



MONITORAMENTO DA EFICIÊNCIA DA ILUMINAÇÃO PÚBLICA UTILIZANDO IMAGENS DE SATÉLITE NOTURNAS

Yan Anderson dos Santos Monte¹
Patrícia Helena Turola Takamatsu²
Fabiano Luís Belém³

RESUMO

É notório que a luminosidade pública se tornou um serviço essencial nas atividades de lazer e segurança durante os períodos noturnos para a população de quaisquer localidades. No entanto, tal utilidade ainda é precário em algumas comunidades localizadas no Estado do Amapá, por exemplo, as que estão mais distantes das zonas urbanas de seus municípios. Pensando nisso, o presente artigo toma-se como objetivo analisar a eficiência da iluminação pública, relacionando-as com identificação por imagens de satélites noturnas, captadas pelo sensor VIIRS, de infravermelho termal. Os instrumentos de trabalho foram pesquisas bibliográficas, aquisição das imagens em sites públicos e o processamento digital nos softwares de sistemas de informações geográficas. Ao observar as imagens e suas variâncias nos gráficos de níveis de cinzas, pôde-se notar que a iluminação pública apresentou maior eficiência nas comunidades próximas às rodovias do Estado, por outro lado, a maioria das comunidades que estão em áreas ribeirinhas e ramais apresentaram menor eficiência. Em virtude das situações mencionadas, a contribuição desta pesquisa pode ampliar as ideias na distribuição de iluminação buscando subsidiar melhor as políticas públicas, além de contribuir para futuras pesquisas científicas com o uso de novas metodologias propostas para a iluminação pública para o Estado do Amapá.

Palavras-chave: Iluminação, Sensor, Comunidades, VIIRS, Infravermelho.

RESUMEN

Es bien sabido que el alumbrado público se ha convertido en un servicio esencial para el ocio y la seguridad nocturna de la población de cualquier localidad. Sin embargo, este servicio sigue siendo precario en algunas comunidades del estado de Amapá, por ejemplo, en aquellas más alejadas de las zonas urbanas de sus municipios. Con esto en mente, este artículo busca analizar la eficiencia del alumbrado público, correlacionando la identificación con imágenes satelitales nocturnas captadas por el sensor infrarrojo térmico VIIRS. Las herramientas de trabajo fueron la investigación bibliográfica, la adquisición de imágenes de sitios web públicos y el procesamiento digital en software de sistemas de información geográfica. Al observar las imágenes y sus variaciones en los gráficos en escala de grises, se observó que el alumbrado público fue más eficiente en las comunidades cercanas a las carreteras del estado, mientras que la mayoría de las comunidades ubicadas en zonas ribereñas y ramales fueron menos eficientes. Debido a las situaciones mencionadas, la contribución de esta investigación puede ampliar las ideas sobre la distribución del alumbrado, buscando una mejor financiación de las políticas públicas, además de contribuir a la investigación científica futura mediante el uso de nuevas metodologías propuestas para el alumbrado público en el estado de Amapá.

Palabras clave: Iluminación, Sensor, Comunidades, VIIRS, Infrarrojos.

¹Graduado em Geografia Bacharelado da Universidade Federal do Amapá-AP, yanmonte.geo@gmail.com;

²Doutorado em Urbanismo da Universidade Federal do Rio de Janeiro – RJ, patricia.takamatsu@unifap.br

³Doutorado em Geografia do Instituto de Estudos Socioambientais – Universidade Federal de Goiás – GO, flb.geo@gmail.com



INTRODUÇÃO

Pensar o mundo contemporâneo desconsiderando a infraestrutura de iluminação pública é atualmente impossível, normalmente atrelando-se o acesso à rede elétrica enquanto sinônimo de progresso e desenvolvimento econômico. A importância da luz artificial é tal que se nomeia um período histórico inteiro em deferência simbólica à revolução intelectual, filosófica e cultural, como o “Século das Luzes” - ou Iluminismo, ocorrido na Europa do século XVIII (Schmid *et al.*, 2005; Rennó e Dias, 2024).

Para a maioria da população brasileira, a iluminação pública é uma integrante da infraestrutura urbana das cidades, sendo considerada um serviço público de fornecimento conectado à cadeia de produção e distribuição de energia elétrica brasileira. Atualmente, é regulamentada pela ANEEL - Agência Nacional de Energia Elétrica, que estipula a responsabilidade de gestão desses serviços pelos entes municipais, distritais ou de quem tenha sido delegado para esse fim, tipo concessões, por exemplo.

Enquanto serviço essencial, é a partir do fornecimento de eletricidade que se acaba por produzir a luminosidade noturna para as atividades de lazer e segurança (ANEEL, 2022). Apesar dos avanços legais e ampliação no acesso, infelizmente ainda existem comunidades, especialmente na região norte do Brasil, que, dado o afastamento das redes de transmissão principais, ainda dependem do uso de geradores a diesel ou encaram limitações dos sistemas fotovoltaicos (Santos, 2011).

A captação de luzes emitidas pela atividade humana, por meio de imagens de satélite, representa um avanço no campo das geotecnologias, tornando-se uma importante ferramenta de monitoramento de diagnósticos desta área. Essas imagens permitem auxiliar as análises de ocupação dos territórios (Dória, 2015), assim poderá alcançar o desenvolvimento urbano juntamente com as melhorias benéficas à sociedade de determinada localidade.

A aplicação dessas imagens, geradas por meio de sensores orbitais, possibilita a aplicação tradicional dos sensores de infravermelho, como os utilizados nos satélites SUOMI NPP e NOAA-20 no mapeamento noturno (Dória, 2015), além de admitir a detecção de radiação térmica na ausência de luz visível, confirmando também características térmicas da paisagem (Jensen, 2009). É necessário realizar a avaliação da distribuição espacial das luzes noturnas no Estado do Amapá, com o objetivo de identificar as comunidades locais que permanecem excluídas nos processos de universalização do acesso à energia, impactando na fruição dos direitos sociais de forma mais igualitária.



Desta forma, o objetivo dessa pesquisa foi identificar e caracterizar as comunidades do Estado do Amapá a partir das análises das imagens noturnas. Estes estudos permitiram a sobreposição de dados geográficos relevantes, como os da cadeia de fornecimento de energia elétrica no Brasil, abarcando espacialmente a sua distribuição. Assim, para além da descrição das variações das luzes, visando identificar suas tendências e padrões, pôde-se melhor caracterizar as fragilidades da cadeia que, se não atrelado ao regime de transmissão legal e gerido pela ANEEL, ainda é codependente da geração a diesel ou fotovoltaica.

Destacou-se as possibilidades do incremento analítico, através dos mapeamentos, na estimativa das desigualdades e/ou precariedades existentes nos serviços de energia existentes para as comunidades mais afastadas, relevantes para o planejamento regional local. Através da comparação entre localidades, conseguiu-se identificar padrões e tendências da escassez ou potenciais desperdícios de recursos energéticos, no qual salientou-se aspectos a serem considerados no desenvolvimento sustentável atrelado à busca por eficiência energética.

Em síntese, procurou-se agregar com esta pesquisa a expansão dos dados técnicos e científicos conduzindo a orientar políticas públicas que busquem a melhoria da iluminação em áreas socialmente vulneráveis, além de aperfeiçoar metodologias de análise com geotecnologias por meio do uso de imagens de satélite adaptadas à realidade tecnológica local.

METODOLOGIA

A realização do trabalho foi subdividida em cinco fases, sendo o levantamento bibliográfico, a título de revisão de literatura inicial; a aquisição dos dados de imagens de satélite e vetoriais; a validação dos dados com as visitas em campo; o tratamento destes dados espaciais no programa de Sistema de Informação Geográfica – SIG; e, finalizou-se com as análises dos dados extraídos mediante a pesquisa realizada.

A primeira fase consistiu no levantamento de informações secundárias com foco no aprofundamento dos embasamentos conceituais, dirigindo-se para subsidiar a predição de consequências da ausência de iluminação pública nas comunidades. Também se ampliou o entendimento dos princípios físicos envolvidos na emissão das luzes artificiais e sua detecção por satélites, resoluções espaciais, espectrais e temporais, enquanto soluções tecnológicas e aplicações de ferramentas visando a validação metodológica e a replicabilidade dos estudos.



Durante a segunda fase, o trabalho foi subsidiado com a aquisição das imagens de satélite temporais que cobriam as regiões do estado e, posteriormente, sucedeu-se a realização de outros procedimentos técnico-metodológicos específicos, como o processamento dessas imagens no software QGIS®, de código aberto. Já foi possível obter imagens de satélite de dados noturnos, mediante acesso público dos dados anuais de imagens dos sensores orbitais VIIRS - *Visible Infrared Imaging Radiometer Suite*, disponibilizadas no site do Grupo de Observações da Terra - *Group on Earth Observations*, datadas dos anos de 2013 a 2023. Os dados vetoriais principais utilizados foram fornecidos pela Secretaria de Estado do Meio Ambiente – SEMA, pelo Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes – DNIT e Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE, constando os vetores dos limites geopolíticos, cursos d'água e localizações das comunidades do Estado do Amapá.

