

Análise da utilização de uma usina solar on-GRID na redução da carga tributaria no município de Corumbá-MS

ANTHONY CARDOSO OLIVEIRA COELHO

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO DO SUL (UFMS)

EDUARDO FERRRUFINO GUZMAN

INGRID ZACHARIAS MARTINS FONSECA

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO DO SUL (UFMS)

SILVANA DUARTE

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO DO SUL (UFMS)

ANÁLISE DA UTILIZAÇÃO DE UMA USINA SOLAR ON-GRID NA REDUÇÃO DA CARGA TRIBUTARIA NO MUNICÍPIO DE CORUMBÁ-MS

Anthony Cardoso Oliveira Coelho

Eduardo Ferruffino Guzman

Ingrid Zacharias Martins Fonseca

Silvana Duarte

RESUMO

Apesar do município de Corumbá-MS possuir um imenso potencial energético gerado pelo alto índice de irradiação solar, todo ano são arrecadados cerca de R\$ 6 milhões em receitas correntes para garantir o funcionamento dos 11.263 pontos de iluminação pública. Diante disto, este artigo analisa como a implantação de uma usina solar pode reduzir o consumo de energia elétrica do parque de iluminação pública no município de Corumbá, ao mesmo tempo em que reduz o valor da Contribuição para o Custeio de Iluminação Pública (COSIP), cobrada na conta de energia. Como área-objeto escolheu-se a região do Poliesportivo, onde avaliou-se a capacidade de geração de energia e a viabilidade econômica financeira. Através do software *PVsyst Simulation* foi possível dimensionar o tipo de painel fotovoltaico, seu tamanho e o respectivo ângulo de posicionamento. Os resultados obtidos comprovam a viabilidade financeira e os benefícios (tecnológico, climático) de projetos inteligentes no setor de iluminação, com efeitos imediatos na redução do consumo de energia e na carga tributária da COSIP municipal em 28,3% em total respeito ao que preceitua a Lei de Responsabilidade Fiscal.

Palavras chaves: energia solar, COSIP, *PVsyst Simulation*, Corumbá.

1 INTRODUÇÃO

O município de Corumbá, localizado no estado do Mato Grosso do Sul, possui atualmente área total de 64.721,719 km² e área urbana total de 21,57 km², segundo a Embrapa Monitoramento por Satélite. A cidade está situada na margem esquerda do rio Paraguai, faz fronteira com a Bolívia sendo a quarta cidade mais populosa do estado, além de possuir um dos mais importantes portos fluviais do Brasil. Muito conhecida por sua diversidade cultural, é destino de muitos turistas em busca dos festivais culturais e pela pesca.

O parque de iluminação pública de Corumbá-MS, com a previsão de substituição de 11.263 lâmpadas convencionais pelas de LEDs, constará estimativa de consumo mensal equivalente a 200 mil quilowatts hora mês em 2022. Em 2017, foram investidos mais de 19 milhões de reais em um sistema de georreferenciamento dos pontos de iluminação via GPS e na substituição das lâmpadas convencionais por LEDs, com o objetivo de reduzir o consumo de energia e melhorar o sistema de iluminação pública garantindo uma melhor segurança. Esse investimento só foi possível devido à arrecadação mensal da receita oriunda da contribuição para o custeio da iluminação pública (COSIP).

O Estado do Mato Grosso do Sul é abastecido por usinas hidrelétricas e um gasoduto que atravessa todo o território estadual. A energia solar fotovoltaica utilizada para os parques de iluminação pública, em todo Estado, é escassa, pouco explorada e não existem em grandes escalas painéis fotovoltaicos com a finalidade de atender as demandas da iluminação pública dos municípios. No Mato Grosso do Sul, há grandes áreas favoráveis para construção de usinas fotovoltaicas, pois o mesmo possui maior potencial energético do que a Alemanha, atual líder em geração de energia solar. A utilização dessa fonte de energia gratuita, renovável e limpa traz muitos benefícios ambientais, econômicos e sociais.

O município de Corumbá não possui nenhum sistema fotovoltaico on-grid, ou seja, com a geração de energia solar conectada à rede pública, tendo a energia voltada para os parques de iluminação pública, escolas municipais, hospitais, creches, etc. Com base nisso, a construção de uma usina solar somadas as lâmpadas LEDs, recentemente instaladas, podem trazer benefícios imprescindíveis aos cidadãos da cidade e aos órgãos públicos municipais, como por exemplo, a redução tributária e um sistema de iluminação integrado e eficiente. A construção de um sistema com painéis fotovoltaicos justifica-se devido ao alto índice de irradiação solar no município, sobretudo na região do poliesportivo, área-objeto de simulação. A construção de uma usina fotovoltaica com uma potência de geração de 200 mil quilowatts

mensais possibilita alterações na lei municipal, uma vez que a COSIP está sobre a jurisdição municipal e vinculada ao seu propósito.

Portanto, o estudo visa projetar uma usina solar com geração mensal de 200 mil quilowatts hora mensal na região do poliesportivo com a finalidade de gerar energia fotovoltaica suficiente para suprir a demanda dos parques de iluminação e assim reduzir a contribuição para o custeio de iluminação pública (COSIP), além de reduzir o CO₂ emitido pelas termelétricas e preservar o meio ambiente, com a utilização de fontes renováveis de energia. A simulação da usina fotovoltaica tem, também, a finalidade de estimular novos pensamentos referentes a esse tipo de produção energética no município em benefício aos próprios cidadãos da cidade de Corumbá e a máquina pública.

2 CONTRIBUIÇÃO PARA O CUSTEIO DE ILUMINAÇÃO PÚBLICA - COSIP

O consumo de energia demandada pela iluminação pública é considerado um custo direto do município e varia conforme sua utilização e fornecimento. No entanto o desenvolvimento de novas tecnologias, as quais focam na diminuição do consumo de energia, resultam em economia para a gestão pública e benefícios para os contribuintes (EPE, 2014).

A iluminação pública faz parte do serviço essencial para o bem-estar de todos os cidadãos e está presente em diversos setores, como organização do tráfego, utilização noturna dos espaços públicos e principalmente para a segurança pública. Contudo, para o funcionamento do serviço prestado, há a necessidade da tributação. Cada município tem competência de arrecadar e executar a receita da contribuição para o custeio de iluminação pública e cabe ao chefe do executivo municipal, realizar a correta gestão destes recursos, pois o mesmo apresenta muitos desafios.

Na Constituição Federal de 1988 (art. 21, XII, “b”, CF/88) consta que o fornecimento de energia é por definição competência da União, porém no artigo 30, V também da CF/88 os municípios são os responsáveis por organizar e prestar, diretamente ou mediante concessão, os serviços de iluminação pública (BRANCO, 2017).

Branco (2017) realizou uma análise sobre a Taxa de Iluminação Pública e a Contribuição Para o Custeio de Iluminação Pública (COSIP) sob um olhar jurídico/tributário e concluiu que o tributo COSIP é semelhante a várias espécies tributárias, sendo muito parecida com as Taxas pois também tem a finalidade de retribuir os serviços de iluminação pública suportado pela municipalidade e Distrito Federal. Todavia, não é considerada Taxa pois toda

a coletividade é beneficiada pelos serviços, tendo em vista a impossibilidade de divisão, portanto, a COSIP se assemelha com imposto.

A Lei Municipal nº 1733/2002 de dezembro de 2002 institui a contribuição para custeio do serviço de iluminação pública (COSIP) e estabelece que

“[...] A contribuição para Custeio dos Serviços de Iluminação Pública – COSIP – incide sobre o consumo de energia elétrica de cada unidade imobiliária, edificada ou não, e unidade não imobiliária, localizadas na zona urbana e de expansão urbana deste Município.”

