

## **ESTUDO DE VIABILIDADE PARA IMPLANTAÇÃO DE UM SISTEMA GERADOR DE ENERGIA FOTOVOLTAICA PARA A PREFEITURA DE PORTO VERA CRUZ**

**ANELIA FRANCELI STEINBRENNER**

ESCOLA DE GESTÃO E NEGÓCIOS - UNIVERSIDADE DO VALE DO RIO DOS SINOS (UNISINOS)

**PAULO EDUARDO SEIMETZ**

INSTITUTO FEDERAL FARROUPILHA

**NUVEA KUHN**

INSTITUTO FEDERAL FARROUPILHA

**IVETE APARECIDA PATIAS**

INSTITUTO FEDERAL FARROUPILHA

### **Introdução**

A preocupação ambiental, um dos pilares do desenvolvimento sustentável, é crescente em vários países (ROMEIRO, 2012). As fontes de energias renováveis estão em ascensão como uma alternativa para o mercado global, mesmo que ainda discretas no contexto da matriz energética (JARDIM, 2007). O Brasil ocupa muito pouco do seu potencial fotovoltaico e se mantém dependente da energia gerada por meio de sistemas hídricos, ou seja, 60% da produção nacional é originária desse sistema. Para Fadigas (2004), a energia fotovoltaica trata-se de uma fonte de energia renovável gerada através da irradiação solar

### **Problema de Pesquisa e Objetivo**

Questão de estudo: Há viabilidade técnica, ambiental, econômico-financeira e legal para realizar o investimento em um sistema gerador de energia fotovoltaica no município de Porto Vera Cruz/RS? Definiu-se como objetivo geral identificar se há viabilidade técnica, ambiental, econômico-financeira e legal de um sistema gerador de energia fotovoltaica, conectado à rede, para a Prefeitura de Porto Vera Cruz.

### **Fundamentação Teórica**

O termo Triple Bottom Line, no português conhecido como Tripé da Sustentabilidade, foi uma expressão criada em 1994 por John Elkington, que trabalhou a sustentabilidade em três perspectivas principais: ambiental, econômico e social. Sob essas premissas as empresas devem interagir com a sustentabilidade para buscar mercados estáveis, nesse sentido, em suas ações devem caminhar rumo ao desenvolvimento sustentável (ELKINGTON, 2001). Segundo Sartori et al (2014), sob as perspectivas do Tripé da Sustentabilidade, no contexto das empresas, o desenvolvimento sustentável é o objetivo a ser alcançado.

### **Metodologia**

A presente pesquisa é aplicada, análise descritiva, um estudo de caso, junto a Prefeitura municipal de Porto Vera Cruz, com cunho de análise qualitativa dos resultados das contas de energia e dos orçamentos obtidos. Foram coletados dados por meio de entrevistas e documentos e compilados com a ferramenta excel.

### **Análise dos Resultados**

Com a implantação do projeto considerando todos os gastos para a execução, o investimento necessário é de R\$82.910,00. Se for com recursos da prefeitura já no primeiro ano ocorre uma redução alta de saída de dinheiro, com recursos de terceiros, mesmo que inferior, já apresenta redução de saídas de dinheiro. Os resultados do PBD, VPL e TIR com recursos próprios, para a vida útil de 40 anos, terá uma economia de R\$ 421.661,41, que é o VPL do projeto, uma recuperação em 3,8 anos e TIR de 33,20%. Com uso de capital de terceiros o VPL fica em R\$344.245,94, um PBD de 7,83 anos e TIR de 21,22%.

### **Conclusão**

Considerando as ferramentas utilizadas, com o apoio especializado para realizar a projeção técnica dos equipamentos e do financiamento, o embasamento em séries históricas de dados para projeção do futuro e a aplicação dos cálculos embasados na teoria, conclui-se que a implantação de um sistema gerador de energia fotovoltaica para prefeitura de Porto Vera Cruz, considerando os resultados projetados, atende à viabilidade, positiva, do projeto em todos os sentidos: técnica, ambiental e social, econômico-financeira e legal.

### **Referências Bibliográficas**

ELKINGTON, J. Canibais com garfo e faca. São Paulo: Makron Books, 2001. GITMAN, Lawrence J. Princípios de Administração Financeira. 12 ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2015. HAIR, Joseph F. et al. Fundamentos de métodos de pesquisa em administração. Porto Alegre: Bookman, 2005. JARDIM, C. S. A inserção da geração solar fotovoltaica em alimentadores urbanos enfocando a redução do pico de demanda diurno. 2007. 148 p. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2007. SARTORI, Simone. LATRÔNICO

### **Palavras Chave**

Fotovoltaica, Sustentabilidade, Viabilidade

### **Agradecimento a órgão de fomento**

Agradecemos ao Instituto Federal Farroupilha (IFFar), instituição que estamos vinculados.

# **ESTUDO DE VIABILIDADE PARA IMPLANTAÇÃO DE UM SISTEMA GERADOR DE ENERGIA FOTOVOLTAICA PARA A PREFEITURA DE PORTO VERA CRUZ**

## **1 INTRODUÇÃO**

A preocupação ambiental, um dos pilares do desenvolvimento sustentável, é crescente em vários países (ROMEIRO, 2012). Consequências disso, as fontes de energias renováveis estão em ascensão como uma alternativa para o mercado global, mesmo que ainda discretas no contexto da matriz energética (JARDIM, 2007).

O Brasil ocupa muito pouco do seu potencial fotovoltaico e se mantém dependente da energia gerada por meio de sistemas hídricos, ou seja, 60% da produção nacional é originária desse sistema. As variâncias climáticas, muitas vezes, causam colapsos nos reservatórios dos rios, que acarretam em dificuldades para suprir a demanda energética, logo, exige o acionamento de termelétricas. Como consequência disso surge os aumentos tarifários nas contas de energia do consumidor final (ARAÚJO, 2017).

Diferente de muitos países, o Brasil apresenta uma matriz energética representada por fontes de energias renováveis, que, no ano de 2020, representaram 78,3% de toda produção nacional. Esse percentual está associado em 60% com a geração hidráulica, 8,5% eólica, 8,3% biomassa e 1,5% solar (ABSOLAR, 2020). A energia elétrica, produzida pelo sistema hidráulico, é a principal fonte de geração do país, que surgiu como consequência das abundantes bacias hidrográficas disponíveis em seu território. Fato é que a instalação desse tipo de sistema demanda de grandes investimentos, prejudica a fauna e a flora e depende dos níveis dos rios para manter a produção constante, caso contrário, é necessário o acionamento das termelétricas, que desfecha no aumento tarifário (ARAÚJO, 2017). Com esse cenário, surge como alternativa os sistemas de energia fotovoltaica, que tem demonstrado diversos benefícios econômicos, sociais e ambientais quando instalado (BARBOSA et al, 2007).

Para Fadigas (2004), a energia fotovoltaica trata-se de uma fonte de energia renovável gerada através da irradiação solar. Seu produto se origina da conversão da luz solar em energia, através do efeito fotovoltaico. É uma fonte de energia limpa, que não polui, e se origina de uma inesgotável fonte, o Sol.

Diante do potencial fotovoltaico no país, neste estudo pretende-se responder a seguinte problemática: Há viabilidade técnica, ambiental, econômico-financeira e legal para realizar o investimento em um sistema gerador de energia fotovoltaica no município de Porto Vera Cruz/RS?

