levada em conta, visando selecionar municípios que estivessem na mesma região ou em áreas próximas a Carmo do Cajuru, para controlar também pelos possíveis efeitos contextuais, ou seja, essa abordagem buscou levar em consideração características específicas da região que poderiam influenciar os resultados do estudo.

Ao realizar a comparação entre os municípios selecionados, é possível identificar padrões, tendências e relações potenciais entre a melhoria da iluminação pública e a redução da criminalidade, permitindo uma análise mais robusta e uma compreensão mais precisa dos fatores que influenciam a segurança pública em cada município. Ao considerar a análise comparativa entre esses municípios, é possível obter insights valiosos sobre a relação entre a melhoria da iluminação pública e a redução da criminalidade, contribuindo para a formulação

[16] Essa informação foi retirada da base de dados da Relação Anual de Informações Sociais acerca do ano de 2021. A RAIS é um relatório de informações socioeconômicas realizado pelo Ministério do Trabalho e Emprego. Para ter acesso a essas informações, é necessário fazer a solicitação por meio da página eletrônica do governo federal. Disponível em: https://www.gov.br/pt-br/servicos/solicitar-acesso-aos-dados-identificados-rais-e-caged, acesso em 03 de outubro de 2023.

de políticas e estratégias mais eficazes de prevenção e combate à criminalidade em diferentes contextos municipais.

4.2 A determinação dos dados e variáveis

Para trabalhar com dados públicos, são necessárias solicitações formais a diferentes órgãos e instituições responsáveis pela coleta e registro das informações. Isso pode envolver entrar em contato com secretarias municipais, órgãos governamentais estaduais, instituições de saúde, educação, segurança, entre outros. Cada instituição pode ter seus próprios procedimentos e requisitos para fornecer os dados, o que pode demandar tempo e esforço na obtenção das informações desejadas. Além disso, a disponibilidade dos dados pode ser um desafio, exigindo uma busca mais extensa por fontes confiáveis e a solicitação direta às instituições responsáveis. Essa busca pode demandar tempo, paciência e diligência para encontrar as informações necessárias. Consequentemente, é fundamental considerar esses desafios e limitações ao realizar a análise exploratória e buscar soluções adequadas para obter dados confiáveis e representativos para a pesquisa em questão.

Para a construção da variável dependente, aquela que se quer explicar, os dados utilizados neste estudo foram obtidos por meio do Registro de Eventos da Defesa Social (REDS), que fornece um panorama abrangente e atualizado das ocorrências registradas pela polícia ao longo do período de janeiro de 2015 a dezembro de 2022[17]. A utilização de dados secundários provenientes do REDS permite uma análise mais precisa e detalhada das ocorrências criminais antes e depois da melhoria da iluminação pública, uma vez que os registros seguem critérios estabelecidos pela Secretaria de Estado. A disponibilidade desses dados ao longo de um período de longa duração possibilita a identificação de tendências e padrões, permitindo uma análise abrangente do fenômeno em questão.

Os crimes no período noturno considerados foram o número absoluto de denúncias e registros de ocorrência dos seguintes tipos penais: crimes contra a pessoa, crimes contra o

[17] Trata-se de um sistema informatizado utilizado pelas Polícias Militar e Civil do estado de Minas Gerais para registrar ocorrências e eventos relacionados à segurança pública. O REDS é utilizado para documentar boletins de ocorrência, solicitações de medidas protetivas, registros de flagrantes, entre outros tipos de eventos policiais. O sistema REDS permite o registro padronizado e digital das informações relacionadas a cada ocorrência, como dados dos envolvidos, descrição dos fatos, testemunhas, objetos apreendidos e outras informações relevantes.

patrimônio[18] e tráfico[19]. Além disso, foi requerido a indicação do bairro, horário e do dia em que se deu o acometimento de tais ocorrências, respeitando a Lei n.º 13.709, conhecida como Lei Geral de Proteção de Dados[20]. Também, considerando que o horário exato do período noturno pode variar conforme a região geográfica e as estações do ano, este estudo adotou como premissa que o período noturno compreende das 20 horas até as 5 horas da manhã. Durante esse intervalo, é observada uma redução nas atividades diárias e a iluminação artificial é utilizada para assegurar a visibilidade adequada.

As variáveis de controle utilizadas foram extraídas no sítio eletrônico do DataViva[21] e do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). O portal do DataViva é uma plataforma aberta e gratuita de visualização de dados sociais e econômicos, sendo uma iniciativa do governo de Minas Gerais. Por sua vez, o IBGE é um instituto público da administração federal, reconhecido nacionalmente, além de ser o principal provedor de informações geográficas e estatística do Brasil. Logo, afere-se que há confiabilidade nas informações fornecidas por essas plataformas devido à sua autoridade.

Considerando o objetivo do estudo, a variável dependente será o número de crimes no período noturno registrados no mês. A variável de diferenciação é a presença de novas modalidades de iluminação pública. As variáveis de controle foram (i) o Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM), (ii) a população, (iii) o Produto Interno Bruto (PIB) e (iv) a distância geográfica em relação a Carmo do Cajuru. O IDHM é um indicador amplo que considera diversos aspectos do desenvolvimento humano, como renda, educação e saúde. Ao escolher municípios com IDHM semelhante ao de Carmo do Cajuru, busca-se garantir uma comparação mais precisa e confiável dos efeitos da intervenção na iluminação pública. Além disso, a seleção de municípios próximos geograficamente também é relevante para minimizar potenciais diferenças causadas por características regionais específicas.

---

[18] "Arts. 121º ao 129º, 155º ao 160º e 163º ao 167º do Código Penal". Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto-lei/del2848compilado.htm, acesso em 03 de outubro de 2023.

[19] "Art. 33º da Lei n.º 11.343/2006. "[...] estabelece normas para repressão à produção não autorizada e ao tráfico ilícito de drogas; define crimes e dá outras providências". Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2006/lei/l11343.htm, acesso em 03 de outubro de 2023.

[20] "Altera a Lei n.º 13.709, de 14 de agosto de 2018, para dispor sobre a proteção de dados pessoais e para criar a Autoridade Nacional de Proteção de Dados; e dá outras providências. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2018/lei/l13709.htm, acesso em 03 de outubro de 2023.

[21] Disponível em: http://dataviva.info/pt/, acesso em 03 de outubro de 2023.

4.3 A técnica de análise de dados

A técnica estatística escolhida para avaliar o efeito da iluminação pública na taxa de criminalidade no município de tratamento (Carmo do Cajuru) em comparação com os demais (Itapecerica e Abaeté) foi o método Diferenças em Diferenças (*DIF-in-DIF*), também conhecido como *Difference-in-Differences*. Trata-se de uma técnica estatística amplamente utilizada em pesquisas para avaliar o efeito causal de uma intervenção ou política pública. Esse método é particularmente útil quando não é possível realizar um experimento controlado aleatorizado, no qual os indivíduos são aleatoriamente designados para um grupo de tratamento e um grupo de controle (CIANI; FISHER, 2019).

Para aplicar o modelo *DIF-in-DIF*, é necessário ter duas observações de dados: uma antes da intervenção (período pré-tratamento) e outra após a intervenção (período pós-tratamento), tanto para o grupo de tratamento quanto para o grupo de controle. A diferença nas mudanças entre esses dois períodos, considerando os dois grupos, é a medida do efeito causal (GERTLER *et al*., 2016).

Uma das principais vantagens do modelo *DIF-in-DIF* é a capacidade de controlar variáveis não observadas que são constantes ao longo do tempo para ambos os grupos, mas que podem influenciar o resultado. Essas variáveis constantes são chamadas de efeitos fixos. Ao comparar as mudanças entre os grupos de tratamento e controle, os efeitos fixos são eliminados, permitindo uma estimativa mais precisa do efeito causal da intervenção (CIANI; FISHER, 2019). O modelo de diferença em diferenças também aborda a questão da endogeneidade, ou seja, a possibilidade de que outros fatores estejam influenciando simultaneamente tanto a melhoria na iluminação quanto a taxa de crimes. Ao comparar as mudanças antes e depois da intervenção em grupos de tratamento e controle, esse modelo controla fatores não observados que são constantes ao longo do tempo em ambos os grupos, reduzindo o risco de vieses e proporcionando uma estimativa mais precisa do efeito causal da iluminação pública na redução da criminalidade (ANGRIST; PISCHKE, 2008).