Esta Lei Municipal também estabelece que a base de cálculo do valor do consumo mensal de energia elétrica do contribuinte de acordo com faixas de consumo preestabelecidas. Exemplificando, uma residência a qual consome 230 kWh/mês pagará uma COSIP de R\$ 5,47. Vale ressaltar que o custeio de iluminação pública faz parte do grupo das espécies tributárias e, portanto, o município de Corumbá tem competência de legislar e de modificar o modo de como ela pode ser arrecadada mediante aprovação, pelo chefe do executivo, de projeto de lei apresentado na câmara dos vereadores que propenda alterar esta base de cálculo. O projeto deve respeitar as condições impostas pela Lei de Responsabilidade Fiscal, uma vez que mudanças na base de cálculo implica na renúncia de receita, e essa situação deve, necessariamente, atender os trâmites legais da lei complementar 101/2000 em seu artigo 14.

3 LEI DE RESPONSABILIDADE FISCAL (LRF)

A Lei de Responsabilidade Fiscal (LRF), Lei Complementar nº 101/2000, é uma ferramenta legal brasileira que regulamenta a utilização de recursos públicos. Os seus mecanismos buscam fazer com que os Estados, os Municípios e a União controlem seus gastos, respeitando a capacidade de arrecadação por meio dos tributos. Esta lei mantém o equilíbrio e manutenção das contas públicas.

Lopes (2017) afirmou que de acordo com a LRF, esta lei prevê restrições para quem ultrapassa os limites de comprometimento de receita. No estudo, em 2005 foi constatado que a maioria dos governadores pioraram seus planejamentos com as finanças com o pessoal. A LRF para este caso de gastos com pessoal, impede o Estado de fazer contratações caso não haja uma melhora nas contas em oito meses, as transferências federais são cortadas e impedem novos empréstimos de serem concedidos e as contas de governo são rejeitadas, o que provoca a inelegibilidade do governador.

Em seu art. 1º, a LRF “*estabelece normas de finanças públicas voltadas para a responsabilidade na gestão fiscal, com amparo no Capítulo II do Título VI da Constituição*”, ou seja, ela obriga a administração pública a cumprir os planos orçamentários e os limites de despesas e dívidas, adequando-se à própria capacidade arrecadatória.

No artigo 14, esta lei prevê a possibilidade de renúncia de receita. Contudo, no artigo 153 da Constituição Federal constam exceções como a mudança de base nas alíquotas dos Impostos sobre Operações Financeiras (IOF), Importações (II) e Exportações (IE) que proíbem a renúncia. Além de condições previstas neste artigo 14 da LRF que explanam a renúncia compensatória, reduzindo a alíquota de um setor e aumentando a alíquota de outro, este artigo também define a renúncia considerada na estimativa da receita, os quais não afetarão as metas da Lei de Diretrizes Orçamentárias (LDO).

O conceito legal de renúncia encontra-se no artigo 14, §1º da LRF e informa que: “*a renúncia compreende a anistia, remissão, perdão, subsídio, crédito presumido, concessão de isenção, alteração de alíquota ou mudança em sua base de cálculo que implique redução discriminada de tributo ou contribuições*”. Portanto, entende-se que a renúncia de receita implica na diminuição da arrecadação do tributo. Então, observa-se que a COSIP não faz parte das exceções e que a sua redução mediante projeto de lei, o qual vise utilizar uma usina solar para zerar a despesa com consumo de energia, atende a uma das condições estabelecidas neste artigo 14 da LRF para estabelecer a renúncia de receita.

A LRF, então, permite perceber que o município de Corumbá, com a utilização da usina solar, pode propor mudanças benéficas aos contribuintes mediante projetos de lei que objetive alterar a base de cálculo do tributo, dentro dos parâmetros legais presente na LRF, existindo um equilíbrio entre receita e despesa. Contudo, faz-se necessário na proposta de alteração da renúncia, demonstrar os efeitos dessa política creditícia de renúncia fiscal ao longo do tempo, ou seja, quem propõe precisa mostrar a estimativa do impacto orçamentário financeiro no exercício que deva iniciar a respectiva política e nos dois seguintes.

Para existir a renúncia de receita uma das 3 condições impostas pelo artigo 14 da LRF devem ser respeitadas. Com isso, o projeto da usina solar atende a primeira condição, pois a usina diminui a despesa do município referente ao consumo de energia, implicando numa economia de receita, o qual pode ser renunciado a fim reduzir o tributo, não afetando as metas previstas na LDO, uma vez que há a consideração da estimativa da receita.

4 USINA SOLAR FOTOVOLTAICA

A energia elétrica é obtida da conversão direta da luz por meio do efeito fotovoltaico. Esse efeito, relatado por Edmond Becquerel, em 1839, é o aparecimento de uma diferença de potencial nos extremos de uma estrutura de material semicondutor, produzida pela absorção da luz. O primeiro aparato fotovoltaico foi montado em 1876 e apenas em 1956 iniciou-se a produção industrial. A célula fotovoltaica é a menor unidade de conversão de energia luminosa, proveniente do Sol, em energia elétrica e possui alguns tipos segundo a caracterização quanto ao material semicondutor. Praticamente todas as células fotovoltaicas são fabricadas utilizando o silício (CRESESB, 2006)

Um material semicondutor é um material que conduz a corrente elétrica, e cuja resistividade diminui ao elevar-se a temperatura, e pela presença de impurezas, ao contrário do que se sucede nos condutores metálicos normais (COMETTA, 1978).

Atualmente, as células utilizadas são divididas em três gerações. A primeira geração e mais utilizada, com cerca de 85% do mercado, é dividida em duas cadeias produtivas: a silício monocristalino (m-Si) e a silício policristalino (p-Si). A segunda geração comercialmente é denominada de filmes finos. E a terceira geração, que se encontra em fase de pesquisa e desenvolvimento, divide-se em três cadeias produtivas: a) células fotovoltaicas multijunção e célula fotovoltaica para concentração (CPV); b) células sensibilizadas por corante (DSSC); c) e célula fotovoltaica para concentração (OPV), essa geração é mais eficiente, porém relativamente mais cara. (PINHO *et al*, 2014)

Para proceder na escolha do uso de energia solar o primeiro quesito a saber, é que existem dois tipos de sistemas fotovoltaicos: os conectados a rede (chamados de on-grid ou grid-tie) e os isolados ou autônomos (chamados de off-grid). A geração de energia pelo inversor ocorre em Corrente Contínua (DC) e a utilização de eletricidade é feita em Corrente Alternada (AC). Os Sistemas on-grid somente funcionam quando ligados à rede elétrica, sendo assim não consegue alimentar diretamente os equipamentos elétricos em caso de falta de energia da concessionária, Quando ocorre uma queda de energia da concessionária, o sistema fotovoltaico se desconecta da rede e interrompe o fornecimento de energia elétrica, isso é feito pelo próprio inversor automaticamente que só volta a funcionar quando a rede está funcionando plenamente. (GOMES, 2019).

A Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) possibilita que o excedente da produção de um sistema fotovoltaico, ou seja, a energia produzida e não utilizada, seja

injetada na rede da concessionária e ficará em Estoque por 60 meses e que o consumidor possa utilizar os créditos excedentes para compensar o consumo de sua própria conta de energia, ou em outros imóveis de mesma titularidade do micro gerador. (ANEEL, 2015)

A utilização de uma usina solar constituída por módulos fotovoltaicos apresenta uma gama de benefícios, como por exemplo, ser considerada uma fonte inesgotável de energia, além de mitigar paulatinamente a emissão de poluentes para a atmosfera. No entanto, Cavalcante (2018) informa que esse sistema ainda passa por um processo de estudo e desenvolvimento e por isso, apresenta algumas desvantagens como: variação sazonal da radiação solar e condições climáticas; necessidade de grandes áreas captadoras para a geração de maiores potenciais; sistemas de armazenamento de energia de baixa eficiência e um investimento financeiro mais elevado que o sistema convencional.

5 METODOLOGIA

Observou-se que o sistema de iluminação pública do município de Corumbá ainda possui além das lâmpadas Led prevista em substituição das convencionais, lâmpadas de vapor de sódio, que são mais caras e, atualmente, são obsoletas e ainda geram custos elevados ao município. Foi possível notar a presença dessas lâmpadas em diversos bairros da cidade, sendo visível até mesmo em bairros centrais. Por conta disso, foi utilizado, para efeito de estudo, lâmpadas de led em todo o parque de iluminação pública da cidade. A projeção da usina fotovoltaica levou em consideração o projeto de revitalização que já está em andamento e tem termino em 2022, como se já estivesse finalizado, para assim realizar o correto dimensionamento do sistema fotovoltaico.

Para a melhor eficiência dos equipamentos necessários na construção de uma usina solar fotovoltaica na área estabelecida, pesquisou-se na plataforma *Solar and Wind Energy Resource Assessment* (SWERA) a média de radiação solar incidente na área-objeto de estudo e também se fez necessário o auxílio do *Google Maps* na obtenção de dados geográficos. Com as informações obtidas foi possível determinar a localização e inclinação do sistema, possibilitando a identificação da demanda do consumo de energia elétrica dos parques de iluminação.

Ao final, o dimensionamento dos módulos fotovoltaicos e inversores mais apropriados para o sistema foi realizado por meio do software *PVsyst simulation*. Com as informações em mãos avaliou-se o custo para a instalação da usina solar, a viabilidade financeira do projeto

durante a vida útil de 20 anos dos módulos fotovoltaicos e índices como a redução de emissão de poluentes à atmosfera, valor presente líquido, taxa interna de retorno e tempo de retorno de capital.

6 LEVANTAMENTO DAS INFORMAÇÕES SOLARES DE CORUMBÁ

A cidade de Corumbá possui alta taxa de irradiação solar, cerca de 60% a mais em comparação com a Alemanha, país que mais utiliza de sistema fotovoltaico para geração de energia elétrica no mundo.

Primeiramente, foram identificadas a latitude e a longitude do local com a ferramenta Google Maps juntamente com dados do Centro de Referência para as Energias Solar e Eólica Sérgio de Brito (CRESESB) e também dados da SWERA, que reúne informações sobre recursos de energia solar e eólica de uma grande variedade de organizações internacionais. Também foi utilizado a fonte de dados do Instituto Nacional de Pesquisa Espacial, o INPE.

Através da ferramenta Google Maps identificou-se a latitude e a longitude do local determinado. A latitude da área simulação possui $-19^{\circ}00'39.2''S$ e longitude de $-57^{\circ}38'21.8''$, assim como a média de irradiação horizontal global de $5,04 \text{ kWh/m}^2.\text{dia}$ e temperatura do ar média de $25,6^{\circ}C$, como mostra a Tabela 01.

Tabela 01. Dados de irradiação solar diária média mensal

Ângulo	Inclinação	Irradiação solar diária média mensal ($\text{kWh/m}^2.\text{dia}$)												Média
		Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	
Plano Horizontal	$0^{\circ} N$	5,79	5,70	5,28	4,95	3,93	3,80	3,93	4,73	4,90	5,54	5,82	6,23	5,04
Ângulo igual a latitude	$19^{\circ} N$	5,29	5,50	5,37	5,47	4,62	4,60	4,73	5,39	5,10	5,40	5,38	5,60	5,20

A partir da Tabela 01, nota-se que no mês de junho houve uma baixa irradiação solar se comparada aos outros meses do ano, isto deve-se ao fato de ser inverno neste período do ano.

7 INCLINAÇÃO DOS MÓDULOS FOTOVOLTAICOS

A inclinação dos módulos fotovoltaicos será determinada a partir da latitude e longitude, assim como a média de irradiação horizontal global através do software *PVsyst Simulation*. Para isto, serão obtidos os dados fornecidos pelo INPE.

A inclinação fornecida pelo software pode ser calculada mediante a equação 01, que é considerada por muitos autores a melhor forma de determinar a orientação dos módulos. Através da mesma, alcançou-se um resultado similar ao fornecido pelo programa *PVsyst Simulation* (CAVALCANTE, 2018).

$$\beta = lat + \left(\frac{lat}{4}\right) \quad \text{Equação 01}$$

Onde:

β = Inclinação do painel fotovoltaico em graus em relação ao plano horizontal;

lat = Latitude da localidade em graus.

Os dados fornecidos pelo INPE foram inseridos no software *PVsyst Simulation* para determinar a inclinação ideal dos módulos, de maneira que possibilitasse a geração de energia de modo mais eficiente. De acordo com o programa, a inclinação mais eficiente é de 24°, como consta na Figura 02.

Com a equação 01, calculou-se o valor da inclinação do painel fotovoltaico em graus em relação ao plano horizontal.

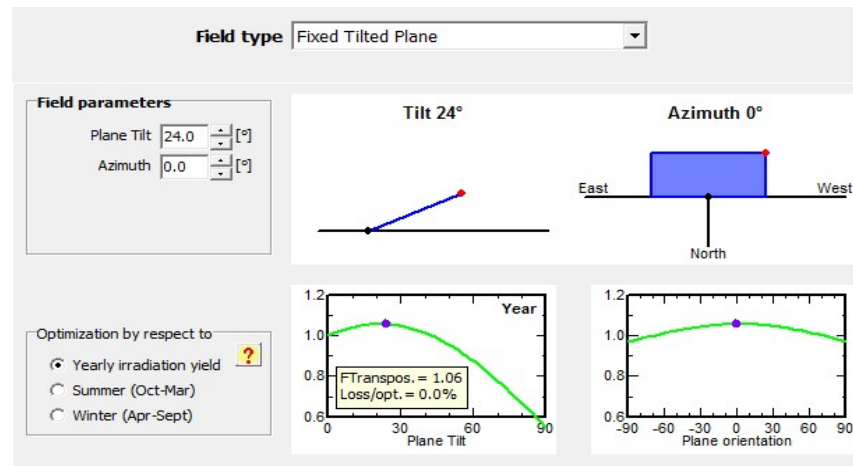
$$\beta = lat + \left(\frac{lat}{4}\right)$$

$$\beta = 19^\circ + \left(\frac{19^\circ}{4}\right)$$

$$\beta = 23,8^\circ$$

O resultado da inclinação dos painéis fotovoltaicos obtido aproxima-se do valor fornecido pelo programa *PVsyst Simulation*, de 24° como mostra a Figura 01.

Figura 01. Orientação do plano.



Fonte: PVsist Simulation

8 ÁREA DO OBJETO DE ESTUDO, LOCALIZAÇÃO.

A escolha do melhor local para instalação dos painéis solares é imprescindível para o bom desempenho dos módulos fotovoltaicos. Devido as várias situações que podem comprometer a eficiência do sistema, sendo elas o clima, sombra e, a fumaça devida as queimadas que ocorrem na cidade em certas épocas do ano, o melhor local a ser escolhido foi àquele que atenda todas estas situações.

