

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL  
ESCOLA DE ENGENHARIA  
COMISSÃO DE GRADUAÇÃO DO CURSO DE ENGENHARIA CIVIL**

**Matheus Pereira de Souza Cordeiro**

**ANÁLISE DE VIABILIDADE ECONÔMICA DE UMA PPP  
DE ILUMINAÇÃO PÚBLICA EM LED:  
ESTUDO DE CASO EM PORTO ALEGRE**

Porto Alegre  
Agosto de 2023

**MATHEUS PEREIRA DE SOUZA CORDEIRO**

**ANÁLISE DE VIABILIDADE ECONÔMICA DE UMA PPP  
DE ILUMINAÇÃO PÚBLICA EM LED:  
ESTUDO DE CASO EM PORTO ALEGRE**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Comissão de Graduação do Curso de Engenharia Civil da Escola de Engenharia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, como parte dos requisitos para obtenção do título de Engenheiro Civil

**Orientador: Daniel Sergio Presta García**

Porto Alegre  
Agosto de 2023

**MATHEUS PEREIRA DE SOUZA CORDEIRO**

**ANÁLISE DE VIABILIDADE ECONÔMICA DE UMA PPP  
DE ILUMINAÇÃO PÚBLICA EM LED:  
ESTUDO DE CASO EM PORTO ALEGRE**

Este Trabalho de Diplomação foi julgado adequado como pré-requisito para a obtenção do título de ENGENHEIRO CIVIL e aprovado em sua forma final pela Banca Examinadora, pelo/a Professor/a Orientador/a e pela Comissão de Graduação do Curso de Engenharia Civil da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

Porto Alegre, Agosto de 2023

**BANCA EXAMINADORA**

**Prof. Daniel Sergio Presta García (UFRGS)**

Doutor em Engenharia pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul  
Orientador/a

**Eng. Bernardo Martim Beck da Silva Etges (UFRGS)**

Mestre em engenharia pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul

**Eng. Adriano Peixoto Panazzolo (UFRGS)**

Pós-graduado em engenharia pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul

## RESUMO

Este artigo apresenta uma análise abrangente da viabilidade econômica, rentabilidade e período de recuperação (*Payback*) da parceria público-privada (PPP) para a implementação de iluminação pública em LED na cidade de Porto Alegre. O estudo tem como objetivo investigar esse projeto piloto, compreender seu impacto financeiro nos recursos públicos e determinar a taxa interna de retorno (TIR) do consórcio envolvido. O trabalho foi desenvolvido com a finalidade de fornecer aos gestores de iluminação pública e aos empresários do setor um maior entendimento das possibilidades de inovação no setor público, principalmente no que tange as PPPs, servindo como um modelo para outras cidades e estados do Brasil. Observa-se que esse tipo de parceria não apenas proporciona economia substancial aos recursos públicos, mas também beneficia os usuários da rede pública com a introdução de tecnologia avançada, ao mesmo tempo em que é vantajoso para o consórcio responsável pela gestão durante o período determinado.

**Palavras-chave:** Viabilidade econômica; PPP; iluminação LED; estudo de caso.

**LISTA DE FIGURAS**

|  |    |
|--|----|
| Figura 1: Investimentos ao longo do período de Concessão (R\$ x 1.000) .....   | 22 |
| Figura 2: Fluxo de caixa projetado.....  | 25 |
| Figura 3: Análise do <i>Payback</i> e fluxo acumulado ao longo do projeto..... | 26 |

**LISTA DE TABELAS**

|  |    |
|--|----|
| Tabela 1: Distribuição dos pontos de iluminação por tecnologia pré-modernização..... | 19 |
| Tabela 2: Pontos classificados em iluminação viária.....                             | 20 |
| Tabela 3: Prazos de execução e premissas de modernização.....                        | 20 |
| Tabela 4: Alíquotas tarifárias.....  | 21 |
| Tabela 5: Marcos de eficientização e modernização.....                               | 23 |
| Tabela 6: Custos início e pós modernização da PPP.....                               | 23 |
| Tabela 7: Premissas do custo de capital próprio.....                                 | 24 |

## LISTA DE SIGLAS

- ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas
- CAPEX – “*Capital Expenditure*”, Despesa de Capital
- COSIP – Contribuição para Custeio do Serviço de Iluminação Pública
- CSLL – Contribuição Social sobre o Lucro Líquido
- DCF – “*Discounted Cash Flow*”, Fluxo de Caixa Descontado
- EPE – Empresa de Pesquisa Energética
- FCF – “*Free Cash Flow*”, Fluxo de Caixa Livre
- FCFF – “*Free Cash Flow to the Firm*”, Fluxo de Caixa Livre para a Firma
- FGP – Fundo Garantidor das Parcerias
- GWh – Gigawatt-hora
- IGPM – Índice Geral de Preços do Mercado
- IP – Iluminação Pública
- IPCA – Índice Nacional de Preços ao Consumidor Amplo
- IRRF – Imposto de Renda Retido na Fonte
- Kd – “*Cost of Debt*”. Custo da Dívida
- Ke – “*Cost of Equity*”, Custo do Capital Próprio
- LED – “*Light Emitting Diode*”, Diodo Emissor de Luz
- OPEX – “*Operational Expenditure*”, Despesa Operacional
- PPP – Parceria Público-Privada
- SPE – Sociedade de Propósito Específico
- TIR – Taxa Interna de Retorno
- VPL – Valor Presente Líquido
- WACC – “*Weighted Average Cost of Capital*”, Custo Médio Ponderado de Capital

## SUMÁRIO

|   |    |
|---|----|
| 1. INTRODUÇÃO .....   | 9  |
| 2. REFERENCIAL TEÓRICO .....                                    | 10 |
| 2.1. Contextualização das PPP's .....                           | 10 |
| 2.1.1. Definições a partir da Lei das PPP's .....               | 11 |
| 2.2. Importância da eficiência energética.....                  | 12 |
| 2.2.1. Eficientização da demanda energética .....               | 12 |
| 2.2.2. Estudos de caso já documentados .....                    | 12 |
| 3. MÉTODO .....   | 13 |
| 3.1. Método Fluxo de Caixa Descontado (DCF) .....               | 14 |
| 3.1.1. Análise de Valor Presente Líquido (VPL) .....            | 15 |
| 3.1.2. Taxa interna de retorno (TIR) .....                      | 16 |
| 3.1.3. Custo Médio Ponderado de Capital WACC .....              | 17 |
| 3.1.4. Método do Payback descontado .....                       | 17 |
| 4. ESTUDO DE CASO .....   | 18 |
| 4.1. Panorama atual da iluminação pública de Porto Alegre ..... | 18 |
| 4.2. Requisitos base do contrato do consórcio .....             | 20 |
| 4.3. Dados utilizados para o cálculo da viabilidade .....       | 21 |
| 4.3.1. Investimentos CAPEX e OPEX .....                         | 21 |
| 4.3.2. Receitas e reajustes .....                               | 22 |
| 4.3.3. Taxa de desconto aplicada WACC .....                     | 23 |
| 5. RESULTADOS E ANÁLISES .....                                  | 24 |
| 5.1. Principais indicadores .....                               | 24 |
| 5.1.1. Taxa de desconto calculada WACC .....                    | 24 |
| 5.1.2. Taxa interna de retorno TIR .....                        | 25 |
| 5.2. Fluxo de Caixa projetado .....                             | 25 |
| 5.3. Payback Descontado .....                                   | 26 |
| 5.4. Total de Dividendos Calculado .....                        | 26 |
| 6. CONSIDERAÇÕES FINAIS .....                                   | 27 |
| REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....                                | 27 |



# ANÁLISE DE VIABILIDADE ECONÔMICA DE UMA PPP DE ILUMINAÇÃO PÚBLICA EM LED: ESTUDO DE CASO EM PORTO ALEGRE

**Autor: Matheus S. Cordeiro**  
**Orientador: Daniel Sergio P. Garcia**  
Universidade Federal do Rio Grande do Sul  
Escola de Engenharia de Porto Alegre

## RESUMO

Este artigo apresenta uma análise abrangente da viabilidade econômica, rentabilidade e período de recuperação (*Payback*) da parceria público-privada (PPP) para a implementação de iluminação pública em LED na cidade de Porto Alegre. O estudo tem como objetivo investigar esse projeto piloto, compreender seu impacto financeiro nos recursos públicos e determinar a taxa interna de retorno (TIR) do consórcio envolvido. O trabalho foi desenvolvido com a finalidade de fornecer aos gestores de iluminação pública e aos empresários do setor um maior entendimento das possibilidades de inovação no setor público, principalmente no que tange as PPPs, servindo como um modelo para outras cidades e estados do Brasil. Observa-se que esse tipo de parceria não apenas proporciona economia substancial aos recursos públicos, mas também beneficia os usuários da rede pública com a introdução de tecnologia avançada, ao mesmo tempo em que é vantajoso para o consórcio responsável pela gestão durante o período determinado.