No entanto, é importante ressaltar que a aplicação do modelo *DIF-in-DIF* possui limitações. Uma delas é a necessidade em assumir a ausência de tendências temporais não relacionadas à intervenção, para que as mudanças observadas possam ser atribuídas ao efeito causal da melhoria da iluminação. Além disso, existe a possibilidade de vieses devido a fatores não observados, e a escolha adequada do grupo de controle, ou seja, áreas semelhantes que não tenham passado pela melhoria da iluminação, é crucial para obter resultados confiáveis (ANGRIST; PISCHKE, 2008).

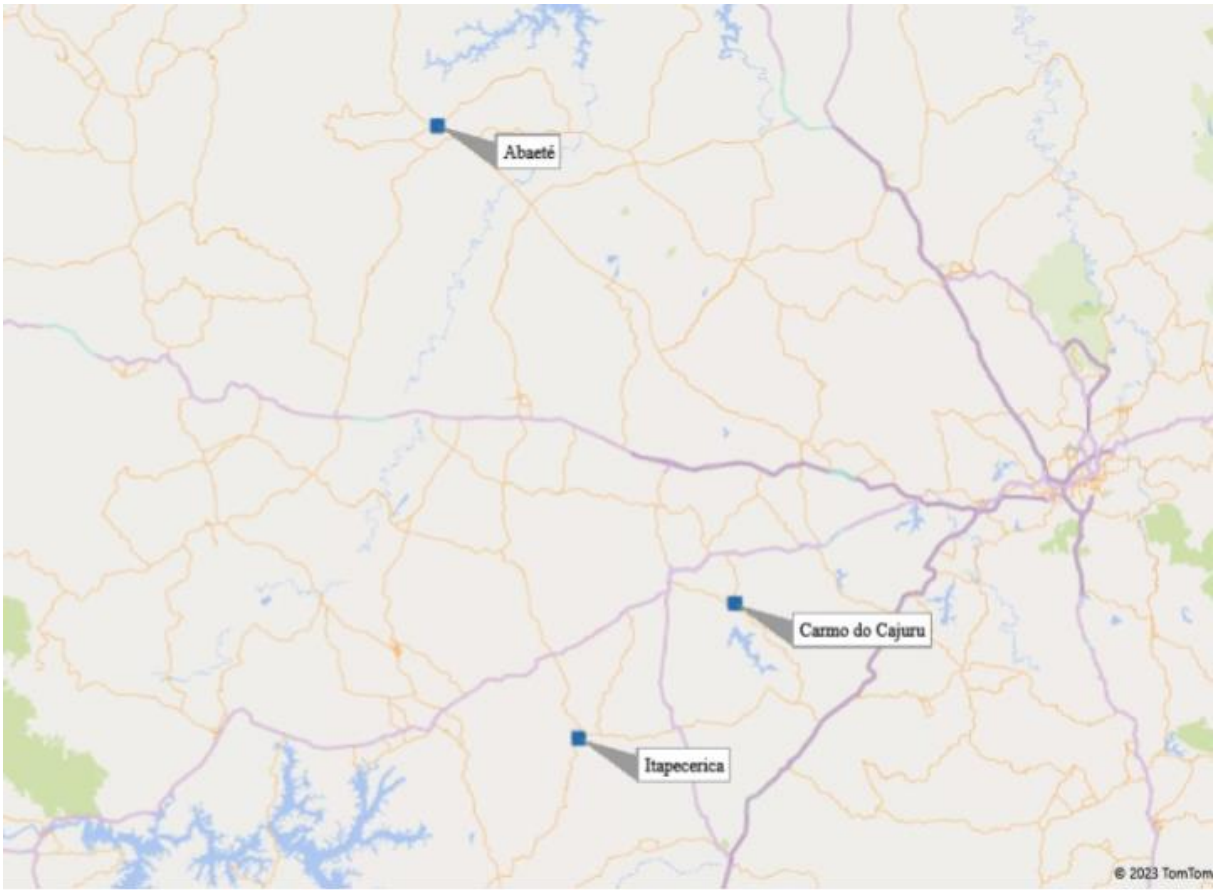
Em resumo, o método *DIF-in-DIF* é uma abordagem estatística útil para avaliar o efeito causal de uma intervenção, como a redução da criminalidade através da melhoria da iluminação pública. A ideia central é comparar as mudanças médias no resultado de interesse entre o grupo de tratamento e o grupo de controle antes e depois da intervenção, em seguida, as diferenças entre essas diferenças. Essa comparação permite capturar o efeito médio causal do tratamento, controlando os efeitos fixos de cada grupo ao longo do tempo (GERTLER *et al*., 2016). Portanto, o método Diferenças em Diferenças será utilizado neste estudo porque permite isolar o efeito da intervenção de melhoria da iluminação pública em Carmo do Cajuru nos níveis de registro de crime no período noturno neste município com os grupos de controle que não receberam a intervenção.

5 ANÁLISE DE DADOS

A análise de dados desempenha um papel fundamental na compreensão do projeto de Cidade Inteligente de Carmo do Cajuru, que se iniciou em 2018. Nesta seção, será apresentado um pouco mais sobre o município que recebeu o projeto, além da análise descritiva, a qual serve como uma base inicial para contextualizar e interpretar os resultados do cálculo do DID.

Carmo do Cajuru é um município localizado na região centro-oeste do estado de Minas Gerais e, de acordo com o IBGE (2022), a população da cidade é de cerca de 23 mil habitantes. Historicamente, a região centro-oeste de Minas Gerais desempenhou um papel significativo no desenvolvimento do estado, especialmente no período do ciclo do ouro. Durante o século XVIII, diversas cidades da região prosperaram devido à exploração aurífera, tornando-se importantes centros urbanos e culturais. O município, fundado em 1911 e inserido nesta região, possui uma economia diversificada, com destaque para a indústria de móveis, sendo esta a principal atividade econômica do local. Além disso, a cidade também se beneficia de atividades agrícolas, como a produção de café, milho e feijão. Vale destacar que Carmo do Cajuru possui um rico patrimônio histórico, com igrejas antigas, casarões e monumentos que remontam ao período colonial (DIOMAR, 2000). O município está localizado na microrregião de Divinópolis, salientando que Itapecerica também pertence à mesma, enquanto Abaeté está situado na microrregião de Bom Despacho, sendo estas pertencentes a mesorregião do Oeste de Minas (IBGE, 2022). A figura 1 ilustra a localização dos municípios no estado de Minas Gerais. Observa-se que a distância entre Carmo do Cajuru e Itapecerica é de aproximadamente 75 quilômetros, enquanto a distância até Abaeté é de cerca de 160 quilômetros.

Figura 1- Mapa dos municípios



Fonte: autoria própria.

No quesito da análise descritiva, esta não permite estabelecer relações causais por si só, mas desempenha um papel fundamental na identificação de padrões e na contextualização dos resultados obtidos posteriormente com o DID. A análise descritiva proporciona insights sobre o comportamento dos crimes noturnos antes e após a intervenção realizada em Carmo de Cajuru, que consistiu na troca das luminárias no período de 19 de agosto de 2020 a 06 de dezembro 2021, conforme dados fornecidos pela concessionária responsável pelo projeto[22]. Essa análise visual permitiu verificar diferenças aparentes nos níveis ou tendências dos crimes antes e depois da intervenção, fornecendo uma compreensão preliminar do possível efeito da troca das luminárias na incidência de crimes noturnos.