Para atender todas estas necessidades determinou-se que o local mais adequado para a simulação desta usina foi a região do poliesportivo, como mostra a Figura 02. Trata-se de um local próximo ao IFMS (Instituto Federal do Mato Grosso do Sul) e ao complexo poliesportivo, muito frequentado pelos corumbaenses.

Sua instalação também pode instigar estudos e pesquisas científicas, uma vez que essa construção está próxima de áreas universitárias da cidade, além de incentivar o turismo científico na cidade, uma vez que são poucas usinas solares de grande potencial no Brasil com a finalidade de atender a demanda do consumo de energia dos parques de iluminação pública.

Figura 02. Proposta de Usina Solar no município de Corumbá na região do poliesportivo



Fonte: GoogleMaps

9 LEVANTAMENTO DA DEMANDA E DO CONSUMO DE ENERGIA

A utilização das lâmpadas LEDs é um excelente sistema renovável de bom desempenho e tem um consumo de energia 50% inferior (STOCKO *et al*, 2013) comparadas com outros tipos de lâmpadas, são produzidas com material atóxico ao meio ambiente, e têm uma vida útil relativamente maior do que as outras, podendo chegar até a 50.000 horas e uma eficiência média de 64 lm.W^{-1} (SANTOS *et al.*, 2015).

Ferreira (2018) apresentou um estudo sobre a viabilidade econômica para a troca de luminárias convencionais por LED de uma praça no município de São Luís no Maranhão. Para isto foi realizado uma análise técnica com os principais modelos de luminárias LED disponíveis para iluminação pública e foi possível concluir que neste local, as do modelo com LED se mostraram mais vantajosas quanto a economia obtida com a redução do consumo de energia além da melhoria na qualidade da iluminação e a vida útil de 3 a 4 vezes mais que as convencionais. Porém economicamente esta troca é inviável, pois a economia de energia estimada não é suficiente para quitar os gastos gerados com equipamentos e manutenção.

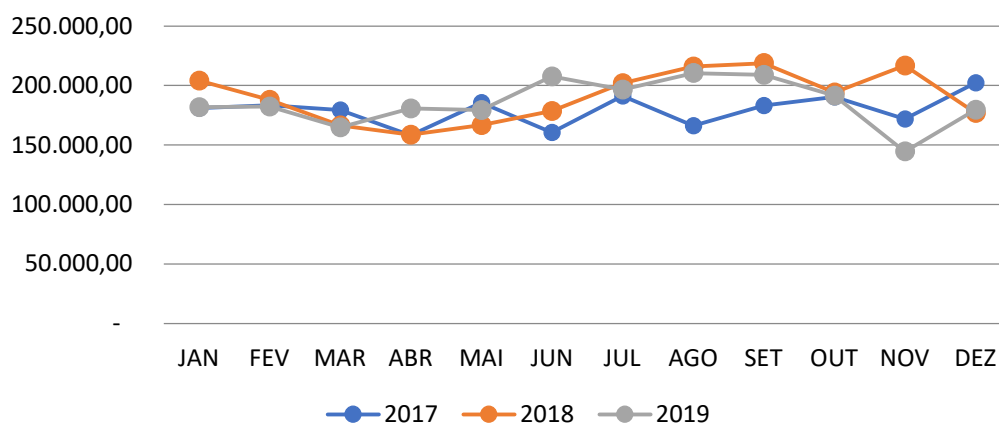
Em 2017, a prefeitura de Corumbá (MS) investiu cerca de 19 milhões de reais com a troca das lâmpadas de vapor de sódio, utilizada na iluminação pública, por lâmpadas de LED.

As lâmpadas convencionais demandavam em torno de 480 mil quilowatts/mês, com a substituição, a expectativa é de uma redução de 200 mil quilowatts/mês e uma despesa mensal média de 150 mil reais. (PREFEITURA DE CORUMBÁ, 2017).

O Portal da Transparência do Governo Federal é um site de acesso livre, onde qualquer cidadão pode encontrar informações sobre como o dinheiro público é utilizado e também sobre assuntos relacionados à gestão pública do Brasil. Desde a criação em 2004 pelo Ministério da Transparência e Controladoria-Geral da União, o site foi atualizado com novos recursos, aumentou a oferta de dados e se estabeleceu como principal instrumento de controle social. Através deste Portal, obtiveram-se as informações de consumo de energia elétrica com a iluminação pública. Dados de receitas e despesas foram adquiridos a fim de realizar uma comparação da eficiência dos gastos realizados com a troca das lâmpadas durante o ano de 2017.

Com a utilização de lâmpadas LEDs nos parques de iluminação do município, observou-se um aumento no valor da despesa do consumo de energia. A troca das lâmpadas teve início em outubro de 2017, as informações coletadas como pode ser observado no Gráfico 01, são das despesas referentes aos meses de janeiro a setembro dos anos mencionados.

Gráfico 01. Despesas do consumo de energia do parque de iluminação pública em Corumbá-MS



Fonte: Secretaria de Infraestrutura e Serviços públicos de Corumbá.

Percebe-se, no gráfico 01, certa linearidade após a substituição de lâmpadas convencionais por LEDs. Esse fato demonstra alteração nas despesas com consumo de energia elétrica entre os anos de 2018 e 2019 variando entre 150mil a 220mil reais e

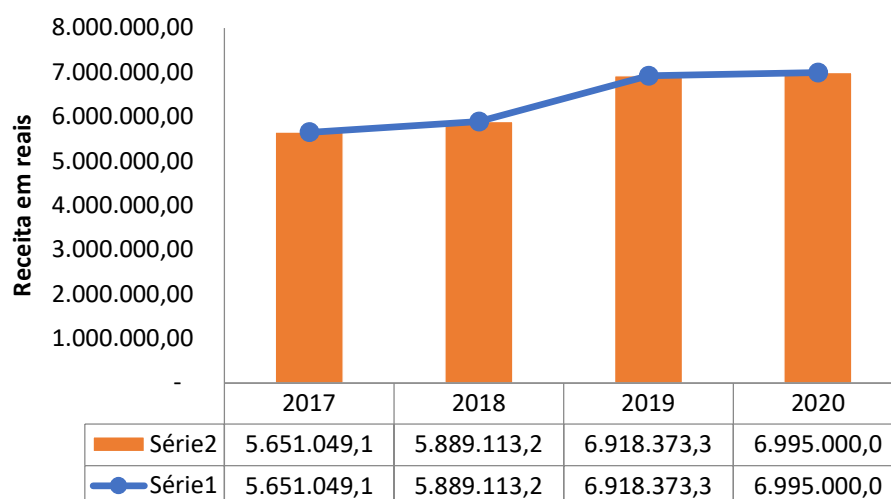
evidenciando eficiência das LEDs nesse período. O investimento na troca das lâmpadas está estimado em 25 milhões de reais.

Analisando a economia gerada na redução da despesa com energia entre os anos de 2018 e 2019 verificou-se o Pay-back financeiro desse investimento. Com base nas informações e dados fornecidos pela Secretaria de Infraestrutura e Segurança Pública, a análise do Gráfico 01 notabilizaram um retorno financeiro longo, demorado e que pode levar mais de 20 anos, e isto não inclui a troca das lâmpadas após cinco anos de uso e manutenção das mesmas.

As lâmpadas de LED são um grande avanço tecnológico e apresenta importantes benefícios ambientais, além do seu consumo de energia ser consideravelmente inferior às lâmpadas convencionais e sua durabilidade (SANTOS et al, 2015). Os benefícios agregados à funcionalidade e eficiência do LED vão além da redução de despesa, um sistema de iluminação de qualidade que transmite maior segurança ao cidadão, justifica a viabilidade das leds no município, apesar do alto custo investido na troca das lâmpadas.