## ABSTRACT

This paper presents a comprehensive analysis of the economic viability, profitability, and payback period of a public-private partnership (PPP) for the implementation of LED lighting in public spaces in Porto Alegre. The study aims to analyze this pilot project, understand the cost savings for public funds, and determine the consortium's internal rate of return (IRR). The research was developed to provide lighting managers and industry stakeholders with a better understanding of innovation possibilities in the public sector, serving as a model for other cities and states in Brazil. It is evident that such a partnership not only brings significant cost savings to public funds but also benefits the users of the public network through innovation, while being advantageous for the consortium managing it for a specified period.

## 1. INTRODUÇÃO

Ao longo do desenvolvimento econômico do Brasil, o estado assumiu o papel de principal condutor e promotor do crescimento nacional. Como agente econômico preponderante e gestor da economia, este tinha a incumbência de gerar progresso. No entanto, com o crescimento das despesas públicas e desafios na administração estatal, a capacidade do Estado de fomentar o desenvolvimento, dependendo exclusivamente de seus recursos financeiros, começou a declinar. Assim foi necessário buscar novas alternativas para manter o desenvolvimento como as Parcerias Público-Privadas (PPPs), que são um modelo de colaboração entre o setor público e o setor privado, visando à execução conjunta de projetos de interesse público. As PPPs são contratos de longo prazo nos quais o setor privado assume a responsabilidade pela entrega de serviços ou infraestruturas que tradicionalmente seriam fornecidos pelo setor público. Essa parceria envolve compartilhamento de riscos, investimentos e resultados entre as partes envolvidas.

Em uma interpretação básica, a Parceria Público-Privada (PPP) representa uma aliança que inclui ao menos uma entidade governamental e uma ou mais organizações privadas. Essa união é definida como uma conexão de longo prazo, cuja meta é fornecer bens ou serviços específicos, e é marcada pela distribuição colaborativa de recursos, vantagens e responsabilidades entre as partes envolvidas. Contudo, o termo PPP é sujeito a várias interpretações, refletindo a diversidade de formas e características que essas colaborações podem assumir. (FIRMINO, 2011)

Esse modelo de gestão tem se mostrado uma tendência para impulsionar projetos de infraestrutura em diversos setores, incluindo a iluminação pública. Com os avanços tecnológicos, a adoção da iluminação em LED tem se tornado uma opção cada vez mais atrativa para as cidades, devido aos benefícios em termos de eficiência energética, redução de custos de consumo, melhoria na qualidade da iluminação, menor manutenção e maior durabilidade. Nesse contexto, a análise da viabilidade econômica de uma PPP para a implementação de iluminação pública em LED torna-se questão de grande relevância, sendo tendência para a adoção em diferentes estados brasileiros nos próximos anos.

Considerando que os projetos e modelos em questão são relativamente novos, é essencial executar uma avaliação financeira detalhada e precisa para assegurar que os benefícios projetados sejam atingidos e que o retorno sobre o investimento seja factível. Portanto, o objetivo primário neste estudo, será a realização de uma análise aprofundada do contrato do consórcio parceiro. Essa análise incluirá uma avaliação minuciosa da viabilidade econômica, utilizando o método do fluxo de caixa descontado (DCF) e o valor presente líquido (VPL). Isso permitirá calcular a rentabilidade, determinar o período necessário para o *payback* descontado e identificar a taxa interna de retorno (TIR) do objeto em estudo. O objetivo secundário é enfatizar a viabilidade da Parceria Público-Privada (PPP) para a implementação da iluminação pública em LED, bem como destacar os possíveis benefícios ou desvantagens associados a essa iniciativa.

Verifica-se que tal estratégia não só promove uma economia significativa para os recursos públicos no curto, médio e longo prazo, como também contribui para aprimorar a infraestrutura de iluminação das cidades. Assim, a implementação da PPP para a iluminação pública em LED se revela como uma abordagem eficiente e sustentável para a gestão da iluminação urbana, servindo o projeto piloto analisado, como base referencial para outros estados e implementações.

## **2. REFERENCIAL TEÓRICO**

A busca por eficiência energética e sustentabilidade tem sido uma preocupação crescente em todo o mundo. No contexto da iluminação pública, essa busca se traduz na necessidade de modernizar sistemas de iluminação, promovendo tecnologias mais eficientes e econômicas. Uma das abordagens mais promissoras para alcançar esses objetivos é a implementação de tecnologia LED através de Parcerias Público-Privadas (PPPs).

Este referencial teórico abrange a contextualização das PPPs, sua origem, evolução e regulamentação legal no país, bem como a importância da eficiência energética e os estudos de caso já documentados sobre a implementação de LED. O objetivo é fornecer uma compreensão abrangente das oportunidades e desafios associados a essa abordagem, destacando seu potencial para transformar a matriz energética e entender a viabilidade econômica desta implementação.

### **2.1 Contextualização das PPPs:**

Originadas na Inglaterra durante a década de 1990, as Parcerias Público-Privadas (PPPs) tornaram-se uma modalidade adotada por numerosos países ao redor do globo. No contexto brasileiro, essa forma de colaboração foi formalizada no ano de 2004, por meio da Lei nº 11.079/2004 (Lei das PPPs). A regulamentação possibilitou sua expansão em variados campos

da atuação governamental, abrangendo diferentes níveis de administração pública.

O primeiro contrato de Parceria Público-Privada foi assinado no estado de Minas Gerais, em 2006, tendo como objeto a construção e operação da Rodovia MG-050. Assim, o ano de 2006 marcou a realização da primeira PPP no Brasil, um passo significativo na colaboração entre os setores público e privado, o qual continua a se desenvolver e adaptar às necessidades e desafios emergentes da nação.

### *2.1.1. Definições a partir da Lei das PPP's:*

A Lei nº 11.079, promulgada em 2004, estabeleceu os princípios regulatórios para a licitação e formalização de parcerias público-privadas (PPPs) na gestão pública do Brasil. Ela delimitou duas categorias de contrato de concessão dentro do escopo das PPPs:

A primeira categoria sendo a Concessão Administrativa, onde esta forma de contrato envolve o setor público como usuário, seja direta ou indiretamente, do investimento, com o pagamento total devido ao parceiro privado. Não há tarifa dos usuários, em vez disso, a contraprestação vem inteiramente do setor público. Tal modalidade reflete o estudo de caso pauta deste artigo em questão, onde o governo age como usuário indireto.

A segunda categoria, é a concessão Patrocinada, neste tipo, a remuneração do colaborador privado se compõe tanto da tarifa paga pelo usuário quanto de uma compensação adicional proveniente do parceiro público. Um exemplo clássico seria uma rodovia cuja tarifa de uso não cobre os custos totais, exigindo um subsídio adicional das autoridades públicas para tornar o projeto viável.

Definiu-se a aplicabilidade das PPPs, para órgãos da administração pública direta e indireta, incluindo União, Estados, Distrito Federal e Municípios. A legislação de PPPs também instituiu outras diretrizes e restrições de contrato, incluindo:

- Um limite mínimo de R\$ 20 milhões para os projetos de PPP, com duração de serviço entre 5 e 35 anos.
- Repartição de riscos: Inclui caso fortuito, força maior, fato do príncipe e área econômica extraordinária, leia-se compartilhamento de riscos no quesito político, financeiro, comercial e operacional.
- Exclusão de fornecimento exclusivo de mão de obra ou equipamentos, ou simples execução de obra pública da qualificação como PPP, requerendo um enfoque na prestação de serviços públicos.
- Restrição da participação dos recursos públicos a 1% da receita líquida anual do projeto.
- A contribuição do ente público nos recursos financeiros da Sociedade de Propósito Específico (SPE) não pode exceder 80% do total.
- O Fundo Garantidor das Parcerias (FGP) atua como garantia de pagamento da empresa pública.
- A contrapartida pública, um elemento central dos projetos, está vinculada à eficácia do parceiro privado. Em contratos de PPP, o Estado pode compensar a empresa privada somente após a disponibilização do serviço, conforme as metas de desempenho estabelecidas previamente no contrato.

## **2.2 Importância da eficiência energética:**

O relatório Balanço Energético Nacional 2021, publicado pela Empresa de Pesquisa Energética (EPE), apresenta a distribuição da capacidade instalada de geração de energia elétrica no Brasil. Segundo o documento, a energia hidráulica representa 62,50% da capacidade, seguida por fontes não renováveis com 15,90%, energia eólica com 9,80%, biomassa com 8,80%, energia solar com 1,90% e energia nuclear com 1,10% (EPE, 2021a).

No Brasil, a principal fonte de energia é a hidrelétrica, uma escolha que, embora seja benéfica em termos ambientais, também nos torna vulneráveis a períodos de estiagem prolongada. Essa vulnerabilidade pode levar a uma crise energética, como ocorreu nos anos de 2001 e 2021, quando a falta de água nos reservatórios das usinas hidroelétricas exigiu medidas emergenciais (GALVÃO e BERMANN, 2015).

Em resposta a essas crises, o governo brasileiro frequentemente recorre a medidas como o acionamento de termoeletricas e campanhas de conscientização para reduzir o consumo. No entanto, essas soluções tendem a ser temporárias e os velhos hábitos são retomados após a superação dos períodos de escassez. Isso destaca a necessidade de um planejamento energético mais robusto e ações contínuas para promover a eficiência energética (ABESCO, 2021; EPE, 2021b; BERNARDES et al. 2020).