Ao compreender a dinâmica das variáveis utilizadas ao longo do tempo, é possível estabelecer uma referência para a comparação entre o grupo de tratamento (Carmo do Cajuru)

[22] Os dados foram fornecidos pela concessionária MG1 Iluminação Pública SPE Ltda., responsável pela construção, operação e manutenção do projeto de Cidade Inteligente em Carmo do Cajuru.

e os grupos de controle, fornecendo uma base sólida para a análise do efeito da intervenção. Essa análise descritiva é um passo fundamental para explorar os dados e identificar possíveis relações causais durante a análise do DID.

Os dados utilizados para avaliar a possível semelhança entre os municípios incluíram a população em 2022; o número médio de salários-mínimos e o Produto Interno Bruto (PIB) no ano de 2020; o Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM), a expectativa de vida e a taxa de mortalidade infantil em 2020; a taxa de escolarização de 6 a 14 anos em 2010; o Índice de Desenvolvimento da Educação Básica (IDEB) para a rede pública em 2021; e a taxa de crimes no período noturno em 2019. Na tabela 1 estão todos os valores coletados da plataforma Cidades@ (IBGE, 2023), do DataViva (2023) e do REDS.

Tabela 1 — Dados coletados dos municípios

Municípios	Itapecerica	Carmo do Cajuru	Abaeté
População Total	20.984	23.479	22.675
Salário médio mensal dos trabalhadores formais (salários-mínimos)	1,8	1,9	1,6
PIB (R$MM)	518	517	555
IDHM	0,71	0,71	0,698
Expectativa de Vida (anos)	75,7	76,1	75,9
Mortalidade Infantil (óbitos por mil nascidos vivos)	15,87	3,53	24,1
Taxa de escolarização de 6 a 14 anos (%)	0,979	0,985	0,998
IDEB – Anos iniciais do ensino fundamental	6,1	5,8	5,9
IDEB – Anos finais do ensino fundamental	5,3	5,1	5,5
Taxa de crimes noturnos por 10.000 habitantes (2019)	10,8	9,1	12,6

Fonte: Elaborado pelo autor com base nos dados do IBGE, DataViva e REDS.

Ao observar os dados da tabela 1, não é possível afirmar que há uma semelhança entre os três municípios sem antes realizar um teste estatístico. Os testes estatísticos desempenham um papel fundamental na análise de dados, permitindo avaliar se as diferenças observadas entre grupos são estatisticamente significativas ou se podem ser atribuídas ao acaso (NORMANDO; TJÄDERHANE; QUINTÃO, 2010). Além disso, conforme Zibetti (2023), os testes estatísticos auxiliam a tomada de decisão, sendo estes baseados em hipóteses, que são afirmações sobre as características das populações em estudo. A hipótese nula (H0) afirma que não há diferenças significativas ou associações entre os grupos ou variáveis, enquanto a hipótese alternativa (H1) afirma que há diferenças significativas ou associações. Conforme o autor:

> É uma metodologia estatística que nos auxilia a tomar decisões sobre uma ou mais populações baseado na informação obtida da amostra. Nos permite verificar se os dados amostrais trazem evidência que apoiem ou não uma hipótese estatística formulada. Ao tentarmos tomar decisões, é conveniente a formulação de suposições ou de conjeturas sobre as populações de interesse, que, em geral, consistem em considerações sobre parâmetros (μ,σ2,p) das mesmas. Essas suposições, que podem ser ou não verdadeiras, são denominadas de Hipóteses Estatísticas. Em muitas situações práticas o interesse do pesquisador é verificar a veracidade sobre um ou mais parâmetros populacionais (μ,σ2,p) ou sobre a distribuição de uma variável aleatória. (ZIBETTI, 2023, p.1)

Normando *et al.* (2010) ressalta que ao escolhermos o teste estatístico, calcula-se uma estatística de teste específica com base nos dados amostrais. Essa estatística é comparada com uma distribuição de probabilidade conhecida, geralmente distribuição normal, dependendo do tamanho da amostra e das suposições do teste.

> A escolha do teste estatístico apropriado requer do usuário conhecimentos básicos sobre: (1) classificar o tipo de dado que está estudando (contínuo, categórico: ordinal ou nominal); (2) como esses dados estão distribuídos após o término da sua coleta (Distribuição Normal ou Distribuição Anormal), e (3) os tipos de amostras examinadas (Independentes ou Dependentes). (NORMANDO; TJÄDERHANE; QUINTÃO, 2010, p.102)

Portanto, os testes estatísticos desempenham um papel fundamental na análise de dados, permitindo avaliar se as diferenças observadas entre grupos são estatisticamente significativas ou se podem ser atribuídas ao acaso. Nesse contexto e conforme Normando *et al.* (2010), o teste t de Student é frequentemente utilizado para comparar as médias de duas amostras independentes. No primeiro caso, a análise envolveu a comparação da taxa de crimes noturnos dos municípios de Abaeté e Carmo do Cajuru. Os resultados do teste t mostraram um valor de t calculado igual a 3,29, com um grau de liberdade de 13,32.

O valor de p (*p-value*)[23] obtido foi de 0,005, indicando que há diferença estatisticamente significativa nas médias entre os dois grupos. Com base nesses resultados, podemos rejeitar a hipótese nula de que não há diferença significativa entre as médias de Abaeté e Carmo do Cajuru. A hipótese alternativa de que as médias são diferentes ganha suporte estatístico. Além disso, o intervalo de confiança de 95% para a diferença entre as médias não inclui o valor zero, reforçando a evidência de uma diferença real entre os grupos.

No segundo caso, o resultado do teste t foi de -0,69868, com um valor de p de 0,5. Isso indica que não há evidências estatísticas suficientes para afirmar que as médias entre os grupos de Carmo do Cajuru e Itapecerica são diferentes. O intervalo de confiança de 95% também inclui o valor zero, o que sugere que a diferença entre as médias pode ser atribuída ao acaso. Portanto, nesse caso, não podemos rejeitar a hipótese nula, que afirma que não há diferença significativa entre as médias dos dois grupos. Estatisticamente, as médias são semelhantes e não há uma diferença estatisticamente significativa entre os dois municípios. Em outras palavras, Itapecerica se assemelha com Carmo do Cajuru em relação a sua taxa de crimes noturnos, pois o teste realizado entre Carmo do Cajuru e Itapecerica não apresentou evidências estatísticas de diferença significativa nas médias entre esses dois grupos. Por outro lado, Abaeté mostrou evidências estatísticas de diferença significativa nas médias entre esses dois grupos, indicando que eles são estatisticamente diferentes.

Por consequência, realizou-se o teste t para as outras variáveis de Carmo do Cajuru comparado a Itapecerica, devido ao resultado do primeiro teste. Logo, foram consideradas as variáveis (i) população, (ii) PIB, (iii) renda média e (iv) taxa de mortalidade infantil.

Em relação à população, também não foi encontrada uma diferença estatisticamente significativa entre os dois municípios (t = -0,53, graus de liberdades = 10,7, *p-value* = 0,6). Isso indica que a média das populações de Itapecerica e Carmo do Cajuru não apresenta uma disparidade estatisticamente relevante. Quanto ao PIB (Produto Interno Bruto), os testes estatísticos não revelaram diferenças significativas entre os municípios. Em outras palavras, as médias desses indicadores econômicos não apresentaram variações estatisticamente relevantes. No que diz respeito à renda média, novamente não foram encontradas diferenças

[23] Conforme Silva e Ferreira (2003), o valor de t representa a estatística de teste, calculada com base nos dados amostrais e nas hipóteses estatísticas formuladas. O valor de p, por sua vez, representa a probabilidade de obter um resultado tão extremo ou mais extremo do que o observado, assumindo-se que a hipótese nula seja verdadeira. Os graus de liberdade (df) representam o número de valores livres para variar após a restrição de certas condições ou restrições.

estatisticamente significativas entre os dois municípios. A única variável que apresentou diferença estaticamente significativa foi a taxa de mortalidade infantil.