O parque de iluminação pública do município ainda conta com cerca de 3 mil lâmpadas de vapor de sódio que acarretam no aumento significativo da despesa com iluminação, devido ao alto consumo demandado por esse tipo de lâmpada, como observado no ano de 2018. Ocorre também o fato do ajuste tarifário imposto pela Aneel, o qual representava em 2017, 54 centavos por 1 kWh, ter aumentado de valor em 2018 correspondendo a 80 centavos para cada 1 kWh, fator preponderante no aumento da despesa pública, em razão do ajuste da taxa b4b, e conseqüentemente no aumento da arrecadação tributária da COSIP, como mostra o Gráfico 02.

Gráfico 02. Receita oriunda da Contribuição para o Custeio de Iluminação Pública - COSIP.



Fonte: Portal da transparência da Prefeitura de Corumbá.

Dessa maneira, a equivalência dos dados obtidos mostra a eficiência da substituição das lâmpadas no primeiro ano. O potencial de geração do projeto da usina fotovoltaica visa atender a demanda de consumo de 11.263 lâmpadas leds, totalizando uma geração de energia de 200 mil kWh mês em 2022, a fim de anular as despesas mensais com o consumo de energia elétrica.

O sistema fotovoltaico simulado, diferente da substituição das lâmpadas, o qual foi possível observar o baixo retorno do investimento em curto prazo, traz inúmeros benefícios a curto e longo prazo, uma delas é o tempo de instalação, podendo após realizada a construção, anular a despesa com o consumo de energia.

10 DIMENSIONAMENTO DO GERADOR FOTOVOLTAICO

O sistema fotovoltaico tem seu desempenho medido pela Taxa de Desempenho (*Performance Ratio - PR*), que é definida como a relação entre desempenho real do sistema sobre o desempenho máximo teórico possível. Essa relação é um parâmetro para avaliar a geração de energia elétrica de dado sistema, por levar em consideração a potência real sob condições de operações e todas as perdas envolvidas, como perdas por queda de tensão devido à resistência de conector e cabeamento, sujeira na superfície do painel, sombreamento, eficiência do inversor, carregamento do inversor, *etc* (PINHO *et al* 2014).

Cavalcante (2018) realizou uma simulação de um micro gerador fotovoltaico e notou que alguns autores simplesmente utilizam como regra uma taxa de desempenho entre 75% e 80%. Logo, através da Equação 02, pode-se determinar a potência fotovoltaica que pretende suprir o consumo de energia elétrica de todo o sistema do parque municipal de iluminação pública.

$$Potência\ Total\ Painéis = \frac{Energia\ geração}{tempo\ exposição * desempenho} \quad \text{Equação 02}$$

Através da Equação 02, obteve-se o valor da potência total dos painéis. Na Figura 03 consta os dados obtidos pelo software PVsyst Simulation.

$$\text{Potência Total Painéis} = \frac{14000 \text{ kWh/dia}}{12 \text{ h/dia} * 0,8}$$

$$\text{Potência Total Painéis} = 1459 \text{ kW}$$

A informação coletada por meio da Equação 02 foi alimentada no sistema PVsystem Simulation afim de descobrir qual a melhor tecnologia compatível com o projeto a ser utilizado, levando em consideração a eficiência, o custo benefícios, dos inversores e dos módulos fotovoltaicos existentes no mercado, bem como as vantagens elétricas e também levando em consideração os benefícios da área de simulação.

Com o auxílio do software, fez se necessário 5300 módulos fotovoltaicos. Foi escolhido os módulos policristalinos 275 Wp (si-poly) do modelo GCL, por serem mais baratos e compatíveis com o projeto, identificado na Figura 03.

Figura 03. Dados fornecidos pelo software PVsyst Simulation

The screenshot displays the 'Model parameters' tab in the PVsyst Simulation software. The interface is organized into several sections:

- Basic data:** Model: GCL-P6/60GDF-275, Manufacturer: GCL, File name: GCL_P6_60GDF_275.PAN, Data source: Manufacturer 2018, Original PVsyst database, Prod. Since 2018.
- Nom. Power (at STC):** 275.0 Wp, Tol. +/- 0.0 3.0 %, Technology: Si-poly.
- Manufacturer specifications or other measurements:**
 - Reference conditions: GRef 1000 W/m², TRef 25 °C
 - Short-circuit current: Isc 9.260 A, Open circuit Voc 38.64 V
 - Max Power Point: Impp 8.780 A, Vmpp 31.33 V
 - Temperature coefficient: muIsc 4.6 mA/°C or muIsc 0.050 %/°C
 - Nb cells: 60 in series
- Internal model result tool:**
 - Operating conditions: GOper 1000 W/m², TOper 25 °C
 - Max Power Point: Pmpp 275.2 W, Temper. coeff. -0.37 %/°C
 - Current Impp 8.73 A, Voltage Vmpp 31.5 V
 - Short-circuit current Isc 9.26 A, Open circuit Voc 38.6 V
 - Efficiency / Cells area 18.20 %, / Module area 16.23 %
- Model summary:**
 - Main parameters: R shunt 350 ohm, Rsh(G=0) 1400 ohm
 - R serie model 0.28 ohm, R serie max. 0.33 ohm, R serie apparent 0.45 ohm
 - Model parameters: Gamma 0.994, IoRef 0.10 nA, muVoc -120 mV/°C, muPMax fixed -0.38 /°C

At the bottom, there are buttons for 'Show Optimization', 'Copy to table', 'Print', 'Cancel', and 'OK'.

Fonte: PVsist Simulation

11 DIMENSIONAMENTO DO INVERSOR

Nos sistemas conectados à rede, a energia elétrica gerada pelos módulos não pode ser diretamente escoada para a rede, para isso deve-se usar os dispositivos de condicionamento de potência (inversor), que converte a corrente contínua gerada pelo sistema em corrente alternada adequando-a ao modo como a eletricidade se comporta nas linhas de distribuição. (CAVALCANTE, 2018).

O sistema fornece uma lista de inversores para na simulação de usinas solares. Porém nem todos os inversores são compatíveis com a simulação do projeto. Foi utilizado o inversor mais eficiente, compatível e que se adequa a proposta de simulação, que é o modelo 4x330TS -SV Single MPPT do modelo Solarmax, com eficiência de 97,80%.

Figura 04 – Especificação do inversor compatível ao projeto

The screenshot displays the 'Main parameters' tab of the PVsyst Simulation software. The interface is divided into several sections:

- Model Information:** Model: Solarmax 4 x 330TS-SV Single MPPT; Manufacturer: SolarMax; File name: SolarMax_4x330TS_SV_Single_MPPT.OND; Data source: Manufacturer 2013; Original PVsyst database; Prod. Since 2010.
- Input side (DC PV field):**
 - Minimum MPP Voltage: 450 V
 - Min. Voltage for PNom: N/A V
 - Maximum Input Current: N/A A
 - Nominal MPP Voltage: N/A V
 - Maximum MPP Voltage: 800 V
 - Absolute max. PV Voltage: 900 V
 - Power Threshold: 1000 W
 - Contractual specifications, without real physical meaning: ? Required
 - Nominal PV Power: 2112 kW
 - Maximum PV Power: 2112 kW
 - Maximum PV Current: 2800 A
- Output side (AC grid):**
 - Grid configuration: Monophased, Triphased, Biphased
 - Frequency: 50 Hz, 60 Hz
 - Grid Voltage: 280 V
 - Nominal AC Power: 1320 kW
 - Maximum AC Power: 1360 kW
 - Nominal AC current: 2800 A
 - Maximum AC current: 2800 A
- Efficiency:**
 - Maximum efficiency: 97.80 %
 - EURO efficiency: 97.20 %
 - Efficiency defined for 3 voltages