### *2.2.1. Eficientização da demanda energética:*

Um dos caminhos para alcançar um consumo mais eficiente de energia elétrica é a modernização dos sistemas de iluminação pública. A substituição de lâmpadas de descarga a alta pressão por tecnologia LED (Diodo Emissor de Luz) representa uma oportunidade significativa para melhorar a qualidade e a eficiência da iluminação pública. Em 2008, o Brasil tinha 14.769.309 pontos de iluminação, 97,72% dos quais eram equipados com lâmpadas de descarga a alta pressão, consumindo 11.429 GWh de energia elétrica. Em 2019, esse número aumentou para 17.978.986 pontos, ainda com 97,28% usando lâmpadas de descarga a alta pressão, consumindo 15.850 GWh (ABRASI, 2021; OLIVEIRA, 2020a; EPE, 2021c).

Portanto, a busca por meios de eficientização dos gastos de energia, especialmente no âmbito da iluminação pública com a utilização de LED, é uma estratégia viável para o Brasil. Essa abordagem não só contribuirá para a sustentabilidade energética, mas também ajudará a mitigar os riscos associados à dependência da energia hidrelétrica.

### *2.2.2. Estudos de caso já documentados:*

Foi conduzido um estudo de caso em um segmento da Avenida Presidente Vargas, uma das vias mais importantes no centro do Rio de Janeiro. Nesse local, havia 604 pontos de iluminação pública (IP) utilizando lâmpadas multivapor metálico. As análises e simulações luminotécnicas realizadas mostraram que a troca dessas lâmpadas convencionais por luminárias LED resultaria em uma diminuição de 53,33% no consumo de energia elétrica. Além disso, a aplicação de dimerização nas luminárias LED poderia levar a uma redução adicional de 59,68% no consumo de energia (SOUZA et al., 2021).

Em Sarandi-PR, um estudo foi conduzido em um loteamento que contava com 93 pontos de iluminação pública (IP). A pesquisa revelou que a troca de lâmpadas de vapor de sódio de 250W

por luminárias LED de 120W resultaria em uma economia de 52% no consumo de energia elétrica (STUTZ et al., 2018).

Essa descoberta é particularmente relevante quando consideramos o cenário da iluminação pública no Brasil. O consumo de energia elétrica proveniente do parque de IP brasileiro cresceu cerca de 39% entre 2008 e 2019. A maioria desses sistemas de iluminação ainda utiliza tecnologia antiga, que pode ser substituída por opções mais eficientes.

Portanto, existe uma oportunidade significativa para modernizar o parque de iluminação pública em todo o país. Essa modernização não só reduziria o consumo de energia elétrica, mas também poderia melhorar a qualidade de vida da população, ao oferecer uma iluminação mais eficiente e sustentável. A questão central é determinar se o projeto piloto proposto é não apenas viável, mas também economicamente vantajoso, e se pode servir como um modelo replicável em outros estados do Brasil.

O método de análise será explicado como foram calculadas as viabilidades, enquanto o estudo de caso fornecerá as especificações detalhadas do contrato. Essa abordagem rigorosa visa não apenas avaliar o caso em questão, mas também contribuir para o conhecimento e a prática na área de eficiência energética, fornecendo *insights* que podem informar e orientar futuras iniciativas em todo o país.

### 3. MÉTODO

O presente artigo caracteriza-se como uma pesquisa exploratória de natureza aplicada em um estudo de caso. A abordagem exploratória foi adotada devido ao escasso conhecimento disponível sobre o tema em questão. Este método busca não apenas familiarizar-se com o fenômeno estudado, mas também identificar problemas ou formular hipóteses mais precisas para futuras investigações. Quanto à sua natureza aplicada, o estudo visa oferecer soluções práticas para problemas específicos, frequentemente com o intuito de atender demandas de mercado ou requisitos de políticas públicas.

Além disso, é válido considerar que, mesmo quando o setor público dispõe de recursos financeiros suficientes para empreender um projeto desse porte, a terceirização para o setor privado ainda pode oferecer vantagens consideráveis. Uma delas é a agilidade: projetos estatais frequentemente enfrentam entraves burocráticos que limitam sua flexibilidade e velocidade de adaptação. Em uma área em constante evolução tecnológica como a iluminação em LED, a capacidade de se adaptar rapidamente a novas tecnologias e inovações é relevante. O setor privado, em geral, possui maior versatilidade para implementar mudanças, realizar aquisições de forma mais eficiente e até mesmo mobilizar recursos técnicos e humanos de maneira mais dinâmica. Essa eficiência operacional não apenas acelera a execução do projeto, mas também pode resultar em economias de escala e melhorias na qualidade do serviço prestado. Portanto, a colaboração com o setor privado pode ser uma estratégia interessante para maximizar o retorno sobre o investimento em projetos de iluminação pública.

A avaliação da viabilidade econômica de uma Parceria Público-Privada (PPP) é uma etapa crítica que exige uma análise rigorosa e abrangente. Essa avaliação não se limita a uma inspeção superficial dos custos e benefícios, mas requer uma compreensão profunda das complexidades contratuais e das implicações financeiras a longo prazo. A importância desse estudo reside na sua capacidade de informar e orientar a tomada de decisões tanto dos gestores públicos quanto

privados, garantindo que a parceria seja mutuamente benéfica e alinhada com os objetivos estratégicos.

Para conduzir essa análise, é essencial empregar uma série de ferramentas e métodos financeiros que possam capturar a natureza multifacetada do projeto. Entre essas ferramentas, destacam-se o Fluxo de Caixa Descontado (DCF), a Taxa Interna de Retorno (TIR), o período de *Payback* e o Valor Presente Líquido (VPL). Esses índices financeiros, juntamente com outros que podem ser aplicados, fornecem uma visão quantitativa e qualitativa da viabilidade do projeto, permitindo uma avaliação criteriosa dos riscos e retornos potenciais.

A análise detalhada do contrato é igualmente vital, pois define os termos, condições e obrigações das partes envolvidas, e pode revelar nuances que têm impacto significativo na avaliação econômica. A combinação desses métodos financeiros com uma análise contratual meticulosa constitui uma abordagem robusta e holística, essencial para avaliar a viabilidade econômica e financeira de projetos de PPP. Essa abordagem não apenas fortalece a confiança nas decisões tomadas, mas também contribui para a transparência e a responsabilidade na gestão de recursos públicos e privados.

Para a análise em questão, serão considerados três cenários distintos: pessimista, realista e otimista. A principal variável que diferenciará esses cenários são as taxas estimadas ao longo dos anos. No cenário pessimista, as projeções serão feitas com taxas mais conservadoras, refletindo uma visão mais cautelosa do futuro. No cenário realista, as taxas serão definidas com base em expectativas moderadas e realistas de macroeconomia. Por fim, no cenário otimista, as taxas serão ajustadas para refletir uma visão mais positiva e otimista do crescimento futuro. Nos resultados e análises detalhados será levado em conta o cenário realista.

### **3.1 Método Fluxo de Caixa descontado (DCF)**

Este estudo adotou o método de fluxo de caixa descontado (DCF - *Discounted Cash Flow*) trazido ao valor presente para realizar a avaliação do valuation da PPP. O método de fluxo de caixa descontado (DCF) é uma técnica amplamente utilizada que permite estimar o valor presente dos fluxos de caixa futuros esperados, considerando a taxa de desconto apropriada (DAMODARAN, 2012). O DCF parte do princípio de que o valor de uma empresa está diretamente relacionado à sua capacidade de gerar fluxos de caixa no futuro.

O DCF envolve diversas etapas para sua aplicação. A primeira etapa consiste na projeção dos fluxos de caixa futuros da empresa, o que requer uma análise detalhada das receitas, despesas operacionais, investimentos em ativos e necessidades de capital de giro. Essa projeção deve considerar premissas realistas e embasadas em informações históricas e perspectivas de mercado.

Com os fluxos de caixa futuros projetados e a taxa de desconto determinada, é possível calcular o valor presente desses fluxos. Cada fluxo de caixa futuro é descontado pelo período apropriado e somado para obter o valor presente total. Esse valor presente representa uma estimativa do valor intrínseco da empresa.

Ao utilizar o método DCF, é importante realizar análises de sensibilidade e cenários para avaliar o impacto das premissas utilizadas e compreender a variabilidade do valor estimado diante de diferentes perspectivas e eventos futuros. (COPELAND, KOLLER & MURRIN, 2000)

O método DCF é a metodologia sobre a qual todas as outras derivam (DAMORARAN, 2012). Adicionalmente, o método DCF requer que todas as premissas adotadas sejam amplamente fundamentadas, em comparação com outras metodologias de avaliação de valor empresarial. Isso se deve à necessidade de uma análise mais aprofundada para garantir a precisão e a confiabilidade dos resultados obtidos. Segundo Copeland, Koller e Murrin (2000), esses autores também respaldam o uso do método DCF devido à sua simplicidade e à capacidade desse método permitir que o avaliador desenvolva uma perspectiva abrangente e financeiramente embasada do ativo em avaliação.