Essas semelhanças, atestadas com o teste t, sugerem que os municípios (Itapecerica e Carmo do Cajuru) compartilham características socioeconômicas e demográficas similares, o que pode ser um pressuposto importante para a aplicação do método de Diferenças em Diferenças (DID). Uma vez analisada a semelhança e a diferença entre os municípios, a etapa seguinte foi a análise dos dados recebidos da SEJUSP, conforme os registros de REDS nas três cidades. Os crimes considerados foram os crimes contra a pessoa, crimes contra o patrimônio e tráfico, cuja taxa nos três municípios por categoria criminal no ano de 2019 pode ser vislumbrada na tabela 2.

Tabela 2 – número de crimes e taxa da criminalidade em 2019

Município	**Ano**	**N.º crimes**	**População**	**Taxa de crimes (por 10.000 habitantes)**
Carmo Do Cajuru	2019	692	22.238	311
Abaete	2019	1139	23.237	490
Itapecerica	2019	730	21.762	335

Fonte: Elaborado pelo autor com base nos dados do IBGE, DataViva e REDS

Depois, a etapa seguinte foi separar as ocorrências por período do dia, para incluir somente as que aconteceram à noite. Como período noturno foi considerado aquele que compreende os horários entre 20 e 5 horas. As diferenças entre os municípios em termos de incidência de crimes durante o dia e à noite pode ser vislumbrada na tabela 3.

Tabela 3 – número de crimes noturnos e taxa da criminalidade noturna em 2019

Município	**Ano**	**N.º crimes noturnos**	**População**	**Taxa de crimes noturnos (por 100.000 habitantes)**
Carmo Do Cajuru	2019	202	22.238	91
Abaete	2019	292	23.237	126
Itapecerica	2019	235	21.762	108

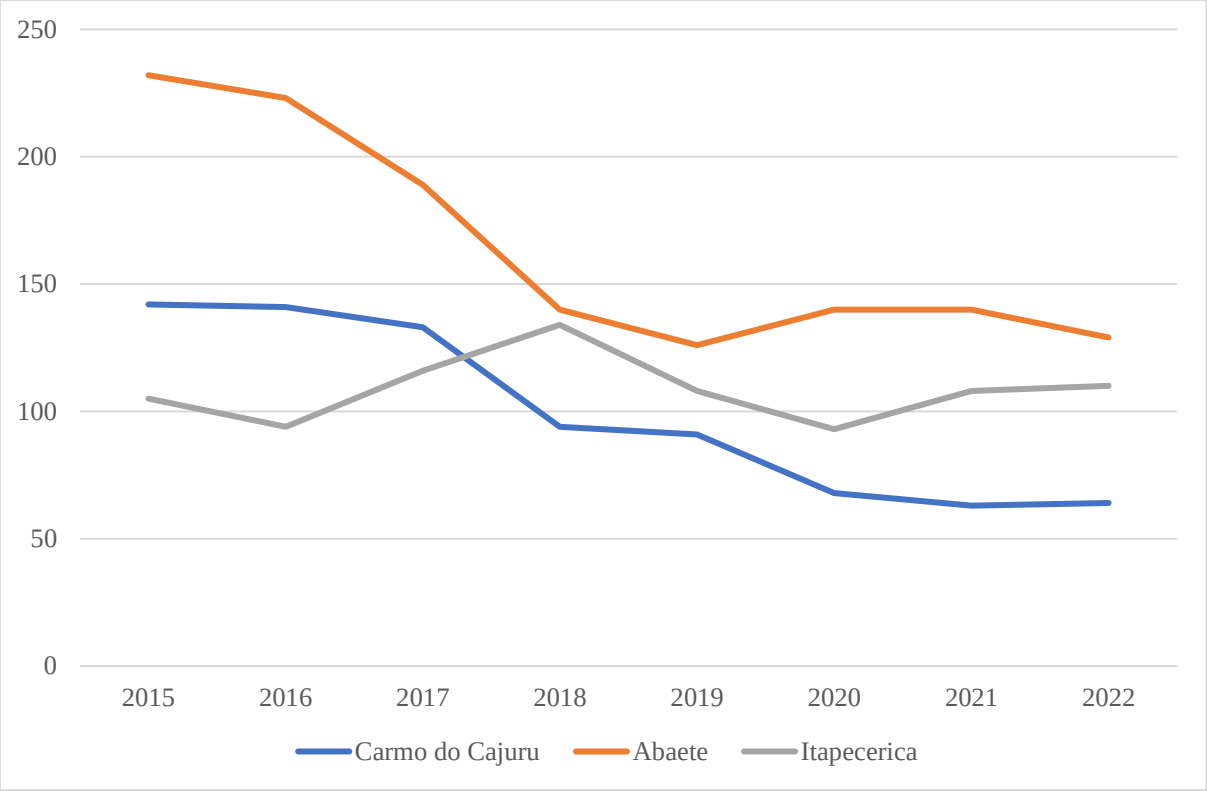
Fonte: Elaborado pelo autor com base nos dados do IBGE, DataViva e REDS

As tabelas fornecem informações sobre os registros criminais em Carmo do Cajuru durante o ano de 2019, revelando um total de 692 ocorrências. Dentre esses registros, chama-se a atenção para os 202 delitos perpetrados no período noturno. Tais dados revelam-se de grande valia para a compreensão da distribuição temporal dos crimes e para a reflexão acerca do possível vínculo entre a iluminação pública e a criminalidade noturna. Ao evidenciar uma proporção significativa de transgressões ocorridas no crepúsculo, neste caso, cerca de 30%

destes acontecem neste período, fomentando questionamentos acerca da efetividade da iluminação pública como instrumento de dissuasão delitiva. Em Abaeté, constatamos um total de 1139 ocorrências, dos quais 292 ocorreram no período noturno. Por outro lado, em Itapecerica, observamos um total de 730 registros criminais, com 235 deles ocorrendo no período noturno. Ao contrário de Carmo do Cajuru, Abaeté apresentou, aproximadamente, 25% de delitos no período noturno, enquanto Itapecerica, por sua vez, apresentou maior proximidade, com 32% das transgressões no crepúsculo. Essa análise preliminar destaca a importância de investir em medidas de prevenção e segurança, uma vez que aproximadamente 30% dos crimes ocorreram em um terço do período diário.

A terceira etapa foi o exame da distribuição dos crimes ao longo dos anos de 2015 a 2022, permitindo identificar padrões, tendências ou sazonalidades. Contudo, é necessário destacar que, no ano de 2020, o mundo enfrentou uma pandemia global do coronavírus, que teve impactos significativos nas atividades sociais e na dinâmica das cidades. Esses impactos incluíram medidas de restrição de movimento, distanciamento social e mudanças nos padrões de comportamento da população. Durante esse período, observou-se uma redução substancial na atividade criminal em muitas regiões, incluindo crimes noturnos. Essa redução pode ser atribuída a diversos fatores, como o fechamento de estabelecimentos comerciais e de entretenimento durante o período, bem como a redução da circulação de pessoas nas ruas durante a noite devido às medidas de distanciamento social. Em outras palavras, para a interpretação do gráfico 1, é indispensável considerar esse contexto atípico ao interpretar a série temporal dos crimes noturnos, especialmente ao comparar os anos afetados pela pandemia, como em 2020 e 2021, com os anos anteriores. Essa redução da criminalidade pode ser um fator adicional que influenciou os resultados e precisa ser considerada ao realizar a análise do efeito da intervenção da troca das luminárias.

Gráfico 1 – Série Temporal da taxa de homicídios no período noturno



Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

Com base nas informações apresentadas no gráfico 1, é possível identificar tendências e variações nos níveis de criminalidade noturna nos municípios de Carmo do Cajuru, Abaeté e Itapecerica. Notavelmente, em Carmo do Cajuru, observa-se uma redução na taxa de criminalidade noturna ao longo do período analisado. Além disso, tanto Abaeté quanto Itapecerica também apresentaram reduções durante o período de 2019 a 2020. No entanto, contrariando as expectativas, Itapecerica registrou um aumento em sua taxa de criminalidade após o ano de 2020.