Para tal, definiu-se como objetivo geral identificar se há viabilidade técnica, ambiental, econômico-financeira e legal de um sistema gerador de energia fotovoltaica, conectado à rede, para a Prefeitura de Porto Vera Cruz, e como objetivos específicos: Identificar o perfil de consumo de energia elétrica nas edificações da Prefeitura; Avaliar o potencial necessário para suprir a demanda elétrica do órgão público municipal; analisar orçamentos de investimentos para a instalação de um sistema gerador de energia fotovoltaica; Avaliar legislação vigente; Calcular indicadores financeiros, em caso de redução; Identificar possíveis ganhos ambientais e sociais com a implantação do projeto, com o intuito de propor o investimento na geração deste tipo de energia como mais uma marca sustentável para a municipalidade.

Neste sentido, para Utsunomiya et al (2010), o desenvolvimento sustentável se apoia em três pilares clássicos: viabilidade econômica, consciência ambiental e responsabilidade social. Diante do panorama apresentado, com relação ao modelo de abastecimento do país, e sob as perspectivas ambientais, econômicas e sociais, uma das possíveis soluções que se apresenta para investimento no município de Porto Vera Cruz é o aproveitamento da energia solar através de um sistema fotovoltaico conectado à rede.

Para a realização deste estudo, utilizou-se de uma pesquisa aplicada, descritiva, e qualitativa (HAIR, JR. et al, 2005). No que tange a abordagem qualitativa, a unidade de estudo de caso consistiu na Sede Administrativa do Poder Executivo e Legislativo Municipal, localizada na Avenida Humaitá, 672, no centro do município de Porto Vera Cruz. O levantamento dos dados foi realizado por meio de questionamentos aos gestores da Prefeitura de Porto Vera Cruz e da Instituição Financeira que disponibiliza linha de crédito. Também foi realizada uma análise das contas de energia coletadas, bem como as projeções referentes ao período que se utilizou os valores pagos, considerando-se os meses de outubro de 2019 a setembro de 2020.

A coleta de informações aconteceu com base em documentos do ente público, às contas de energia elétrica junto à concessionária. As informações serviram como base para a análise qualitativa, que foi compilada em planilhas de *Excel*. Quanto ao orçamento do sistema gerador de energia elétrica, foi realizado com interveniência, gratuita, de empresa especializada na área. Os dados para simulação de contratação de operação de crédito, foram coletados através de contato telefônico com instituição financeira que disponibiliza linha de crédito para instituições públicas. Destaca-se a importância deste estudo, uma vez que a cúpula das organizações busca por alternativas de desenvolvimento sustentável.

## **2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA**

### **2.1 SISTEMAS SOLARES FOTOVOLTAICOS E DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL**

O sistema fotovoltaico é um método de transformar (converter) a energia do sol em energia elétrica. Esse tipo de sistema capta a luz solar produzindo corrente elétrica. Por meio dos dispositivos controladores e conversores a luz é processada em energia podendo ser armazenada em baterias ou utilizada diretamente em sistemas conectados à rede. O autor associa a energia solar fotovoltaica como a fonte energética que mais cresce em todo o mundo. Um sistema que pode ser instalado em telhados ou junto ao solo e de forma prática, com a insolação, produzirá energia. Ademais, conforme o autor, esse tipo de energia permite suprir a demanda de energia em lugares isolados, em que não chega à rede de luz ou também pode ser realizado o procedimento de compensação, com a produção paralela à rede elétrica da concessionária (VILLALVA, 2012).

A energia solar no Brasil foi impulsionada recentemente, a menos de uma década. A Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) regulamentou a geração distribuída de energia somente em abril de 2012, através da Resolução Normativa nº 482/2012, que foi um impulso para o segmento fotovoltaico (BRASIL, 2012).

Em 2015, a ANEEL publicou a Resolução Normativa nº 687/2015, que acrescentou vantagens para microgeradores. Para Dantas e Pompermayer (2018), essa resolução atribuiu a possibilidade de geração distribuída conjunta, ou seja, a energia que é gerada através do sistema fotovoltaico pode ser dividida entre várias residências que façam parte da mesma área de concessão. Ademais, a normativa ampliou a validade dos créditos de energia, que passaram de 36 meses para 60 meses, aumentou a potência máxima de geração por unidade de 1 MW para 5 MW e ainda houve a simplificação do processo de adesão para conectar a geração distribuída à rede de distribuição. Os resultados das resoluções do país foram percebidos com os avanços na capacidade de geração de energia solar. Conforme nota publicada pelo Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA) (2019), em dois anos, ou seja, entre 2016 e 2018, a capacidade de energia solar no Brasil avançou mais de 10 vezes,

nesse sentido, a representação da energia solar dentro da matriz energética nacional passou 0,1% para 1,4%, entre os anos citados.

Goldemberg e Lucon (2007) apontaram que a matriz elétrica brasileira é representada na maior parte pela base da geração através de usinas hidroelétricas, que utilizam os abundantes recursos hídricos do país para transformação em energia elétrica. A dependência desse método de geração de energia não pode ser utilizada para barrar formas mais acessíveis de desenvolvimento sustentável, pois as hidrelétricas demandam de grandes investimentos, impactos e tempo para implantação (ABRAMOVAY, 2012).

Pela perspectiva de Mülfarth (2002), há discordâncias quando se discute sustentabilidade, pois, ela é compreendida por humanos que tem interesse em se apropriar dos recursos naturais, muitos deles finitos. Apesar das controvérsias, a definição da maneira de exploração dos recursos naturais é essencial para estabelecer perspectivas futuras da utilização de fontes de recursos renováveis ou não, de forma mais racional, com bases sustentáveis.

Ainda, segundo Veiga (2008), em toda a esfera do desenvolvimento, apesar de importante, não se deve olhar somente para o aspecto do crescimento econômico para nortear as decisões e estruturar ações. O desenvolvimento sustentável vai muito além da mudança quantitativa, ao passo que ele também é qualitativo, devendo ter uma atenção com todo o contexto na estruturação das políticas de desenvolvimento.

O termo *Triple Bottom Line*, no português conhecido como Tripé da Sustentabilidade, foi uma expressão criada em 1994 por John Elkington, que trabalhou a sustentabilidade em três perspectivas principais: ambiental, econômico e social. Sob essas premissas as empresas devem interagir com a sustentabilidade para buscar mercados estáveis, nesse sentido, em suas ações devem “caminhar” rumo ao desenvolvimento sustentável (ELKINGTON, 2001). Neste sentido, “em essência, o desenvolvimento sustentável é multidimensional, incorpora diferentes aspectos da sociedade, buscando a proteção ambiental e manutenção do capital natural para alcançar a prosperidade econômica e a equidade para as gerações atuais e futuras” (SARTORI et al., 2014; apud KELLY et al., 2004).

Nesta mesma linha, Utsunomiya et al, (2010) reforçaram que trata-se de um conceito sistêmico, relacionado com a preservação constante dos aspectos econômicos, sociais, culturais e ambientais da sociedade humana. Pois pressupõe a exploração dos recursos naturais finitos de forma a garantir a sua continuidade e isso envolve: parcimônia, economia, eficiência, reuso, reciclagem e descarte adequado. Esse ciclo nem sempre é observado pela sociedade e organizações. A produção excessiva de lixo e poluição, o desperdício dos recursos naturais escassos e a destruição de ecossistemas essenciais à manutenção da vida são os efeitos colaterais do desenvolvimento econômico com o foco apenas consumo, ao invés da visão sistema do nosso ambiente em que estamos inseridos.