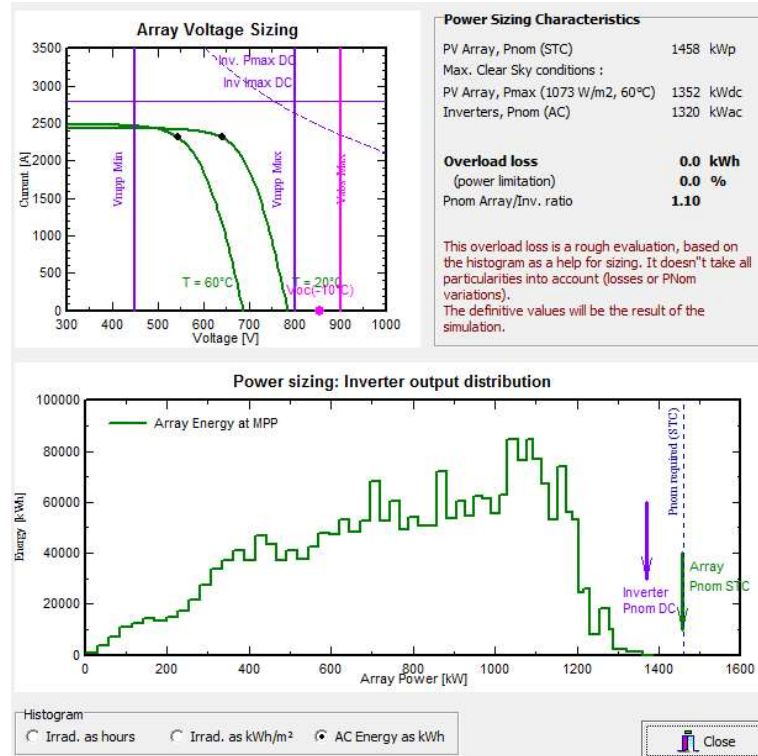
At the bottom of the window, there are buttons for 'Copy to table', 'Print', 'Cancel', and 'OK'.

Fonte: PVsist Simulation

Para fornecer o máximo de energia à rede, o inversor deve operar no ponto de máxima potência (MPP) do arranjo fotovoltaico. Como o MPP muda de acordo às condições climatológicas, o inversor deve possuir um sistema de seguimento do ponto de máxima

potência (MPPT- Maximum Power Point Tracker), que ajusta automaticamente a tensão de entrada do inversor, de acordo à tensão MPP a cada instante (SOUZA, 2013).

Figura 05 – Informações sobre o inversor da Solarmax



Fonte: PVsist Simulation

O inversor da Solarmax escolhido possui tensão de operação entre 450 e 800 V e máxima tensão de 900 V. Como pode ser analisado na Figura 05, a V_{mpp} (60°C), a V_{mpp} (20°C) e V_{oc} (10°C) estão dentro da faixa limite de tensão especificado pelo fabricante. É possível verificar também a potência nominal do inversor trabalhando na máxima potência do arranjo fotovoltaico, fornecendo o máximo de energia a rede.

12 VIABILIDADE ECONÔMICA

Segundo Goldman (2015) todas as análises econômicas e financeiras de um empreendimento ocorrem com todas as quantidades envolvidas, sejam entradas ou saídas de caixa. Sabe-se que quando a decisão de investir é relacionada apenas na análise comparativa da quantidade de recursos que entram e que saem referentes ao custeio do projeto, resultando em um retorno lucrativo, então há uma viabilização econômica e se o investimento não

proporciona fluxo de caixa negativo, a decisão de investir também é viável no âmbito financeiro. Portanto é possível concluir que um projeto é viável tanto economicamente quanto financeiramente (BEZERRA DA SILVA, 2005)

A iluminação pública do município de Corumbá, após o final do projeto do sistema de revitalização do parque de iluminação pública, previsto para termino em 2022, utilizará lâmpadas LEDs em todos os pontos de iluminação da cidade. Esse investimento tem finalidade de reduzir o consumo de energia elétrica para 200 mil kWh mês, e consequentemente redução na despesa para 150 mil reais mensais, equivalente a 1.800.000,00 reais anuais. A usina solar simulada tem a finalidade de atender esses 200mil kWh mês e dessa forma economizar 1.800.000,00 reais anuais.

O investimento necessário na construção da usina fotovoltaica que atenda a demanda de 200 mil kwh mês em Corumbá corresponde em média a R\$ 11.839.510,00 ocupando uma área total de 9.727 m². Essas informações foram obtidas quando se alimentou o software PVsystem com todas os dados pesquisados para a construção da usina, como posição dos módulos, inversores, tecnologia utilizada pelos módulos, latitude do local, clima do município etc.

Figura 06 – informações monetárias sobre a usina solar



Fonte: PVsist Simulation

A viabilidade econômica e financeira do projeto foi realizada com base nos índices da taxa mínima de atratividade, valor presente líquido e Pay-back. A taxa mínima de atratividade serve para analisar a lucratividade de retorno do projeto e também do fluxo de caixa. O valor

encontrado da taxa mínima de atratividade levou em conta três fatores: o custo oportunidade, valor correspondente a atual taxa Selic de 2,5 %, risco de negócio, equivalente a 5 %, e o prêmio pela liquidez, no valor de 5 %, valor referência na utilização de projeção de investimentos. A taxa mínima de atratividade encontrada e utilizada como parâmetro foi de 12,5 %.

Entende-se como fluxo de caixa a entrada e saída dos recursos e custos gerados pelo investimento. Utilizou-se como as entradas e saídas do fluxo de caixa, as despesas do consumo de energia equivalente aos 200 mil kWh mês, em valores monetários a despesa corresponderá a uma média mensal de R\$ 150.000,00. A receita gerada com a utilização da usina é o valor economizado no consumo dos 200 mil kWh mês que o município deixará de pagar para a empresa concessionária de energia, ou seja, o valor médio de R\$ 150.000,00 mensais. O valor anual, com o consumo de energia elétrica sem a utilização da usina e com todo o parque de iluminação pública do município utilizando led, corresponderá a uma média de R\$ 1.800.000,00.

O valor do Pay-back, ou valor do retorno do capital investido, é uma técnica utilizada nas análises do prazo de retorno do investimento de um projeto. O investimento em questão levou em consideração o Pay-back, a taxa mínima de atratividade (TMA) relacionando-a com o valor presente líquido (VPL) e a taxa interna de retorno (TIR), de maneira que se o TIR for maior que a taxa mínima de atratividade, o valor presente líquido é positivo, caso contrário o VPL é negativo e o investimento não é rentável.

Quanto aos indicadores de rentabilidade e taxa de retorno, Bezerra da Silva (2005) transmite que a taxa mínima de atratividade é a taxa de juros referente ao custo do capital, o que corresponde à rentabilidade mínima aceitável de qualquer aplicação financeira, capaz de tornar um recurso financeiro render, no mínimo, os juros equivalentes à rentabilidade das aplicações correntes e de pouco risco (EDUARDO *et al*, 2015).

13 ANÁLISES DOS RESULTADOS

Com o intuito de esclarecer os questionamentos levantados neste trabalho, foram analisadas as condições do investimento, no município de Corumbá, como consta na Tabela 02. Para isto, foram considerados a TMA correlacionando com o VPL e a TIR.