Também, os dados indicam que o período noturno pandêmico, em Abaeté e Itapecerica, não houve redução nas taxas de criminalidade, o que vai de encontro ao esperado. Em contraste, Carmo do Cajuru demonstrou uma queda contínua até o ano de 2021 e é interessante observar que apenas esse município apresentou uma redução, diferenciando-se dos demais.

Através da explanação da série temporal, a ideia de que a iluminação pública influenciou na melhoria da segurança pública torna-se mais consistente. Para tanto, esse estudo utilizará de métodos estatísticos para fortalecer a base argumentativa.

6 TESTE DE HIPÓTESE: O MODELO DE DIFERENÇA EM DIFERENÇAS

No contexto da relação entre iluminação pública e redução da criminalidade noturna, o modelo de diferença em diferenças será aplicado para analisar como a implementação de melhorias na iluminação afeta a taxa de crimes ao longo do tempo, comparando áreas que receberam a intervenção com áreas que não a receberam. Dessa forma, isso permite avaliar se a iluminação pública tem um efeito significativo na redução da criminalidade, controlando outros fatores que possam influenciar os resultados.

No cálculo do DID, o primeiro passo é identificar os grupos de tratamento (Carmo do Cajuru) e controle (Itapecerica). Com os dados em mãos, é possível realizar uma análise exploratória, verificando a distribuição das variáveis, identificando possíveis outliers ou valores faltantes e realizando transformações quando necessário. Essa etapa é importante para garantir a qualidade dos dados e prepará-los para o cálculo do DID, sendo que os resultados desta etapa foram apresentados na seção anterior.

Em seguida, é preciso avaliar a diferença entre as médias antes e depois do tratamento para o município de Carmo do Cajuru e compará-las com o grupo de controle, sendo este o exercício realizado nesta seção. Nesse sentido, consideramos o mês de setembro de 2020 como referência do tratamento, uma vez que a primeira lâmpada foi trocada em agosto de 2020. Vale destacar que a redução no número de crimes não ocorre instantaneamente, devido a isso, o mês referente foi setembro.

Antes do tratamento, a taxa média de crimes noturnos em Carmo do Cajuru era de aproximadamente 9 delitos por 10 mil habitante ao mês. Após o tratamento, o valor diminuiu para 6 crimes noturnos por 10 mil habitante ao mês. Se compararmos os períodos antes e depois do tratamento, mais especificamente antes do mês de setembro, ou seja, o momento em que nenhuma lâmpada havia sido trocada e o momento em que todas as lâmpadas foram trocadas, observamos uma diferença média que aponta para uma redução da criminalidade de aproximadamente 33%. Contudo, esse valor não atesta causalidade em relação a iluminação pública e a redução da criminalidade, uma vez que outros fatores poderiam estar relacionados e, como visto na série temporal, existe uma redução sistêmica do número de delitos no decorrer dos anos. Vale ressaltar que, nos memos períodos, Itapecerica registrou, inicialmente, em média, 10 delitos noturnos e, depois, 9 crimes noturnos a cada 10 mil habitantes ao mês.

Esses resultados apontam para a pertinência da hipótese de pesquisa, qual seja: a melhoria na iluminação pública pode ser um fator indutor da redução da criminalidade noturna.

Todavia, é importante considerar outros possíveis fatores que possam influenciar os resultados, como características socioeconômicas, políticas de segurança e eventos locais, a fim de obter uma compreensão mais abrangente do fenômeno. Exatamente por isso, na seção anterior, foi destacado o papel da pandemia (e seus distintos correlatos) na mudança desta dinâmica. Além disso, ressalta-se que essa diferença, ou seja, a redução de 33%, não representa o efeito causal direto, pois é necessário estabelecer um cenário contrafactual para compreender se essa redução foi realmente causada pela intervenção e não por outros fatores aleatórios. Para isso, Itapecerica foi usado como grupo de controle devido à semelhança deste com Carmo do Cajuru, comprovada através do teste de t.

Ao calcular a diferença da diferença, ou seja, a diferença do resultado do grupo de tratamento pela diferença do resultado do grupo de controle, obtemos um efeito de -2,13, o que denota redução da criminalidade. Para fortalecer o resultado encontrado, será realizado um modelo de análise de regressão para a diferença em diferenças. Conforme (KONDO *et al*., 2015), o modelo matemático pode ser descrito pela equação:

$$y = \beta_0 + \beta_1 tempo + \beta_2 tratamento + \beta_3 tempo * tratamento + \varepsilon$$

No contexto da análise em questão, a variável "y" representa a taxa de crimes. Com o objetivo de apresentar os resultados de forma mais precisa, inicialmente realizaremos o cálculo sem considerar as covariáveis. Em etapas subsequentes, incluiremos as seguintes covariáveis: (i) população, (ii) PIB e (iii) renda média. Essa abordagem nos permitirá avaliar a influência dessas variáveis adicionais na relação entre a taxa de crimes e os demais fatores em estudo. Os valores da regressão podem ser vislumbrados na tabela 4.

Tabela 4 – valores da regressão

Variáveis	**Valor**	**p-valor**	**Erro Padrão**
Intercepto	10,15	<2e-16	0,4935
Tempo	-1,06	0,01	0,6979
Tratamento	-1,43	0,03	0,6620
Tempo * Tratamento	-2,13	0,023	0,9363

Fonte: Elaborado pelo autor (2023)

Em resumo, nota-se que o modelo apresentou resultados, mas não obteve significância estatística menor do que 0,01. A falta desta pode ser atribuída a diferentes fatores. Conforme

aponta Kondo *et al.* (2015), um dos principais motivos pode ser o tamanho limitado da amostra utilizada na análise. Quando o tamanho da amostra é pequeno, a capacidade de detectar diferenças estatisticamente significativas é reduzida. Nesse caso, é possível que a amostra não tenha sido grande o suficiente para capturar variações significativas nos dados. Logo, é importante frisar que a falta de significância estatística não significa necessariamente ausência de relação ou diferença entre as variáveis. Salienta-se que, o modelo obteve significância, se utilizarmos como regra valores menores do que 0,05. Além disso, é notável que o efeito calculado à mão é idêntico ao calculado através da regressão, fortalecendo a hipótese.

Ao inserir as covariáveis no modelo, não houve significância estatística. Portanto, muito provavelmente, as covariáveis selecionadas não auxiliam na explicação acerca da redução da criminalidade.

Apesar do efeito constatado através da abordagem de Diferença em Diferenças (DID) manualmente, ao inseri-lo em um modelo de regressão, foi verificado o mesmo resultado, além da significância estatística menor que 0,05. Contudo, não há como afirmarmos que o a iluminação pública foi a causa para este efeito. Abaixo, discutiremos este ponto.

7 LIMITAÇÕES DO MODELO

A presente pesquisa teve como objetivo investigar o efeito causal da intervenção de melhoria da iluminação pública na redução da criminalidade noturna em Carmo do Cajuru. Este estudo apresenta algumas limitações que devem ser consideradas ao interpretar os resultados. Uma das principais limitações é a ausência de dados em certas variáveis relevantes para a análise. A falta de informações pode restringir a capacidade de explorar completamente as relações entre as variáveis de interesse e limitar a precisão das conclusões obtidas. Além disso, a falta de dados pode limitar a generalização dos resultados para outras populações ou contextos. Outra limitação é a possível presença de viés de seleção nos dados disponíveis, o que pode afetar a representatividade da amostra e introduzir distorções nos resultados. Salienta-se que é importante reconhecer essas limitações e considerá-las ao interpretar os resultados deste estudo.

Outro ponto importante a se destacar é o uso de câmeras em um projeto de Cidade Inteligente, o que pode ser um fator adicional que contribuiu para a redução da criminalidade. As câmeras de vigilância podem desempenhar um papel importante na prevenção e detecção de atividades criminosas, oferecendo monitoramento contínuo de áreas públicas e ajudando a

identificar indivíduos envolvidos em comportamentos ilegais. Ao implementar um sistema de câmeras em uma cidade, é possível aumentar a visibilidade e a sensação de segurança, pois a presença das câmeras atua como um elemento dissuasor para possíveis criminosos.