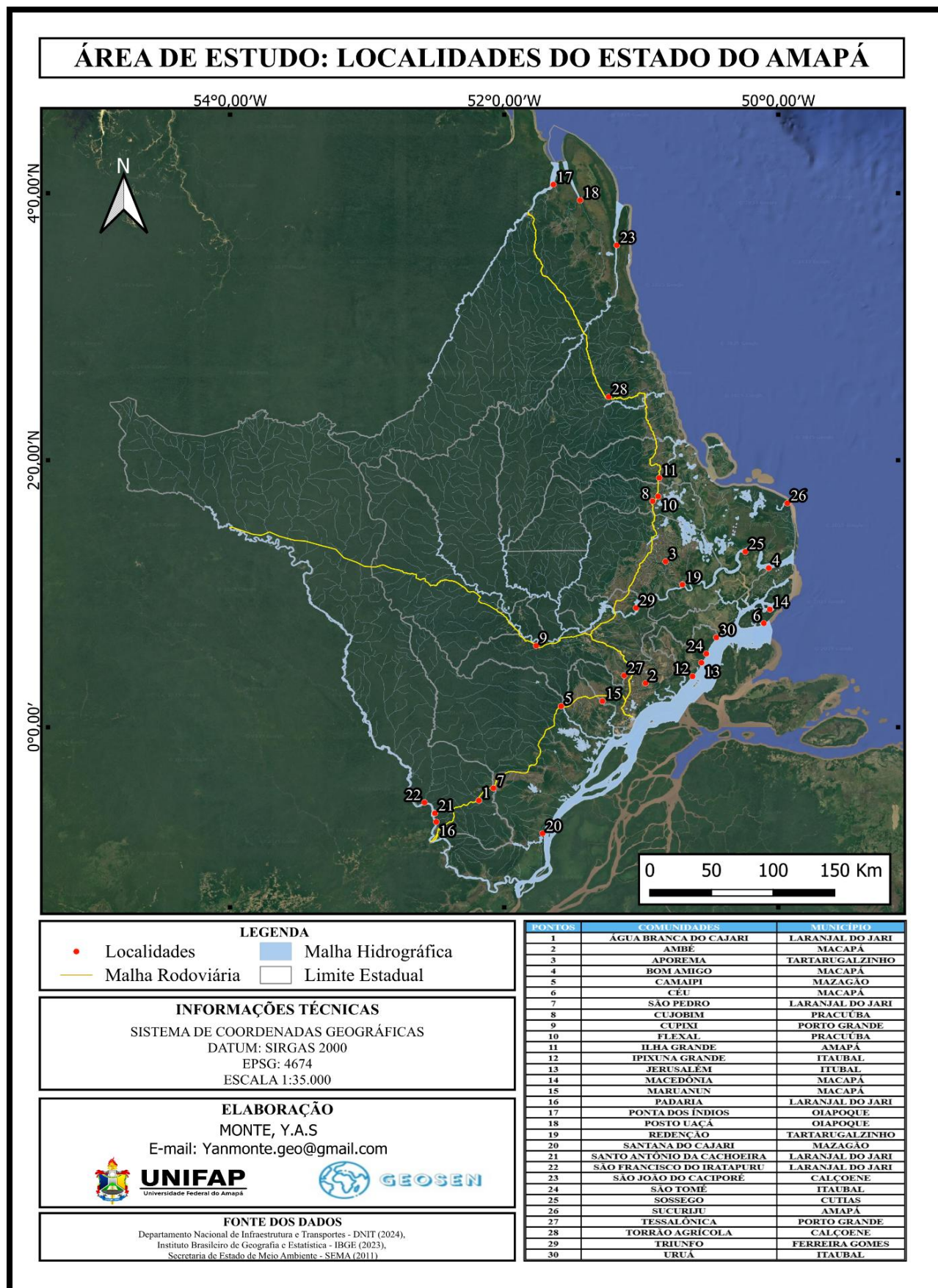
Realizou-se a terceira fase com as visitas de campo para a averiguação da conformidade dos dados. A área de estudo deste trabalho consistiu em 30 localidades escolhidas do Estado do Amapá, conforme figura 1, permitindo a visualização das comunidades e suas distâncias que elas possuem das malhas rodoviárias e dos limites hidrográficos do Estado. As localidades escolhidas foram: Água Branca do Cajari, Ambé, Aporema, Bom Amigo, Camaipi, Céu, São Pedro, Cujobim, Cupixi, Flexal, Ilha Grande, Ipixuna Grande, Jerusalém, Macedônia, Maruanun, Padaria, Ponta dos Índios, Posto Uaçá, Redenção, Santana do Cajari, Santo Antônio da Cachoeira, São Francisco do Iratapuru, São João do Caciporé, São Tomé, Sossego, Sucuriju, Tessalônica, Torrão Agrícola, Triunfo e Uruá.

A quarta fase, no qual as imagens foram pré-processadas no programa QGIS®, com a ferramenta denominada amostrar valores do raster, permitiu uma visualização qualitativa das diferenças de iluminância no tempo e no espaço, além de se construir um banco de dados das intensidades das iluminâncias, com sistematização das amostragens e tabelas por localidade, mediante tratamento dos dados noturnos.

Por fim, a quinta fase viabilizou as análises de visualização qualitativa nas diferenças de iluminância no tempo e no espaço, onde foi possível, para leigos, identificar a existência da discrepância e diferenciação da luz, atestando a viabilidade técnica e metodológica do uso das imagens e das ferramentas disponíveis.



Figura 1: Mapa da Área de Estudo



Fonte: Elaborado por MONTE, com base em DNIT (2024), IBGE (2023) e SEMA (2011)



REFERENCIAL TEÓRICO

ILUMINAÇÃO PÚBLICA:

A luminosidade pública proporciona uma utilização de claridade durante o período noturno seguindo essa sua função, aproximadamente, 12 horas por dia (Aguera, 2015). Ela possui como objetivo principal a luminosidade para que a população tenha a sensação de segurança, visibilidade durante o tráfego a noite, práticas esportivas e lazer, além de atração para consumidores nos estabelecimentos comerciais (Mascaró, 2006).

Através da Agência Nacional de Energia Elétrica – ANEEL é que ocorre as principais regulações quanto ao fornecimento de iluminação às pessoas de uma cidade. No entanto, não é de responsabilidade dela o mantimento da luz noturna nas cidades, segundo a resolução normativa 414/2010, cabem os poderes municipais, distritais ou a quem tenha recebido tais delegações que garantem as implantações, operações e manutenções da iluminação pública (ANEEL, 2010). Em alguns locais, as prefeituras designam a função de fornecimento de iluminação pública a outras companhias de distribuição e geração de energia elétrica, pois não se sentem capacitadas para arcar com as responsabilidades de tais funções (Aguera, 2015).

Conforme a norma 5101/2012: “A intensidade das luzes são controladas direccionalmente e distribuídas de acordo com as necessidades projetadas”, ou seja, ela é servida para as devidas atividades impostas naquela área de instalação delas, no qual relaciona-se a classificação por três critérios: Distribuição Longitudinal (vertical), Distribuição Transversal e Distribuição de intensidade no espaço acima de 80° e 90° em relação à linha vertical que contém o centro óptico da luminária (ABNT 5101, 2012).

A iluminação nas diversas localidades leva em consideração os fatores descritos por Mascaró (2006), no qual cita-se que a servidão delas é de questões de lazer, segurança e visibilidade durante o tráfego no período noturno. Nesta situação, os órgãos responsáveis pela luminosidade pública fazem planos com projetos adequados para determinadas partes concentradas pela população.

Com o tempo foram escolhidos diferentes tipos de lâmpadas na iluminação dos postes nas diferentes localidades, a definição delas passou-se por vários critérios de aspectos econômicos, além do material, eficiência luminosa e por sua cor da luminosidade.

TIPOS DE LUZES ARTIFICIAIS:

Moreira (1999) destaca os principais tipos de lâmpadas utilizadas na iluminação pública, no qual aborda as lâmpadas incandescentes, vapor de mercúrio, fluorescentes, vapor de sódio e



de iodeto metálico. As 3 primeiras, segundo este autor, são desaconselháveis devido a sua baixa eficiência luminosa e vida curta do material. Contudo, as duas últimas, são consideradas razoáveis para a instalação, isto devido a sua longa vida de uso, elevada eficiência luminosa e economicamente vantajoso.

O material incandescente é composto pela passagem de corrente elétrica dentro de um filamento espiralado (Moreira, 1999) possuindo energia gerada quando um material é aquecido a altas temperaturas, fazendo com que ele emita luz visível, sendo um processo de conversão de energia térmica em radiação luminosa (Greco, 2025). Thomas Drummond fez este experimento quando aumentou a temperatura de um pedaço de calcário com uma chama de hidrogênio, resultando em uma luz radiante (Trust, 2024).

É uma invenção antiga, seus consumidores a substituíam por outro material devido a sua curta duração de vida útil, por aproximadamente 1.000 horas – 41 dias. Considerada a solução perfeita, segundo Mark, este material era uma opção barata de mercadoria para os problemas de iluminação, pois não geravam produtos tóxicos inofensivos a integridade humana, além de funcionar por uma variedade de circuitos elétricos (Dziak, 2022).

As lâmpadas de material Fluorescente são de baixa pressão, podendo ter cátodos quentes ou frios, no qual ela busca o máximo de radiações ultravioleta, no espectro 253,7nm, para transformá-la em luz visível na camada fluorescente (Moreira, 1999). O fluorescente ocorre quando é absorvida a radiação e imediatamente a reemite na forma de luz, estimuladas eletricamente por gás ionizado (Greco, 2025). Meyer, Spanner e Germer fizeram história ao descreverem a forma como descobriram a utilização correta deste material:

Eles descreveram como os elétrodos poderiam ser pré-aquecidos para facilitar a ignição em voltagens baixas e a utilização de um material fluorescente na cobertura das paredes do tubo para converter a forte radiação ultravioleta da descarga do mercúrio em luz visível. (Trust Iluminação, 2024).