### 3.1.1 Análise de Valor Presente Líquido (VPL)

Ao calcular o VPL, os gestores podem determinar se um projeto oferece um retorno adequado em relação ao investimento inicial e aos riscos envolvidos. Um VPL positivo indica que o projeto deve gerar valor para os investidores, enquanto um VPL negativo sugere que o projeto pode não ser economicamente viável. (DAMODARAN, 2012)

No contexto das PPPs, o VPL é particularmente relevante, pois esses projetos geralmente envolvem compromissos financeiros substanciais e prazos prolongados. A avaliação precisa do VPL pode ajudar a identificar e mitigar potenciais riscos financeiros, garantindo que a parceria seja mutuamente benéfica para as partes pública e privada. (IOSSA & MARTIMORT, 2015)

Além disso, o VPL pode ser uma ferramenta valiosa na negociação e estruturação de contratos de PPP, ajudando a alinhar os incentivos e expectativas das partes envolvidas (YESCOMBE, 2011). A aplicação do VPL em conjunto com outras métricas financeiras, como TIR e Payback, oferece uma avaliação abrangente que pode informar a tomada de decisões estratégicas e operacionais. (ROSS, WESTERFIELD, & JAFFE, 2010)

Em resumo, o VPL é uma ferramenta essencial na análise de viabilidade de projetos de longo prazo, incluindo PPPs. Sua aplicação rigorosa pode fornecer insights valiosos sobre a rentabilidade, riscos e alinhamento estratégico de um projeto, contribuindo para decisões de investimento mais informadas e responsáveis.

A fórmula básica para calcular o Valor Presente Líquido (VPL) dos fluxos de caixa futuros é:

$$VPL = \sum \frac{FCF}{(1+r)^t}$$

Onde:

- $FCF_t$  é o Fluxo de Caixa Livre no período  $t$ .
- $r$  é a taxa de desconto (geralmente o custo médio ponderado de capital - WACC).
- $t$  é o período de tempo.

O valor total do projeto ou empresa é a soma dos VPLs dos fluxos de caixa futuros. Para calcular o *valuation* pelo método do FCD, é necessário:

- (i) Projetar os fluxos de caixa livres futuros (FCF) para o período de tempo relevante.
- (ii) Determinar a taxa de desconto apropriada, que pode ser o custo médio ponderado de

- capital (WACC).
- (iii) Descontar os fluxos de caixa futuros usando a fórmula acima para encontrar o VPL.
  - (iv) Somar os VPLs dos fluxos de caixa futuros para encontrar o valor total do projeto ou empresa.

### 3.1.2 Taxa interna de retorno (TIR)

A taxa interna de retorno (TIR) é uma métrica financeira essencial na avaliação de projetos de investimento. Ela representa a taxa de retorno que iguala o valor presente líquido dos fluxos de caixa futuros ao investimento inicial. A TIR é uma medida fundamental para determinar a atratividade financeira do projeto e tomar decisões de investimento adequadas. Como mencionado por Ross, Westerfield e Jaffe (2018), a TIR é uma ferramenta valiosa na análise de investimentos, pois considera tanto o valor temporal do dinheiro quanto a rentabilidade requerida pelo projeto.

A importância da TIR na avaliação de projetos de investimento reside na sua capacidade de determinar a taxa de retorno necessária para que o projeto seja considerado viável. Ela fornece uma medida clara da rentabilidade do projeto e permite compará-lo com outras oportunidades de investimento disponíveis, auxiliando na alocação eficiente dos recursos (GITMAN e ZUTTER, 2019). No entanto, é crucial lembrar que a TIR deve ser utilizada em conjunto com outras métricas de avaliação, como o valor presente líquido (VPL) que já analisamos anteriormente no item 3.1.1, para obter uma análise mais completa da viabilidade econômica do projeto. Essa combinação de métricas permite considerar o impacto do valor temporal do dinheiro e oferece uma visão abrangente da rentabilidade e atratividade do investimento.

Podemos calcular o TIR pela seguinte fórmula:

$$0 = \sum \frac{FCF_t}{(1 + TIR)^t} - I$$

Onde:

- $FCF_t$  é o Fluxo de Caixa Livre no período  $t$ .
- $TIR$  é a taxa interna de retorno.
- $I$  é o investimento inicial.
- $t$  é o período de tempo.

A TIR não possui uma fórmula direta para ser calculada, e normalmente é encontrada através de métodos iterativos, como o método de Newton-Raphson, ou utilizando ferramentas financeiras, como a função TIR em softwares de planilha, como o Excel.

Assim, a taxa interna de retorno (TIR) é uma métrica financeira essencial na avaliação de projetos de investimento, que considera o valor temporal do dinheiro e auxilia na tomada de decisões de investimento. Ela fornece uma medida clara da rentabilidade do projeto e permite compará-lo com outras oportunidades de investimento disponíveis, garantindo uma alocação eficiente dos recursos disponíveis (BREALEY, 2020).

Portanto, ao empregar os métodos do Fluxo de Caixa Descontado (DCF), Payback Descontado, Valor Presente Líquido (VPL) e Taxa Interna de Retorno (TIR), foi possível elaborar os três cenários necessários para a análise - pessimista, realista e otimista - com base nos dados



contratuais e nas projeções fornecidas pelo consórcio.

### 3.1.3 Custo Médio Ponderado de Capital WACC

A determinação do WACC envolve a avaliação e ponderação dos custos associados a todas as fontes de capital que financiam a empresa. Basicamente, há duas principais fontes de capital a serem consideradas: o investimento feito pelos acionistas e o financiamento obtido de terceiros, como bancos e outras instituições financeiras. A estrutura de capital da empresa, que descreve a proporção de capital proveniente dessas duas fontes, é usada para ponderar os respectivos custos. Além disso, é importante levar em conta o "tax shield" ou escudo fiscal, que se aplica ao custo da dívida, uma vez que os juros pagos sobre a dívida podem reduzir a obrigação fiscal da empresa. Essa consideração é vital, pois os pagamentos de juros não são incluídos no Fluxo de Caixa Livre para a Firma (FCFF), e eles resultam em uma diminuição nos impostos devidos. Combinando todos esses elementos, chega-se à equação do WACC, como mostrado na Equação. (FERNÁNDEZ, 2011)

$$WACC = Ke * \frac{E}{(D + E)} + Kd * \frac{E}{(D + E)} * (1 - T)$$

Onde:

$Ke$  = Custo de Capital Próprio (*Cost of Equity*)

$Kd$  = Custo da Dívida (*Cost of Debt*)

$E$  = Capital dos Acionistas (*Equity*)

$D$  = Valor da Dívida (*Debt*)

$T$  = Alíquota de Impostos (*Tax Rate*)

De acordo com Koller et al. (2015), ao calcular o custo de capital (WACC), é vital seguir os mesmos princípios usados na projeção dos fluxos de caixa futuros. Primeiro, uma vez que o Fluxo de Caixa Livre para a Firma (FCFF) leva em conta o fluxo de caixa para todos os investidores, o WACC também deve refletir o custo de capital de todas as fontes de financiamento. Segundo, como os fluxos de caixa da empresa são calculados após os impostos, o WACC deve ser avaliado da mesma forma, mas também deve incluir quaisquer vantagens fiscais não refletidas no FCFF, como o escudo fiscal (Tax Shield). Terceiro, a previsão de inflação deve ser consistente tanto nos fluxos de caixa quanto no custo de capital. Por fim, o "duration" - que representa o período médio para o retorno do investimento e indica a sensibilidade do preço em relação à taxa de desconto (LI et al., 2012) - dos títulos usados para estimar o custo de capital deve ser alinhado com os fluxos de caixa projetados para a empresa em análise.

### 3.1.4 Método do Payback descontado

O payback é uma métrica financeira amplamente utilizada para analisar o tempo necessário para recuperar o investimento inicial em um projeto ou empreendimento. Representa o período em que os fluxos de caixa gerados pelo projeto são suficientes para cobrir o investimento inicial. (DAMODARAN, 2012)

O cálculo do *payback* leva em consideração os fluxos de caixa projetados ao longo da vida útil do projeto, englobando tanto as receitas provenientes das operações do projeto quanto os custos e despesas associados a ele. (BRIGHAM e HOUSTON, 2019)

Segundo Ross, Westerfield e Jaffe (2018), o *payback* descontado leva em consideração o valor temporal do dinheiro ao trazer os fluxos de caixa futuros a valor presente, por meio da aplicação de uma taxa de desconto apropriada. Dessa forma, o *payback* descontado reconhece que os fluxos de caixa futuros têm um valor menor do que os fluxos de caixa atuais.

Utilizando as equações detalhadas nas seções 3.1.1 e 3.1.2, podemos determinar o período de *payback* descontado. Esse cálculo requer o conhecimento do investimento inicial e a projeção dos fluxos de caixa futuros, considerando as taxas aplicáveis ao longo do tempo. O período de *payback* descontado é alcançado quando a soma acumulada dos fluxos de caixa descontados é igual ou superior ao valor do investimento inicial.

#### **4. ESTUDO DE CASO**

O projeto piloto de Parceria Público-Privada (PPP) para iluminação pública de Porto Alegre é uma iniciativa abrangente que visa melhorar, expandir e modernizar a rede de iluminação pública da cidade. Tem como objetivo não apenas melhorar a eficiência energética e a qualidade da iluminação, mas também explorar novas oportunidades de negócios relacionadas à tecnologia.