Por fim, além das considerações mencionadas, é válido ressaltar que a forma de seleção dos pontos no estudo pode apresentar uma limitação. No caso de projetos de Cidade Inteligente, onde são implementadas medidas de segurança, como câmeras de vigilância e iluminação pública, a escolha dos locais onde essas intervenções serão realizadas pode influenciar nos resultados obtidos. Uma abordagem mais efetiva seria a utilização de uma randomização por bairros, onde os pontos de intervenção seriam selecionados de forma aleatória, garantindo uma distribuição mais equitativa das medidas de segurança em diferentes regiões da cidade. Essa abordagem minimizaria o viés de seleção e permitiria uma avaliação mais precisa do impacto das intervenções na redução da criminalidade (KONDO et al., 2015). A randomização por bairros também levaria em consideração as características socioeconômicas, demográficas e de criminalidade de cada região, evitando a concentração excessiva das intervenções em áreas privilegiadas ou subestimadas. Dessa forma, seria possível obter uma análise mais abrangente e representativa dos efeitos das medidas de segurança em diferentes contextos urbanos.

8 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A relação entre a melhoria da iluminação pública e a redução da criminalidade é um tema relevante e amplamente discutido na literatura acadêmica e nas políticas de segurança pública. Este estudo buscou investigar essa relação por meio de uma abordagem de diferença em diferenças, considerando a intervenção de melhoria da iluminação pública em um município específico.

Inicialmente, a análise da revisão literária desempenhou um papel fundamental ao guiar a formulação da hipótese e embasar a pesquisa sobre a relação entre melhoria da iluminação pública e redução da criminalidade. Diversos estudos anteriores têm abordado a influência da iluminação pública na segurança e na prevenção do crime. Essas pesquisas sugerem que a iluminação adequada pode desencorajar atividades criminosas ao aumentar a percepção de segurança, promover a vigilância natural e facilitar a identificação de suspeitos. Além disso, a iluminação pública eficaz pode contribuir para a criação de espaços públicos mais convidativos e socialmente coesos. No contexto deste estudo, o referencial teórico forneceu uma base sólida para a formulação da hipótese de que a melhoria da iluminação pública estaria associada à

redução da criminalidade noturna. A partir da revisão da literatura, foi possível compreender os mecanismos pelos quais a iluminação afeta a segurança, assim como identificar estudos que demonstraram uma correlação positiva entre iluminação pública adequada e diminuição da criminalidade. Também, o referencial teórico ajudou a identificar possíveis variáveis de controle que poderiam influenciar os resultados, como fatores socioeconômicos, características demográficas e níveis de policiamento. Logo, toda a teoria serviu como guia para o entendimento da complexidade da relação entre iluminação pública e criminalidade, enfatizando a importância de considerar esses fatores em pesquisas futuras.

Posteriormente, os resultados obtidos indicaram uma redução da criminalidade noturna após a implementação da política de melhoria da iluminação em Carmo do Cajuru. Essa evidência sugere que a iluminação pública desempenha um papel importante na prevenção e dissuasão de atividades criminosas durante a noite. A redução da taxa de crimes observada após a intervenção reforça a importância da iluminação adequada como um fator de proteção para a segurança dos cidadãos. Apesar de encontramos significância estatística, provavelmente a causa da redução da criminalidade não é apenas a iluminação pública. Logo, a aplicação de modelos mais robustos poderia fornecer uma análise mais abrangente e precisa dessa relação, incorporando a estrutura temporal dos dados e controlando variáveis de confusão relevantes. Ainda nessa seara, é válido ressaltar que os valores encontrados não descartam a hipótese, ou seja, podemos inferir que a iluminação pública isoladamente não pode ser apontada como a causa principal da redução da criminalidade. Em vez disso, parece que a Parceria Público-Privada em si desempenhou um papel mais substancial, uma vez que o projeto também incorporou outros elementos que podem ter influenciado a dinâmica da criminalidade. Esses elementos adicionais incluem produtos ou componentes que podem atuar como fatores que induzem a criminalidade, como as câmeras popularmente conhecidas como “olho vivo”. Portanto, a análise estatística sugere que a redução da criminalidade não pode ser atribuída exclusivamente à melhoria da iluminação pública, mas deve ser vista dentro do contexto mais amplo da Parceria Público-Privada e das intervenções complementares implementadas como parte desse projeto.

Devido a isso, para o maior entendimento do impacto da iluminação pública, modelos mais robustos ou mesmo uma coleta de dados mais precisa se faz necessário. Apesar dessas limitações, a pesquisa sobre a relação entre melhoria da iluminação pública e redução da criminalidade desempenha um papel crucial na formulação de políticas públicas de segurança. Os resultados encontrados neste estudo contribuem para o acúmulo de evidências nesta área,

fornecendo suporte para a implementação de intervenções voltadas à melhoria da iluminação como uma estratégia eficaz na redução da criminalidade noturna. Em última análise, a relação entre melhoria da iluminação pública e redução da criminalidade é um tópico relevante para a segurança urbana e o bem-estar da população. A abordagem da redução da criminalidade via políticas públicas vai além das tradicionais estratégias de encarceramento em massa ou do aumento ostensivo do policiamento.

A criação de um ambiente social propício, que promova a melhoria do espaço urbano e contribua para a redução da criminalidade, é de fundamental importância. O enfoque no meio urbano é particularmente relevante, uma vez que a maioria dos crimes ocorre em áreas urbanas densamente povoadas. Ao investir na melhoria do entorno urbano, é possível criar um ambiente mais seguro e coeso, que desestimule a ocorrência de atividades criminosas.

A ênfase na prevenção, por meio de políticas públicas que abordam as causas subjacentes da criminalidade, é fundamental para criar mudanças sustentáveis e duradouras. Embora a aplicação da lei e o sistema de justiça criminal desempenhem um papel importante na manutenção da ordem e na punição dos infratores, é igualmente crucial adotar uma abordagem holística que priorize a criação de um ambiente seguro, inclusivo e resiliente. Investir em políticas e projetos de iluminação adequados pode contribuir para a criação de ambientes mais seguros e protegidos, promovendo a qualidade de vida e o sentimento de segurança da comunidade. Essa relação merece ser investigada e considerada nas estratégias de planejamento urbano e segurança pública, visando a construção de cidades mais seguras e resilientes.

Portanto, é de extrema importância que as políticas públicas de redução da criminalidade sejam pensadas de forma ampla e integrada, abrangendo a melhoria do espaço social. Ao promover a qualidade de vida, a coesão social e a segurança nos ambientes urbanos, podemos criar comunidades mais saudáveis e resilientes, contribuindo para a redução da criminalidade e para o bem-estar geral da população.

REFERÊNCIAS

ANGRIST, Joshua D.; PISCHKE, Jörn-Steffen. Mostly Harmless Econometrics: an empiricist's companion. Princeton: Princeton University Press, 2009. 392 p. (ISBN 0691120358).

BARBETTA, P. A. (2014). Estatística aplicada às ciências sociais. Florianópolis: Editora da UFSC.

BERTUZZI, F. B. A influência da iluminação pública na segurança urbana noturna. Paisagem e Ambiente, [S. l.], v. 32, n. 48, p. e174975, 2021. DOI: 10.11606/issn.2359-5361.paam.2021.174975. Disponível em: https://www.revistas.usp.br/paam/article/view/174975. Acesso em: 29 maio 2023.

BRAGATTO, Nathália Ceccato. Importância da iluminação nos bares e restaurantes e sua influência no comportamento dos usuários. Especialize, Goiânia, p. 1-17, 2013.
BRASIL. Decreto-Lei N° 2848, de 7 de dezembro de 1940. Institui o Código Penal. [S. l.], 1940. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto-lei/del2848compilado.htm. Acesso em: 12 jun. 2023.