A perspectiva social é descrita através da presença humana na Terra. Ao analisar o contexto social considera-se o bem-estar e a qualidade de vida humana. Já do ponto de vista econômico os autores consideram as alocações e gestão dos recursos e os investimentos realizados. A perspectiva econômica busca equilibrar o desenvolvimento sustentável mantendo a empresa competitiva no mercado, com práticas ambientalmente corretas e socialmente justas. Na perspectiva ambiental o foco é os impactos das atividades humanas sobre o meio ambiente. As ações para atender as premissas ambientais vão desde a redução da utilização de combustíveis fósseis, adoção de políticas de conservação de energia e recursos naturais e da própria substituição de alternativas ambientalmente mais eficientes para o ecossistema (PEREIRA; SILVA; CARBONARI, 2011).

Sob as perspectivas do Tripé da Sustentabilidade, no contexto das organizações e empresas, o desenvolvimento sustentável é o objetivo a ser alcançado, e a sustentabilidade, através das ações, é o caminho para ele ser atingido (SARTORI, et al., 2014).

## 2.2 ANÁLISE DE VIABILIDADE ECONÔMICA DO INVESTIMENTO

A análise de viabilidade de decisões de investimento fornece aos gestores embasamentos por meio da utilização de avaliação econômica, com o objetivo de apurar o resultado e a atratividade das aplicações de capital. Bem como, as propostas de investimento de capital, para serem aceitas, devem oferecer um retorno mínimo definido pela organização e estes devem ser analisados pelos métodos de análise de investimentos (ASSAF NETO; LIMA, 2010). A partir da utilização da análise do Fluxo de caixa (FC) de um projeto de investimento, os autores sugerem diversos métodos de análise econômica. Neste estudo, além da ferramenta de FC, usou-se o método de análise de investimento *Payback Descontado (PBD)*, Valor Presente Líquido (VPL) e a Taxa Interna de Retorno (TIR).

Ainda de acordo com os autores já citados no tópico anterior, o FC apresenta os recebimentos e pagamentos realizados pela organização/empresa em caixa, assim como seus investimentos e financiamentos, indica o ocorrido no período sobre entradas e saídas de dinheiro do caixa e ainda proporciona uma visão mais clara para o gestor financeiro realizar um planejamento financeiro eficaz. Para Braga (1989, p. 279) “A estimativa dos fluxos de pagamentos e de recebimentos, distribuídos durante a vida útil do projeto, constitui o ponto de partida do orçamento de capital”.

Segundo Ross (2015), o PBD consiste na prática de descontar as entradas de caixa do investimento inicial até que o investimento se iguale a zero, após esse período o investimento começa a dar retorno para empresa. Groppelli e Nikbakht (2006) definiram o *Payback* como o período que um investimento leva para ser completamente recuperado, desta maneira se o período estimado para o retorno estiver dentro do aceitável pela organização, o projeto poderá ser desenvolvido, pois trará benefícios.

O VPL consiste na avaliação do fluxo de caixa (FC) ao longo dos períodos. Neste cálculo se compara se as entradas são maiores que o custo inicial do projeto, assim, percebendo se o projeto é rentável ou não. Esta técnica de orçamento capital consiste em transmitir o retorno mínimo que um projeto deve ter para não fazer com que a empresa perca valor no tempo, nesse sentido, é estipulada uma taxa específica, chamada de taxa de desconto ou de custo de oportunidade (GITMAN, 2010).

Groppelli e Nikbakht (2006) afirmam que a Taxa Interna de Retorno (TIR) é uma métrica para identificar a taxa de rentabilidade. A TIR é uma taxa de desconto, que iguala o VPL a zero. Projetos que apresentam valor de TIR inferior ao custo de capital devem ser rejeitados, enquanto projetos que apresentam TIR superior ao custo de capital devem ser aceitos. Conforme Gitman (2010), a TIR possivelmente é uma das técnicas mais sofisticadas de orçamento capital. Segundo o autor, essa taxa oferece resultados que indicam sobre a aceitação/rejeição de um projeto. Quando os critérios são analisados a TIR é capaz de expressar se o investimento garantirá que a organização receberá o retorno esperado.

Conforme ROSS (2015, p. 1160), "o custo de capital é a taxa mínima de retorno exigido para empreender um projeto. Também chamada de retorno exigido". Gitman (2010), atribui o custo de capital como a taxa de retorno mínimo que o investimento em um projeto deve ter para manter o valor de mercado. Conforme o autor, o custo de capital utilizado deve manter o valor abaixo da TIR para um projeto ser atrativo. "O custo de capital é a taxa mínima de retorno exigido para empreender um projeto. Também chamada de retorno exigido" (ROSS, 2015, p. 1160). Portanto, se o projeto apresenta resultado inferior ao custo de capital o investimento apresenta resultados insatisfatórios e não deve ser aceito.

### 3 DISCUSSÃO

O presente estudo resultou na análise de viabilidade para o investimento em um projeto gerador de energia fotovoltaica para a Prefeitura de Porto Vera Cruz. O intuito foi apresentar a viabilidade técnica, econômico-financeira, ambiental e legal do investimento para aplicá-lo na Prefeitura. Na projeção para produção foi utilizada uma produção superior ao gasto do ano de 2019/2020, de aproximadamente 23%, ou seja, neste período em média, a Prefeitura consome 1.867,4 KWh/mês, porém, na projeção do sistema foi considerado um consumo médio mensal de 2.296,9 KWh, em razão de possíveis aquisições de equipamentos elétricos que possam aumentar o consumo de energia elétrica na unidade caso deste estudo.

Do ponto de vista ambiental, a energia solar, é uma alternativa para reduzir a demanda por outras fontes geradoras de energia, que, por vezes, prejudicam mais o meio ambiente. Vive-se em um momento que se preza a sustentabilidade, com formas de prover condições para agredir menos o meio ambiente para preservar o futuro do planeta. O intuito é de se aproveitar de maneira inteligente os recursos naturais, por isso a energia solar está em voga, uma energia limpa e renovável e que atrai cada vez mais adeptos, além da questão financeira, que também trazem ganhos. A adesão por esta alternativa torna as organizações e pessoas mais próximas de obterem independência energética, usufruindo de um método limpo e renovável que é gratuito e comum a todos. Ao mesmo tempo, demonstra a consciência ambiental do ente público, refletindo em sua imagem perante a sociedade, o que agrega valor e aumenta a sua visibilidade.

Conforme a calculadora de emissão de gás carbônico IDESAM (2021), considerando um consumo médio de 2.295 kWh/mês, com a aplicação do presente estudo, a Prefeitura acaba por reduzir a emissão de gás carbônico para produção de energia em 1,41 toneladas/ano, o que equivale a compensação de 4 árvores/ano em floresta. Os números parecem baixos, porém, se aplicar em uma escala maior percebe-se a proporção dos ganhos desse tipo de sistema. Em 10 anos seriam 40 árvores para compensar a emissão de CO<sub>2</sub> gerados somente por um prédio, que é o da unidade de caso, o que demonstra a importância da adequação por sistemas mais limpos e sustentáveis.

