

# EFICIÊNCIA ENERGÉTICA EM ILUMINAÇÃO PÚBLICA

## ESTUDO DE CASO DO BAIRRO JARDIM SANTA FÉ

Felipe Pajeu Sampaio<sup>1</sup>

<https://orcid.org/0009-0008-5365-3423>

Lucas Augusto Silva Araújo<sup>2</sup>

<https://orcid.org/0009-0001-4164-0659>

### RESUMO

Atualmente, a eficiência energética é considerada uma das principais áreas de investimento, tanto pelos governos, quanto pelas organizações, já que sua implementação leva a redução do consumo de energia e, conseqüentemente, diminui a dependência de fontes de energia externas, o que tem um impacto positivo na competitividade econômica e no desenvolvimento social. Dentro desse contexto, a iluminação pública se torna relevante, uma vez que apresenta grande potencial quanto a sua capacidade de redução de consumo, muito devido aos sistemas obsoletos que ainda são comuns nas vias públicas. Assim, visando implementar um novo sistema através de uma substituição direta dos equipamentos de iluminação no bairro Santa Fé, em Dourados-MS, foi realizado um estudo de caso, de modo a verificar a viabilidade financeira desse projeto, fazendo essa troca direta das lâmpadas a vapor de sódio de baixa pressão por lâmpadas modernas de LED e, posteriormente, efetuar a análise financeira com uso dos indicadores VPL, TIR E *Payback*. A análise do fluxo de caixa esperado para a aquisição das luminárias apresentou resultados positivos e indicou que a atualização no sistema de iluminação é um investimento rentável. Com um valor de investimento de R\$136,300,73, o valor presente líquido foi de R\$ 61.245,63. Além disso, a taxa interna de retorno esperada para o investimento foi de 22%, o que indica um bom retorno sobre o capital investido. O *Payback*, que é o período necessário para recuperar o investimento, foi estimado em 6,93 anos. Com esses resultados, observa-se que o investimento se mostra viável, podendo trazer benefícios financeiros consideráveis.

### Palavras-chave

Eficiência energética, iluminação pública, viabilidade econômica.

## ENERGY EFFICIENCY IN PUBLIC LIGHTING

### A CASE STUDY OF JARDIM SANTA FÉ

### ABSTRACT

Currently, energy efficiency is considered one of the main areas of investment, both by governments and organizations, as its implementation leads to a reduction in energy consumption and consequently reduces dependence on external energy sources, which has a positive impact on economic competitiveness and social development. Within this context, public lighting becomes relevant, as it has great potential in terms of its ability to reduce consumption, largely due to the outdated systems that are still common in public thoroughfares. Thus, aiming to implement a new system through a direct replacement of lighting equipment in the Santa Fé neighborhood, in Dourados-MS, a case study was conducted to assess the financial feasibility of this project, by directly replacing low-pressure sodium

1 Graduando do Curso de Engenharia de Energia na Universidade Federal de Grande Dourados, Dourados-MS e pajeufelipe@hotmail.com.

2 Graduando do Curso de Engenharia de Energia na Universidade Federal de Grande Dourados, Dourados-MS e lucas.nh91@gmail.com.



vapor lamps with modern LED lamps and subsequently conducting a financial analysis using the indicators NPV, IRR, and Payback. The analysis of the expected cash flow for the acquisition of the luminaires presented positive results and indicated that the lighting system upgrade is a profitable investment. With an investment value of R\$136,300.73, the net present value was R\$61,245.63. Additionally, the expected internal rate of return for the investment was 22%, indicating a good return on investment. The Payback, which is the period required to recoup the investment, was estimated at 6.93 years. Based on these results, it is observed that the investment is viable and can bring considerable financial benefits.

#### **Keywords**

Energy efficiency, public lighting, economic viability.

---

**Submetido em: 09/07/2023 – Aprovado em: 11/08/2023 – Publicado em: 16/08/2023**

## 1 INTRODUÇÃO

Conforme o aumento populacional, se torna inevitável o aumento da demanda elétrica e, com isso, o aumento da utilização de recursos naturais. Esta situação afronta os atuais objetivos de otimização do consumo de energia, que visam a eficiência energética e sustentabilidade. Tendo em vista que a iluminação pública tem parcela significativa nos gastos elétricos, se torna essencial projetos que visem eficiência nesse setor (KRUGER & RAMOS, 2016).

Em 2018, houve um aumento de 2,3% na demanda mundial de energia, representando o maior crescimento anual dos últimos dez anos. Nesse mesmo ano, pela primeira vez, o número de pessoas sem acesso à eletricidade caiu para menos de um bilhão. Embora o uso de energia elétrica gere grandes expectativas, há incertezas sobre sua capacidade de atender a diversos tipos de demandas e sobre o funcionamento dos sistemas elétricos do futuro (AIE, 2019).