Os principais objetivos abordados no edital do projeto são:

- Modernização e Eficientização: Substituição dos pontos de iluminação atuais por tecnologia LED, em conformidade com as normas da ABNT.
- Manutenção: Inclui manutenção preditiva, preventiva e corretiva para manter a rede em condições de funcionamento.
- Centro de Controle Operacional: Centralização das operações para otimizar e coordenar a modernização, operação e manutenção.
- Telegestão: Implantação de equipamento tecnológico com capacidade remota de controle e medição.
- Ampliação e Atendimento à Demanda Reprimida: Extensão da rede e atendimento a locais com iluminação insuficiente.

As fontes de receita estabelecidas em contrato:

- Contraprestação Mensal: Valor pago pelo Poder Concedente pela execução dos serviços.
- Receitas Acessórias: Atividades acessórias ao objeto da Concessão.
- Bônus sobre a Conta de Energia: Bonificação por eficiência energética superior à prevista no contrato.

Para isso o consórcio responsável deve cumprir uma série de requisitos rigorosos e garantias. Esses elementos são fundamentais para assegurar que o projeto seja executado de forma eficiente e eficaz, alinhado com os objetivos e expectativas do município.

##### **4.1 Panorama atual da iluminação pública de Porto Alegre**

A distribuição atual de tecnologia de iluminação pública em Porto Alegre é caracterizada por uma variedade de soluções, incluindo Vapor de Sódio, Vapor Metálico, LED e Fluorescentes. A tabela 1 a seguir apresenta a distribuição atual dessas tecnologias, fornecendo um ponto de

partida para entender a magnitude da transformação planejada.

**Tabela 1:** Distribuição dos pontos de iluminação por tecnologia pré-modernização

| <b>Tipo de luminária</b> | <b>Unid.</b> | <b>Representação (%)</b> |
|--------------------------|--------------|--------------------------|
| <b>Vapor de Sódio</b>    | 84.554       | 80,91%                   |
| <b>Vapor Metálico</b>    | 14.021       | 13,42%                   |
| <b>LED</b>               | 5.697        | 5,45%                    |
| <b>Fluorescente</b>      | 227          | 0,22%                    |
| <b>Total</b>             | 104.499      | 100,00%                  |

A infraestrutura de iluminação pública em Porto Alegre é composta por uma rede diversificada e abrangente de mais de 104 mil pontos de luz mapeados. O município conta com 635 praças, 10 parques e 40 ciclovias já cadastradas, além de 14 em processo de implantação. A distribuição dos pontos de iluminação pública (IP) é dividida entre 85,60% instalados em postes da rede de distribuição de energia com rede aérea e 14,40% alimentados com rede subterrânea, totalizando uma extensão de 275 km. Esses pontos são geralmente instalados em praças, parques e avenidas. Complementando essa estrutura, a cidade possui 6 subestações e 9 transformadores, fortalecendo o sistema de iluminação e garantindo sua eficiência e confiabilidade.

É fundamental destacar que diferentes tipos de vias exigem padrões distintos de iluminação, levando em conta aspectos como volume de tráfego, segurança e características do ambiente urbano. Dentro do âmbito da iluminação pública, essas categorias de vias orientam a definição dos padrões luminosos mais adequados para cada situação. As vias são categorizadas da seguinte forma:

- V1: Corresponde a vias de trânsito rápido, como rodovias e grandes avenidas, caracterizadas por intenso fluxo de tráfego e relevância estratégica para o município.
- V2: Representa as vias arteriais, essenciais para a circulação, porém, com um grau de importância ligeiramente inferior às V1. Normalmente, são avenidas e ruas que interligam diferentes regiões da cidade.
- V3: Refere-se às vias coletoras, responsáveis por canalizar e distribuir o tráfego entre as arteriais e as vias locais, possuindo uma importância intermediária.
- V4: São as vias locais, predominantemente de caráter residencial ou comercial, com menor fluxo de tráfego em relação às anteriores.
- V5: Engloba as vias especiais, que abrangem áreas voltadas para pedestres, ciclovias e outros espaços que demandam uma iluminação diferenciada.

A seguir, apresentamos uma tabela que detalha a distribuição percentual desses tipos de vias

em Porto Alegre.

**Tabela 2:** Pontos classificados em iluminação viária

| <b>Tipos de via de tráfego</b>              | <b>Quantidade de vias</b> | <b>Representação (%)</b> |
|---|---------------------------|--------------------------|
| V1  | 9.533                     | 9,39%                    |
| V2  | 7.490                     | 7,38%                    |
| V3  | 8.684                     | 8,56%                    |
| V4  | 13.619                    | 13,42%                   |
| V5  | 46.797                    | 46,11%                   |
| Praças, Parques, Campos de Futebol e outros | 15.364                    | 15,14%                   |

#### **4.2 Requisitos base do contrato do consórcio**

O contrato estabelece um prazo de concessão de 20 anos para o consórcio parceiro, período durante o qual a empresa será responsável pela implementação e manutenção do sistema de iluminação. Estipula-se que aproximadamente 102.000 luminárias devam ser substituídas obrigatoriamente dentro do prazo de 24 meses (2 anos) com previsão de um ciclo de substituição de luminárias a partir do 13º Ano. Abaixo segue tabela 3 detalhando os prazos de execução, premissas da modernização:

**Tabela 3:** Prazos de execução e premissas de modernização

|  |                   |           |
|--|-------------------|-----------|
| Prazo de Concessão                                     | 20 anos           | 244 meses |
| Eficientização (Troca por LED):                        | 2,5 anos          | 30 meses  |
| Telegestão (Troca por LED):                            | 1 ano             | 12 meses  |
| 2ª Onda de Substituição de Luminárias                  |                   | 13º ano   |
| 2ª Onda de Substituição de Telegestão                  |                   | 13º ano   |
| <b>Premissas de Modernização (Iluminação Viária)</b>   |                   |           |
| Modernização de Luminárias e adequações Técnicas       | 101487 luminárias |           |
| % Substituição de Luminárias - Período de Modernização | 100% 1ª onda      |           |
| Eficientização observada no ano 2 (Pós modernização)   | 60,00%            |           |

A avaliação da tributação levou em conta o Imposto de Renda e a Contribuição Social sobre o Lucro Líquido (CSLL), calculados com base no regime de Lucro Real. As taxas aplicáveis para

cada categoria tributária são delineadas da seguinte forma conforme a tabela 4:

**Tabela 4:** Alíquotas tarifárias

|        |     |
|--------|-----|
| PIS    | 2%  |
| COFINS | 8%  |
| ISS    | 5%  |
| CSLL   | 9%  |
| IR     | 15% |
| IOF    | 7%  |

### 4.3 Dados utilizados para o cálculo da viabilidade

Para a avaliação da viabilidade econômica do projeto proposto, consideramos diversas informações fundamentais. Entre elas, incluímos o capital de investimento inicial (CAPEX), as despesas operacionais (OPEX), as fontes de receita, os mecanismos de reajuste de preços, as taxas de desconto aplicadas, os riscos associados ao projeto e as projeções de depreciação dos ativos.

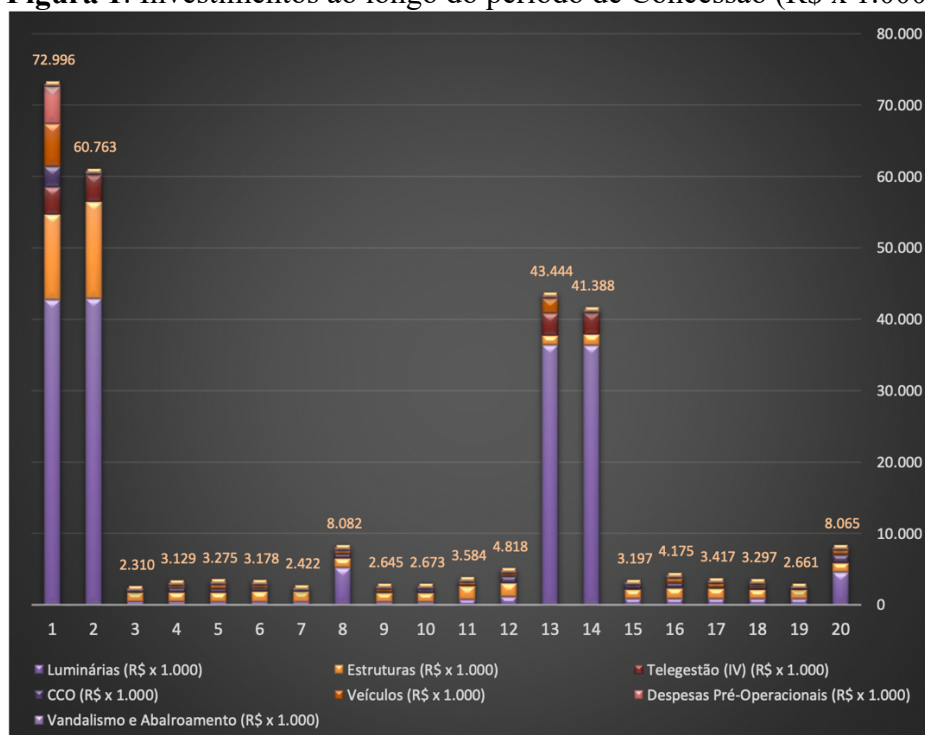
#### 4.3.1 Investimentos CAPEX e OPEX:

CAPEX, abreviação de "*Capital Expenditure*" (Despesa de Capital em tradução livre), refere-se aos investimentos substanciais que uma empresa realiza em bens de capital com o objetivo de manter ou ampliar sua capacidade operacional. No contexto deste projeto, o CAPEX engloba não apenas as luminárias, mas também as instalações administrativas, a sede da empresa e outros ativos imobilizados. Estes investimentos são vistos como compromissos de longo prazo que não se esgotam no curso regular dos negócios. Por outro lado, temos o OPEX, ou "*Operational Expenditure*" (Despesa Operacional), que representa os gastos recorrentes associados às operações diárias de uma empresa, como salários, aluguel e manutenção.