A lâmpada fluorescente reduziu o tamanho de seus diâmetros, ficando entre 26mm e 16mm (Moreira, 1999). As lâmpadas fluorescentes tornaram-se ideais no sistema devido sua altura de montagem, limitando-se geralmente em 3 a 4 metros nos postes de iluminação pública (Trust Iluminação, 2024).

Os LED – Light Emitting Diode – são dispositivos semicondutores que emitem luz por eletrominiscência, sendo uma passagem de corrente elétrica (Teixeira, Rivera, Reiff. 2016). Atualmente, esta tecnologia está revolucionando a forma de utilização da luz, por permitir fontes controláveis, ajustáveis e inteligentes, além de possuir ótima relação com o meio ambiente por sua variação de 50% e 80% no consumo de energia (Trust Iluminação, 2024).



A opção de utilizar esta tecnologia na iluminação é o fato da vida útil destas luminárias chegarem ao equivalente a treze anos, três vezes mais que as outras tecnologias (Aguera, 2015). No entanto, elas são ligadas por um circuito elétrico, então se acontecer de queimar um dos ligamentos, a lâmpada toda para de funcionar.

PROGRAMAS DE POLÍTICAS DE ILUMINAÇÃO PÚBLICA:

De acordo com o relatório de monitoramento do Governo do Amapá (2022, p.10), o programa Luz para Todos é uma política pública federal coordenada pelo Ministério de Minas e Energia e operacionalizada com a participação da Eletrobras e de suas empresas. Surgiu em 2003, com o decreto n. 4.873, do governo federal, com o nome Programa Nacional de Universalização do Acesso e Uso da Energia Elétrica – Luz para Todos. Atualmente é regido pelo decreto federal n. 11. 111 de junho de 2022 (Governo do Amapá, 2022).

No Amapá, o programa entrou em vigor no ano de 2006, por meio de contrato entre a ANEEL, ELETROBRÁS e ELETRONORTE, executoras das obras. Entretanto, no ano de 2014 as atividades foram paralisadas, no qual apenas 7 mil unidades consumidoras receberam a energia elétrica em suas residências (Governo do Amapá, 2017). A comunidade de São Pedro, no município de Laranjal do Jari, é uma das 30 comunidades, listadas nesta pesquisa, que recebem o programa Luz para Todos. Pôde-se observar a identificação da presença do programa através da placa exibida na entrada, conforme figura 2, no qual notou-se a distribuição de placas e geradores solares em algumas residências, conforme figura 3.

Figura 2: Placa de identificação do programa Luz Para Todos, na comunidade São Pedro



Fonte: MONTE, 2025

Figura 3: Painel solar e geradores distribuídos na comunidade São Pedro



Fonte: MONTE, 2025



Sobre o documento mencionado anteriormente, menciona-se o programa Luz para Viver Melhor, um programa estadual entrando em vigor com o decreto nº 4.269/2017, no qual demonstra que o objetivo deste programa é contribuir com as famílias em vulnerabilidade social para o acesso dos serviços de fornecimento de energia elétrica, assim como, amparar com as comunidades rurais sem o fornecimento do serviço. O programa adota dois eixos de trabalhos para fornecer a energia elétrica nas comunidades, sendo o eixo Conta Medida, onde o governo concede a cota mínima de energia em quilowatts – KW para que as famílias possam ter acesso a energia elétrica, e o eixo Óleo Diesel, no qual as comunidades que não possuem acesso à energia serão auxiliadas com o combustível para o funcionamento dos geradores a motor nos locais (Governo do Amapá, 2022).

AS IMAGENS UTILIZADAS DO SENSOR VIIRS:

O sensor VIIRS - *Visible Infrared Imaging Radiometer Suite* – é um sensor óptico lançado pela primeira vez no satélite *Suomi NPP - Suomi National Polar-orbiting Partnership*, pertencente a NASA - *National Aeronautics and Space Administration* (USGS, 2025). A bordo deste satélite, o sensor coleta imagens de atmosféricas de alta resolução espectral e temporal e outros produtos, como imagens visíveis e infravermelha de furacões e detecção de incêndios, fumaça e partículas na atmosfera, como poeiras (Nesdis, 2025).

Este sensor atua com 22 bandas espectrais captadas entre de 412 nanômetros a 12 micrômetros, a tabela 1 representa as bandas e suas faixas de reflexão. Destaca-se a banda M16 que fornece o espectro das imagens noturnas variando entre 11.54 a 12.49 micrômetros durante o período captado.

Tabela 1: Bandas espectrais do sensor VIIRS

BANDA	FAIXA REFLETIDA (µm)	EXPLICAÇÃO DA BANDA
I1	0.6-0.68	Visível / Reflexivo
I2	0.85 – 0.88	Infravermelho Próximo
I3	1.58 – 1.64	Infravermelho de Ondas Curtas
I4	3.55 – 3.93	Infravermelho de Onda Média
I5	10.5 – 12.4	Infravermelho de Onda Longa
M1	0.402 – 0.422	Visível / Reflexivo
M2	0.436 – 0.454	Visível / Reflexivo
M3	0.478 – 0.488	Visível / Reflexivo
M4	0.545 – 0.565	Visível Reflexivo
M5	0.662 – 0.682	Infravermelho Próximo
M6	0.739 – 0.754	Infravermelho Próximo
M7	0.846 – 0.885	Infravermelho de Ondas Curtas
M8	1.23 – 1.25	Infravermelho de Ondas Curtas
M9	1.371 – 1.386	Infravermelho de Ondas Curtas
M10	1.58 – 1.64	Infravermelho de Ondas Curtas
M11	2.23 – 2.28	Infravermelho de Ondas Médias
M12	3.61 – 3.79	Infravermelho de Ondas Médias
M13	3.97 – 4.13	Infravermelho de Onda Longa
M14	8.4 – 8.7	Infravermelho de Onda Longa
M15	10.26 – 11.26	Infravermelho de Onda Longa
M16	11.54 – 12.49	Dia / Noite
DNB	0.5 – 0.9	Visível / Reflexivo

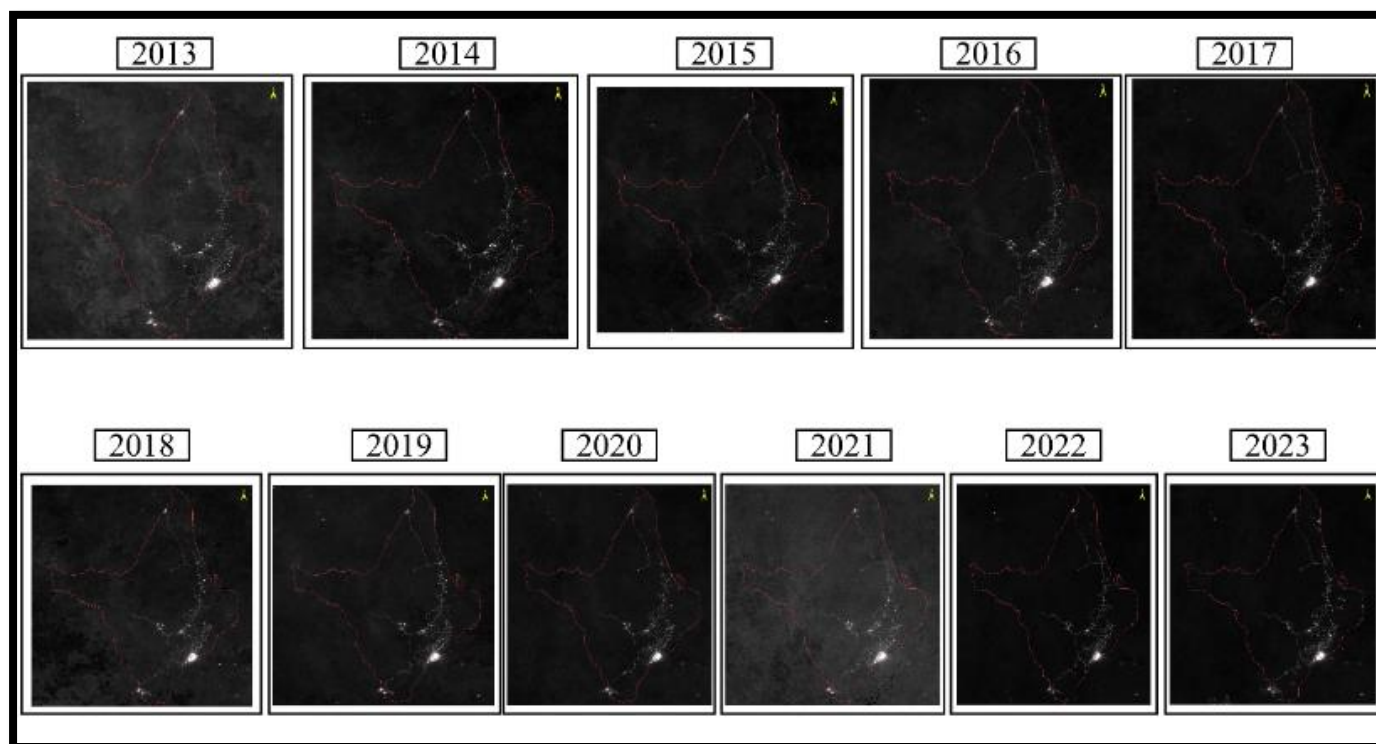
Fonte: Elaborado pelos autores, adaptado de EARTH DATA. 2025

O sensor possui 3 diferentes tipos de resoluções captadas, sendo a resolução espacial, com imagens de pixels entre 375m e 750m, Resolução Temporal, observando diariamente toda a superfície do planeta (Earth Data, 2025), e a resolução espectral, conforme mencionado anteriormente, atuando com 22 bandas espectrais de 412 nanômetros a 12 micrômetros, isso nas duas resoluções espaciais descritas anteriormente (USGS, 2025).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Diante dos dados adquiridos, entre os anos de 2013 a 2023, pôde-se verificar as comunidades que possuem estruturas luminárias públicas. As imagens disponibilizadas pela organização *Group on Earth Observations*, conforme figura 4, demonstraram a presença ou ausência da iluminação pública no Estado, identificadas pelas diferenças no nível de cinza, no qual quanto mais escura a imagem, significa menor presença de iluminação na localidade, enquanto que o contrário representa a maior existência do serviço público de luminosidade.