Dessa forma, é necessário conservar energia elétrica, porém, essa é uma tarefa extremamente complicada, pois ou você otimiza a produção ou diminui o consumo, os processos devem diminuir custos mantendo a qualidade (BERNARDES et al., 2020).

Uma vez que eficiência energética é energia útil pela energia consumida, uma maior eficiência é necessariamente menor gasto de energia elétrica, ou seja, fazer a troca por aparelhos que sejam mais eficientes, gastem menos energia para realizar determinada tarefa (BALEN et al., 2022).

As diversas crises mundiais energéticas da última década criaram uma projeção mundial de políticas energéticas visando eficiência, nesse contexto, o Brasil desenvolveu diversos programas visando uma política de eficiência energética, como a Lei nº 10.295 que dispõe da realização de investimentos em pesquisas e desenvolvimento na eficiência energética (BERNARDES et al., 2020).

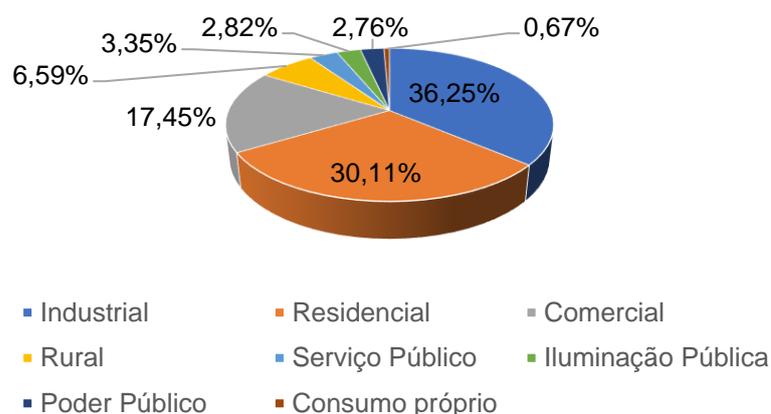
Dentro desse contexto, a iluminação pública é um serviço fundamental que assegura a proteção e segurança de pedestres e motoristas nas vias públicas, além de contribuir para a estética dos espaços urbanos e rurais, com suas particularidades técnicas (RIBEIRO, 2016).

Tendo isto em vista, vem sendo questionado a utilização da iluminação convencional nas vias públicas, principalmente quando comparamos com a economia no uso do LED. A revitalização do sistema de iluminação pública através do *retrofit*, na troca de lâmpadas convencionas por lâmpadas LED na busca de maior durabilidade, menor consumo, com baixa adaptação do sistema elétrica, se encaixa perfeitamente no que se procura (BERNARDES et al., 2020). O *retrofit* é uma tendência da arquitetura nascida na Europa que visa revitalizar edifícios e outras construções, por meio de novas tecnologias e designs mais modernos. Dessa forma, trazendo para este contexto, *retrofit* seria realizar reformas nos sistemas consumidores de energia já

existentes, de modo a promover uma redução no consumo de energia elétrica. Isso seria possível através da substituição de lâmpadas, conjuntos óticos, acionadores e reatores por novos, que sejam energeticamente mais eficientes (BERNADES et al., 2020).

Atualmente, no Brasil, existem 8 grandes grupos consumidores, sendo eles os consumidores Residenciais, Industriais, Comerciais, Serviços públicos, Rural, Consumo próprio, Poder público e Iluminação pública, que corresponde a 2,82% de toda energia consumida no país, representando cerca de 14.033,868 MWh consumidos em um único ano (EPE, 2021). Essa distribuição pode ser vista pelo gráfico 1.

**Gráfico 1-** Percentual de consumo elétrico dos 8 grupos consumidores no Brasil em 2021.



Fonte: Adaptado de EPE (2021).

Assim, visando a melhoria da eficiência da iluminação pública, vários projetos vêm sendo desenvolvidos, com resultados não apenas acerca da eficiência energética, mas também visando a redução dos impactos econômicos, sociais e ambientais.

Existem estudos já feitos, por exemplo, a avaliação da viabilidade econômica da substituição dos sistemas de iluminação pública das principais vias da cidade por sistemas com tecnologia LED.

Em um estudo de caso feito no município de Viana de Castelo, em Portugal, a iluminação pública fazia uso exclusivo de lâmpadas de vapor de sódio e contava com um sistema superdimensionado em algumas de suas vias. De acordo com Ribeiro (2016), após a adequação da iluminação pública das vias estudadas, fazendo essa troca e substituição pelas lâmpadas LED, da maneira obtida pelo software de simulação *Relux*, o município poderia reduzir em 87% os seus gastos com iluminação pública e com isso, obteria uma redução de R\$ 11152,10. Nesse caso o investimento se pagaria em aproximadamente 5 anos, o que mostra o grande potencial da implementação dessas ações de eficiência.

