



INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO PIAUÍ
CAMPUS TERESINA - CENTRAL
CURSO TECNOLOGIA EM GEOPROCESSAMENTO

JORGE ANCELMO MENDONÇA BEZERRA FILHO

**GEOPROCESSAMENTO APLICADO À ILUMINAÇÃO PÚBLICA: identificação de
zonas escuras no Bairro Nossa Senhora do Carmo Parnaíba-PI**

**TERESINA
2024**

JORGE ANCELMO MENDONÇA BEZERRA FILHO

GEOPROCESSAMENTO APLICADO À ILUMINAÇÃO PÚBLICA: identificação de zonas escuras no Bairro Nossa Senhora do Carmo Parnaíba-PI

Trabalho de Conclusão de Curso (artigo científico) apresentado como exigência parcial para obtenção do diploma do Curso de Tecnologia em Geoprocessamento do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí, Campus Teresina-Central.

Orientador: Prof. Me. Antônio Celso de Sousa Leite.

TERESINA
2024

GEOPROCESSAMENTO APLICADO À ILUMINAÇÃO PÚBLICA: identificação de zonas escuras no Bairro Nossa Senhora do Carmo Parnaíba-PI

Jorge Ancelmo Mendonça Bezerra Filho¹

Antônio Celso de Sousa Leite²

RESUMO

O sistema de iluminação pública é um componente essencial das infraestruturas urbanas, influenciando diretamente na segurança, mobilidade e na qualidade de vida dos cidadãos. No Brasil, a gestão da iluminação pública envolve uma série de desafios e responsabilidades que são majoritariamente de competência da esfera municipal. Nos últimos anos, muitos municípios brasileiros têm investido na modernização dos sistemas de iluminação pública, adotando tecnologias mais eficientes e sustentáveis. Este Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) apresenta uma análise das zonas com baixa ou ausência de iluminação pública utilizando geotecnologias, como ferramenta principal para obtenção dos dados. A iluminação pública é um fator crucial na promoção da segurança urbana, pois estudos indicam que áreas bem iluminadas tendem a ter menores taxas de criminalidade devido à maior visibilidade e vigilância. Com base nisso, esse trabalho propõe o uso do geoprocessamento como ferramenta de auxílio na identificação de zonas com deficiência de iluminação pública e na tomada de decisão da gestão tendo usado como modelo o cadastro georreferenciado dos pontos de iluminação pública e como área de estudo o bairro Nossa Senhora do Carmo no município de Parnaíba, Piauí.

Palavras-Chave: sig; georreferenciamento; sensoriamento remoto; iluminação pública.

ABSTRACT

Public street lighting is a crucial component of urban infrastructure, directly influencing the safety, mobility, and quality of life of citizens. In Brazil, the management of public lighting involves numerous challenges and responsibilities, primarily under municipal jurisdiction. In recent years, many Brazilian municipalities have invested in modernizing public lighting systems by adopting more efficient and sustainable technologies. This Final Graduation Project presents an analysis of areas with low or no public lighting using geotechnologies as the primary data acquisition tool. Public lighting is vital for promoting urban safety, as studies indicate that well-lit areas tend to have lower crime rates due to increased visibility and surveillance. Based on this premise, this work proposes using geoprocessing as a tool to help identify areas with deficient public lighting and assist in management decision-making. The study utilizes a georeferenced database of public lighting points, focusing on the Nossa Senhora do Carmo neighborhood in the municipality of Parnaíba, Piauí.

Keywords: gis; georeferencing; remote sensing; public lighting.

Data de aprovação: 05/12/2024

¹ Graduando em Tecnologia em Geoprocessamento. IFPI. ancelfmo88@gmail.com

² Mestrado em Ciências Geodésicas e Tecnologias da Geoinformação. IFPI. antonio.celso@ifpi.edu.br

1 INTRODUÇÃO

O serviço público é uma atividade desenvolvida com a participação direta do estado e garantida pela Constituição Federal de 1988 (BRASIL, 1988). No que se refere aos serviços de Iluminação Pública, os projetos são elaborados para as mais diversas finalidades, mas, em geral, têm-se entre os principais objetivos: garantir o tráfego de pessoas, veículos e outros meios de transportes em ruas e avenidas; assegurar o uso dos espaços públicos pela população, principalmente no período noturno, trazendo mais conforto e segurança; ressaltar áreas de destaque na cidade; contribuir para o desenvolvimento social e econômico da população, além de reduzir o consumo de energia, prezando pelas questões ambientais (Moreira, 1999).

O sistema de iluminação pública é um componente essencial das infraestruturas urbanas, influenciando diretamente a segurança, a mobilidade e a qualidade de vida dos cidadãos. Segundo FUHRMANN (2014), a iluminação pública pode auxiliar na captação de recursos por meio da atratividade do comércio e da sensação de segurança, resultando do fomento ao desenvolvimento de uma determinada região.

No Brasil, a gestão da iluminação pública envolve uma série de desafios e responsabilidades que são compartilhadas entre os governos federal, estadual e municipal. Essa gestão é majoritariamente de responsabilidade dos municípios, conforme determinado pela Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) através da Resolução Normativa nº 414/2010. Essa norma transferiu a titularidade dos ativos de iluminação pública das concessionárias de energia para os municípios, que passaram a ser responsáveis pela manutenção e expansão dos sistemas de iluminação.