Figura 4: Painel da distribuição espacial anual das luzes noturnas do Estado do Amapá

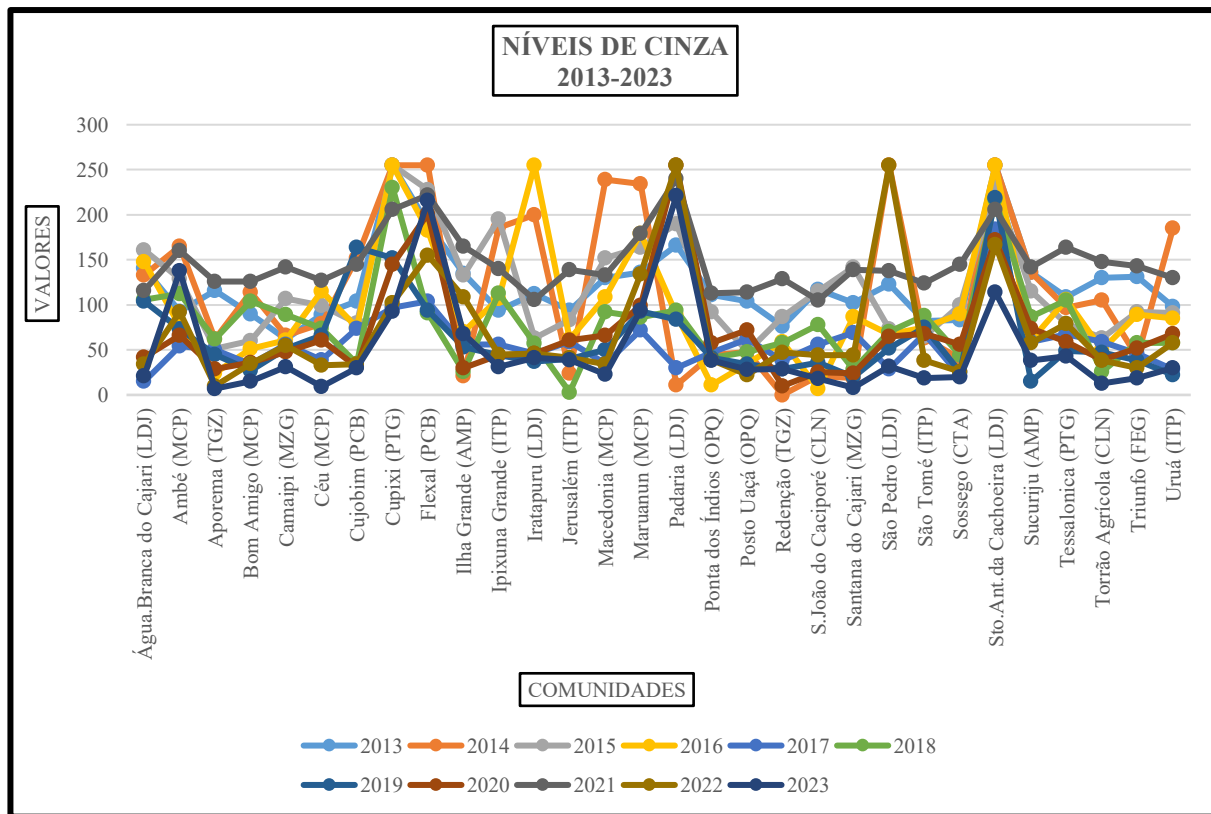


Fonte: Elaborado pelos autores, com base em Earth Observation Group – EOG. 2021

Observou-se que a diferença entre os níveis de iluminância apresentaram maiores eficiência em algumas comunidades próximas às rodovias do Estado, sendo a BR-156 e BR-210, apontando integrações destas às redes de distribuições elétricas, instaladas para atender o acesso a outras localidades do Estado, além da distribuição e comercialização de mercadorias.

Por outro ângulo, certas comunidades distantes das rodovias, acessíveis por ramais ou rios, enfrentam escassez de luz noturna, impossibilitando as atividades durante o período noturno. O gráfico gerado, demonstrado na figura 5 aborda todos os dados obtidos através das imagens noturnas, expondo suas variações e padrões em cada nível de cinza. Posto isto, as análises reforçam a importância de mapear as localidades onde há pouca presença de iluminação pública.

Figura 5: Níveis de cinza extraídas das imagens do sensor VIIRS



Fonte: Elaboração dos autores

Percorreu-se algumas comunidades, listadas neste artigo, nas rodovias federais do Estado do Amapá, a fim de validação dos dados extraídos. As visitas de campo foram realizadas em períodos não contínuos, abrangendo um intervalo temporal distantes, encontrando, em todos os destinos, a presença do material LED nos postes instalados nos locais, conforme figura 6.

Figura 6: Tipos de Lâmpadas encontradas nas comunidades

DATA DA VISITA DE CAMPO	LOCALIDADE	MUNICÍPIO	TIPO DE LÂMPADA
25/04/25	CUJOBIM	PRACUÚBA	LED
	FLEXAL	PRACUÚBA	LED
01/05/25	ÁGUA BRANCA DO CAJARI	LARANJAL DO JARI	LED
02/05/25	SÃO FRANCISCO DO IRATAPURU	LARANJAL DO JARI	LED
03/05/25	COMUNIDADE DE SANTO ANTÔNIO DA CACHOEIRA	LARANJAL DO JARI	LED
16/05/25	CUJOBIM (2º visita)	PRACUÚBA	LED
	FLEXAL (2º visita)	PRACUÚBA	LED
05/09/25	ÁGUA BRANCA DO CAJARI (2º visita)	LARANJAL DO JARI	LED
	COMUNIDADE DE SÃO PEDRO	LARANJAL DO JARI	LED
06/09/25	COMUNIDADE DE SANTO ANTÔNIO DA CACHOEIRA (2º visita)	LARANJAL DO JARI	LED
	COMUNIDADE DE PADARIA	LARANJAL DO JARI	LED

Fonte: Elaboração dos autores



Durante o trajeto às comunidades, notou-se a presença de variados postes de iluminação pública com o material LED, por visita nas comunidades de Cujubim, Flexal, Santo Antônio da Cachoeira e Padaria, por exemplos, conforme figuras 7, 8, 9 e 10.

Figura 7: Poste de Iluminação pública na comunidade Cujubim



Fonte: MONTE, 2025

Figura 8: Poste de Iluminação Pública na comunidade Flexal



Fonte: MONTE, 2025

Figura 9: Poste de Iluminação na comunidade de Santo Antônio da Cachoeira



Fonte: MONTE, 2025

Figura 10: Poste de Iluminação Pública na comunidade Padaria

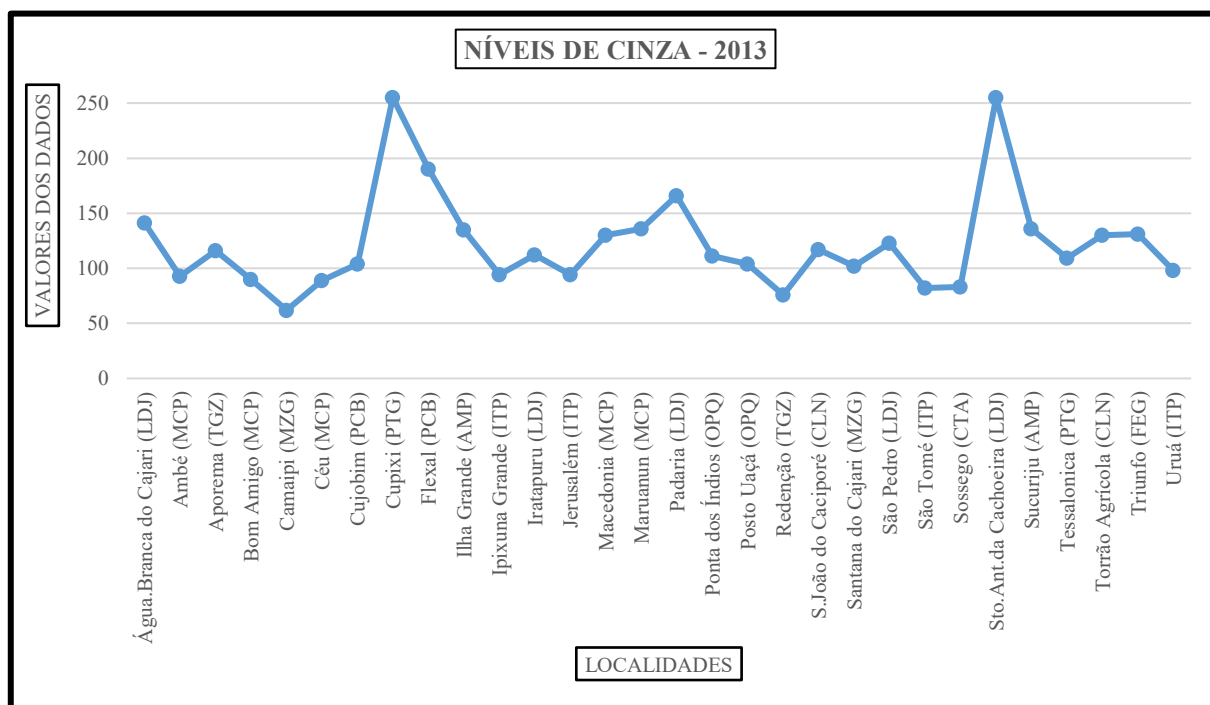


Fonte: MONTE, 2025



Em 2013, na diferença nos níveis de cinza, conforme figura 11, os menores valores estão em Camaipi, acessado pelo rio Camaipi do Vila Nova, Redenção e Sossego, acessados pelo rio Araguari, e São Tomé, por acesso ao rio Amazonas. Enquanto os maiores valores se concentram em Cupixi, por acesso pela rodovia BR-210, e Santo Antônio da Cachoeira.