Outro caso que comprova o impacto do *retrofit* é o estudo de caso realizado em uma avenida de Recife, Pernambuco. Nesse estudo buscou-se determinar indicadores de economia

de energia e impacto ambiental das tecnologias de iluminação a LED em uso relacionada com a vapor de sódio usada anteriormente. De acordo com Filho et al. (2021), o estudo, realizado num trecho de 8 km, em um mesmo período, se observou um gasto de 2,27 vezes menos lâmpadas e os resíduos caíram 64%, já o consumo de energia elétrica obteve uma redução de 38,47 % nos gastos anuais.

Mais um caso que demonstra a efetividade da implementação de ações de eficiência energética no setor de IP (iluminação pública) foi o trabalho realizado nas vias próximas à usina de Itaipu. Segundo GAZOLA et al. (2016), a iluminação nas vias de acesso à Central Hidrelétrica Itaipu foi totalmente remodelada, com a substituição das luminárias convencionais pelas luminárias LED, aumentando a vida útil, reduzindo o consumo, melhorando o iluminamento, reduzindo o tempo de manutenção e os custos operacionais. Esse *retrofit* tem seus resultados mostrados na figura 1:

**Figura 1.** *Retrofit* da iluminação das vias de acesso a hidrelétrica de Itaipu.

ÍTEM	DESCRIÇÃO	CONVENCIONAL	LED
A	Número de Artefatos	170	
B	Potência em Watts	400	233
C	Horas de Funcionamento Diário	12	12
D	Dias	30	
E	Potência Consumida = (A)*(B)	68000	39610
F	Energia Total Consumida (kWh) = (C)*(D)*(E)	24.480,00	14.259,60
G	Energia Anual Consumida (kWh) = (F)*12	293.760	171.115
H	Economia de Energia Anual (kWh)	122.644,80	

Fonte: GAZOLA et al., 2016.

As novas lâmpadas de LED possuem uma potência de 233W, muito menor em comparação às convencionais de 400W, o que proporcionou uma economia de 122.644,80 kWh anuais após as substituições. Outro ganho significativo foi na sustentabilidade, pois as luminárias convencionais possuem o mercúrio, que é poluente e cancerígeno por ser cumulativo.

Desta forma, tendo em vista a Lei complementar nº 363, de 21 de março de 2019 da cidade de Dourados, MS que estabelece a modernização do sistema elétrico municipal usando a tecnologia Diodo Emissor de Luz (LED), assim como a norma ISO 50001, que é um padrão internacional para a gestão da energia que estabelece requisitos para a implementação de um sistema de gestão da energia eficiente, visando analisar a viabilidade econômica para a substituição da iluminação pública convencional pelo LED no bairro Jardim Santa Fé, serão efetuados todos os cálculos necessários para alcançar esse objetivo, principalmente através dos indicadores econômicos como *Payback*, TIR, VPL.

Esse *retrofit* será realizado através da substituição direta de luminárias, que é uma das formas mais fáceis de atingir a redução de consumo de energia nos sistemas de IP, sendo que o parâmetro que melhor serve para comparar dois tipos de luminárias sem provocar uma diminuição do fluxo luminoso é a eficiência luminosa (Gutierrez-Escolar et al., 2015).

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

Neste capítulo serão explicados conceitos fundamentais sobre iluminação para entender os processos seguintes. Além disso, será apresentada uma revisão breve dos conceitos de avaliação de projetos que serão utilizados na avaliação econômica do estudo de caso.

### 2.1 Iluminação Pública

Existem muitos estudos que evidenciam a presença frequente de iluminação ineficiente no Brasil. É possível diminuir o consumo de energia elétrica por meio da utilização conjunta de lâmpadas, reatores e refletores eficientes, além da adoção de hábitos saudáveis no uso desses (Elektro, 2012).

#### 2.1.1 Eficiência Luminosa

A eficiência luminosa (EL) é a razão entre o fluxo luminoso total emitido por uma fonte de luz, medido em lúmens, e a potência consumida por ela, em Watts. Por exemplo, uma lâmpada incandescente de 100W que gera 1.500 lúmens tem uma EL de 15 lm/W, enquanto uma lâmpada fluorescente compacta de 25W que gera 1.500 lúmens tem uma EL de 60 lm/W (Elektro, 2012).

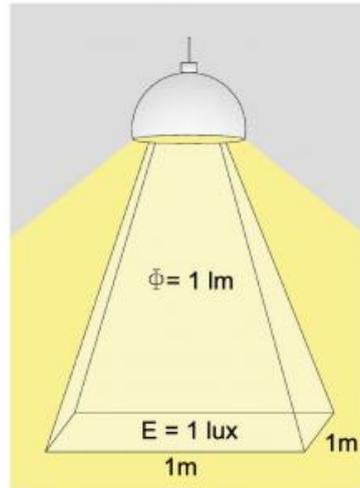
#### 2.1.2 Fluxo luminoso

Luminosidade é a medida da quantidade de luz produzida por uma fonte de iluminação e emitida em todas as direções, capaz de produzir um estímulo visual. Essa medida é expressa em lúmens (lm) (Elektro, 2012).