Dentro desse cenário, no início da implementação do projeto, está previsto um investimento inicial de CAPEX no 1º Ciclo, de R\$ 95.543.385,00, distribuído ao longo dos três primeiros anos. Nos 17 anos subsequentes da Parceria Público-Privada (PPP), o investimento projetado é de R\$ 130.252.287,00. É importante ressaltar que, no 13º ano, ocorrerá uma segunda etapa de substituição de luminárias e implementação de telegestão. Assim, o investimento total em CAPEX ao longo do projeto é de R\$ 225.795.672,00. O CAPEX é atrelado ao IGPM, com taxa de correção projetada de 3,5% a.a.

Em relação ao OPEX, o valor médio anual estimado é de R\$ 7.952.717,00, totalizando um investimento operacional de R\$ 167.007.065,00 ao longo dos 20 anos de contrato. O OPEX é atrelado ao IPCA, com taxa de correção projetada em 3,5% a.a.

A seguir, apresentamos a figura 1, ilustrando a projeção dos investimentos ao longo dos anos. É notável o pico de investimentos nos anos 1 e 2, bem como nos anos 13 e 14. Uma análise detalhada ano a ano é crucial para anteciparmos o fluxo de caixa e identificarmos os momentos de maior demanda financeira do projeto, expondo assim a exposição máxima de caixa.

**Figura 1:** Investimentos ao longo do período de Concessão (R\$ x 1.000)

É crucial destacar que, mesmo com uma modelagem financeira robusta, qualquer parceria que envolva a substituição de componentes materiais carrega riscos inerentes. Embora os valores contratuais sejam ajustados anualmente com base no IPCA e IGPM acumulados dos últimos 12 meses, elementos-chave como LEDs ou outros componentes principais podem enfrentar situações de escassez. Essa volatilidade de disponibilidade de mercado pode resultar em variações de preço não previstas. Consequentemente, isso poderia elevar significativamente os custos de capital (CAPEX) em períodos programados para a renovação desses componentes, como os LEDs, desafiando a estabilidade financeira do projeto.

#### 4.3.2 Receitas e reajustes:

A contraprestação é identificada como a principal fonte de receita e é a única considerada nesta análise. Esta remuneração está diretamente vinculada às metas de eficientização, modernização e adequação do sistema de iluminação pública, categorizadas como marcos de investimento. O contrato de concessão estabelece três desses marcos. A concessionária terá direito a uma porcentagem da contraprestação com base no progresso alcançado em relação a esses marcos. Importante ressaltar que serão consideradas como modernizadas, as unidades de iluminação pública cujos parâmetros luminotécnicos atenderem aos requisitos fixados no contrato e seus anexos. No início da operação da rede e antes de atingir o primeiro marco, a concessionária receberá 50% da contraprestação.

O contrato estipula uma contraprestação máxima fixada em R\$ 1.745.000,00, valor que será ajustado anualmente com base na variação do custo da energia e pelo IPCA. No entanto, o consórcio envolvido começará recebendo 50% do valor máximo e baseado em marcos de modernização e eficientização irá receber incrementos, até alcançar o teto máximo predefinido.

O primeiro marco é alcançado quando 50% do sistema estiver modernizado, com uma redução mínima de carga de 22,89%, permitindo à concessionária receber 65% do valor da contraprestação. O segundo marco é atingido com 75% do sistema modernizado e uma redução de carga de 34,34%, elevando a contraprestação para 85% do valor. O terceiro marco é alcançado com a totalidade do sistema modernizado e uma redução de carga de 45,79%, garantindo à concessionária 100% do valor da contraprestação.

**Tabela 5:** Marcos de eficientização e modernização

| Marco | Período de medição                | % Modernizado | % Redução de carga | % da contraprestação máxima |
|-------|-----------------------------------|---------------|--------------------|-----------------------------|
| 1º    | Até o 12º mês da Concessão        | 50%           | 23%                | 65%                         |
| 2º    | Do 13º até o 18º mês da Concessão | 75%           | 34%                | 85%                         |
| 3º    | Do 19º até o 24º mês da Concessão | 100%          | 46%                | 100%                        |

O montante da contraprestação é ajustado anualmente, levando em consideração a variação do valor base da energia e o índice IPCA. Foi estabelecido que a energia terá uma variação anual de 10%, enquanto o IPCA terá um ajuste fixo de 3,5% ao ano.

Para oferecer uma visão abrangente dos custos associados à iluminação pública para a administração municipal, elaboramos a tabela 6. Esta tabela distingue os custos no período antes e depois da modernização. Os elementos que compõem a tabela incluem: taxa de cobrança, fatura de energia, conta vinculada e fiscalização, arrecadação da COSIP e a contraprestação mensal da PPP. Vale ressaltar que a COSIP, ou Contribuição para Custeio do Serviço de Iluminação Pública, é uma taxa cobrada para financiar os serviços de iluminação pública em muitos municípios brasileiros.

**Tabela 6:** Custos início e pós modernização da PPP

| Premissas de CIP do Município        |               |              |                  |              |
|--------------------------------------|---------------|--------------|------------------|--------------|
| Premissas                            | Início da PPP |              | Pós-Modernização |              |
| Arrecadação da COSIP (mês)           | R\$           | 5.669.878,57 | R\$              | 5.669.878,57 |
| Taxa de Cobrança (mês)               | R\$           | 170.096,36   | R\$              | 170.096,36   |
| Fatura de Energia (mês)              | R\$           | 2.496.233,72 | R\$              | 984.430,64   |
| Conta Vinculada e Fiscalização (mês) | R\$           | 208.333,33   | R\$              | 208.333,33   |
| Saldo COSIP(mês)                     | R\$           | 2.795.215,16 | R\$              | 4.307.018,24 |
| Contraprestação Mensal da PPP (mês)  | R\$           | 872.500,00   | R\$              | 1.745.000,00 |

Para fins de cálculo, foram considerados que a partir do 4º ano, o consórcio conseguirá atingir todos os marcos e receberá a contraprestação cheia.

#### 4.3.3 Taxa de desconto aplicada WACC:

O cálculo do WACC (Custo Médio Ponderado de Capital) requer uma análise cuidadosa de vários fatores além das projeções de custos e receitas. Entre esses fatores, destacam-se:

**Custo da Dívida (Kd):** Ao calcular o custo da dívida, é importante considerar o benefício fiscal associado à dívida. Neste caso, o contrato tem duração de 20 anos, o que permite a realização de estratégias fiscais para otimizar os ganhos. O consórcio planeja iniciar a operação na

modalidade de lucro real e, após 6 anos, fazer a transição para o regime de lucro presumido. Durante os primeiros 6 anos, a operação terá um benefício fiscal da dívida de 34%, composto por 25% de Imposto de Renda Retido na Fonte (IRRF) e 9% de Contribuição Social sobre o Lucro Líquido (CSLL). Após esse período, o benefício fiscal será descontinuado devido à transição para o regime de lucro presumido, que se tornará mais vantajoso. A operação permanecerá no regime de lucro presumido até o final do contrato.

Custo do Capital Próprio ( $K_e$ ): As premissas para o cálculo do custo do capital próprio incluem uma inflação projetada de 3,5% ao ano e uma taxa livre de risco de 2,49% ao ano. O coeficiente beta desalavancado foi estabelecido em 0,5. O beta é um indicador de risco que mede a sensibilidade do retorno de um ativo em relação ao retorno do mercado. Um beta desalavancado é ajustado para remover o efeito da dívida na estrutura de capital da empresa. A tabela 7 abaixo apresenta os detalhes:

**Tabela 7:** Premissas do custo de capital próprio

| <b>Premissas de Custo de Capital Próprio</b> |       |
|--|-------|
| Taxa Livre de Risco (Taxa Real)              | 2,49% |
| Prêmio pelo Risco de Mercado                 | 6,19% |
| Beta Desalavancado                           | 0,50  |

## 5. RESULTADOS E ANÁLISES

Com base nas informações do contrato, no estudo de caso e nas premissas fundamentais para a análise, foi possível realizar uma avaliação minuciosa e chegar a resultados e análises significativos. Os principais indicadores financeiros calculados incluíram o Custo Médio Ponderado de Capital (WACC) e a Taxa Interna de Retorno (TIR). A partir desses dados detalhados, foi possível elaborar um fluxo de caixa projetado, calcular o período de retorno do investimento (*payback*) e fazer uma projeção dos dividendos totais ao longo da duração da Parceria Público-Privada (PPP). Esses indicadores e projeções são fundamentais para avaliar a viabilidade financeira do projeto e fornecer entendimentos valiosos para a tomada de decisões estratégicas.