_____. Lei N° 11.343, de 23 de agosto de 2006. Institui o Sistema Nacional de Políticas Públicas sobre Drogas, 2006. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2006/lei/l11343.htm. Acesso em: 12 jun. 2023.

_____. Lei Nº 11.079, de 30 de dezembro de 2004. Institui normas gerais para licitação e contratação de Parceria Público-Privada no âmbito da administração pública. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 31 dez. 2004. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2004/lei/l11079.htm . Acesso em: 29 jun. 2023.

_____. Lei nº 8.666, de 21 de junho de 1993. Regulamenta o art. 37, inciso XXI, da Constituição Federal, institui normas para licitações e contratos da Administração Pública e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 22 jun. 1993. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L8666cons.htm. Acesso em: 29 jun. 2023.

CARDOSO, Victória Loureiro; RENNÓ, Sílvia de Alencar. Iluminação e segurança pública: uma investigação sobre a relação entre design e criminalidade urbana pela perspectiva feminina. Estudos em Design, [S.L.], v. 27, n. 3, p. 130-146, 29 dez. 2019. Estudos em Design. http://dx.doi.org/10.35522/eed.v27i3.777. Disponível em: https://estudosemdesign.emnuvens.com.br/design/article/view/777. Acesso em: 09 maio 2023.

CHALFIN, Aaron. et al. 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, 11 jan. 2021. Springer Science and Business Media LLC. http://dx.doi.org/10.1007/s10940-020-09490-6. Disponível em: https://www.nber.org/papers/w25798. Acesso em: 14 mar. 2023.

CIANI, Emanuele; FISHER, Paul. DIF-in-DIF Estimators of Multiplicative Treatment Effects. Journal Of Econometric Methods, [S.L.], v. 8, n. 1, p. 1-10, 3 fev. 2018. Walter de Gruyter GmbH. http://dx.doi.org/10.1515/jem-2016-0011. Disponível em: https://www.degruyter.com/document/doi/10.1515/jem-2016-0011/html. Acesso em: 16 jun. 2023.

DANTAS, George Felipe de Lima; PERSIJN, Annik de; SILVA JÚNIOR, Álvaro Pereira da. O Medo do Crime. O Alferes: Revista da Polícia Militar do Estado de Minas Gerais, Belo Horizonte, v. 22, n. 62, p. 01-138, jul. 2007. Semestral. Disponível em: https://ibsp.org.br/obras-indicadas/o-medo-do-crime/. Acesso em: 02 maio 2023.

DATAVIVA. Data Viva. Belo Horizonte, 2023. Disponível em: http://dataviva.info/pt/. Acesso em: 05 maio 2023.

DIOMAR, Oswaldo. História de Carmo do Cajuru: (1747 a 1992). 2. ed. Rio de Janeiro: Globo, 2000. 278 p.

DRUMOND, Alexandre Matos; SILVEIRA, Suely de Fátima Ramos; SILVA, Edson Arlindo. Predominância ou coexistência? Modelos de administração pública brasileira na Política Nacional de Habitação. Revista de Administração Pública, 28 fev. 2014. DOI https://doi.org/10.1590/S0034-76122014000100001. Disponível em: https://www.scielo.br/j/rap/a/fsJhVDkhWY3n3HYXpJwcT9d/?lang=pt#. Acesso em: 15 jun. 2023.

ELALI, Gleice. Relações entre comportamento humano e ambiência: Uma reflexão com base na Psicologia Ambiental. In: COLÓQUIO INTERNACIONAL AMBIÊNCIAS COMPARTILHADAS: CULTURA, CORPO E LINGUAGEM, 1., 2009, Rio de Janeiro. Anais... Rio de Janeiro: PROARQ/UFRJ, 2009, p. 1-14. Disponível em: https://0501.nccdn.net/4_2/000/000/071/260/Artigo-GLEICE-ELALI-FULL.pdf. Acesso em: 12 jun. 2023

FELSON, Marcus; CLARKE, Ronald V.. Opportunity Makes the Thief: practical theory for crime prevention. Londres: Barry Webb, 1998. 44 p. Disponível em: https://popcenter.asu.edu/sites/default/files/opportunity_makes_the_thief.pdf. Acesso em: 05 maio 2023.

FERNANDES, Samuel Roda. Paisagens lumínicas e transfiguração da noite em Sintra – o Aura Festival. In: FREIRE, Patrícia. A Cidade Não Adormece. [s. L.]: Espaço CPI, 2016. p. 8-9.

FIANI, Ronaldo. O Problema Dos Custos De Transação Em Parcerias Público-Privadas Em Infraestrutura. Rio de Janeiro: Ipea, 2016. (ISSN 1415-4765). Disponível em: https://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/7398/1/td_2261.PDF. Acesso em: 18 set. 2023.

FÓRUM INTERNACIONAL DE PARCERIAS PÚBLICO-PRIVADAS DA UNECE, 6., 2022, Barcelona. The campaign to reach 500 People-first PPPs for the SDGs case studies: End Poverty Protect the Planet and Leave No One Behind. Barcelona: Unece, 2022. Disponível em: https://unece.org/ppp/forum6#accordion_2. Acesso em: 12 jun. 2023.

GÄRTNER, Anika. Desenho do espaço público como ferramenta para a prevenção da violência. Revista Brasileira de Segurança Pública, São Paulo, p. 56-67, 2008.

GERTLER, Paul J. et al. Avaliação de Impacto na Prática. 2. ed. Washington: Grupo Banco Mundial, 2016. (ISBN 978-1-4648-0889-0). Disponível em: https://openknowledge.worldbank.org/server/api/core/bitstreams/4d0504c2-bedf-5218-939b-cc17b3c238f3/content. Acesso em: 11 maio 2023.

GÓIS, Marcos Paulo Ferreira de. Luzes na Cidade: sobre as paisagens luminosas e os cenários noturnos da cidade do rio de janeiro. Espaço Aberto, [S.L.], v. 1, n. 2, p. 117-128, 4 dez. 2011. Revista Espaço Aberto. http://dx.doi.org/10.36403/espacoaberto.2011.2061. Disponível em: https://revistas.ufrj.br/index.php/EspacoAberto/article/view/2061/1828. Acesso em: 29 maio 2023.

GUIMARÃES, Fernando Vernalha. Repartição de riscos nas Parcerias Público-Privadas. Enciclopédia jurídica da PUC-SP. Celso Fernandes Campilongo, Alvaro de Azevedo Gonzaga e André Luiz Freire (coords.). Tomo: Direito Administrativo e Constitucional. Vidal Serrano Nunes Jr., Maurício Zockun, Carolina Zancaner Zockun, André Luiz Freire (coord. de tomo). 1. ed. São Paulo: Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, 2017. Disponível em: https://enciclopediajuridica.pucsp.br/verbete/28/edicao-1/reparticao-de-riscos-nas-parcerias-publico-privadas. Acesso em: 05 maio 2023.

HART, Oliver. Firms, Contracts, and Financial Structure. Inglaterra: Oxford University Press, 1995. 240 p.

HOPE, Tim. Crime, community and environment. Journal Of Environmental Psychology, [S.L.], v. 6, n. 1, p. 65-78, mar. 1986. Elsevier BV. http://dx.doi.org/10.1016/s0272-4944(86)80035-4. Disponível em: h

HUNGARO, Luis Alberto. Parceria público-privada municipal. Rio de Janeiro: Lumen Juris, 2017, p. 82.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Censo Brasileiro de 2022. Rio de Janeiro: IBGE, 2022. Disponível em: https://censo2022.ibge.gov.br/. Acesso em: 19 jun. 2023.

____. Cidades@. Rio de Janeiro: IBGE, 2023. Disponível em: https://cidades.ibge.gov.br/. Acesso em: 19 jun. 2023.

____. Divisão Territorial Brasileira 2022. Rio de Janeiro: IBGE, 2022. Disponível em: https://www.ibge.gov.br/geociencias/organizacao-do-territorio/estrutura-territorial/23701-divisao-territorial-brasileira.html. Acesso em: 19 jun. 2023.