#### 2.1.3 Iluminância

Iluminância é uma medida da quantidade de luz que incide em uma determinada área, definida como o fluxo luminoso incidente por unidade de área iluminada. Em outras palavras, é a densidade superficial de fluxo luminoso recebido em um ponto específico de uma superfície. O lux é a unidade de medida comum para iluminância, sendo definido como a iluminância em uma superfície plana de área igual a 1 m<sup>2</sup>, que recebe um fluxo luminoso uniformemente distribuído de 1 lúmen na direção perpendicular, como é mostrado na figura 2 (Elektro, 2012).

**Figura 2.** Representação da Iluminância em uma superfície.



Fonte: ABNT NBR 5413, 1982.

Como o trabalho visa a implementação nas vias públicas de um bairro, a iluminância é definida segundo a norma NBR 5101 (2012), como iluminância média mínima ( $E_{med,min}$ ), obtidas pela média aritmética das leituras realizadas no plano horizontal. A norma classifica as vias segundo suas características, principalmente quanto ao tráfego recebido pela mesma.

#### 2.1.4 Lâmpadas a vapor de sódio de baixa pressão

Esse tipo de lâmpada é a mais utilizada em vias públicas e sua configuração assemelha-se à da lâmpada de vapor de mercúrio de alta pressão, exceto pelo design do tubo de descarga, que é longo, estreito e feito de óxido de alumínio sinterizado translúcido, um material cerâmico capaz de suportar altas temperaturas. O tubo de descarga desta lâmpada pode atingir até 1000°C e contém xenônio para iniciar a partida, mercúrio para corrigir a cor e sódio em alta pressão. Cada extremidade do tubo de descarga contém um eletrodo principal feito de nióbio. Para aumentar a eficiência luminosa da lâmpada, o tubo de descarga é colocado dentro de um bulbo externo, no qual é criado um vácuo para reduzir a perda de calor externo e aumentar a pressão no tubo de descarga (Elektro, 2012).

Em termos gerais, seu funcionamento é semelhante ao das lâmpadas de descarga, mas requer tensões elevadas para a partida e, portanto, necessita de um ignitor. Após cerca de 3 a 4 minutos, a lâmpada alcança seu brilho máximo. Com uma vida útil média superior a 24.000 horas e 25% de depreciação do fluxo luminoso durante esse período, a eficiência luminosa desta lâmpada é de 120 lm/W, o que é inferior à sua equivalente de baixa pressão. Devido à sua propriedade de cor mais agradável, essas lâmpadas encontram uma ampla variedade de aplicações e são frequentemente usadas em iluminação externa, como em vias públicas, ferrovias, áreas de estacionamento e indústrias (Elektro, 2012).

#### 2.1.5 LED

Os diodos emissores de luz, ou LEDs, são dispositivos semicondutores que transformam corrente elétrica em luz visível e têm sido amplamente desenvolvidos,

oferecendo uma alternativa viável à iluminação convencional devido às suas diversas vantagens. Ao contrário das lâmpadas incandescentes, que emitem todo o espectro de cores, os LEDs geram apenas uma cor, dependendo do tipo de material utilizado em sua produção, como galênio, arsênio e fósforo. Eles estão disponíveis em tamanhos comerciais de 3mm, 5mm e 10mm em uma ampla variedade de cores, incluindo vermelho, verde, laranja, azul e branco, e os de alto brilho mais comuns são os azuis, brancos, vermelhos e verdes. Com o avanço tecnológico e o aprimoramento do processo produtivo, a eficiência luminosa dos LEDs tem aumentado significativamente. Eles são utilizados em diversas aplicações, como sinalização, letreiros luminosos, iluminação de piso, segmento automotivo, entre outros. Entre as vantagens oferecidas pelos LEDs, podemos destacar: longa durabilidade (com funcionamento de até 50.000 horas), alta eficiência luminosa, dimensões reduzidas, alta resistência a choques e vibrações, não emitem radiação ultravioleta e infravermelha, baixo consumo de energia e pouco calor dissipado, redução nos gastos de manutenção e possibilidade de utilização com sistemas fotovoltaicos em locais isolados (Elektro, 2012).

## *2.2 Tarifação da Energia Elétrica*

O conjunto de regras e regulamentos que determinam o preço da eletricidade para as diversas categorias de consumidores é conhecido como sistema tarifário de energia elétrica. A ANEEL é responsável por regular este sistema tarifário, sendo uma autarquia especial vinculada ao Ministério das Minas e Energia – MME.