### 5.1 Principais indicadores

O objetivo principal de um indicador financeiro é fornecer insights sobre a saúde financeira e o desempenho de uma empresa. Os indicadores financeiros são usados para avaliar vários aspectos das operações de uma empresa, incluindo sua liquidez, rentabilidade, eficiência operacional e estrutura de capital. Ao analisar esses indicadores, os investidores, analistas e gestores podem tomar decisões mais informadas sobre a empresa.

#### 5.1.1 Taxa de desconto calculada WACC

O WACC é calculado ponderando o custo do capital próprio ( $K_e$ ) e o custo do capital de terceiros ( $K_d$ ) pelas respectivas proporções de capital próprio e capital de terceiros na estrutura de capital total da empresa. O custo do capital de terceiros é ajustado pelo benefício fiscal da dedução de juros.

Neste projeto, a média do WACC calculada foi de 8,8% ao ano em um prazo de 20 anos. O WACC de 8,8% ao ano representa o retorno mínimo que a empresa precisa gerar sobre o capital investido no projeto para cobrir o custo de financiamento e proporcionar um retorno adequado



aos investidores e acionistas. Em outras palavras, a empresa precisa alcançar um retorno anual de pelo menos 8,8% para atingir o ponto de equilíbrio, onde o retorno sobre o investimento é igual ao custo de capital. Um WACC médio de 8,8% ao ano indica que o projeto tem um custo de capital relativamente moderado.

### 5.1.2 Taxa interna de retorno TIR

Neste projeto, a média da TIR calculada foi de 9,9% para o projeto como um todo e de 13,2% para os acionistas, com um *equity* (capital próprio) de 9,5%. Isso significa que, em média, o projeto espera gerar um retorno anual de 9,9% sobre o capital investido, enquanto os acionistas esperam um retorno anual de 13,2% sobre o capital próprio investido.

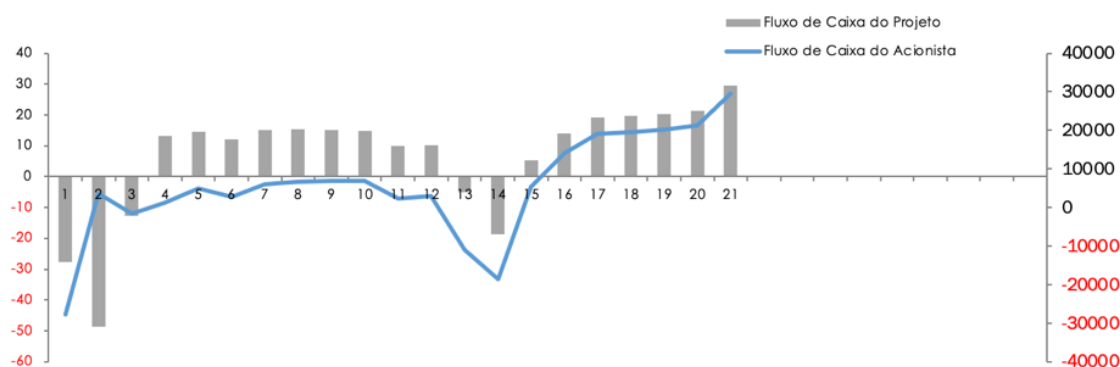
Um TIR médio de 9,9% para o projeto e de 13,2% para os acionistas indica que o projeto é considerado rentável, pois a TIR é maior que o WACC de 8,8%. Isso significa que o projeto está gerando um retorno acima do custo de capital e proporcionando um retorno adequado aos investidores e acionistas.

O *equity* de 9,5% representa a proporção do capital próprio na estrutura de capital total do projeto. Isso significa que 9,5% do capital total investido no projeto é proveniente de capital próprio, enquanto o restante é proveniente de capital de terceiros (dívida). O *equity* é uma medida importante para avaliar o risco e o retorno do projeto, pois o capital próprio geralmente tem um custo mais alto do que o capital de terceiros devido ao maior risco associado.

## 5.2 Fluxo de caixa projetado

Após considerar todas as receitas, despesas, taxas de desconto e outros fatores relevantes, chegamos ao gráfico de fluxo de caixa projetado do projeto e do acionista. A figura 2 abaixo mostra as entradas e saídas de caixa esperadas ao longo do período do projeto.

**Figura 2:** Fluxo de caixa projetado



É importante observar que nos anos 1 e 2, bem como nos anos 13 e 14, ocorrem investimentos significativos na substituição das luminárias existentes. Esses investimentos resultam em quedas acentuadas no caixa e valores negativos de fluxo de caixa nesses períodos. Isso é esperado, pois a modernização e a eficiência do sistema de iluminação pública exigem investimentos iniciais substanciais.

O fluxo de caixa projetado do acionista reflete a parcela do fluxo de caixa do projeto que é

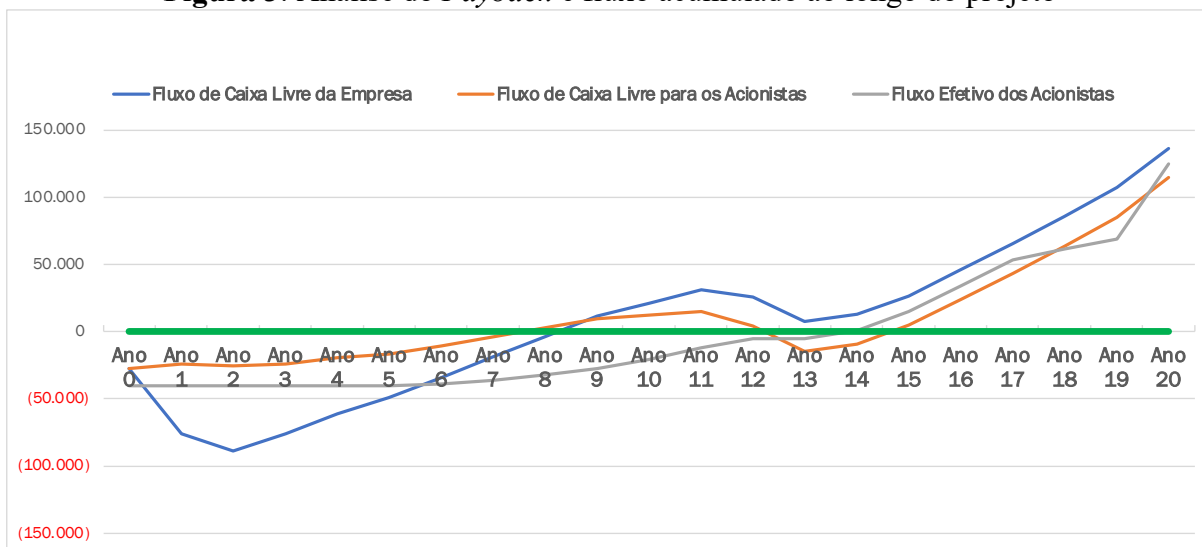
atribuída ao acionista após considerar as despesas operacionais, os custos de capital e as obrigações financeiras. Ele fornece uma visão clara do retorno esperado para o acionista ao longo do período do projeto.

### 5.3 Payback Descontado

O payback para o fluxo de caixa livre da empresa será atingido em 9,24 anos, o *payback* para o fluxo de caixa livre do acionista será atingido em 8,59 anos e o *payback* para o fluxo de caixa efetivo dos acionistas será atingido em 14,85 anos. Isso significa que o investimento inicial será recuperado em 9,24 anos para o fluxo de caixa livre da empresa, em 8,59 anos para o fluxo de caixa livre do acionista e em 14,85 anos para o fluxo de caixa efetivo dos acionistas.

O projeto tem um prazo de 20 anos, então todos os *paybacks* serão atingidos antes do final do período do contrato. Isso significa que o investimento inicial será recuperado antes do final do período do contrato e o projeto será rentável. Na figura 3 a seguir, a linha verde representa o ponto de equilíbrio das projeções de fluxo de caixa. O ponto de equilíbrio ocorre quando os resultados acumulados cruzam essa linha zero, indicando que o projeto se tornou rentável. O momento em que essa transição acontece é conhecido como *payback*, que é o ponto no tempo em que o investimento inicial foi totalmente recuperado e o projeto começa a gerar lucro.

**Figura 3:** Análise do *Payback* e fluxo acumulado ao longo do projeto



### 5.4 Total de dividendos calculados

O Ao avaliar o projeto de iluminação pública de 20 anos, consideramos várias métricas financeiras e projeções, incluindo a Taxa Interna de Retorno (TIR), o Custo Médio Ponderado de Capital (WACC), bem como as projeções de fluxo de caixa e despesas. Com base nessa análise, os dividendos projetados para os acionistas ao longo da vida do projeto totalizam R\$ 124.843.590.

A rentabilidade do projeto é evidente em várias métricas. Primeiramente, a TIR para os acionistas foi calculada em 13,2%, que é significativamente maior que o WACC de 8,8%. Isso indica que o retorno esperado do projeto excede o custo de capital, tornando o projeto uma oportunidade de investimento atraente.