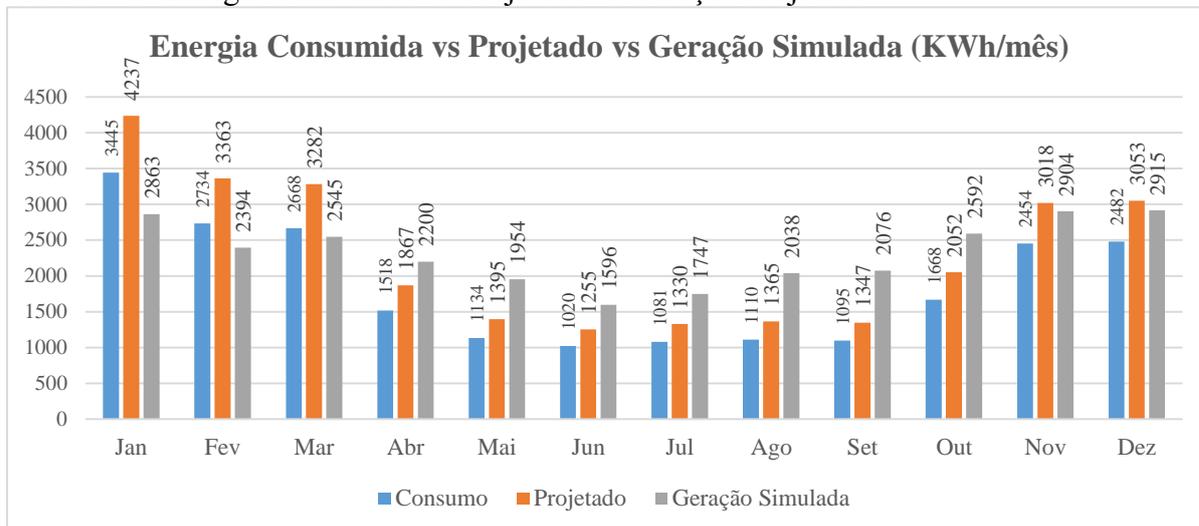
No aspecto social, com a implantação de um sistema gerador de energia fotovoltaica, após alcançar o retorno sobre o investimento, a Prefeitura terá somente o desembolso de disponibilidade da rede, de aproximadamente R\$ 91,00. Logo, reduzirá seu gasto mensal de energia elétrica, o que pode significar disponibilidade de recursos para serem aplicados em ações sociais e ambientais, que acarretam em ganhos positivos para esta e futuras gerações e ajuda no equilíbrio do meio ambiente, devido a utilização de energia renovável, demonstrando essa responsabilidade social que ajuda a todos na comunidade. O fato de implementar o sistema, muitas vezes, pode funcionar como um projeto piloto e influenciar famílias e empresas de Porto Vera Cruz a investirem em sistemas de energias limpas e renováveis.

Para elaboração dos aspectos técnicos correspondentes ao sistema, contou-se com a intermediação, gratuita, de uma empresa que trabalha com o segmento fotovoltaico o qual estruturou o gráfico 1 com o atual consumo de energia, uma projeção de consumo futuro e de geração futura de energia.

Todo o sistema foi projetado visando produzir a energia necessária para autonomia energética da unidade de caso, devendo a mesma arcar somente com o custo de disponibilidade. Conforme a Resolução Normativa nº 414 de 2010, o custo de disponibilidade detém valores variados, que dependem do padrão de conexão, sendo eles: - Padrão monofásico: CE de 30KWh/mês; - Padrão bifásico: CE de 50KWh/mês; - Padrão trifásico: CE de 100KWh/mês. Nesse sentido, conforme consta na conta de energia elétrica da Prefeitura Municipal de Porto Vera Cruz, o padrão de conexão é trifásico, logo, como o

valor do KWh é R\$ 0,91, e o órgão público com o sistema instalado e calibrado para suprir toda demanda elétrica, terá o custo mensal de disponibilidade de energia de apenas aproximadamente R\$ 91,00, que é a taxa mínima.

**Gráfico 1:** Energia Consumida vs Projetado vs Geração Projetada



Fonte: Dados da pesquisa, (2021).

Conforme apresentado no Gráfico 1, a geração simulada é menor que o consumo em três meses de verão (janeiro, fevereiro e março), porém a geração de energia se sobressai no restante dos meses do ano, possibilitando a compensação dos meses com menor geração, de acordo com o previsto na Resolução Normativa nº 687/2015, a qual, inclusive, ampliou a validade dos créditos de 36 para 60 meses.

Do ponto de vista técnico, para maior desempenho produtivo, sugere-se que os painéis solares sejam apontados para o Norte, pois é possível um aproveitamento maior da luminosidade do sol. A edificação da unidade de caso permite apenas a instalação dos painéis apontados para Leste ou Oeste, o que não é indicado por perder até 20% de seu desempenho produtivo. Nesse sentido, como alternativa, sugere-se a instalação dos painéis em um terreno livre junto a Escola Municipal Dom Pedro I, que fica distante aproximadamente 2 quilômetros do prédio administrativo. O terreno, em parte, não está sendo utilizado e seria ideal para comportar toda estrutura. Importante ressaltar que o acréscimo de custos para instalação sobre o chão, que demanda mais peças para fixação, foi considerado na elaboração do orçamento. Já o fato do sistema ficar distante da unidade de caso não interfere em custos, pois o sistema é conectado a rede distribuidora de energia. Dentre os custos com equipamentos estão inseridos, 53 módulos fotovoltaicos de 360Wp, 1 Inversor Canadian 20K, 53 estruturas de fixação em alumínio e aço inox, material elétrico necessário para instalação do sistema, mão de obra, o projeto elétrico e a regularização do sistema junto a concessionária. O investimento neste projeto tem o intuito de reduzir gastos e não apresenta nenhum tipo de influência em aumento de receitas públicas. No orçamento foram considerados todos os aspectos necessários para implantação do sistema até o seu funcionamento, em um pacote completo que engloba todos os gastos de investimentos, tais como equipamentos e mão de obra, incorridos no contexto geral, com um custo total de R\$ 82.910,00.

Para financiar o projeto identificou-se que existem duas possibilidades, a primeira é através de financiamento próprio, em que a Prefeitura, poderá incluir no orçamento público e dispor dos recursos financeiros necessários no valor do projeto e outra alternativa é buscar os recursos financeiros necessários junto a instituição financeira que disponibilize linha de

crédito. Neste caso, foi apurado que a Prefeitura teria a possibilidade de crédito no valor integral do projeto, com as seguintes condições: taxa do financiamento para um parcelamento de até 60 meses, com taxa de 0,29% + Certificado de Depósito Interbancário (CDI), dispensado o Imposto sobre Operações Financeiras (IOF), que, conforme o Decreto nº 6.306, de 14 de dezembro de 2007, não submete o poder público à incidência do IOF.

A capacidade de pagamento baseada no valor médio mensal gasto de energia elétrica pela Prefeitura é de R\$ 1.662,32 nos últimos 12 meses, buscou-se uma opção de financiamento que estivesse compatível com a capacidade de pagamento da organização pública, equiparado ao gasto médio mensal com energia. Verificou-se que a média da parcela do financiamento ficaria em R\$ 1.720,73, o valor médio que é pago pelo consumo de energia é de R\$ 1.662,32. Neste sentido, o sistema fotovoltaico gera energia com sobra, pois ao passo que o consumo médio mensal foi de 1.867,42 KWh o sistema está projetado para gerar, em média, 2.318,67 KWh por mês, logo, se levar em consideração a geração, o valor para ter esta disponibilidade seria superior ao valor médio que vem sendo pago. O valor em financiamento é maior no primeiro ano, pelo fato da simulação ser realizada através do sistema de amortização constante (SAC), porém a média mensal do valor pago em financiamento no segundo ano já é menor que o valor médio pago pelo consumo.

No levantamento realizado com a empresa responsável pelo orçamento do sistema de geração de energia fotovoltaica, identificou-se a necessidade de manutenções de limpeza das placas. São recomendadas duas manutenções básicas ao ano, com produtos de limpeza tradicionais. Nesse sentido, para cobertura desse custo foi considerado um valor de custo anual de R\$ 600,00, para cobrir gastos com os produtos e a mão de obra para realizar o serviço de manutenção. Considerando a atual saída de caixa média mensal para pagamento da conta de energia elétrica, o investimento na energia solar provocará uma elevada saída de recursos no ato da decisão do investimento se o projeto for realizado com recursos próprios, porém, nos próximos períodos, esta saída poderá ser beneficiada com a redução das dispêndios futuros. A tarifa da energia, para projeção dos FCs, foi reajustada no mesmo percentual registrado em 2020, de 3,57%, que, conseqüentemente, interfere no custo mensal de energia e na taxa fixa que é cobrada pela concessionária de energia. Na Tabela 1 será apresentada a projeção do FC com recursos próprios.