### *2.2.1 Grupo de Tensão de fornecimento para IP*

Existem dois grandes grupos utilizados para classificar os consumidos quanto a sua tensão de fornecimento, sendo eles o Grupo A, conhecido como grupo de Alta tensão e o Grupo B, ou grupo de baixa tensão. Trazendo para o presente contexto, a iluminação pública é categorizada dentro do grupo B, que é formado por unidades consumidoras que recebem energia elétrica em tensão abaixo de 2,3 kV e/ou são definidas pela tarifa monômnia, mais especificamente está no Subgrupo B4. Assim, é possível, através da consulta ao site da ANEEL, obter os valores da tarifa referente ao subgrupo B4 que será aplicada pela concessionária da região, em determinado mês (Elektro, 2012).

### *2.2.2 Impostos*

Quando falamos em fatura de energia elétrica, é necessário entender que, como se trata de um produto sendo fornecido, os impostos, tanto federais, como estaduais deverão ser levados em consideração. O primeiro e mais relevante quando se trata de faturamento da energia elétrica é o imposto estadual, ou ICMS. O ICMS, ou Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços, que é cobrado sobre o fornecimento de energia elétrica é um imposto cujas taxas são estipuladas por Lei Estadual. É responsabilidade da distribuidora, atuando como contribuinte legal e substituto tributário, apenas coletar e repassar ao governo estadual

as quantias cobradas nas faturas de energia elétrica dentro de sua área de concessão. Todos os consumidores são obrigados a pagar o ICMS (Elektro, 2012).

A segunda parcela dos impostos são os impostos federais. Eles são divididos em dois impostos, o Programa de Integração Social (PIS) e o Contribuição para Financiamento da Seguridade Social (COFINS). Ambos os impostos são previstos nos artigos 195 e 239 da Constituição Federal. Todos esses impostos podem ser obtidos através da consulta a concessionária local responsável, nesse caso foi consultada a Energisa, responsável pela região de Dourados.

### 3 METODOLOGIA

Para o desenvolvimento do trabalho, é necessário a coleta de alguns dados, como o número de luminárias do bairro e suas respectivas potências. Para determinar o número de luminárias foram feitas visitas técnicas e contagem manual, nesse processo também foram analisados defeitos nas luminárias já existentes. Para a determinação do tipo de lâmpada usadas no bairro, foram consultados relatórios fornecidos pela prefeitura da cidade.

O trabalho tem como principal objetivo determinar a viabilidade economia da substituição da iluminação convencional por luminárias LEDs. Para isso é necessário a determinação do consumo para o conjunto de luminárias existentes e pelas quais seriam substituídas apresentada na equação 1.

$$\text{Energia Consumida (kWh)} = \text{Potencia do equipamento (kW)} * \text{Horas usadas (1)}$$

Serão, ainda, calculados os gastos com energia elétrica com as duas tecnologias, aplicando as tarifas de energia elétrica para iluminação pública o TUSD e o TE, além da aplicação dos impostos Federais PIS/COFINS e impostos estaduais ICMS sobre energia elétrica.

Com o intuito de se iniciar o processo da análise dos indicadores econômicos, tem-se a necessidade de determinar o preço de aquisição dos novos equipamentos a serem instalados e seu custo de instalação. Para a determinação destes custos foram feitas pesquisas em alguns catálogos e lojas que forneciam o tipo de tecnologia, e pesquisa aos relatórios Sistema Nacional de Pesquisa de Custo e Índice da Construção Civil (SINAPI), órgão vinculado a Caixa Econômica Federal responsável por disponibilizar relatórios de preços de insumos, relatórios de custo de composições, livro de metodologias e conceitos, cadernos técnicos de composições e fichas de especificação técnica.

Após a coleta de dados, estimativa de consumo elétrico, e gastos com energia elétrica o próximo passo é a análise de viabilidade econômica. Os dados de viabilidade são utilizados para embasar a decisão sobre investimentos em novos projetos ou expansão de projetos existentes. Indicadores econômicos são usados para avaliar a sustentabilidade e rentabilidade de atividades ao longo do tempo, levando em consideração resultados possíveis e riscos

envolvidos. Geralmente, esses indicadores apresentam diferentes cenários previsíveis e permitem avaliar se uma atividade econômica pode gerar receitas suficientes para cobrir as obrigações financeiras e retornar o investimento. Em resumo, os métodos e instrumentos usados para elaborar esses indicadores consideram a comparação entre investimento e retorno ao longo do tempo, além da análise dos rendimentos e custos associados ao investimento. No trabalho serão utilizados três indicadores financeiros, sendo eles o VPL, TIR E Payback (SOLDERA, 2018).