Em resumo, com base nas métricas financeiras e nas projeções de fluxo de caixa, o projeto de

iluminação pública de 20 anos se mostra ser uma oportunidade de investimento rentável e interessante para os acionistas.

## **6. CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Com base na análise do estudo de caso sobre a Parceria Público-Privada (PPP) de iluminação pública em LED na cidade de Porto Alegre, é possível concluir que o projeto é uma oportunidade de investimento rentável e interessante para os acionistas. O projeto de 20 anos foi avaliado considerando várias métricas financeiras e projeções, incluindo a Taxa Interna de Retorno (TIR), o Custo Médio Ponderado de Capital (WACC), bem como as projeções de fluxo de caixa e despesas.

Os dividendos projetados para os acionistas ao longo da vida do projeto totalizam R\$ 124.843.590. A rentabilidade do projeto é evidente em várias métricas. Primeiramente, a TIR para os acionistas foi calculada em 13,2%, que é significativamente maior que o WACC de 8,8%. Isso indica que o retorno esperado do projeto excede o custo de capital, tornando o projeto uma oportunidade de investimento atraente.

As PPPs de iluminação pública em LED são uma tendência crescente no Brasil, e este projeto piloto em Porto Alegre serve como um modelo para outras cidades e estados. A modernização da iluminação pública traz benefícios significativos em termos de eficiência energética, redução de custos e melhoria da qualidade da iluminação. Além disso, a implementação de tecnologias de telegestão permite um controle mais eficaz e uma manutenção mais eficiente do sistema de iluminação.

A crescente adesão às Parcerias Público-Privadas (PPPs) no setor de iluminação pública ilustra uma marcante tendência de mercado, na qual a iniciativa privada vem ampliando significativamente seu papel em uma área crítica da infraestrutura urbana. Atualmente, 70 cidades brasileiras já formalizaram acordos com empresas privadas para revitalizar e expandir suas redes de iluminação pública, e outros 400 projetos estão em fase de implementação. A projeção do setor é que esse número venha a dobrar nos próximos três anos, podendo alcançar até 150 contratos efetivados, incluindo os já existentes. (ERNST & YOUNG, 2022)

Em resumo, o projeto de iluminação pública de 20 anos em Porto Alegre é uma oportunidade de investimento rentável e interessante para os acionistas. A análise financeira e as projeções de fluxo de caixa mostram que o projeto é viável e oferece um retorno atraente para os investidores. Além disso, a modernização da iluminação pública traz benefícios significativos para a cidade e seus habitantes, contribuindo para a melhoria da qualidade de vida e da segurança nas vias públicas.

## **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

FIRMINO, Sandra. Os Novos Arranjos Institucionais na Governança Pública: O Caso das Parcerias Público-Privadas. Estudo comparativo entre o Sul e o Norte da Europa. Revista da Sociedade Portuguesa de Sociologia: Sociologia On-line, Lisboa-pt, v. 1, n. 1, p.1-34, 2 abr. 2011.

EPE – Empresa de Pesquisa Energética. Balanço Energético Nacional 2021: Ano base 2020 – Rio de Janeiro: EPE, 2021a.

GALVÃO, J.; BERMANN, C. Crise hídrica e energia: conflitos no uso múltiplo das águas. Estudos Avançados, 29, pp. 43 – 68, 2015.

ABESCO – Associação Brasileira das Empresas de Serviços de Conservação de Energia. O que é eficiência energética? (EE) – São Paulo: ABESCO, 2021.

ABRASI – Associação Brasileira de Empresas de Serviço de Iluminação Urbana. Dados do setor – São Paulo: ABRASI, 2021

SOUZA, A. C. B. P.; FORTES, M. Z.; SANTOS, M. T.; MEDINA, V. P. Potencial de eficiência dos sistemas de iluminação pública. *Revista de Tecnologia Aplicada (RTA)*, v.10, n.3, pp. 18 – 32  
STUTZ, P. V. S.; SOUSA, J. C. A.; YAMAGUCHI, N. U.; REZENDE, L. C. S. H.; IMAI, H. E. Sistema LED: uma alternativa sustentável para iluminação pública. *Enciclopédia Biosfera*, v.15, n.28, pp. 1500 – 1509, 2018.

COPELAND, T.; KOLLER, T.; MURRIN, J. *Avaliação de empresas - Valuation*. 2. ed. São Paulo: Makron Books, 2000.

DAMODARAN, A. *Estimating a synthetic rating and cost of debt*. Disponível em: [http://pages.stern.nyu.edu/~adamodar/New\\_Home\\_Page/valquestions/syntrating.htm#\\_ftnref](http://pages.stern.nyu.edu/~adamodar/New_Home_Page/valquestions/syntrating.htm#_ftnref), Acessado em: 11 de abril de 2021, 2000.

DAMODARAN, A. *Investment Valuation*. Nova Jersey: John Willey & Sons, 2012.

FERNANDEZ, P. WACC: Definition, misconceptions and errors, IESE Research Papers, D/914, IESE Business School, 2011.

KOLLER, T.; GOEDHART, M.; WESSELS, D. *Valuation, Measuring and Managing the Value of Companies*. Nova Jersey: John Willey & Sons, 2015.

ROSS, S.; WESTERFIELD, R.; JAFFE, J. *Administração Financeira*. 2 ed., São Paulo: Atlas Editora S.A., 2008

FERNÁNDEZ, Sandra Elizabeth Villegas. *Parcerias Público-Privadas no setor rodoviário: Um estudo da concordância entre o objeto do contrato e a forma jurídica dos contratos no Brasil*. 2006. 115 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Mestre em Controladoria e Contabilidade, Departamento de Contabilidade e Atuária, Universidade de São Paulo, São Paulo-sp, 2006.

FIRMINO, Sandra. *Os Novos Arranjos Institucionais na Governança Pública: O Caso das Parcerias Público-Privadas. Estudo comparativo entre o Sul e o Norte da Europa*. *Revista da Sociedade Portuguesa de Sociologia: Sociologia On-line*, Lisboa-pt, v. 1, n. 1, p.1-34, 2 abr. 2011.

PECI, A. ; SOBRAL, F. *Parcerias público-privadas: análise comparativa das experiências britânica e brasileira*. *Cad. EBAPE.BR*, Rio de Janeiro , v. 5, n. 2, jun. 2007

LIU, L., Song, X., Wang, X., Wang, X., & Hu, J. (2018). Financial evaluation of public-private partnership projects with hybrid uncertain information. *Sustainability*, 10(8), 2750.

GRIMSEY, D., & Lewis, M. K. (2004). Evaluating the risks of public private partnerships for infrastructure projects. *International Journal of Project Management*, 22(6), 479-486.

FLYVBJERG, B., Holm, M. S., & Buhl, S. L. (2003). Underestimating costs in public works projects: Error or lie? *Journal of the American Planning Association*, 69(3), 279-295.

LIU, L., Li, Y., Liu, Z., Wu, S., & Liu, X. (2019). Sustainability assessment of public-private partnership projects based on an improved evidential reasoning approach. *Sustainability*, 11(9), 2482.

BRIGHAM, E. F., & Houston, J. F. (2019). *Fundamentals of financial management (15th ed.)*. Cengage Learning.

BARRETO, L. et al. (2017). LED public lighting systems: A review of common mistakes and key recommendations for quality installations. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 78, 23-30.

BHASKAR, K. et al. (2016). Energy efficient street lighting using LED lamps. *Energy Procedia*, 90, 106-115.

- Faria, L. et al. (2019). The environmental impact of public lighting: A literature review and energy saving pathway proposal. *Journal of Cleaner Production*, 213, 279-289.
- FERREIRA, G. et al. (2020). Analysis of the value chain of the LED lighting industry in Brazil: Challenges and opportunities. *Energy Reports*, 6, 2436-2447.
- FERNANDES, J. et al. (2012). Valuing infrastructure investments in urban areas: A PPP project in Portugal. *Transport Policy*, 20, 71-83.
- HALL, J. et al. (2008). Public-Private Partnerships for Urban Water Utilities: A Review of Experiences in Developing Countries. *World Development*, 36(4), 710-744.
- JANNUZZI, G. (2015). *Investimentos e Valuation em Energia*. São Paulo: Editora Saraiva.
- PIKE, R. et al. (2009). *Corporate finance and investment: Decisions & strategies*. Harlow: Financial Times Prentice Hall.
- SMITH, P. (2010). *Public-Private Partnerships: Concessions and Contracts*. Oxford: Blackwell Publishing Ltd.
- BREALEY, R. A., Myers, S. C., & Allen, F. (2011). *Principles of Corporate Finance*. McGraw-Hill/Irwin.
- IOSSA, E., & Martimort, D. (2015). The Simple Micro-Economics of Public-Private Partnerships. *Journal of Public Economic Theory*, 17(1), 4-48.
- YESCOMBE, E. R. (2011). *Public-Private Partnerships: Principles of Policy and Finance*. Butterworth-Heinemann.
- ROSS, S. A., Westerfield, R. W., & Jaffe, J. (2010). *Corporate Finance*. McGraw-Hill/Irwin.
- BREALEY, R. A., Myers, S. C., & Allen, F. (2020). *Principles of Corporate Finance*. McGraw-Hill Education.