Nos últimos anos, muitos municípios brasileiros têm investido na modernização dos sistemas de iluminação pública, adotando tecnologias mais eficientes e sustentáveis, como as lâmpadas LED. Essas lâmpadas consomem menos energia e têm uma vida útil mais longa em comparação com as lâmpadas tradicionais, como as de vapor de sódio.

Apesar dos avanços tecnológicos, muitos municípios ainda enfrentam desafios significativos na gestão da iluminação pública, incluindo a falta de recursos financeiros e técnicos para a manutenção e expansão dos sistemas. A iluminação deficiente em áreas urbanas e rurais pode contribuir para a sensação de insegurança e aumentar a vulnerabilidade à crimes (Fuhrmann, 2014).

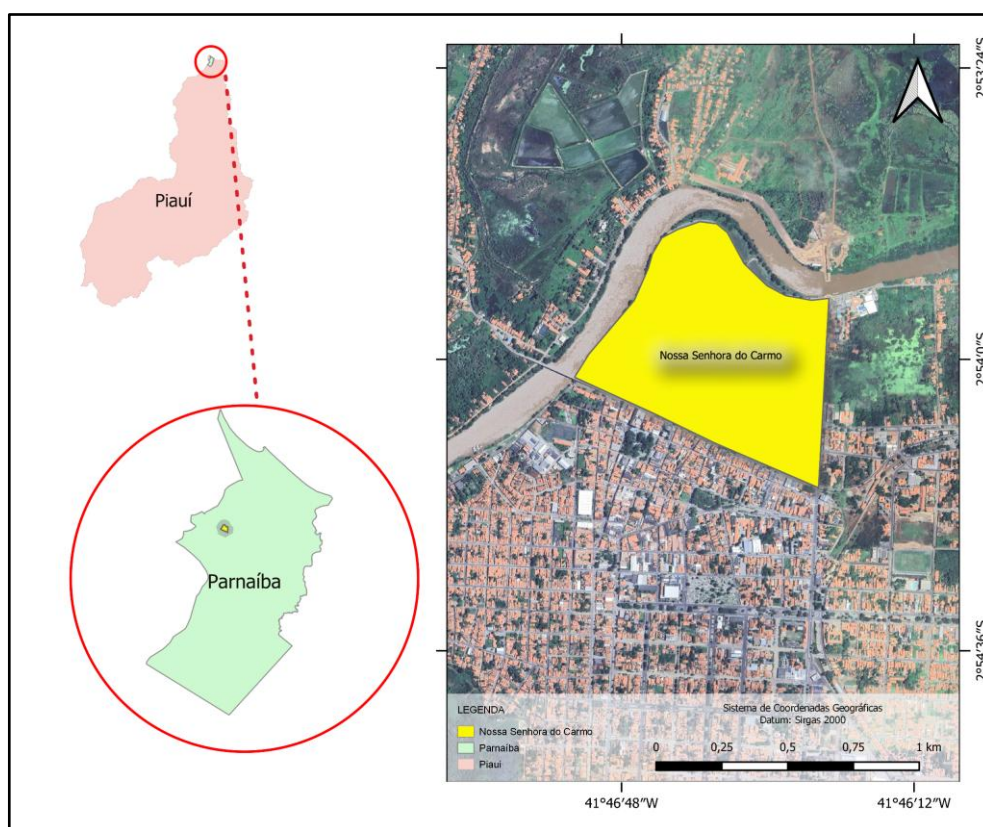
Com base nisso, esse trabalho tem como objetivo apresentar o uso do geoprocessamento como ferramenta de auxílio na identificação de zonas com deficiência de iluminação pública e auxiliar na tomada de decisão da gestão. Usando como modelo o cadastro e georreferenciamento dos pontos de iluminação pública usando como área de estudo o bairro Nossa Senhora do Carmo no município de Parnaíba - PI.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 ÁREA DE ESTUDO

A área de estudo (Bairro Nossa Senhora do Carmo) está localizada na cidade de Parnaíba, no estado do Piauí, Brasil. A cidade fica localizada na região norte do estado, sendo a segunda maior cidade do estado. Segundo dados do IBGE de 2020, a população de Parnaíba é de cerca de 153.000 habitantes, tem como municípios limítrofes Luís Correia, Bom Princípio do Piauí, Buriti dos Lopes, Ilha Grande e Araisos (MA). Segue mapa de localização na figura 1:

Figura 1: Mapa de localização.



Fonte: Elaborado pelo autor, 2024.

2.2 GEOTECNOLOGIAS APLICADAS

2.2.1 Georreferenciamento

Esta técnica envolve a atribuição de coordenadas geográficas a pontos específicos no espaço, permitindo a localização precisa dos pontos de iluminação já existentes.

A realização do levantamento georreferenciado é uma geotecnologia muito importante, pois é necessário obter com precisão a localização de cada ponto onde os postes de iluminação pública estão, assim pode-se obter a localização precisa para cada ponto em ruas, avenidas, viadutos, travessas, parques, praças e outros logradouros. Segundo JUNIOR (2020), a realização do cadastro georreferenciado dos componentes do sistema visa instrumentalizar a gestão dos serviços de iluminação pública, assim considerado como base para controle de manutenção e projetos de melhoramentos e expansão.

Para a realização do georreferenciamento dos postes, a norma da ANEEL (2021) estipula que as coordenadas obtidas através do emprego de aparelhos Global Navigation Satellite System (GNSS), devem apresentar precisão mínima de 25 metros para posicionamento planimétrico.