Figura 11: Níveis de cinza no ano de 2013

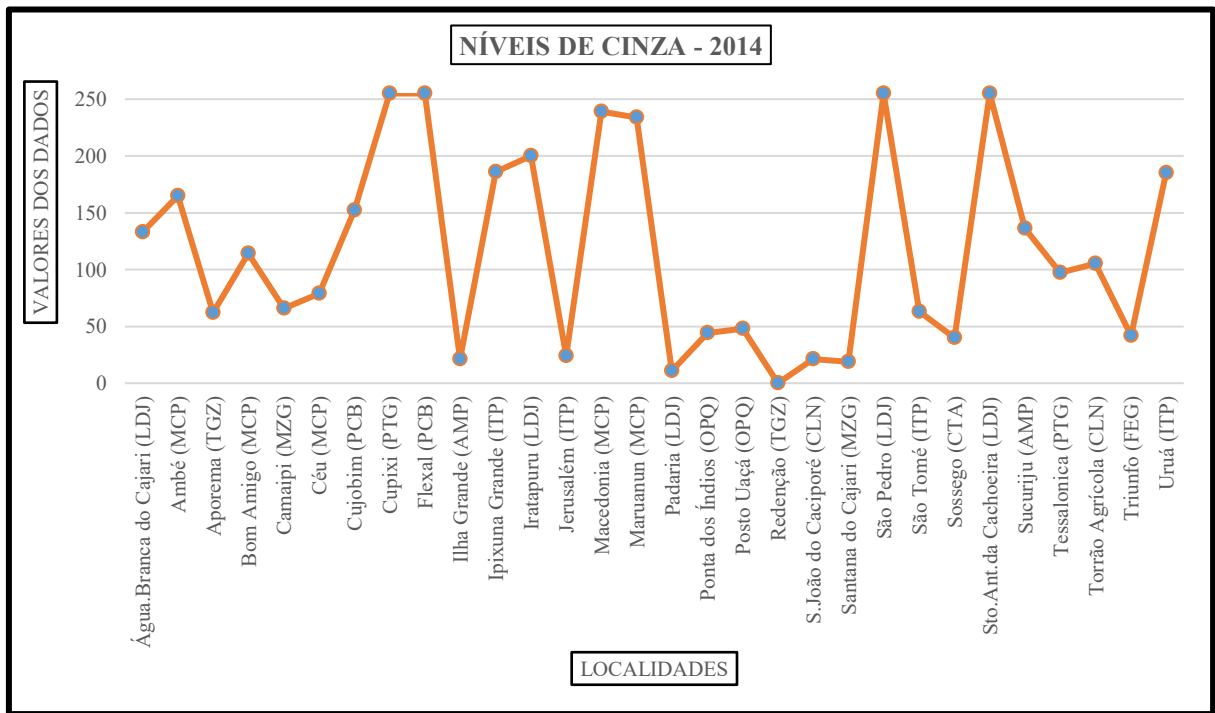


Fonte: Elaborado pelos autores

O próximo ano analisado foi 2014, no qual, conforme figura 12, as diferenças dos níveis de cinza na imagem noturna novamente apresenta as comunidades de maior valor do ano anterior, no caso Cupixi e Santo Antônio da Cachoeira, e apresenta Redenção, São João do Caciporé, com seu acesso pelo rio Caciporé, e Santana do Cajari, com acesso pelo braço do cajari no rio Amazonas, entre os menores valores.



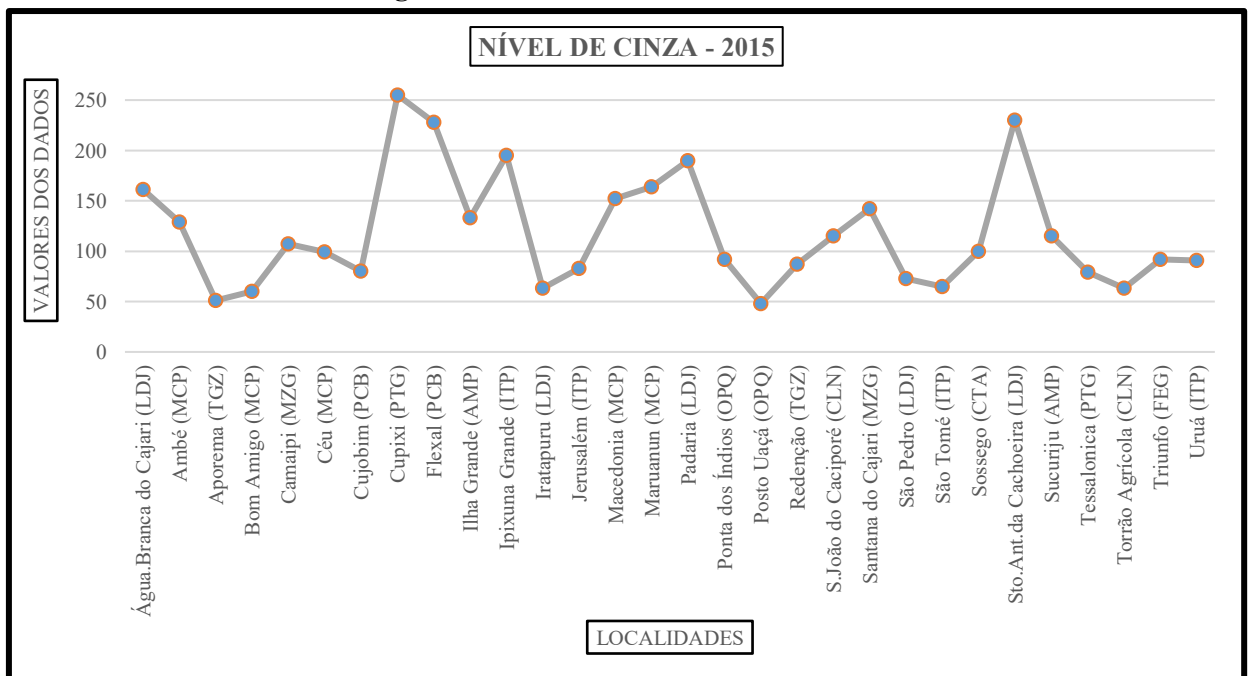
Figura 12: Níveis de cinza no ano de 2014



Fonte: Elaborado pelos autores

Ao longo de 2015, os dados noturnos, conforme figura 13, mostram uma leve alteração, no qual é observado que os maiores valores são das comunidades Cupixi, Santo Antônio e Flexal, sendo este por acesso a rodovia BR-156, enquanto o menor valor se concentra no Posto Uaçá, com seu acesso ao rio Uaçá, comunidade distante da malha rodoviária.

Figura 13: Níveis de cinza do ano de 2015

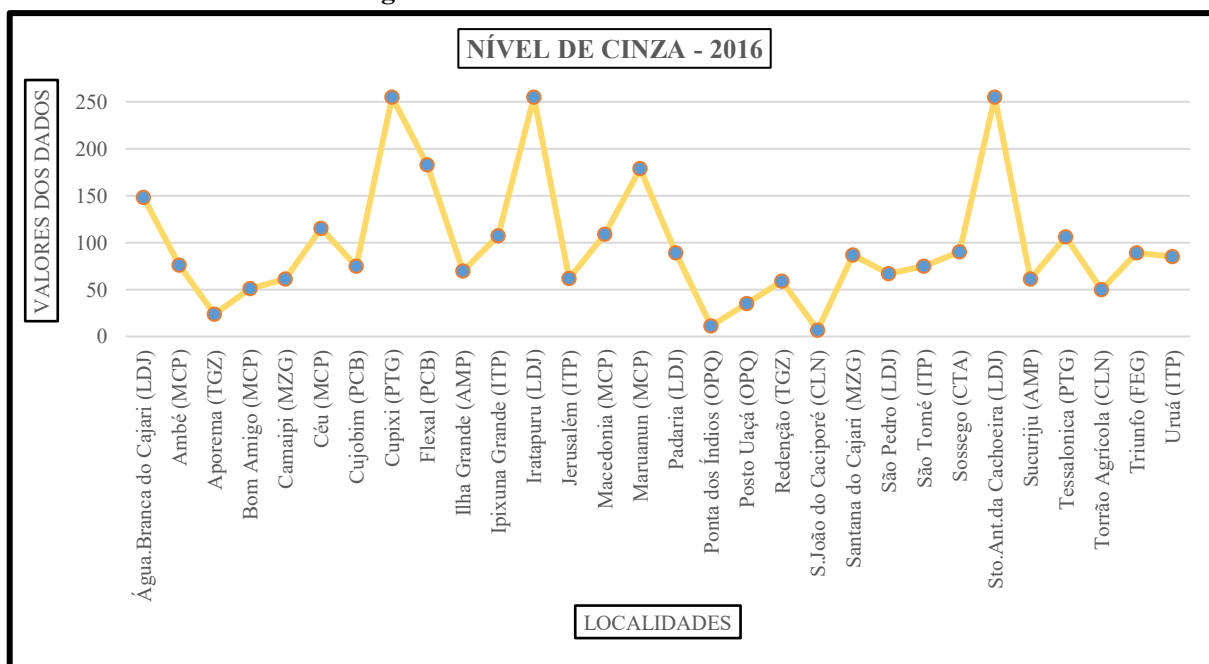


Fonte: Elaborado pelos autores



Em 2016, conforme figura 14, apresenta os valores idênticos aos do ano anterior, destacando Cujobim, Ipixuna Grande e Santo Antônio da Cachoeira.