Tabela 02. Condições do investimento com TMA de 12,5% e valor de \$ 11.839.510,00

Valor do investimento \$ 11.839.510,00

TMA		12,50%	
Período (anos)	TIR	VPL	
5	-8%	-R\$	5.430.486,99
10	8%	-R\$	1.873.934,53
15	13%	R\$	99.699,42
20	14%	R\$	1.194.926,05

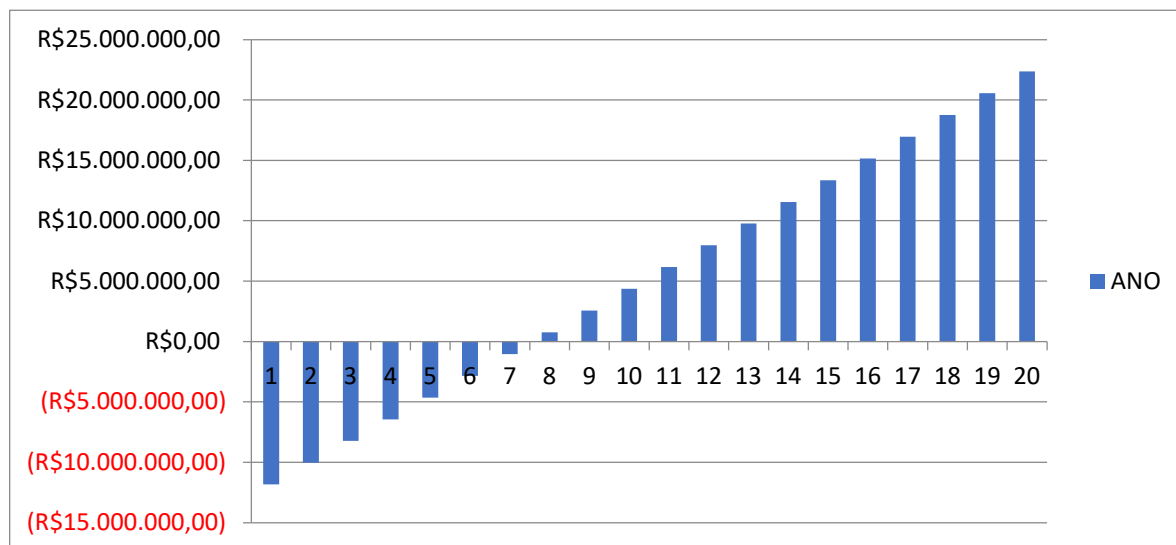
Fonte: Elaborado pelo autor.

O VPL, quando positivo, representa que o projeto estará gerando mais caixa que o necessário para quitar o capital de terceiros e fornecer um retorno aos acionistas. Contudo, em caso de VPL negativo, a empresa não terá retorno e ainda perderá valor (BRIGHAM; GAPENSKI; EHRHARDT, 2001).

Na tabela 02 o VPL do investimento, após 15 anos, apresenta valor presente líquido maior que zero e taxa interna de superior a TMA. Esse fato evidencia a lucratividade da usina solar. Ademais, esse investimento gera fluxos de caixa favoráveis no momento da sua implantação. Isso ocorre devido à imediata redução da despesa com a empresa concessionária, sendo essa despesa convertida em economia para o município. Portanto, o investimento pode ser considerado viável economicamente e financeiramente. Foram utilizados valores fixos no fluxo de caixa, esse fato pode sofrer alterações conforme a variação da taxa Selic, dependendo da saúde econômica do país e ajustes tarifários feitos pela Aneel também pode influenciar no aumento ou diminuição desse valor.

O Pay-back desconsidera o valor do dinheiro no tempo e o valor dos demais fluxos de caixa após o período de retorno (ALVEZ, 2013). Embora o projeto tenha VPL negativo ao longo de 10 anos, o retorno do capital investido pode acontecer antes mesmo do VPL obter saldos positivos.

Gráfico 03. Investimento na simulação da usina solar.



Fonte: Elaborado pelo autor.

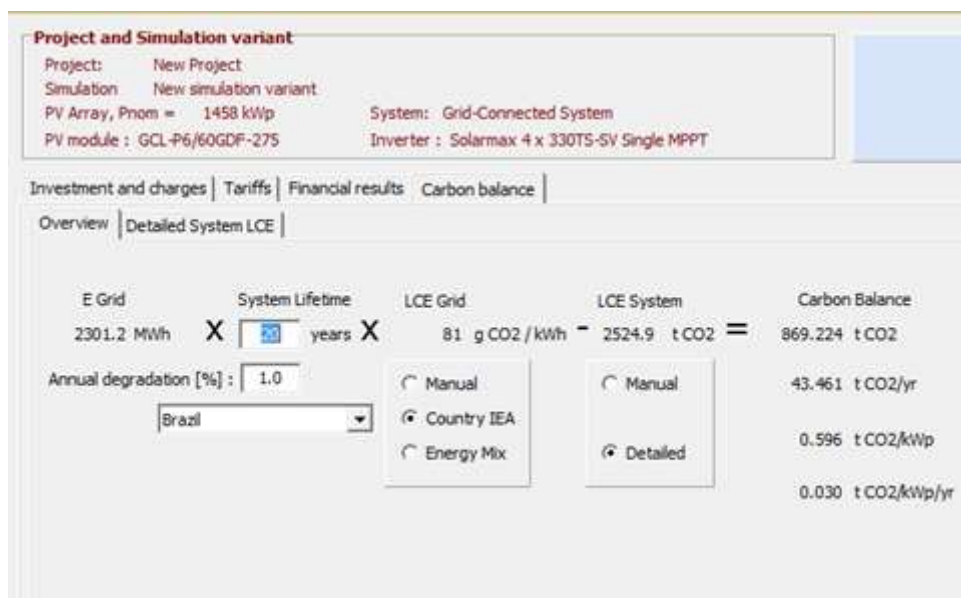
O Gráfico 03 evidencia o Pay-back do investimento e também mostra a viabilidade financeira do projeto ao longo de 20 anos, tempo este necessário para ser realizada a primeira manutenção nos equipamentos da usina fotovoltaica. O retorno do capital investido, Pay-back, acontece no 8º ano. Após esse período, o fluxo de caixa aumenta e o valor presente líquido torna-se positivo. A economia gerada no projeto de usina fotovoltaica pode reduzir o valor da contribuição para custeio do parque de iluminação pública.

O projeto pode reduzir o tributo cobrado na conta de energia em até 28,3% em total consonância com o que preceitua a lei de responsabilidade fiscal no artigo 14, o qual disserta sobre renúncia de receita. Foi utilizado como parâmetro na porcentagem de uma possível redução do tributo, a média das receitas adquiridas no período entre 2017 e 2020, o equivalente a R\$ 6.363.388,90. A usina solar pode gerar uma receita para o município de R\$ 1.800.000,00, quando as lâmpadas leds estiverem operando nos pontos de iluminação pública de toda a cidade. Com base nisso foi possível obter, através da propriedade fundamental das proporções, grandezas e medidas, a porcentagem de 28,3% que poderá ser renunciada, caso o projeto da construção da usina fotovoltaica fosse fonte de projeto de lei que vise reduzir o tributo COSIP da contra de energia.

O software PV syst Simulation calculou a redução de emissão de gases poluentes na atmosfera quando o mesmo foi alimentado com informações sobre a usina solar simulada. O potencial do projeto tem geração anual de energia equivalente a 2301.2 MWh, com isso foi possível obter a redução de gases poluentes em um período de 20 anos que correspondeu a

869.224 toneladas de CO₂, o equivalente a preservação de uma área ambiental de 90 mil metros quadrados, ou 9 campos de futebol.