2.2.2 Análise Espacial

Esta técnica utiliza os dados georreferenciados para identificar padrões espaciais e relações entre diferentes variáveis. A ferramenta permitiu a construção do mapa de identificação de áreas críticas, através dos pontos de iluminação pública adquiridos pelo georreferenciamento e a espacialização da camada de quadras da área de estudo.

Para realização do trabalho se fez necessária a utilização de softwares para o processamento dos dados, informações vetoriais para elaboração de mapas e imagens aéreas, como o QGIS - software livre comumente utilizado para elaboração de mapas e tratamento de dados geoespaciais, também é considerado um Sistema de Informação Geográfica (SIG).

Os dados vetoriais, material de informação digital que contém vetores que materializam o meio físico dentro do SIG (bairro e quadras), para esse trabalho foram

usados dados de limites de cidades, municípios, unidades de federação, países e rodovias, todos obtidos através do site do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE.

Um sistema de informação geográfica (SIG) é um sistema de informação que é concebido para trabalhar com dados referenciados por coordenadas geográficas ou espaciais. Em outras palavras, um SIG é um sistema de bases de dados com capacidades específicas para lidar com dados espacialmente referenciados, bem como um conjunto de operações para trabalhar com dados. De certo modo, um SIG pode ser pensado como mapa de ordem superior (STAR e ESTES, 1990, p. 2 - 3, apud MÜLLER LOHN, 3000)

Da mesma forma, outro produto cartográfico que se constitui numa poderosa ferramenta para análise espacial é o mapa de kernel, que consolida uma vantagem do mapeamento digital em relação ao método convencional. A etimologia da palavra Kernel significa "núcleo". No contexto das geotecnologias esse termo faz referência a um método estatístico de estimação de curvas de densidades. Neste método cada uma das observações é ponderada pela distância em relação a um valor central, o núcleo (VIEIRA. et al., 2018).

2.3 METODOLOGIA

Para o desenvolvimento deste trabalho adotou-se a metodologia de estudo de caso para o bairro Nossa Senhora do Carmo, em Parnaíba-PI. O método envolve as seguintes etapas:

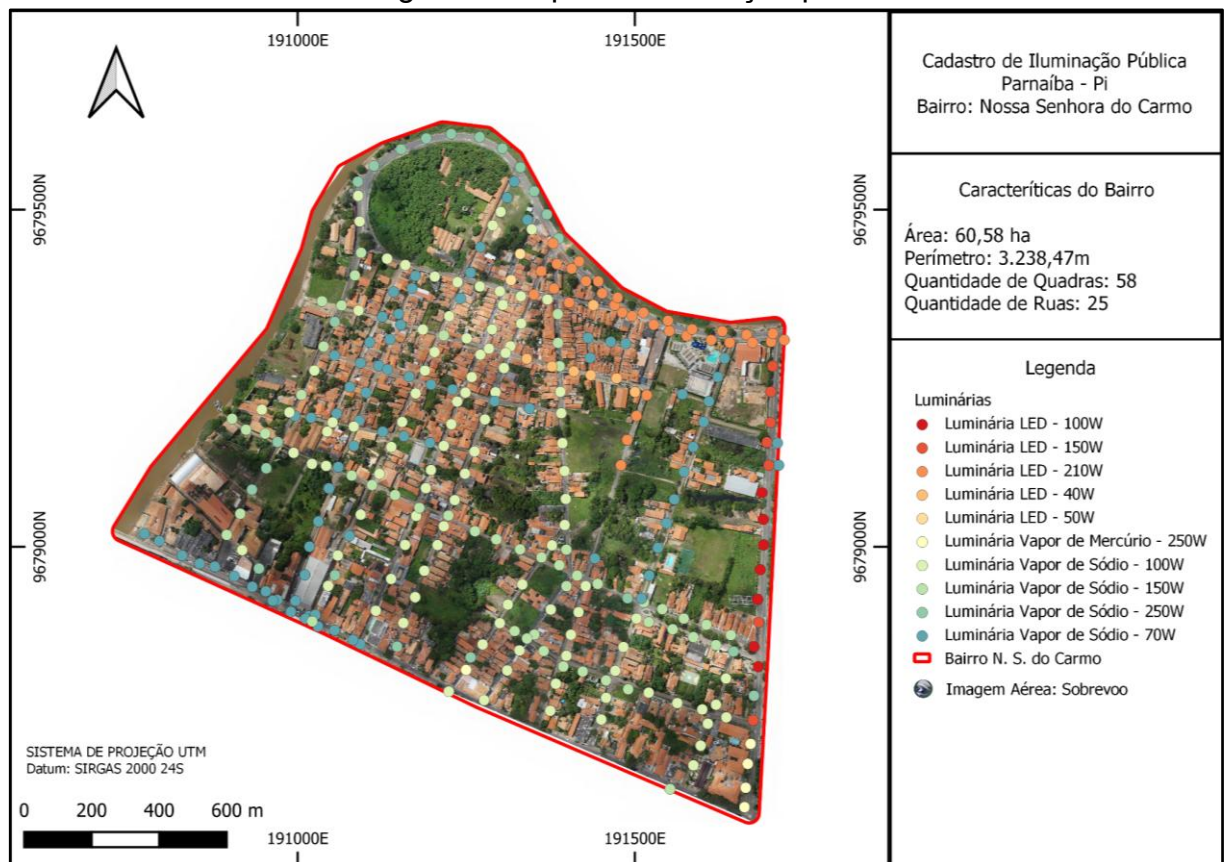


3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Seguindo a sequência apresentada na metodologia tem-se a delimitação da área de estudo - bairro Nossa Senhora do Carmo. Nesse bairro levantou-se 308 pontos de iluminação pública, abrangendo 25 ruas e 58 quadras. A realização dessa