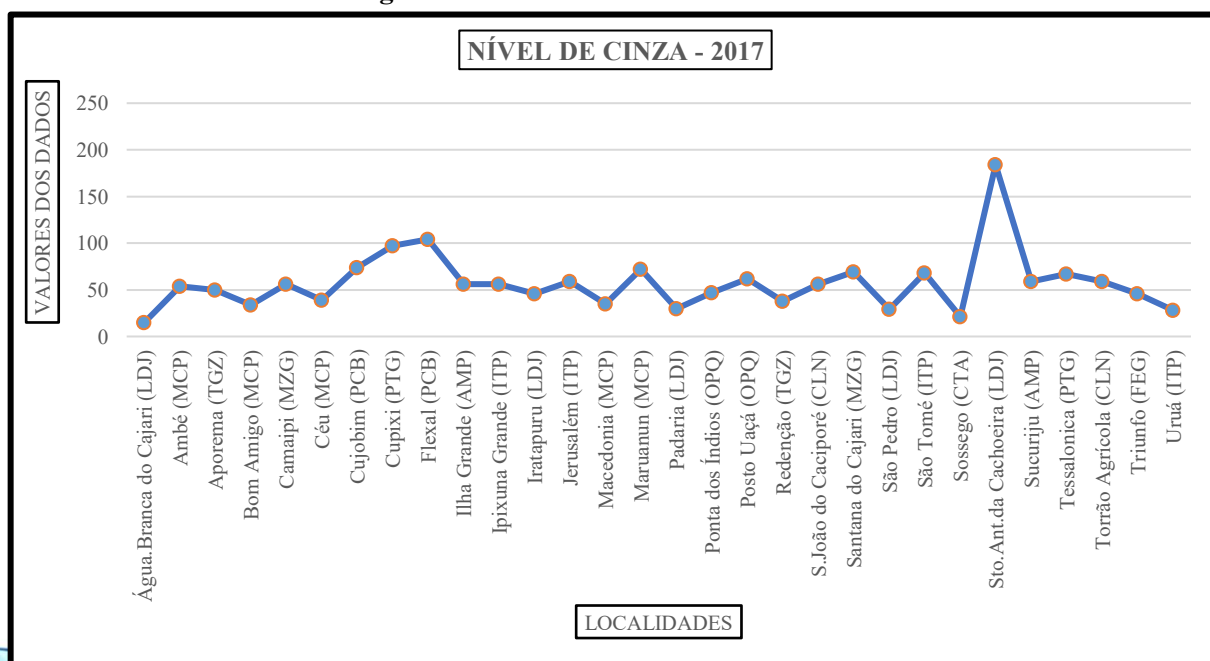
Figura 14: Níveis de cinza do ano de 2016



Fonte: Elaborado pelos autores

Em 2017, mostraram os níveis de cinza na imagem noturna com os valores analisados, conforme figura 15. Neste ano, apenas Santo Antônio da Cachoeira aparece com a de maior valor, enquanto o menor valor ficou na comunidade Sossego.

Figura 15: Níveis de Cinza do ano de 2017

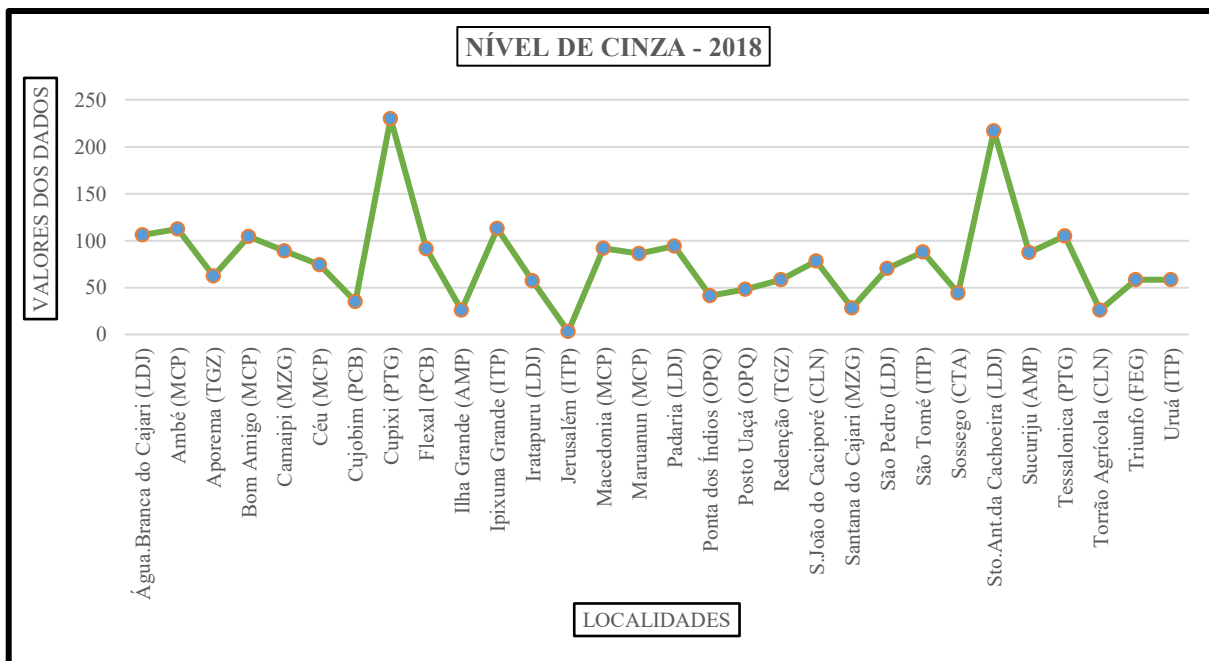


Fonte: Elaborado pelos autores



Em 2018, repete-se as comunidades que possuem maior e menor valor, Santo Antônio da Cachoeira e Sossego, respectivamente, conforme figura 16.

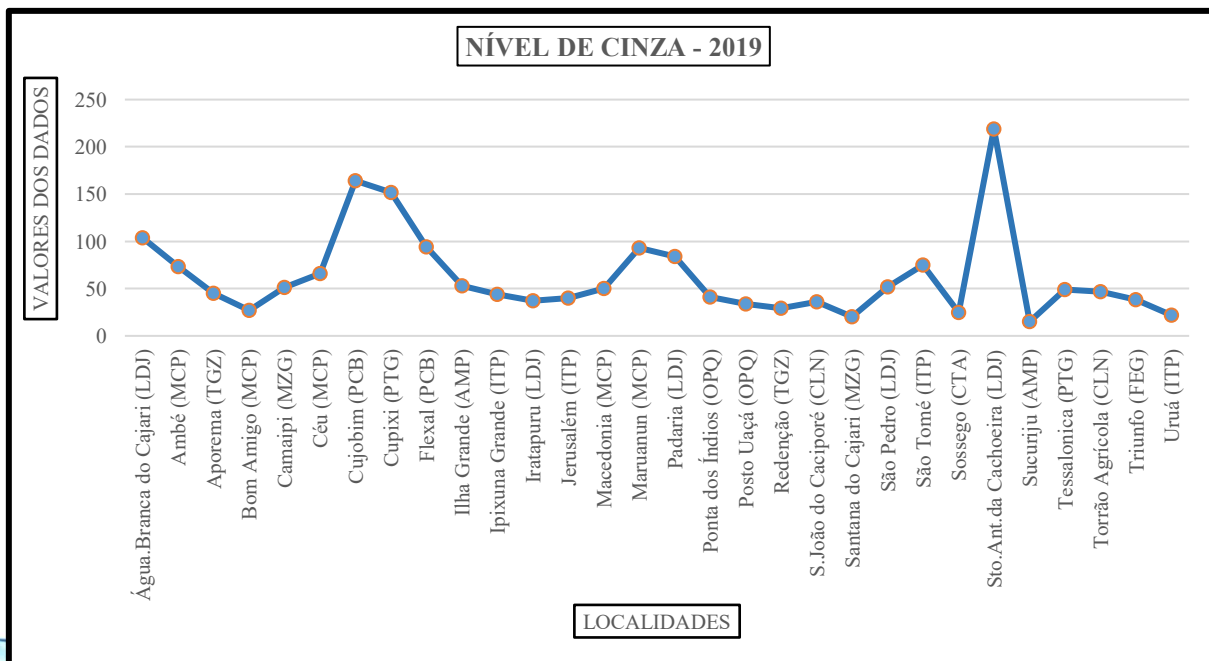
Figura 16: Níveis de cinza do ano de 2018



Fonte: Elaborado pelos autores

Em 2019, percebe-se que as diferenças daciaíram, permanecendo Santo Antônio da Cachoeira como o maior valor amostral do ano, enquanto o menor valor fica com a comunidade Santana do Cajari, conforme figura 16.