**Tabela 1:** Projeção do Fluxo de Caixa com recursos próprios

Mês/Ano	Previsão consumo (KWh)	Previsão tarifa KWh 2021 (R\$)	Valor energia reajustado (R\$)	Taxa fixa (R\$)	Manutenção reajustada (R\$)	Redução no Fluxo de Caixa (R\$)
jan/21	3445	0,947	3.262,42	94,70		3.167,72
fev/21	2734	0,947	2.589,10	94,70		2.494,40
mar/21	2668	0,947	2.526,60	94,70		2.431,90
abr/21	1518	0,947	1.437,55	94,70		1.342,85
mai/21	1134	0,947	1.073,90	94,70		979,20
jun/21	1020	0,947	965,94	94,70		871,24
jul/21	1081	0,947	1.023,71	94,70	313,56	615,45
ago/21	1110	0,947	1.051,17	94,70		956,47
set/21	1095	0,947	1.036,97	94,70		942,27
out/21	1668	0,947	1.579,60	94,70		1.484,90
nov/21	2454	0,947	2.323,94	94,70		2.229,24
dez/21	2482	0,947	2.350,45	94,70	313,56	1.942,19
sobra/prod	5415	0,947	5.128,01	—	—	5.128,01
<b>Total</b>	<b>27824</b>	<b>11,364</b>	<b>21.221,32</b>	<b>1.136,40</b>	<b>627,12</b>	<b>24.585,81</b>
<b>Média mês</b>	<b>2318,67</b>	<b>0,947</b>	<b>1.768,44</b>	<b>94,70</b>	<b>52,26</b>	<b>2.048,82</b>

Fonte: Dados da pesquisa, (2021).

Se o sistema já estivesse em funcionamento no município, geraria, em média, uma economia mensal de R\$ 2.048,82, responsável por reduzir o FC do investimento. O montante acumulado do ano é de R\$ 24.585,81. O município de Porto Vera Cruz, conforme a população estimada pelo IBGE (2020), possui 1.308 habitantes, logo, as sobras de valores nessas proporções permitem significativos feitos para atender o pequeno quantitativo populacional. Considerando o tempo de vida útil do equipamento, foi realizada a projeção do FC, com cobertura do investimento oriunda dos cofres municipais, com as entradas reajustadas anualmente, para o período de duração dos equipamentos, conforme apresentado na Tabela 2.

**Tabela 2:** Redução na Saída de Caixa – Recursos Próprios

Período	Ano	Previsão consumo (KWh)	Previsão tarifa (R\$)	Valor Energia Reajustado (R\$)	Taxa Fixa (R\$)	Manutenção Reajustada (R\$)	Redução do Fluxo de Caixa (RS)
1	2021	27824	0,9470	26.349,33	1.136,40	627,12	24.585,81
2	2022	27824	0,9808	27.290,00	1.176,97	655,47	25.457,56
3	2023	27824	1,0158	28.264,25	1.218,99	685,09	26.360,17
4	2024	27824	1,0521	29.273,29	1.262,51	716,06	27.294,72
5	2025	27824	1,0896	30.318,34	1.307,58	748,42	28.262,34
6	2026	27824	1,1285	31.400,71	1.354,26	782,25	29.264,20
7	2027	27824	1,1688	32.521,71	1.402,60	817,61	30.301,50
8	2028	27824	1,2106	33.682,74	1.452,68	854,57	31.375,49
9	2029	27824	1,2538	34.885,21	1.504,54	893,19	32.487,48
10	2030	27824	1,2985	36.130,61	1.558,25	933,57	33.638,80
11	2031	27824	1,3449	37.420,48	1.613,88	975,76	34.830,83
12	2032	27824	1,3929	38.756,39	1.671,49	1.019,87	36.065,02
13	2033	27824	1,4426	40.139,99	1.731,17	1.065,97	37.342,86
14	2034	27824	1,4941	41.572,99	1.792,97	1.114,15	38.665,87
15	2035	27824	1,5475	43.057,14	1.856,98	1.164,51	40.035,66
16	2036	27824	1,6027	44.594,28	1.923,27	1.217,14	41.453,87
17	2037	27824	1,6599	46.186,30	1.991,93	1.272,16	42.922,21
18	2038	27824	1,7192	47.835,15	2.063,05	1.329,66	44.442,44
19	2039	27824	1,7806	49.542,86	2.136,70	1.389,76	46.016,41
20	2040	27824	1,8441	51.311,55	2.212,98	1.452,58	47.645,99
21	2041	27824	1,9100	53.143,37	2.291,98	1.518,23	49.333,15
22	2042	27824	1,9782	55.040,59	2.373,80	1.586,86	51.079,92
23	2043	27824	2,0488	57.005,53	2.458,55	1.658,58	52.888,40
24	2044	27824	2,1219	59.040,63	2.546,32	1.733,55	54.760,76
25	2045	27824	2,1977	61.148,38	2.637,22	1.811,91	56.699,25
26	2046	27824	2,2761	63.331,38	2.731,37	1.893,81	58.706,20
27	2047	27824	2,3574	65.592,31	2.828,88	1.979,41	60.784,02
28	2048	27824	2,4416	67.933,96	2.929,87	2.068,88	62.935,21
29	2049	27824	2,5287	70.359,20	3.034,47	2.162,39	65.162,34
30	2050	27824	2,6190	72.871,02	3.142,80	2.260,13	67.468,09
31	2051	27824	2,7125	75.472,52	3.255,00	2.362,29	69.855,23
32	2052	27824	2,8093	78.166,89	3.371,20	2.469,06	72.326,62
33	2053	27824	2,9096	80.957,44	3.491,55	2.580,66	74.885,23
34	2054	27824	3,0135	83.847,62	3.616,20	2.697,31	77.534,11
35	2055	27824	3,1211	86.840,98	3.745,30	2.819,23	80.276,46
36	2056	27824	3,2325	89.941,21	3.879,01	2.946,66	83.115,54
37	2057	27824	3,3479	93.152,11	4.017,49	3.079,85	86.054,78
38	2058	27824	3,4674	96.477,64	4.160,91	3.219,06	89.097,67
39	2059	27824	3,5912	99.921,89	4.309,45	3.364,56	92.247,88
40	2060	27824	3,7194	103.489,10	4.463,30	3.516,63	95.509,16

Fonte: Dados da pesquisa, (2021).

Na projeção apresentada na Tabela 2, a redução no fluxo de caixa é positiva e crescente do primeiro ao último período, o que é um aspecto positivo para o projeto. Como há possibilidades de financiamento do projeto através de contratação de operação de crédito foi projetado o FC com recursos oriundos de terceiros, o qual pode ser observado na Tabela 3.