etapa teve apoio do sobrevoo com drone na área para servir de base cartográfica para coleta de dados. Cada dado encontrado foi estruturado no banco de dados com atributos de coordenadas, endereço e tipo de potência da luminária. A potência encontrada e a distância entre os pontos são atributos para determinação do fluxo luminoso e criação do mapa temático da área. Segue mapa ilustrativo com os pontos de iluminação na figura 2.

Figura 2: Mapa de iluminação pública.



Fonte: Elaborado pelo autor, 2024.

A gestão na iluminação pública deve passar pelo cadastro georreferenciado dos pontos para obter as potências e distâncias das luminárias, podendo assim, definir a eficiência luminotécnica que o local possui. O estudo centra-se na análise dos distanciamentos entre os pontos com base na Tabela 9 da ABNT NBR 5101:2012, a qual estabelece que a distância máxima entre os postes (pontos) deve ser de 40 metros.

Segundo COSTA (2000), o fluxo luminoso é definido como a quantidade de luz emitida por uma fonte, medida em lumens (lm), na tensão nominal de funcionamento

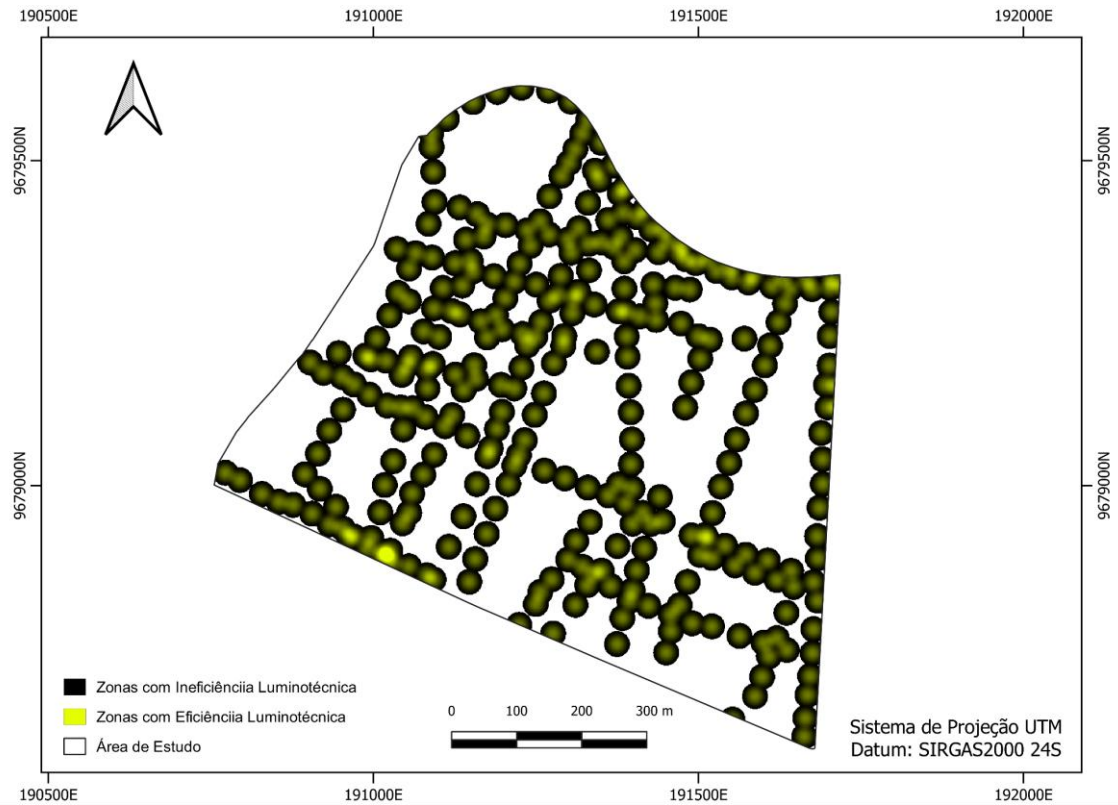
de uma fonte luminosa, sendo uma grandeza fotométrica derivada da intensidade luminosa, ou seja, está estreitamente ligado com a capacidade do homem de ver.

Os alvos (pontos luminosos) recebem influência dos fluxos vizinhos, então as etapas da metodologia foram seguidas a fim de se identificar com precisão as zonas com deficiência de iluminação, isto é, as zonas de baixa intensidade de fluxo luminoso. Esse conceito chama-se iluminância, que COSTA (2000) define como a densidade de luz necessária para uma determinada tarefa visual. Isto permite supor que existe um valor ótimo de luz para quantificar um projeto de iluminação, em termos mais simples é o fluxo luminoso incidente numa superfície por unidade de área.

Segundo EPE (2014) a gestão da iluminação pública com o aprimoramento das tecnologias visando eficiência e qualidade pode resultar em economia, isso porque o setor público representa parcela significativa do consumo final de eletricidade no Brasil.