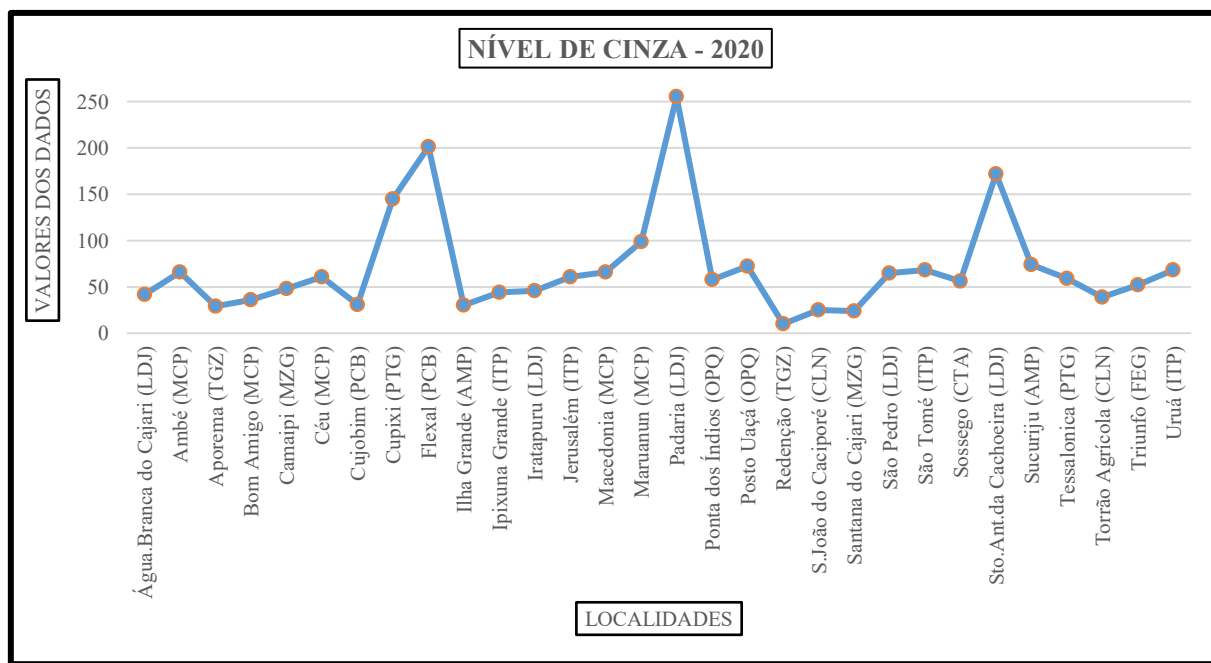
Figura 16: Níveis de cinza do ano de 2019



Fonte: Elaborado pelos autores

Em 2020, a maior intensidade de iluminação neste ano permanece igual em comparação ao ano anterior, sendo a comunidade de maior valor amostral o Flexal, e Santa Rosa, este com acesso pelo rio Araguari, como o menor valor, conforme figura 17.

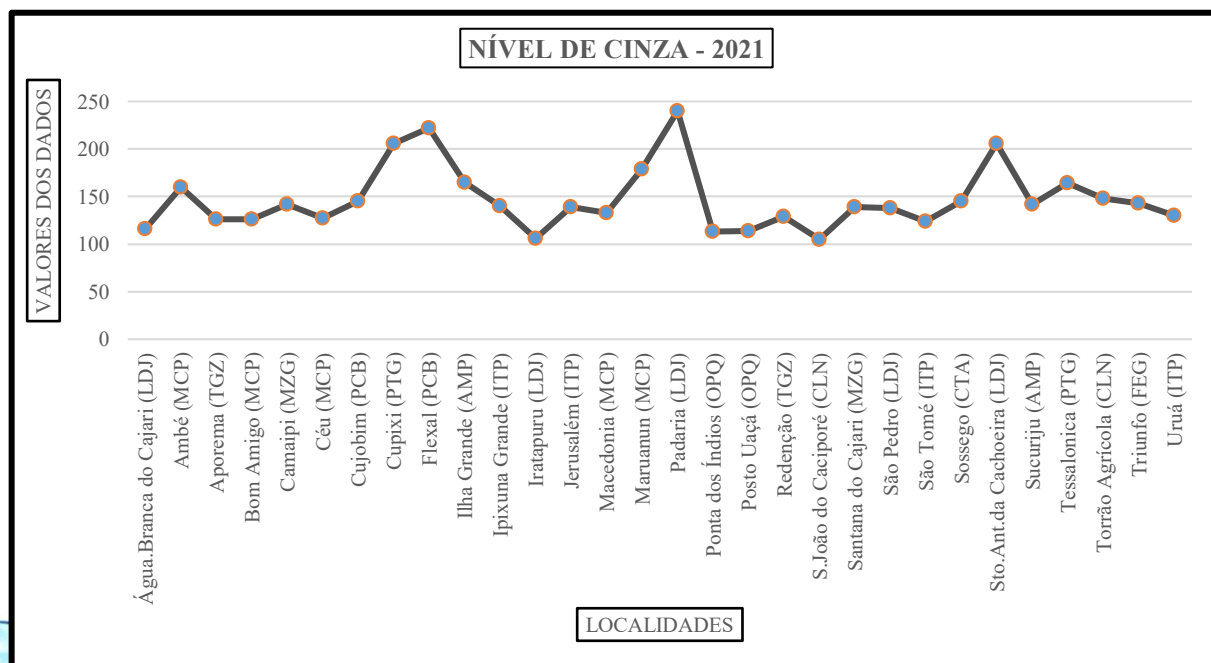
Figura 17: Níveis de cinza do ano de 2020



Fonte: Elaborado pelos autores

Em 2021, a diferença na intensidade elevaram-se neste ano, de acordo com as imagens noturnas. Neste ano, permanece o Flexal como o ponto mais acima nos dados, enquanto Santa Rosa, aparece como menor valor, conforme figura 18.

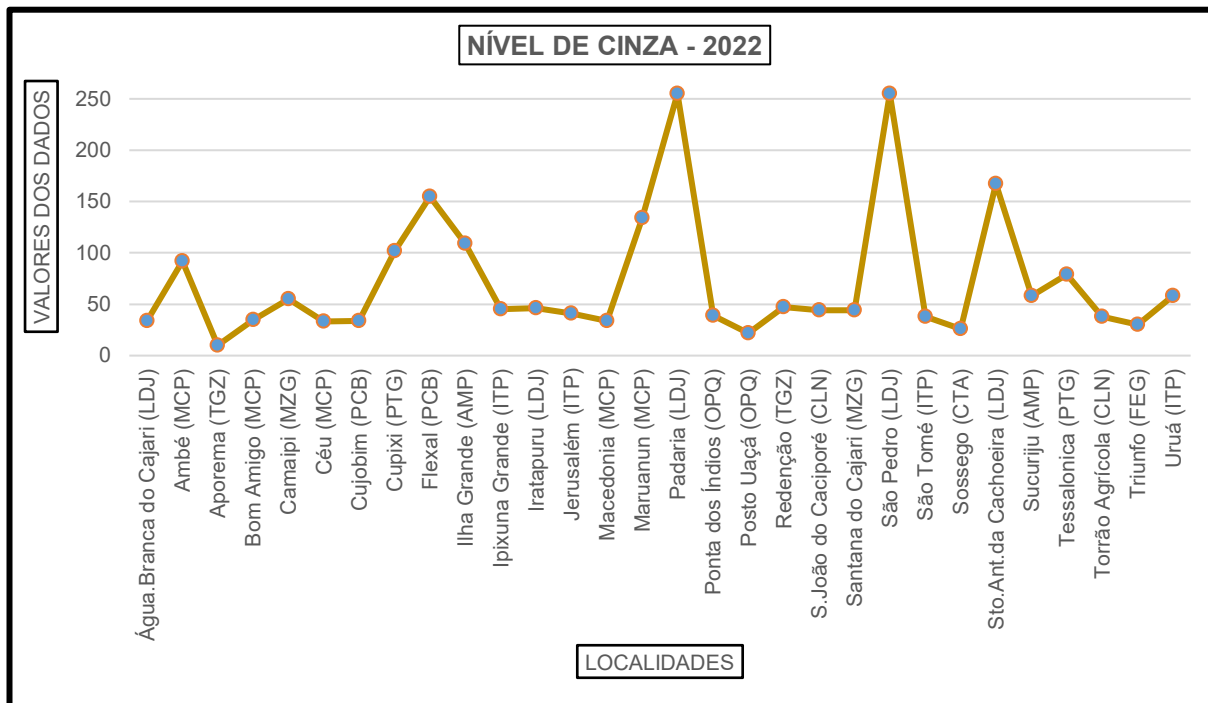
Figura 18: Níveis de cinza do ano de 2021



Fonte: Elaboração dos autores

Em 2022, decaiu a variação dos níveis de cinza das imagens. É reconhecido a comunidade Santo Antônio da Cachoeira como maior valor nos resultados de extração, enquanto o Aporema, com acesso pelos rios Euzébio e Aporema, aparece sendo o menor valor encontrado, conforme figura 19.