IPGC – INSTITUTO DE PLANEJAMENTO E GESTÃO DE CIDADES. Disponível em: https://brasilinteligente.ipgc.com.br/index.php/2023/04/12/ipgc-e-o-lider-nacional-em-estruturacao-de-projetos-de-iluminacao-publica-no-brasil/. Acesso em: 02 jul. 2023.

JESUS, Ranielle Pessoa de. Anais SINESPP 2018. Simpósio Internacional Sobre Estado, Sociedade e Políticas Públicas - Sinespp, Teresina. Editora da UFPI - EDUFPI.

http://dx.doi.org/10.51205/sinespp.2018. Disponível em: https://sinespp.ufpi.br/2018/upload/anais/MTkw.pdf?012321. Acesso em: 02 maio 2023.

KONDO, Michelle C. et al. A Difference-In-Differences Study of the Effects of a New Abandoned Building Remediation Strategy on Safety. Plos One, [S.L.], v. 10, n. 7, p. 1-14, 8 jul. 2015. Public Library of Science (PLoS). http://dx.doi.org/10.1371/journal.pone.0129582. Disponível em: https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0129582#amendment-0. Acesso em: 03 abr. 2023.

MASCARÓ, Lucia. A iluminação do espaço público. Arqtexto, Porto Alegre, p. 20-27, 2006. Disponível em: https://www.ufrgs.br/propar/publicacoes/ARQtextos/PDFs_revista_8/8_Lucia%20Mascar%C3%B3.pdf. Acesso em: 29 maio 2023.

MELO, Rosane Gabriele C. de. Psicologia ambiental: uma nova abordagem da psicologia. Psicol. USP, São Paulo, v. 2, n. 1-2, p. 85-103, 1991. Disponível em http://pepsic.bvsalud.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1678-51771991000100008&lng=pt&nrm=iso. Acesso em: 29 maio. 2023.

NETO, Wilson Levy Braga da Silva; NALINI, José Renato. Cidades inteligentes e sustentáveis: desafios conceituais e regulatórios. Revista de Direito da Administração Pública, [s. l.], 4 maio 2017. Disponível em: http://www.redap.com.br/index.php/redap/article/view/107. Acesso em: 26 jun. 2023.

NEWMAN, Oscar. Defensible Space: crime prevention through urban design. Nova Iorque: The Macmillan Company, 1972. 264 p.

NORMANDO, David; TJÄDERHANE, Leo; QUINTÃO, Cátia Cardoso Abdo. A escolha do teste estatístico - um tutorial em forma de apresentação em PowerPoint. Dental Press Journal Of Orthodontics, [S.L.], v. 15, n. 1, p. 101-106, fev. 2010. FapUNIFESP (SciELO). http://dx.doi.org/10.1590/s2176-94512010000100012. Disponível em: https://www.scielo.br/j/dpjo/a/qSQTjRQd4YzWQWSkDmBmspn/. Acesso em: 02 jul. 2023.

PAIVA, Mariela Moreira do Vale. O MERCADO DAS PRISÕES: O CASO DO BRASIL E AS PARCERIAS PÚBLICO PRIVADAS. Ribeirão Preto, 2019. Disponível em: https://revistas.unaerp.br/cbpcc/article/download/1657/1419/6097. Acesso em: 18 set. 2023.

PEASE, Ken. A review of street lighting evaluations: crime reduction effects. Loughborough University, Loughborough, p. 47-76, jan. 1999. Disponível em: https://repository.lboro.ac.uk/articles/journal_contribution/A_review_of_street_lighting_evaluations_crime_reduction_effects/9580775. Acesso em: 12 jun. 2023

PINHEIRO, Tiago Cisalpino. Hierarquia Urbana e Situação Fiscal dos Municípios Brasileiros. Revista Brasileira de Estudos Regionais e Urbano. v. 3, n. 1, 6 fev. 2015. Disponível em: https://www.revistaaber.org.br/rberu/article/view/30. Acesso em 18/09/2023.

PINHO, Clóvis Alberto Bertolini de. Os desafios da experiência brasileira com projetos de Parceria Público Privada (PPP) de iluminação pública e cidades inteligentes (smart cities). Revista de Direito Público da Economia. Belo Horizonte, abr. 2019. p. 09-31. Disponível em:

https://www.lexml.gov.br/urn/urn:lex:br:rede.virtual.bibliotecas:artigo.revista:2019;1001165475. Acesso em: 30 jun. 2023.

RADARPPP. Iluminação Pública (Carmo do Cajuru). Disponível em: https://radarppp.com/resumo-de-contratos-de-ppps/iluminacao-publica-carmo-do-cajuru/ Acesso em: 15 jun. 2023.

RAPOPORT, Amos. Human Aspects of Urban Form: towards a man environment approach to urban form and design. Milwaukee: Pergamon, 1977. 450 p. Disponível em: https://www.sciencedirect.com/book/9780080179742/human-aspects-of-urban-form#book-description. Acesso em: 09 maio 2023.

RIBEIRO, Maurício Portugal; PRADO, Lucas Navarro. Alteração de Contratos de Concessão e PPP por Interesse da Administração Pública – Problemas Econômicos, Limites Teóricos e Dificuldades Reais. Revista de Contratos Públicos – RCP, Belo Horizonte, ano 2, n. 2, set. 2012/ fev. 2013.

SANTANA, Gilson Dantas de; RODRIGUES JÚNIOR, Hélio de Souza. As Parcerias Público-Privadas: Solução ou Problema? Prismas: Dir., Pol. Pub. e Mundial., Brasília, v. 3, n. 1, p. 148-181, jul. 2006. Disponível em: https://www.gti.uniceub.br/prisma/article/view/210/185. Acesso em: 18 set. 2023.

SHAKIR, Naeem Hussain. O Impacto da Certificação do Ensino Médio sobre Outcomes de Mercado de Trabalho: Evidências a partir do Modelo Diferenças em Diferenças. 2021. Dissertação (Mestrado Profissional em Políticas Públicas) - Universidade Católica de Brasília, [S. l.], 2021.

SILVA, Roberta Bessa Veloso; FERREIRA, Daniel Furtado. Alternativas para o teste t com variâncias heterogêneas avaliadas por meio de simulação. Ciência e Agrotecnologia, [S.L.], v. 27, n. 1, p. 185-191, fev. 2003. FapUNIFESP (SciELO). http://dx.doi.org/10.1590/s1413-70542003000100023. Disponível em: https://www.scielo.br/j/cagro/a/c9HbLZCpPxD8scthCrt4TNj/?lang=pt. Acesso em: 02 jul. 2023.

TCE-MG. Tribunal de Contas do Estado de Minas Gerais. Denúncia nº X. Relator: Cons. Gilberto Diniz. Minas Gerais, 05 jun. 2018. Disponível em: https://www.jusbrasil.com.br/jurisprudencia/tce-mg/649391880. Acesso em: 05 maio 2023. ttps://www.researchgate.net/publication/248588005_Crime_community_and_environment. Acesso em: 29 maio 2023.

VICENTE, Maximiliano Martin. História e comunicação na ordem internacional. São Paulo: Unesp, 2009. 214 p. (ISBN 978-85-98605-96-8). Disponível em: http://books.scielo.org. Acesso em: 03 jun. 2023.

WILSON, James Quinn; KELLING, George Lee. Broken Windows Theory: the police and neighborhood safety. The Atlantic, p. 1-10, 1982. Disponível em: https://www.manhattan-institute.org/pdf/_atlantic_monthly-broken_windows.pdf. Acesso em: 04 maio 2023.

ZIBETTI, André Wust. Teste de Hipóteses. Universidade Federal de Santa Catarina. Disponível em: https://www.inf.ufsc.br/~andre.zibetti/probabilidade/teste-de-hipoteses.html#. Acesso em: 02 jul. 2023.