**Tabela 3:** Projeção do Fluxo de Caixa com recursos de terceiros

Mês/ Ano	Previsão consumo (KWh)	Previsão tarifa KWh 2021 (R\$)	Valor energia reajustado (R\$)	Taxa fixa (R\$)	Manutenção reajustada (R\$)	Pagamento do Financiamento (R\$)	Redução no Fluxo de Caixa (R\$)
jan/21	3445	0,947	3.262,42	94,70	-	1.754,93	1.412,79
fev/21	2734	0,947	2.589,10	94,70	-	1.748,71	745,69
mar/21	2668	0,947	2.526,60	94,70	-	1.742,49	689,41
abr/21	1518	0,947	1.437,55	94,70	-	1.736,27	- 393,42
mai/21	1134	0,947	1.073,90	94,70	-	1.730,06	- 750,86
jun/21	1020	0,947	965,94	94,70	-	1.723,84	- 852,60
jul/21	1081	0,947	1.023,71	94,70	313,56	1.717,62	- 1.102,17
ago/21	1110	0,947	1.051,17	94,70	-	1.711,40	- 754,93
set/21	1095	0,947	1.036,97	94,70	-	1.705,18	- 762,92
out/21	1668	0,947	1.579,60	94,70	-	1.698,96	- 214,06
nov/21	2454	0,947	2.323,94	94,70	-	1.692,75	536,49
dez/21	2482	0,947	2.350,45	94,70	313,56	1.686,53	255,66
sobra/ prod.	5415	0,947	5.128,01	—	—	—	5.128,01
<b>Total</b>	<b>27824</b>	<b>11,364</b>	<b>21.221,32</b>	<b>1.136,40</b>	<b>627,12</b>	—	<b>3.937,07</b>
<b>Média mês</b>	<b>2318,67</b>	<b>0,947</b>	<b>1.768,44</b>	<b>94,70</b>	<b>52,26</b>	—	<b>328,09</b>

Fonte: Dados da pesquisa, (2021).

Na projeção do FC da Tabela 3, utilizou-se como base os mesmos parâmetros do FC com recursos próprios, porém, nesse caso, com o acréscimo das parcelas do financiamento nos 5 primeiros anos. Com a captação de operação de crédito o projeto torna-se menos atrativo, de início, pois nos cinco primeiros anos a Prefeitura teria a obrigação de cobrir as parcelas do financiamento. É possível verificar que, conforme apresentado na Tabela 03, caso a alternativa escolhida pela Prefeitura seja financiar o projeto através de instituição financeira, mesmo pagando a parcela, a taxa fixa e a manutenção, haveriam ganhos nas entradas do FC, em média, de R\$ 328,09 mensais, isso no primeiro ano, que as parcelas do financiamento são as mais elevadas, visto que foi simulado através do Sistema de Amortização Constante (SAC) que tem por característica parcelas que vão reduzindo gradativamente no decorrer do financiamento, sendo a última, lá no quinto ano, que é realizada a quitação, a mais baixa.

Considerando-se o tempo de vida útil do equipamento, foi realizada a projeção do FC, com cobertura do investimento oriunda dos cofres municipais, com as entradas reajustadas anualmente, para o período de duração dos equipamentos, vide Tabela 4.

**Tabela 4:** Redução na Saída de Caixa – Recursos Terceiros

Período	Ano	Previsão consumo (KWh)	Previsão tarifa (R\$)	Valor Energia Reajustado (R\$)	Taxa Fixa (R\$)	Manuten. Reajustada (R\$)	Parcela Finan.	Redução FC Rec. Terceiros (R\$)
1	2021	27824	0,9470	26.349,33	1.136,40	627,12	20.648,74	3.937,07
2	2022	27824	0,9808	27.290,00	1.176,97	655,47	19.753,31	5.704,25
3	2023	27824	1,0158	28.264,25	1.218,99	685,09	18.857,88	7.502,29
4	2024	27824	1,0521	29.273,29	1.262,51	716,06	17.962,45	9.332,27
5	2025	27824	1,0896	30.318,34	1.307,58	748,42	17.067,02	11.195,32
6	2026	27824	1,1285	31.400,71	1.354,26	782,25	-	29.264,20
7	2027	27824	1,1688	32.521,71	1.402,60	817,61	-	30.301,50
8	2028	27824	1,2106	33.682,74	1.452,68	854,57	-	31.375,49
9	2029	27824	1,2538	34.885,21	1.504,54	893,19	-	32.487,48
10	2030	27824	1,2985	36.130,61	1.558,25	933,57	-	33.638,80
11	2031	27824	1,3449	37.420,48	1.613,88	975,76	-	34.830,83
12	2032	27824	1,3929	38.756,39	1.671,49	1.019,87	-	36.065,02
13	2033	27824	1,4426	40.139,99	1.731,17	1.065,97	-	37.342,86
14	2034	27824	1,4941	41.572,99	1.792,97	1.114,15	-	38.665,87
15	2035	27824	1,5475	43.057,14	1.856,98	1.164,51	-	40.035,66
16	2036	27824	1,6027	44.594,28	1.923,27	1.217,14	-	41.453,87
17	2037	27824	1,6599	46.186,30	1.991,93	1.272,16	-	42.922,21
18	2038	27824	1,7192	47.835,15	2.063,05	1.329,66	-	44.442,44
19	2039	27824	1,7806	49.542,86	2.136,70	1.389,76	-	46.016,41
20	2040	27824	1,8441	51.311,55	2.212,98	1.452,58	-	47.645,99
21	2041	27824	1,9100	53.143,37	2.291,98	1.518,23	-	49.333,15
22	2042	27824	1,9782	55.040,59	2.373,80	1.586,86	-	51.079,92
23	2043	27824	2,0488	57.005,53	2.458,55	1.658,58	-	52.888,40
24	2044	27824	2,1219	59.040,63	2.546,32	1.733,55	-	54.760,76
25	2045	27824	2,1977	61.148,38	2.637,22	1.811,91	-	56.699,25
26	2046	27824	2,2761	63.331,38	2.731,37	1.893,81	-	58.706,20
27	2047	27824	2,3574	65.592,31	2.828,88	1.979,41	-	60.784,02
28	2048	27824	2,4416	67.933,96	2.929,87	2.068,88	-	62.935,21
29	2049	27824	2,5287	70.359,20	3.034,47	2.162,39	-	65.162,34
30	2050	27824	2,6190	72.871,02	3.142,80	2.260,13	-	67.468,09
31	2051	27824	2,7125	75.472,52	3.255,00	2.362,29	-	69.855,23
32	2052	27824	2,8093	78.166,89	3.371,20	2.469,06	-	72.326,62
33	2053	27824	2,9096	80.957,44	3.491,55	2.580,66	-	74.885,23
34	2054	27824	3,0135	83.847,62	3.616,20	2.697,31	-	77.534,11
35	2055	27824	3,1211	86.840,98	3.745,30	2.819,23	-	80.276,46
36	2056	27824	3,2325	89.941,21	3.879,01	2.946,66	-	83.115,54
37	2057	27824	3,3479	93.152,11	4.017,49	3.079,85	-	86.054,78
38	2058	27824	3,4674	96.477,64	4.160,91	3.219,06	-	89.097,67
39	2059	27824	3,5912	99.921,89	4.309,45	3.364,56	-	92.247,88
40	2060	27824	3,7194	103.489,10	4.463,30	3.516,63	-	95.509,16

Fonte: Dados da pesquisa, (2021).

As diferenças nas entradas dos fluxos de caixa entre as duas formas de captação de recursos estão nos cinco primeiros anos, sendo menores as sobras no FC com a utilização de recursos de terceiros, devido a necessidade de pagamento do financiamento, simulado para sessenta meses.

Conforme apresentado na Tabela 4, percebeu-se que após o sexto ano, em ambas as situações, a redução de gastos públicos nos fluxos de caixa é a mesma, pois é o período imediato após a quitação do financiamento. Por meio dos dados apresentados na tabela 5 são reforçadas estas diferenças.