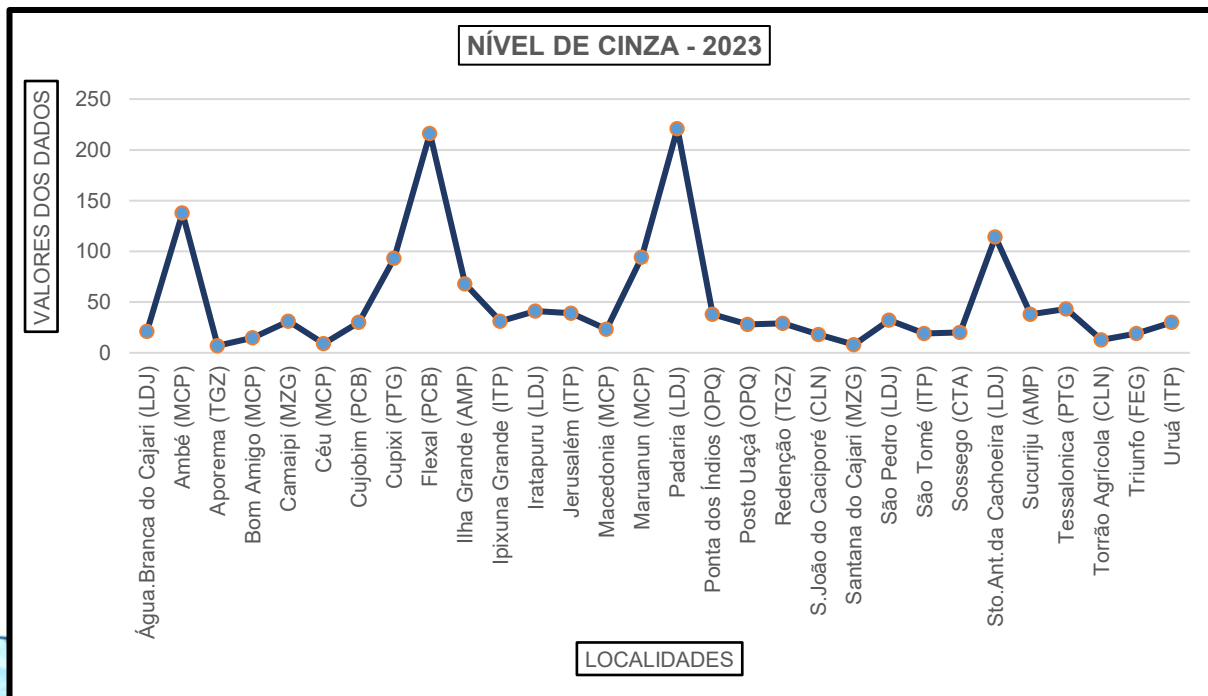
Figura 19: Níveis de cinza do ano de 2022



Fonte: Elaborado pelos autores

Por fim, o ano de 2023. Aqui a diferença decaiu mais uma vez, apresentando Flexal como seu ponto de maior valor. Já a comunidade de Santa Rosa aparece como menor valor, conforme figura 20.

Figura 20: Níveis de cinza no ano de 2023



Fonte: Elaboração dos autores



CONSIDERAÇÕES FINAIS

É evidente que, antes do uso da luz gerada pela eletricidade, a iluminação noturna já era alcançada com o fogo desde os primórdios da humanidade, demonstrando-se essencial para o auxílio nas atividades antrópicas e, conseqüente, na evolução no processo civilizatório, para além de ainda nos tempos de hoje significar a promoção do bem-estar e progresso. Assim, buscar mapear a distribuição do uso da luz atualmente é um passo contínuo na avaliação dos processos buscado o desenvolvimento sustentável, para além de caracterizar as desigualdades inerentes aos processos tecnológicos evolutivos.

Reforçar as aplicações do uso de imagens de satélite gratuitas e disponíveis existentes para as espacialidades amapaenses permite, além de uma ampliação da perspectiva das variáveis de análise do desenvolvimento urbano, uma ampliação na identificação das situações de vulnerabilidade, tais como a precariedade dos serviços de fornecimento elétrico nas comunidades distantes dos centros urbanos.

Portanto, espera-se que a presente pesquisa possa contribuir com orientações de políticas públicas voltadas para a melhoria e ampliação no acesso a serviços de qualidade, primando para que a escassez de luminosidade resulte em melhores condições de vida dignas, buscando também contribuir cientificamente para o uso de novas metodologias e incentivos a novos estudos sobre aplicações de sensores orbitais.

REFERÊNCIAS

- AGUERA, Roger Saraiva. **Cenário brasileiro da iluminação pública**. 2015. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade de São Paulo, São Carlos, 2015.
- ANEEL. **Iluminação Pública**. 2022. Disponível em: <<https://www.gov.br/aneel/pt-br/assuntos/iluminacao-publica>>. Acesso em: 01/04/2025.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5101: iluminação pública – procedimento**. Rio de Janeiro, 2012. Disponível em < <https://universidadeniltonlins.com.br/wp-content/uploads/2019/04/NBR-5101-OK.pdf>>.
- DI MAIO, Angélica et.al. Sensoriamento Remoto. Ministério da Ciência e Tecnologia. Agência Espacial Brasileira. Curso Astronáutica e Ciências do Espaço. Edição 2008. Universidade Federal Fluminense. 2008.
- DÓRIA, V. E. M. **Sensoriamento remoto de luzes noturnas para estimativas populacionais em escalas regional e local: os casos do Distrito Florestal Sustentável da BR-163 (PA) e da Região Metropolitana de São Paulo**. 2015. Dissertação (Mestrado em Sensoriamento Remoto) – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos, 2015.
- DZIAK, Mark. **Lâmpada Incandescente** | EBSCO. 2022. Disponível em: <<https://www.ebsco.com/research-starters/science/incandescent-light-bulb>>.
- EOS DATA ANALYTICS, Inc. Resolução Espacial de Imagens de Satélites: Tipos e usos. Disponível em < <https://eos.com/pt/blog/resolucao-espacial/>>. Acesso em: 05/06/25.



Governo do Amapá. **Relatório de Monitoramento do Programa Social Estadual Luz Para Viver Melhor**. Macapá, AP, 2022. Disponível em: https://editor.amapa.gov.br/arquivos_portais/publicacoes/SIMS_1d81ba3c0bf64c067a43e16bc0a363be.pdf. Acesso em: 15 set. 2025.

Governo do Amapá. **Programa Luz para todos atenderá mais de 11 mil residências no Amapá**. Redação. 2017. Disponível em: <<https://www.agenciaamapa.com.br/noticia/4477/programa-luz-para-todos-atendera-mais-de-11-mil-residencias-no-amapa>>. Acesso em: 15 set. 2025.

GRECO, V. **Energia luminosa: o que é, para que serve e tipos**. Disponível em: <<https://solucoes.edp.com.br/blog/energia-luminosa-conceito-e-tipos/>>. Acesso em 28/07/2025.

JENSEN, J. R. **Sensoriamento remoto do ambiente: uma perspectiva em recursos terrestres**. 2. ed. São José dos Campos: Ed. Parêntese, 2009.

TRUST ILUMINAÇÃO. **A história da iluminação**. Trust Iluminação. 2025. Disponível em <<https://trustiluminacao.com.br/wp-content/uploads/2024/01/historia-da-iluminacao.pdf>>. Acesso em: 05/06/25.

MAIA, Ana C.B. et. al. **PROCEL – EPP. Manual de Iluminação**. ELETROBRAS. Agosto, 2011. Disponível em <https://www.gov.br/mme/pt-br/assuntos/ee/publicacoes-e-estudos/ManualdeiluminacaoeficienteProcel.pdf>.

MARTIN, Laurent. Resolução, o que é exatamente? Blog EngeSat. 2016. Disponível em <https://www.engesat.com.br/resolucao-o-que-e/>> Acesso em: 06/06/25.

MASCARÓ, Lucia E. A. Raffo de. A Iluminação do Espaço Urbano. Arqtexto.n.8. p.20-27. 2006. Disponível em: <<https://lume.ufrgs.br/handle/10183/22227>>.

MOREIRA, V. DE A. **Iluminação Elétrica**. 1. ed. São Paulo: Editora Edgard Blücher LTDA, 1999.

NESDIS – NOAA National Environmental Satellite, Data, and Information Service. **Visible Infrared Imaging Radiometer Suite (VIIRS)**. NOAA - National Oceanic and Atmospheric Administration's. Disponível em <https://www.nesdis.noaa.gov/our-satellites/currently-flying/joint-polar-satellite-system/visible-infrared-imaging-radiometer-suite-viirs>. Acesso em 22/07/25.

QUARTAROLI, C.F.; VICENTE, L.E.; ARAUJO, L.S. de. Sensoriamento Remoto. In: TÔSTO, S. G.; RODRIGUES, C. A. G.; BOLFE, E. L.; BATISTELLA, M. (Ed.). Geotecnologias e geoinformação. Brasília, DF: Embrapa, 2014. Disponível em <<http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/988056>>. Acesso em: 26/05/25.

RENNÓ, S. de A.; DIAS, M. R. A. Iluminação artificial urbana e experiência do usuário: revisão sistemática de literatura. **Estudos em Design**, v. 32, n. 2, 2024.

SANTOS, W. F. Comunidades rurais isoladas não têm acesso à energia hidrelétrica devido ao custo da distribuição e às dificuldades territoriais. Como alternativa, pode-se adotar sistemas isolados de geração de energia do tipo renovável. **Revista Cereus**, v. 3, n. 1, 2011.

SCHMID, A. L. et al. O ambiente visual noturno: eficiência energética, comodidade e acuidade visual na iluminação das cidades. *Desenvolvimento e Meio Ambiente*, Curitiba, n. 11, p. 41– 56, jul./dez. 2005.

TEIXEIRA, I.; RIVERA, R.; OTAVIO, L. **Iluminação LED: sai Edison, entram Haitz e Moore: benefícios e oportunidades para o país**. Bndes.gov.br, 2016. Disponível em <<https://web.bndes.gov.br/bib/jspui/handle/1408/9576>>.

VIIRS Overview. In: United States Geological Survey – USGS, [s.d.]. Acesso em: 11/05/25.

VIIRS. In EARTH DATA, [s.d.]. Disponível em <https://www.earthdata.nasa.gov/data/instruments/viirs>. Acessado em: 11/05/25.