A análise espacial, através da ferramenta do mapa de Kernel, foi a geotecnologia adotada para elaboração do mapa de incidência luminosa nas ruas da área de estudo. Os mapas resultantes são ferramentas valiosas para gestores urbanos na tomada de decisões sobre investimentos em infraestrutura de iluminação pública e estratégias de segurança pública. O mapa de kernel segue representado na figura 3:

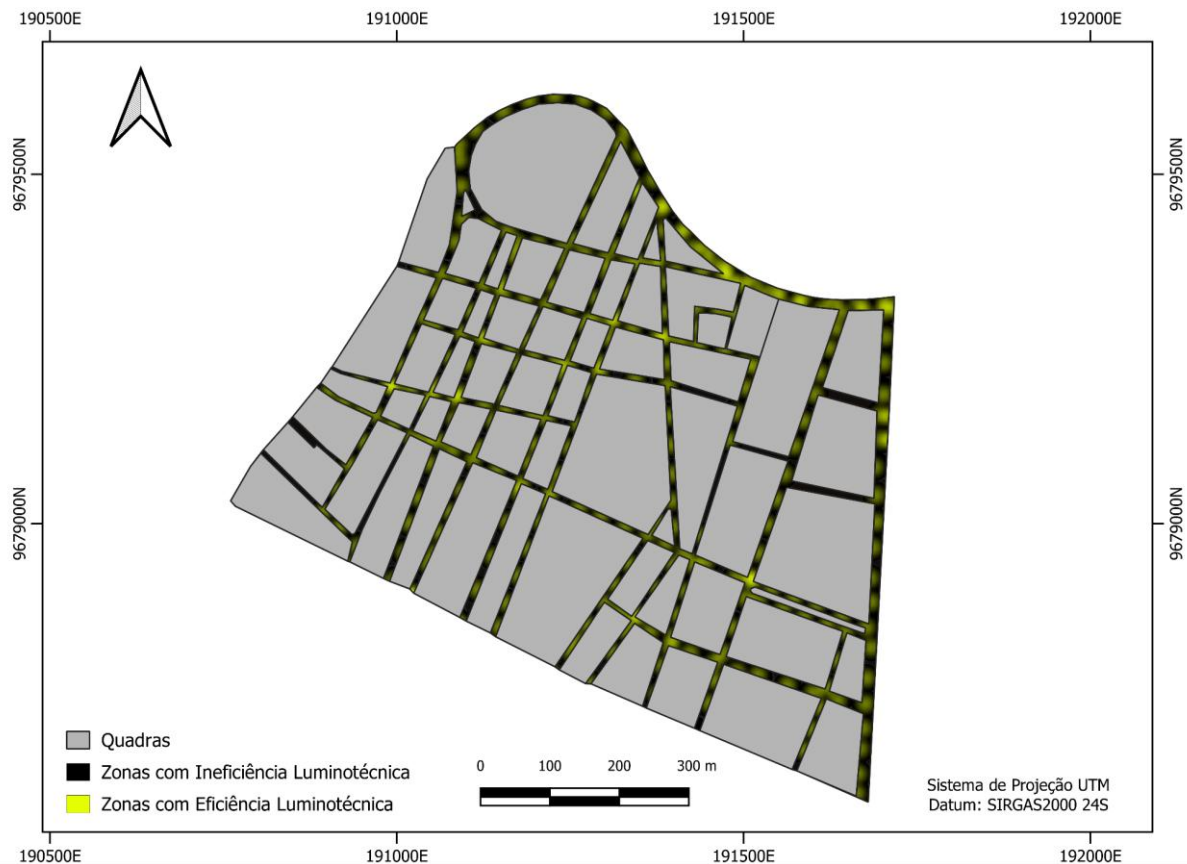
Figura 3: Mapa de kernel.



Fonte: Elaborado pelo autor, 2024.

A sobreposição das quadras que formam os logradouros que consequentemente formam a área de estudo com o mapa de kernel obteve o seguinte resultado, representado na figura 4:

Figura 4: Mapa de kernel com as quadras



Fonte: Elaborado pelo autor, 2024.

A gestão eficiente do espaço urbano demanda ferramentas precisas para a análise e planejamento, especialmente no que tange à iluminação pública, um componente crucial para a segurança e qualidade de vida dos cidadãos. Nesse contexto, o presente estudo se propõe a explorar a elaboração de um mapa das zonas escuras em áreas urbanas, utilizando o software QGIS como principal instrumento metodológico.

O mapa das zonas escuras foi elaborado em conformidade com o devido processo técnico dividido em etapas. Inicialmente, foram importadas as camadas "Cadastro" e "Imagens" do sobrevoo para o projeto, essenciais para a contextualização espacial das informações. A vetorização detalhada das vias e quadras, baseada nas imagens do sobrevoo, permitiu a criação das camadas "Vias" e "Quadras", fundamentais para a delimitação precisa das áreas urbanas estudadas.