**Tabela 5:** Comparação dos Fluxos Caixa Recursos Próprios X Financiamento

Período	Ano	Redução do Fluxo de Caixa Recursos Próprios (R\$)	Redução do Fluxo de Caixa Recursos de Terceiros (R\$)
1	2021	24.585,81	3.937,07
2	2022	25.457,56	5.704,25
3	2023	26.360,17	7.502,29
4	2024	27.294,72	9.332,27
5	2025	28.262,34	11.195,32
6	2026	29.264,20	29.264,20
7	2027	30.301,50	30.301,50
8	2028	31.375,49	31.375,49
9	2029	32.487,48	32.487,48
10	2030	33.638,80	33.638,80
.....			
40			

Fonte: Dados da pesquisa, (2021).

Com a apuração das entradas e saídas do FC, prosseguiu-se com a análise de viabilidade econômico-financeira do investimento. A análise dos indicadores aconteceu sob as duas perspectivas: com capital próprio e com capital de terceiros.

Para identificar a viabilidade econômico financeira do projeto, foi realizado o cálculo do Payback Descontado (PBD), do Valor Presente Líquido (VPL) e da Taxa Interna de Retorno (TIR), considerando o custo capital e a taxa mínima de atratividade. Considerando que as organizações, públicas ou privadas, vislumbram apenas otimizar a utilização de recursos, foi determinado um percentual para a taxa de desconto do dinheiro no tempo, decorrente do montante que deve ser investido para implementação do sistema de geração de energia. Para determiná-la, foi utilizado o valor do IGP-M, sendo que esta taxa de desconto foi utilizada como base para o cálculo do VPL e do PBD. O IGP-M, segundo o Portal Brasil (2021), é um índice calculado mensalmente pela Federação Getúlio Vargas, sendo balizador para correção de contratos de aluguel e tarifas de energia elétrica. Neste projeto de investimento foi considerada a taxa de 7,20% ao ano.

No caso de o investimento ser custeado por capital próprio, verificou-se um PBD, que considerou a taxa de desconto de 7,20%, e a recuperação do investimento é atingido após 3 anos, 9 meses e 15 dias. Para o período de quarenta anos, vida útil estimada do bem, as manutenções, o VPL do investimento é de R\$ 421.661,41.

Com esse prazo de retorno, percebe-se que em um prazo médio o órgão público já poderia otimizar os seus recursos, com a expressiva redução dos gastos com energia elétrica, aumentando a disponibilidade financeira para investimentos capazes de beneficiar a sociedade como um todo. A TIR aponta um resultado de 33,20%, valor bem acima da taxa de atratividade considerada, que é de 7,20% (média IGP-M dos últimos 5 anos), o que corrobora ainda mais o benefício que o investimento pode trazer à organização, principalmente pelo fato de recuperar o valor do dinheiro no tempo e por abrir horizontes para pensar novos investimentos com a otimização dos recursos.

Considerando o valor investido, conclui-se que a operação é capaz de resultar em redução de dispêndio públicos para a Prefeitura, refletindo diretamente na otimização de recursos que estarão disponíveis para investimentos em outros segmentos de interesse social, conforme apresentado na tabela 6.

Para a análise do investimento com capital de terceiros, verificou-se através do *PBD*, que também considerou a taxa de desconto de 7,20%, o retorno sobre o investimento é atingido em 7,83 anos. Para o período de quarenta anos, o VPL é de R\$344.245,94. Considerando que os recursos seriam captados através de financiamento, ainda assim o projeto resulta em redução de gastos para a organização pública de Porto Vera Cruz.

**Tabela 6:** Cálculo do Valor Presente Líquido (VPL) e *Payback Descontado* (PBD) com capital próprio

Período	FC	FC descontado	Saldo
0	-R\$ 82.910,00		-R\$ 82.910,00
1	R\$ 24.585,81	(\$22.934,52)	-R\$ 59.975,48
2	R\$ 25.457,56	(\$22.152,73)	-R\$ 37.822,75
3	R\$ 26.360,17	(\$21.397,54)	-R\$ 16.425,21
4	R\$ 27.294,72	(\$20.668,05)	R\$ 4.242,85
5	R\$ 28.262,34	(\$19.963,39)	R\$ 24.206,23
6	R\$ 29.264,20	(\$19.282,70)	R\$ 43.488,93
7	R\$ 30.301,50	(\$18.625,18)	R\$ 62.114,12
8	R\$ 31.375,49	(\$17.990,05)	R\$ 80.104,16
9	R\$ 32.487,48	(\$17.376,53)	R\$ 97.480,69
10	R\$ 33.638,80	(\$16.783,89)	R\$ 114.264,58
11	R\$ 34.830,83	(\$16.211,43)	R\$ 130.476,00
12	R\$ 36.065,02	(\$15.658,45)	R\$ 146.134,46
13	R\$ 37.342,86	(\$15.124,30)	R\$ 161.258,76
14	R\$ 38.665,87	(\$14.608,34)	R\$ 175.867,09
15	R\$ 40.035,66	(\$14.109,94)	R\$ 189.977,04
16	R\$ 41.453,87	(\$13.628,51)	R\$ 203.605,55
17	R\$ 42.922,21	(\$13.163,48)	R\$ 216.769,03
18	R\$ 44.442,44	(\$12.714,28)	R\$ 229.483,31
19	R\$ 46.016,41	(\$12.280,38)	R\$ 241.763,69
20	R\$ 47.645,99	(\$11.861,26)	R\$ 253.624,94
21	R\$ 49.333,15	(\$11.456,41)	R\$ 265.081,35
22	R\$ 51.079,92	(\$11.065,35)	R\$ 276.146,70
23	R\$ 52.888,40	(\$10.687,60)	R\$ 286.834,30
24	R\$ 54.760,76	(\$10.322,73)	R\$ 297.157,03
25	R\$ 56.699,25	(\$9.970,29)	R\$ 307.127,32
26	R\$ 58.706,20	(\$9.629,85)	R\$ 316.757,17
27	R\$ 60.784,02	(\$9.301,01)	R\$ 326.058,18
28	R\$ 62.935,21	(\$8.983,38)	R\$ 335.041,56
29	R\$ 65.162,34	(\$8.676,57)	R\$ 343.718,13
30	R\$ 67.468,09	(\$8.380,21)	R\$ 352.098,34
31	R\$ 69.855,23	(\$8.093,95)	R\$ 360.192,29
32	R\$ 72.326,62	(\$7.817,45)	R\$ 368.009,74
33	R\$ 74.885,23	(\$7.550,37)	R\$ 375.560,11
34	R\$ 77.534,11	(\$7.292,39)	R\$ 382.852,50
35	R\$ 80.276,46	(\$7.043,21)	R\$ 389.895,71
36	R\$ 83.115,54	(\$6.802,52)	R\$ 396.698,24
37	R\$ 86.054,78	(\$6.570,04)	R\$ 403.268,27
38	R\$ 89.097,67	(\$6.345,48)	R\$ 409.613,75
39	R\$ 92.247,88	(\$6.128,58)	R\$ 415.742,33
40	R\$ 95.509,16	(\$5.919,07)	R\$ 421.661,41

Fonte: Dados da pesquisa, (2021)

Após a liquidação do financiamento, que ocorrerá no fim do ano 5, há aumento considerável no fluxo de caixa advindo da redução da quitação do financiamento, reforçando que também não haveria mais necessidade de pagar energia para a concessionária, apenas a taxa fixa. Considerando-se o valor investido e que os recursos foram captados através de financiamento, o que encareceu o investimento, ainda assim o mesmo resulta em redução de gastos para a organização pública de Porto Vera Cruz, conforme apresentado na tabela 7.