Figura 07 – Redução de emissão de gás carbônico na atmosfera



Fonte: PV Syst simulation

Vale ressaltar que o software PVsyst Simulation, após a finalização da simulação, emite um arquivo pdf informando todas os equipamentos, tecnologias, performance do sistema e dos aparelhos utilizados, valores dos painéis fotovoltaicos, geradores, inversores além de fornecer dados referentes a emissão de poluentes na atmosfera, e possíveis perdas energéticas devido as adversidades climáticas da região e a eficiência do sistema.

14 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esta pesquisa analisou a possível utilização de uma usina solar que estaria ligada a rede com o intuito de reduzir o COSIP utilizando de algumas ferramentas, como o software PVsyst Simulation, verificou-se a viabilidade técnica e financeira da instalação de uma usina solar no município de Corumbá.

A usina fotovoltaica traz uma série de benefícios ao município de Corumbá e ao meio ambiente, como demonstram os resultados obtidos pelo programa PV system. Através desse sistema foi possível notar o valor do investimento necessário para a sua implantação na cidade, o qual foi inferior ao valor do investimento na troca das lâmpadas convencionais por

led e possui viabilidade econômica e financeira mais eficiente que o projeto de revitalização, onde o custo correspondeu a mais de 20 milhões de reais ao município.

Os dados obtidos apontam a possibilidade da renúncia de receita. Os mecanismos contidos na Lei de Responsabilidade Fiscal (LRF), em seu artigo 14, permitem a renúncia de receita caso um projeto de lei seja aprovado pela câmara municipal e que comprove a eficiência e viabilidade econômica da usina solar. A renúncia de receita pode reduzir a contribuição municipal em até 28,3% da conta de energia dos contribuintes da cidade de Corumbá. Esse fato, por sua vez, gera uma situação favorável ao contribuinte de Corumbá que terá a cidade utilizando de sistemas inteligentes e integrados na geração de energia, como a usina fotovoltaica e a utilização de led na iluminação pública tornando o imposto pago mais valorizado.

A usina simulada tem potencial de retorno financeiro a partir de 8 anos de uso, o Pay-back pode variar conforme mudanças ocorridas pelas oscilações da economia do país. A partir desta usina, será possível reduzir 869 toneladas de CO₂ por ano na atmosfera, comprovando a geração de energia limpa e renovável. Além disto, a redução do COSIP poderá ser realizada já que a usina solar projetada poderá suprir toda a energia utilizada na iluminação pública do município.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANEEL. Agência Nacional de Energia Elétrica. (2015). **Energia Hidráulica**. Disponível em <http://www.aneel.gov.br/arquivos/PDF/atlas_par2_cap3.pdf>. Acesso em novembro de 2019.

BEZERRA DA SILVA, M. **Planejamento Financeiro para o Setor da Construção Civil**. Texto Técnico 11 (TT/PCC/11). São Paulo:EPUSP, 1995.

BRANCO, J. C. **A Contribuição de Iluminação Pública: uma análise segundo o Ordenamento Jurídico/Tributário Brasileiro**. Revista Interdisciplinar de Direito. Rio de Janeiro. v.12, n.2, 2015.

BRASIL. Constituição (1988). **Constituição da República Federativa do Brasil**. Artigo 21, XII, “b”; 30, V.

CAVALCANTE, R. C. **Análise da utilização de energia fotovoltaica na iluminação pública no Parque Sólon de Lucena**. Revista Especialize On-line IPOG. Goiânia, v.01, n.15, 2018.

CONCEIÇÃO, E. **Economia de MS**. Subsecretaria de Comunicação (Subcom). Disponível em <<http://www.ms.gov.br/a-economia-de-ms/>>. Acesso em setembro de 2019.

CRESESB. **Centro de Referência para as Energias Solar e Eólica Sérgio de Brito**. Disponível em <<http://www.cresesb.cepel.br/index.php#data>> Acesso em maio de 2020.

EPE, EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. **Consumo de energia no Brasil: análises setoriais**. Rio de Janeiro: EPE, 2014.

FERREIRA, E. A. **Estudo de viabilidade econômica para instalação de LEDs e sistemas fotovoltaicos na iluminação pública da praça do Viva Angelim**. 64p. Monografia. Universidade Federal do Maranhão. 2018.

GOLDMAN, P. **Viabilidade de Empreendimentos imobiliários: modelagem técnica, orçamento e risco de incorporação** /Pedrinho Goldman. – São Paulo:Pini 2015.

LOPES, A. T. **Despesas públicas sob a ótica da Lei de Responsabilidade Fiscal: Município de Pacaraima-RR, exercício financeiro de 2014**. Revista de Administração de Roraima-UFRR. Boa Vista. v.7, n.1, 2017.

PINHO, J. A. G. **Investigando portais de governo eletrônico de estados no Brasil: muita tecnologia, pouca democracia**. Revista de Administração Pública. Rio de Janeiro. v.42, n.3, 2008.

PINHO, J. T.; GALDINO, M. A. **Manual de engenharia para sistemas fotovoltaicos**. Rio de Janeiro. CEPEL-CRESESB, p 293-349, 2014.

PREFEITURA DE CORUMBÁ. Portal da Transparência. Disponível em <<http://swb.corumba.ms.gov.br:8079/transparencia>> Acesso em setembro de 2019.

PREFEITURA DE CORUMBÁ. **Ruiter aciona primeiro trecho de iluminação pública com LED**. Disponível em <<https://www.corumba.ms.gov.br/ruiter-aciona-primeiro-trecho-de-iluminacao-publica-com-led/>> Acesso em setembro de 2019.

ROBERTO, T. J; SCHULTZ, E. L. **Estudo comparativo de sistemas de iluminação pública: lâmpadas LED, lâmpadas de indução e lâmpadas a vapor de sódio.** Revista Técnica-Científica. 2017.

SANTOS, T. S. *et al.* **Análise da eficiência energética, ambiental e econômica entre lâmpadas de LED e convencionais.** Revista Engenharia sanitária e ambiental, v. 20, n. 4, p. 595-602, 2015.

SOUZA, R. **Os sistemas de energia solar fotovoltaica** - Livro digital de introdução aos sistemas solares. São Paulo: BlueSol energia solar, 2013.

STOCKO, J. L.; LAZZARETTI, J.; SANTOS, M. W. C. **Estudo de caso comparativo entre uma luminária led e uma luminária convencional à vapor de sódio.** Curitiba, 2013. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Engenharia Industrial Elétrica). Universidade tecnológica federal do Paraná, p. 20, 2013.

TV MORENA. **Energia elétrica fica mais cara a partir desta segunda-feira em MS; 12,48% de reajuste.** Disponível em <<https://g1.globo.com/ms/mato-grosso-do-sul/noticia/2019/04/08/energia-eletrica-fica-mais-cara-a-partir-desta-segunda-feira-em-ms-1248percent-de-reajuste.ghtml>> Acesso em novembro de 2019.

BRIGHAM, Eugene F.; GAPENSKI, Louis C.; EHRHARDT, Michael C. **Administração Financeira Teoria e Prática.** São Paulo: Atlas, 2001.

ALVEZ. Inácio Torres; GONÇALVES, Olavo D. **As contribuições do valor presente líquido, da taxa interna de retorno, do payback e do fluxo de caixa descontado para avaliação e análise de um projeto de investimento em cenário hipotético.** Revista Universitas Gestão e TI. v. 3, n. 1, p. 85-95, jan./jun. 2013.