A fim de identificar e mapear as zonas sem a devida influência da iluminação pública, aplicou-se o comando *Buffer* com um raio específico de 20 metros, utilizando como referência os pontos cadastrados de iluminação pública. Esse procedimento

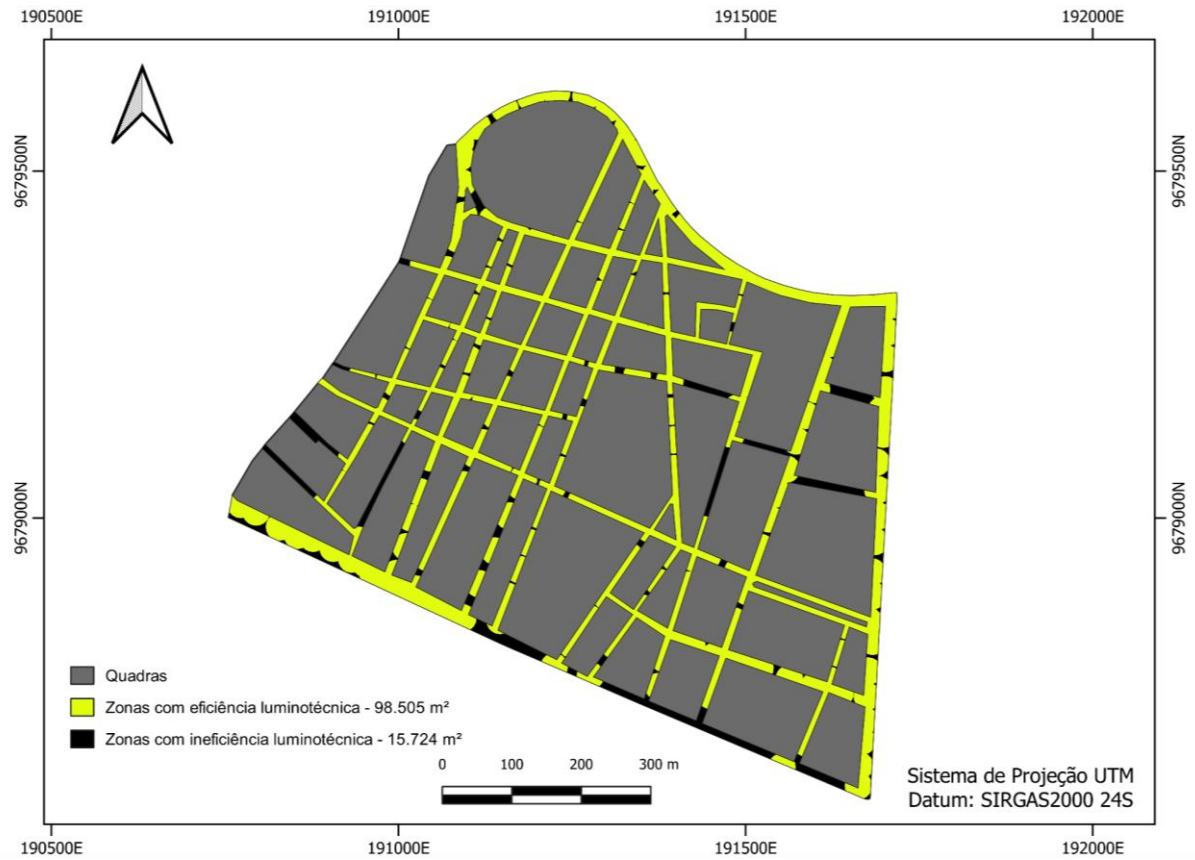
resultou na camada "Área Iluminada", onde foram demarcadas as áreas inicialmente afetadas pela iluminação.

Para refinar a análise, empregou-se o comando *Dissolver* na camada "Área Iluminada", com o objetivo de unificar as geometrias resultantes e dissolver os limites comuns dos polígonos adjacentes, gerando assim a camada "Área Iluminada Dissolvida". Esse passo foi crucial para consolidar as áreas efetivamente iluminadas e delimitar com maior precisão as zonas que requerem intervenção adicional.

Finalmente, utilizando o comando *Diferença*, a camada "Vias" foi comparada à camada "Área Iluminada Dissolvida". Este último passo permitiu a criação da camada "Área Escuras", que representa as áreas urbanas onde a influência da iluminação pública não alcança as vias, evidenciando as zonas que carecem de iluminação adequada.

O mapa resultante não apenas oferece uma representação visual clara das zonas escuras, mas também serve como uma ferramenta fundamental para gestores urbanos e planejadores municipais. Ao identificar essas áreas de deficiência na iluminação pública, torna-se possível implementar políticas e ações direcionadas para melhorar a segurança e a qualidade de vida dos habitantes dessas regiões urbanas, representados na figura 5:

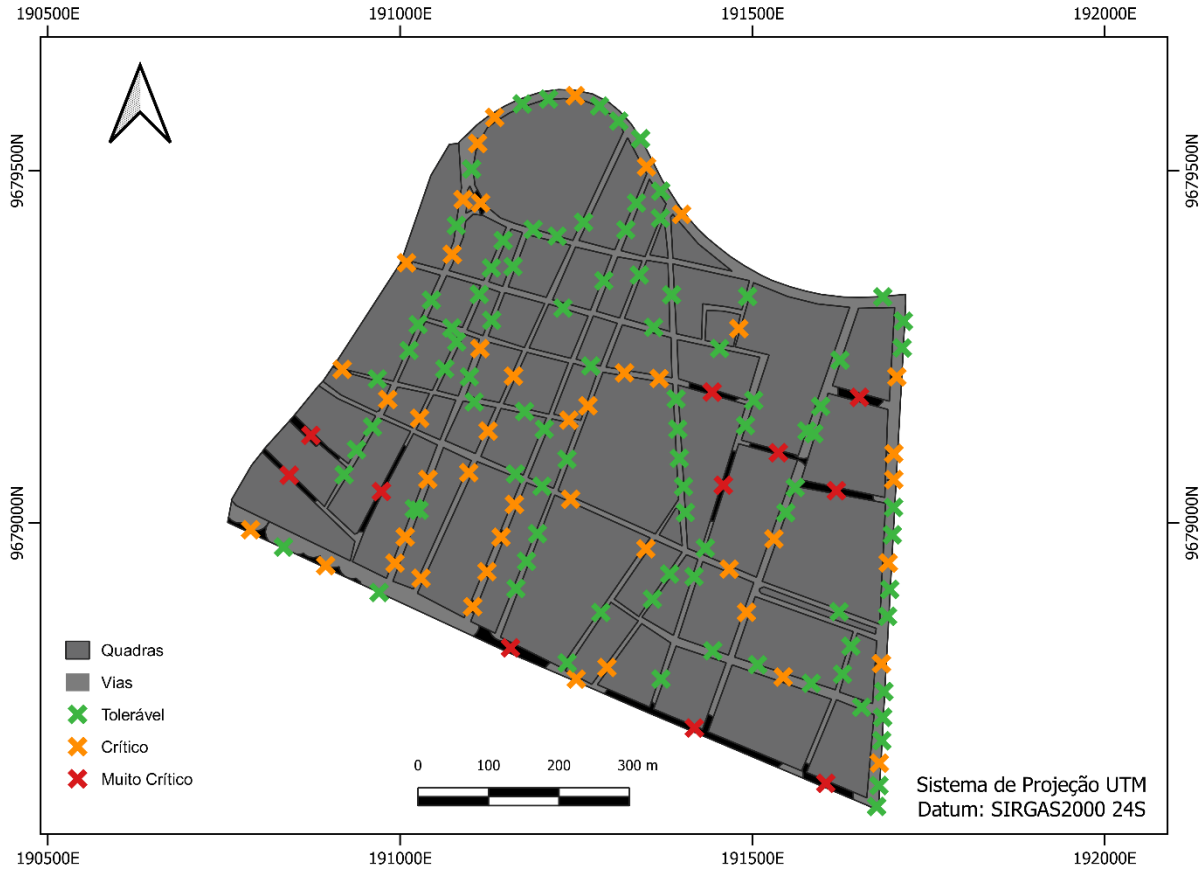
Figura 5: Mapa de zonas escuras



Fonte: Elaborado pelo autor, 2024.

As áreas de zonas escuras são dimensionadas com a finalidade de classificar suas regiões em toleráveis, críticas e muito críticas, estabelecendo uma relação direta entre a área determinada e as zonas mais ineficientes. Em posse das regiões escuras foi calculado o centróide de cada área e foi obtido as respectivas coordenadas geográficas, que servirão de apoio para gestão pública realizar os reparos na iluminação e tomada de decisão na segurança pública. Segue mapa representado na figura 6:

Figura 6: Mapa de Centróides



Fonte: Elaborado pelo autor, 2024.

A seguir, são apresentadas as tabelas de coordenadas geográficas dos centróides das regiões escuras, classificadas como críticas e muito críticas. Cada região foi analisada e categorizada com base na intensidade da deficiência de iluminação pública. Essas classificações ajudam a priorizar ações de melhoria e intervenções nas áreas mais necessitadas, essencial para a alocação eficiente de recursos e para a implementação de soluções adequadas.

Na Tabela 1, encontram-se os centróides das regiões classificadas como críticas. Essas áreas possuem uma deficiência significativa de iluminação. Na Tabela 2, são listados os centróides das regiões classificadas como muito críticas. Essas áreas apresentam uma ausência quase total de iluminação pública, representando um risco ainda maior para a segurança e a mobilidade dos cidadãos. A intervenção nessas zonas é prioritária, visando reduzir as taxas de criminalidade e melhorar a visibilidade noturna.

Ambas as tabelas também fornecem as áreas das regiões em metros quadrados (m²), permitindo uma avaliação mais detalhada da extensão dos problemas de iluminação em cada zona.

Tabela 1: Centróides das áreas críticas.

Áreas Críticas			Áreas Críticas		
Área (m ²)	Lat	Long	Área (m ²)	Lat	Long
43.65	-2.903824	-41.773247	75.67	-2.899855	-41.773052
44.32	-2.899552	-41.778227	76.09	-2.901244	-41.779418
46.18	-2.899415	-41.777195	82.67	-2.896584	-41.778538
46.45	-2.896168	-41.776197	83.8	-2.902549	-41.773216
48.09	-2.895254	-41.777105	87.32	-2.901331	-41.775155
50.62	-2.898496	-41.778328	89.68	-2.897286	-41.778678
50.84	-2.900908	-41.779287	93.79	-2.898758	-41.780086
51.89	-2.895864	-41.778351	94.13	-2.902716	-41.774469
54.53	-2.898247	-41.775024	98.15	-2.895531	-41.778133
54.89	-2.898849	-41.777901	101.82	-2.902735	-41.777109
55.19	-2.90043	-41.777175	104.56	-2.901257	-41.773127
59.31	-2.900189	-41.773053	105.05	-2.902589	-41.776718
59.36	-2.89678	-41.775751	109.06	-2.898811	-41.776485
63.67	-2.901886	-41.774935	113.48	-2.897392	-41.779262
63.73	-2.899145	-41.779506	116.11	-2.898871	-41.773011
64.93	-2.899232	-41.776951	116.65	-2.90017	-41.778996
67.12	-2.900494	-41.777893	134.56	-2.901356	-41.778246
70.92	-2.900086	-41.778474	153.02	-2.900913	-41.778064
71.19	-2.899386	-41.779099	160.35	-2.901804	-41.778429
73.19	-2.901438	-41.779086	291.35	-2.896627	-41.778315
73.56	-2.901068	-41.776218	420.24	-2.90081	-41.781259
74.28	-2.898884	-41.776042	422.42	-2.901272	-41.780302

Fonte: Elaborado pelo autor, 2024.