O indicador VPL é utilizado para avaliar a viabilidade de um projeto de investimento, calculando o valor presente de pagamentos futuros descontados a uma taxa de juros, subtraindo o valor de investimento inicial. Se o VPL for positivo, indica que o projeto é rentável. É necessário aplicar uma taxa de desconto aos fluxos de caixa para atualizá-los, correspondente à taxa de juros sem risco mais o prêmio de risco do projeto em questão.

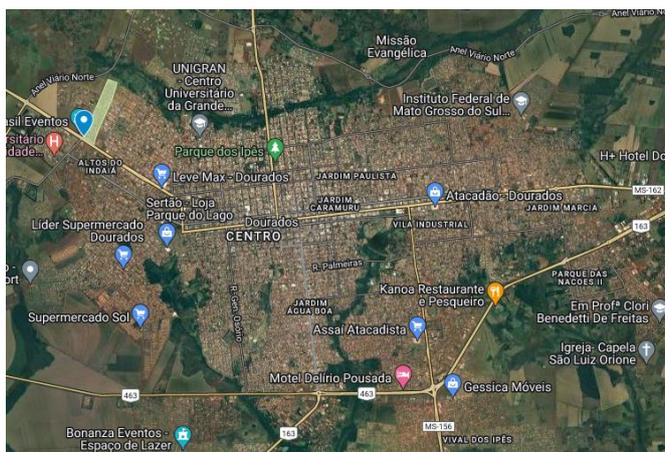
A Taxa Interna de Rentabilidade (TIR) é a taxa de juros que, quando utilizada como taxa de desconto, faz com que o Valor Presente Líquido (VPL) seja igual a zero. Supõe-se que se conheça a taxa mínima de atratividade definida pelo investidor para o projeto em questão, e que esse projeto será viável economicamente se a TIR for maior do que essa taxa mínima de atratividade (Barros, 2000). Para o projeto apresentado neste trabalho se usara a taxa Selic como taxa mínima de atratividade.

O Payback, também conhecido como Período de Retorno de Investimento, é o tempo que leva desde o início do investimento até o momento em que o valor líquido acumulado se iguala ao valor do investimento inicial. Existem dois tipos de Payback: nominal ou simples e atual líquido ou composto. O Payback nominal é calculado com base em fluxos de caixa nominais, enquanto o Payback atual líquido é calculado com base em fluxos de caixa atualizados. Em qualquer projeto de investimento, há um investimento inicial seguido de um período de receitas líquidas que permitem a recuperação do capital investido, e o período necessário para que as receitas cubram as despesas de investimento é chamado de período de retorno de investimento. (Barros, 2000).

## 4 RESULTADOS

O local escolhido para pesquisa foi um bairro Jardim Santa Fé na cidade de Dourados em Mato Grosso do Sul. Trata-se de um bairro residencial com uma área de 254.400 m<sup>2</sup>, que conta com edifícios residenciais e comerciais, foi inaugurado em 2012 é um loteamento feita pela construtora e incorporadora Saad Lorensini como mostrado na Figura 4.

**Figura 3.** Perspectiva Jardim santa fé com cidade de Dourados, em março de 2012.



Fonte: Google Maps (2023).

O bairro Jardim Santa Fé conta com 149 luminárias de vapor de sódio de 250 W distribuídas por 19 vias, para determinar a potência necessária para substituição dessas lâmpadas foi usada o nível de fluxo luminoso em lumens (lm) delas. Uma lâmpada de vapor de sódio de 250 W apresenta um fluxo luminoso total de 27000 lumens. As lâmpadas LED comercializadas atualmente apresentam a mesma capacidade para iluminação com 170 W de potência, assim é apresentado a Tabela 4 do consumo elétrico para as duas tecnologias.

**Tabela 1** – Consumo de energia estimado para bairro Jardim Santa Fé em Dourados, no ano de 2023.

	Convencional	LED
Número de Luminárias	149	149
Potência (W)	250	170
Horas de funcionamento	12	12
Dias	30	30
Potência consumida (W)	37.250	25.330
Energia total consumida (kWh)	13.410	9.119
Energia anual consumida (kWh)	160.920	109.426
<b>Economia de energia anual (kWh)</b>	<b>51494</b>	

Fonte: Desenvolvido pelo autor.

Fazendo-se a análise do consumo da iluminação atualmente para o consumo com o LED chegamos a uma diferença de 51.494 kWh, que representa uma economia de 32% anuais, conforme pode ser observado na tabela se manteve o número de horas de funcionamento e

quantidade de luminárias no bairro, assim a única variável que impactou no consumo previsto foi a potência entre iluminação através da lâmpada de vapor de sódio e luminária LED

Para o desenvolvimento do trabalho é necessário conhecer as tarifas e impostos vinculadas a produção, transmissão e distribuição da energia elétrica, a concessionária responsável por esse serviço para o estado de Mato Grosso do Sul é a Energisa onde a ANEEL define anualmente as tarifas TUSD e TE, o Estado do Mato Grosso do Sul defini o ICMS de acordo com Lei nº 1.810/1997, art. 41 e o PIS/COFINS é determinado pelo Governo Federal, o Quadro 1 apresenta as tarifas e alíquotas para a iluminação pública.

**Quadro 1** – Tarifas e Alíquotas para o estado de Mato Grosso do Sul no Ano de 2023.

Tarifas	B4 (Iluminação Pública)
TUSD R\$/kWh	0,31748
TE R\$/kWh	0,16333
Impostos Para Mato Grosso do Sul	
ICMS	17%
PIS	1,08%
COFINS	5%

Fonte: ANEEL, 2023

Com as tarifas e alíquotas definidas aplica-se ao consumo estimado na Tabela 1 para determinar os gastos anuais com eletricidade nas vias, assim a Tabela 5 apresenta, o resultado antes e após aplicação dos tributos.

**Tabela 2** – Gastos com energia elétrica estimados para o bairro Jardim santa fé em Dourados no ano de 2023.

	Convencional (R\$)	LED (R\$)
Aplicação das tarifas (TUSD +TE)		
Mensal	6447,66	4384,41
Anual	77371,95	52612,9
Aplicação ICMS		
Mensal	7768,27	5282,42
Anual	93219,21	63389,1
Aplicação PIS/CONFINS		
Mensal	8271,15	5624,38
Anual	99253,84	67492,6
<b>Economia Anual (R\$)</b>	<b>31761,23</b>	

Fonte: Desenvolvido pelo autor.

Com aplicação das tarifas e impostos chegou-se a uma economia de R\$31.761,23 por ano que conseqüentemente representa uma economia anual de 32%. Assim para se fazer análise de investimento se fez a pesquisa no Sistema Nacional de Pesquisa de Custo e Índice

da Construção Civil (SINAPI) na substituição das luminárias de vapor de sódio por luminárias Led no Estado do Mato Grosso do Sul, onde os valores disponibilizados são apresentados a seguir.

**Tabela 3** – Custo para a substituição luminárias no Estado de Mato Grosso do Sul, em março de 2023.

	Unidade	Valor Unitário (R\$)	Quantidade	Valor Total (R\$)
Luminária LED para iluminação pública, de 138 até 180W	Un	806,04	149	120099,96
Substituição luminária vapor de sódio por luminária LED (Sem fornecimento)	Un	108,73	149	16200,77
<b>Total</b>		<b>914,77</b>		<b>136300,73</b>

Fonte: SINAPI, 2023

Assim então é possível determinar os indicadores financeiros e se fazer análise para saber se o projeto é viável. Na substituição das 149 luminárias precisarão ser investidos R\$136,300,73, esse valor conta com valor do material e o custo de instalação (equipamentos e pessoal capacitado) assim como descrito no caderno técnico SINAPI para instalação de luminárias externas de agosto de 2020. Primeiramente será apresentado na Tabela 7, o fluxo de caixa e o valor presente para vida útil das luminárias LED que são de cerca de 65000 horas ou 15 anos a uma taxa de desconto de 13,75% a.a.

**Tabela 4** – Fluxo de caixa esperado para iluminação LED no período de 15 anos, no Jardim Santa Fé.

Período	Fluxo de caixa (R\$)	Valor Presente (R\$)
0	-136300,73	-136301
1	31761,23	27922
2	31761,23	24547
3	31761,23	21580
4	31761,23	18971
5	31761,23	16678
6	31761,23	14662
7	31761,23	12890
8	31761,23	11331
9	31761,23	9962
10	31761,23	8758
11	31761,23	7699
12	31761,23	6768
13	31761,23	5950
14	31761,23	5231
15	31761,23	4599
<b>TOTAL</b>		<b>61246</b>

Fonte: Desenvolvido pelo autor.

Fazendo-se a análise do fluxo de caixa esperado com a aquisição das luminárias chegamos a um valor presente líquido de R\$ 61.245,63, a taxa interna de retorno será de 22% e o *Payback* para essa atualização no sistema de iluminação será de 6,93 anos. Assim a partir dos indicadores financeiros pode-se dizer que o projeto é viável ao se alcançar uma economia aceitável e termos um TIR maior que taxa de desconto aplicada para o projeto.

## 6 CONCLUSÃO

Com base nos dados apresentados sobre a eficiência energética na iluminação pública do bairro Jardim Santa Fé, em Dourados, pode-se concluir que a substituição das lâmpadas de vapor de sódio de 250W por lâmpadas LED de 170W pode gerar uma economia de energia de 32% ao ano, o que representa 51.494 kWh. Considerando as tarifas e impostos aplicados no estado de Mato Grosso do Sul, a economia anual chega a R\$31.761,23. O investimento na substituição das lâmpadas seria de R\$136,300,73, o que torna o projeto financeiramente viável.