Tabela 2: Centróides das áreas muito críticas.

Áreas Muito Críticas		
Área (m ²)	Lat	Long
504.34	-2.89984	-41.774525
516.12	-2.89906	-41.775366
603.3	-2.900254	-41.775227
616.36	-2.900113	-41.780765
728.06	-2.899602	-41.780488
738.7	-2.900325	-41.779589
746.03	-2.899132	-41.773488
822.26	-2.904081	-41.773929
939.82	-2.900328	-41.773786

1470.27	-2.902334	-41.777948
2428.85	-2.903368	-41.775604

Fonte: Elaborado pelo autor, 2024.

Em síntese, o estudo metodológico realizado com base no QGIS demonstra não apenas a viabilidade, mas a importância de ferramentas geoespaciais avançadas na análise e planejamento urbano. A aplicação dessas técnicas não apenas facilita a identificação de problemas, mas também abre caminho para soluções eficazes e baseadas em dados, promovendo cidades mais seguras e sustentáveis para seus habitantes.

4 CONCLUSÃO

O uso de geotecnologias para mapear e analisar zonas escuras proporciona uma abordagem eficiente e precisa para enfrentar problemas trazidos pela deficiência de iluminação. O uso do drone como obtenção de imagem aérea, a implantação de um *software* SIG para gerenciar o banco de informações, as ferramentas de geoprocessamento aplicadas na análise espacial e a criação de mapas temáticos estratégicos são instrumentos essenciais na implementação de melhorias baseadas em geoprocessamento para fomentar a segurança pública municipal, bem como a infraestrutura urbana.

A ausência ou insuficiência de iluminação pública pode criar ambientes propícios para a ocorrência de crimes, aumentando a insegurança entre os moradores. Melhorias na iluminação podem reduzir significativamente os índices de criminalidade, além de melhorar a qualidade de vida da população.

A delimitação de uma área de estudo específica, como um bairro na cidade de Parnaíba, no Piauí, revelou-se adequada para desenvolver um modelo de estudo mais abrangente para a análise de uma cidade inteira. Este estudo não só contribuirá para a literatura acadêmica sobre segurança urbana e geotecnologias, mas também fornecerá uma base prática para políticas públicas voltadas à melhoria da iluminação pública e, conseqüentemente, da segurança nas cidades.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5101**: Iluminação pública - procedimentos. Rio de Janeiro: ABNT, 2012.

ANEEL (AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA). Resolução Normativa No **956/2021**. Procedimentos de distribuição de energia elétrica no sistema elétrico nacional – prodist, [S. l.], 2021.

COSTA, GILBERTO. J. C.. **Iluminação Econômica, Cálculo e Avaliação**. São Paulo: Edipucrs, 2000.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA, EPE. **Consumo de energia no Brasil: análises setoriais**. Rio de Janeiro: EPE, 2014. Disponível em: <https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-251/topico-311/DEA%2010-14%20Consumo%20de%20Energia%20no%20Brasil%5B1%5D.pdf>. Acesso em: 15 maio 2024.

FUHRMANN, Marcelo Weber; MINUSSI, João Paulo. **A eficiência da iluminação pública como ferramenta de gestão**: estudo de caso. 2014. 17 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Pós-graduação em Eficiência Energética Aplicada Aos Processos Produtivos) - Universidade Federal de Santa Maria, Panambi, 2014.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e **Estatística**. Disponível em: **Parnaíba (PI) | Cidades e Estados** | IBGE. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/pi/parnaiba.html> acesso em: 14 maio 2024.

JUNIOR, Lúcio Luiz Fidélis de Freitas Júnior. A Utilização do Geoprocessamento como Ferramenta de Gestão no Processo de Modernização da Iluminação Pública na Cidade do Recife-PE, **Revista Científica ANAP Brasil**, 2020.

LOHN, Josemar Müller. **Tecnologias aplicadas à segurança pública**: livro didático / Josemar Müller Lohn; design instrucional Marina Melhado Gomes da Silva. – Palhoça: UnisulVirtual, 2012.

MOREIRA, Vinícius de Araújo. **Iluminação Elétrica**. São Paulo: Edgard Blucher, 1999.

VIEIRA, Maria Helena Pereira; PEREIRA, Édipo Felix; VIEIRA, Jéssica; LOUZADA, Rômulo Oliveira; SILVA, Márcia Cristina de Alcântara; FERREIRA, Luiz Mário. **Mapas de Kernel como Alternativa ao Monitoramento Ambiental**: Análise das indústrias que realizam emissões nos municípios do estado de Mato Grosso do Sul, nos anos 2008 a 2018. Instituto de Meio Ambiente de Mato Grosso do Sul - IMASUL, 2018.