A análise dos indicadores econômicos apresentados na pesquisa de possíveis fornecedores indica que o valor de R\$914,77 para as luminárias LED pode ser considerado um bom investimento. Portanto, a substituição das lâmpadas de vapor de sódio por lâmpadas LED pode trazer benefícios econômicos e ambientais significativos para o bairro Jardim Santa Fé e deve ser considerada pelas autoridades locais.

## REFERÊNCIAS

- AIE. AGÊNCIA INTERNACIONAL DE ENERGIA. **World Energy Outlook 2018**: perspectivas energéticas globais a longo prazo. Rio de Janeiro: IEA, 2019.
- ANEEL [Agência Nacional de Energia Elétrica] **Base de Dados das Tarifas das Distribuidoras de Energia Elétrica**. 2023. Disponível em: <<https://portalrelatorios.aneel.gov.br/luznatarifa/basestarifas#!>>. Acesso em: 20 mar. 2023.
- Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT “**Iluminação Pública - Procedimento**” , NBR 5101, Brasil, 2012.
- Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT “**Iluminância de interiores - Especificação**” , NBR 5413, Brasil, 1982.
- Barros, Carlos. **Decisões de investimento e financiamento de projetos, 2000**. Edições Sílabo.
- BERNADES, D. M.; CELESTE, W. C.; DINIZ CHAVES, G. DE L. Eficiência energética na iluminação pública urbana: revisão bibliográfica dos equipamentos e tecnologias. *Research, Society and Development*, v. 9, n. 7, p. e606973957, 2020.
- BERNADES, D. M.; CELESTE, W. C.; DINIZ CHAVES, G. de L. **Energy efficiency in urban public lighting**: literature review of equipment and technologies. *Research, Society*

- and Development, 2020. Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/3957>. Acesso em: 01/02/2023.
- CAVALCANTI FILHO, J. P.; SILVA, J. A. A. da.; LEAL, S. da S. **A economia de energia elétrica na iluminação pública com o uso de lâmpadas led**: Estudo de caso da avenida Recife. Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação, [S. l.], v. 7, n. 11, p. 1-21, 2021. DOI: 10.51891/rease.v7i11.2989. Disponível em: <https://periodico-rease.pro.br/rease/article/view/2989>. Acesso em: 07/02/2023.
  - DOURADOS (MS). Prefeitura Municipal de Dourados. **Pregão Eletrônico nº 20/2021**. Serviços de manutenção do sistema de iluminação pública. 2021. Disponível em: <https://www.dourados.ms.gov.br/index.php/categoria/agosto-de-2021/>. Acesso em: 06/02/2023.
  - ELEKTRO Eletricidade e Serviços S.A; **Eficiência energética: fundamentos e aplicações**. UNIFEI - Universidade Federal de Itajubá; EXCEN - Centro de Excelência em Eficiência Energética; FUPAI - Fundação de Pesquisa e Assessoramento à Indústria. 1 ed. Campinas, SP. 2012. EPE [Empresa de Pesquisa Energética] **Anuário Estatístico de Energia Elétrica 2022**: Ano base 2021. Disponível em < <https://www.epe.gov.br/pt>>. Acesso em: 06/02/2023.
  - Energisa. **Impostos e outros encargos**. 2023. Disponível no site: <<https://www.energisa.com.br/Paginas/informacoes/taxas-prazos-e-normas/impostos-outros-encargos.aspx>>. Acesso em: 20 mar. 2023.
  - EPE [Empresa de Pesquisa Energética] **Anuário Estatístico de Energia Elétrica 2022**: Ano base 2021. Disponível em < <https://www.epe.gov.br/pt>>. Acesso em: 06/02/2023.
  - GAZOLA Caroline, T.; SILVA Ricardo, J.; MIGUEL, M. **Implantação da ABNT NBR ISO 50001:2011 de gestão de energia em Itaipu**. Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia - CONTECC. Foz do Iguaçu-PR, 2016.
  - KRUGER, Cristiane; RAMOS, L.F. **Iluminação pública e efficientização energética**. Revista Espaço Acadêmico, n. 185, 37-49, 2016. Disponível em: <https://periodicos.uem.br/ojs/index.php/EspacoAcademico/article/view/31530>. Acesso em: 01/02/2023.
  - RIBEIRO, Thiago Miguel Alves. **Avaliação de projetos de eficiência energética na iluminação pública**. 2016. Dissertação (doutorado) - Universidade do Minho. Disponível em: <<https://repositorium.sdum.uminho.pt/bitstream/1822/41672/1/Dissertação%20MEI%20-%20Tiago%20Ribeiro%20PG22656.pdf>>. Acesso em: 06/02/2023.
  - SOLDERA, D.; KÜHN, D. **Indicadores de viabilidade financeira: considerações sobre instrumentos de análise**. Gestão e planejamento de agroindústrias familiares, p. 41-59, 2018.