**Tabela 7:** Cálculo do Valor Presente Líquido (VPL) e *Payback Descontado* (PBD) com capital de terceiros

Período	FC	FC descontado	Saldo
0	-R\$ 82.910,00		-R\$ 82.910,00
1	R\$ 3.937,07	(\$3.672,64)	-R\$ 79.237,36
2	R\$ 5.704,25	(\$4.963,74)	-R\$ 74.273,62
3	R\$ 7.502,29	(\$6.089,89)	-R\$ 68.183,73
4	R\$ 9.332,27	(\$7.066,56)	-R\$ 61.117,16
5	R\$ 11.195,32	(\$7.907,93)	-R\$ 53.209,24
6	R\$ 29.264,20	(\$19.282,70)	-R\$ 33.926,54
7	R\$ 30.301,50	(\$18.625,18)	-R\$ 15.301,35
8	R\$ 31.375,49	(\$17.990,05)	R\$ 2.688,69
9	R\$ 32.487,48	(\$17.376,53)	R\$ 20.065,22
10	R\$ 33.638,80	(\$16.783,89)	R\$ 36.849,11
11	R\$ 34.830,83	(\$16.211,43)	R\$ 53.060,53
12	R\$ 36.065,02	(\$15.658,45)	R\$ 68.718,99
13	R\$ 37.342,86	(\$15.124,30)	R\$ 83.843,29
14	R\$ 38.665,87	(\$14.608,34)	R\$ 98.451,63
15	R\$ 40.035,66	(\$14.109,94)	R\$ 112.561,57
16	R\$ 41.453,87	(\$13.628,51)	R\$ 126.190,08
17	R\$ 42.922,21	(\$13.163,48)	R\$ 139.353,56
18	R\$ 44.442,44	(\$12.714,28)	R\$ 152.067,84
19	R\$ 46.016,41	(\$12.280,38)	R\$ 164.348,22
20	R\$ 47.645,99	(\$11.861,26)	R\$ 176.209,47
21	R\$ 49.333,15	(\$11.456,41)	R\$ 187.665,88
22	R\$ 51.079,92	(\$11.065,35)	R\$ 198.731,23
23	R\$ 52.888,40	(\$10.687,60)	R\$ 209.418,83
24	R\$ 54.760,76	(\$10.322,73)	R\$ 219.741,56
25	R\$ 56.699,25	(\$9.970,29)	R\$ 229.711,85
26	R\$ 58.706,20	(\$9.629,85)	R\$ 239.341,70
27	R\$ 60.784,02	(\$9.301,01)	R\$ 248.642,71
28	R\$ 62.935,21	(\$8.983,38)	R\$ 257.626,09
29	R\$ 65.162,34	(\$8.676,57)	R\$ 266.302,66
30	R\$ 67.468,09	(\$8.380,21)	R\$ 274.682,87
31	R\$ 69.855,23	(\$8.093,95)	R\$ 282.776,82
32	R\$ 72.326,62	(\$7.817,45)	R\$ 290.594,27
33	R\$ 74.885,23	(\$7.550,37)	R\$ 298.144,64
34	R\$ 77.534,11	(\$7.292,39)	R\$ 305.437,03
35	R\$ 80.276,46	(\$7.043,21)	R\$ 312.480,24
36	R\$ 83.115,54	(\$6.802,52)	R\$ 319.282,77
37	R\$ 86.054,78	(\$6.570,04)	R\$ 325.852,80
38	R\$ 89.097,67	(\$6.345,48)	R\$ 332.198,28
39	R\$ 92.247,88	(\$6.128,58)	R\$ 338.326,86
40	R\$ 95.509,16	(\$5.919,07)	R\$ 344.245,94

Fonte: Dados da pesquisa, (2021).

A TIR do investimento com capital de terceiros, aponta um resultado de 21,22%, valor acima do estipulado na taxa de atratividade considerada que é de 7,20%. Conclui-se que no longo prazo, considerando a vida útil do equipamento, indica a viabilidade do investimento.

Nos aspectos legais sempre deve-se considerar as orientações dos tramites necessários para implementação de um projeto. Para garantir o uso do sistema de energia fotovoltaico conectado à rede, é necessário fazer a homologação deste junto à concessionária de energia. A parte burocrática, pelo fato da unidade de caso se tratar de uma organização

pública, deve-se considerar, no caso do investimento no projeto, os aspectos constitucionais que balizam a inclusão de despesa no orçamento municipal, no Plano Plurianual (PPA).

Conforme disposto na Constituição Federal de 1988 (BRASIL, 1988), a Prefeitura deverá observar a autorização legislativa, em caso de interesse na continuidade do projeto. Há possibilidades da inclusão de ação em programa no Plano Plurianual e na Lei de Diretrizes Orçamentária, bem como abertura de crédito adicional especial para adequação da Lei Orçamentária Anual, a qualquer momento, com a condição que seja encaminhado para Câmara Municipal de Vereadores um Projeto de Lei indicado as adequações orçamentárias necessárias, e, evidentemente, que o projeto seja aprovado por maioria absoluta na Câmara, conforme disposto no art. 167, inciso III, da Constituição Federal, portanto, no caso de Porto Vera Cruz, há necessidade de cinco votos a favor, tendo em vista que nove vereadores ocupam as cadeiras legislativas na municipalidade.

Conforme o art. 167, § 1º, da CF, “nenhum investimento cuja execução ultrapasse um exercício financeiro poderá ser iniciado sem prévia inclusão no plano plurianual, ou sem lei que autorize a inclusão, sob pena de crime de responsabilidade” (BRASIL, 1988). Nesse sentido, se o gestor municipal deseja investir no projeto, deve considerar todos os aspectos orçamentários supracitados para não cometer nenhum equívoco em sua gestão.

Dentre os fatores de riscos do projeto de investimento, um dos riscos que podem abalar a execução do projeto está na não liberação de crédito para financiamento, caso for executado o projeto com recursos de terceiros, a redução de entradas no fluxo de caixa, a redução de consumo na unidade de caso, as intempéries climáticas severas, que podem danificar os equipamentos e fazer com que se perca parte do valor investido. Para evitar preocupações, é indicado a realização de seguro para os bens, a fim de evitar prejuízos em casos de catástrofes.

## **CONCLUSÕES**

No cenário econômico atual, torna-se cada vez mais evidente a necessidade de investimentos em equipamentos e tecnologias que contribuam para redução de gastos nas organizações e, conseqüentemente, para otimização dos recursos e melhoria na sustentabilidade das atividades organizacionais. Os ganhos com essa alternativa para geração de energia alimentam uma cadeia bem maior que a redução de gastos, pois é uma fonte limpa e renovável que não agride o meio ambiente, colaborando com a sustentabilidade ambiental.

Os indicadores financeiros apontam resultados satisfatórios, que indicam para o prosseguimento do projeto. Foram analisadas duas perspectivas para implantação do sistema: uma pressupondo que a organização cubra os custos com recursos próprios e outra que contrate operação de crédito com instituição financeira. No aspecto legal, são necessários alguns cuidados, principalmente por se tratar de organização pública. As adequações orçamentárias devem ser realizadas obrigatoriamente, sendo a inclusão de despesa no PPA e LDO e a abertura de crédito especial na LOA.

Por fim, como possíveis ganhos ambientais e sociais com a instalação do sistema, há a redução da emissão de gás carbônico para produção de energia. Outro fator importante é que reduz a necessidade de dependência de outras fontes poluentes para geração de energia. Como principal ganho social se destaca a otimização dos recursos. A máquina pública é financiada com dinheiro da população, nesse sentido, reduzir custos e ter disponibilidade de mais recursos pode significar novos projetos voltados para a sociedade.

Nesse sentido, considerando as ferramentas utilizadas, com o apoio especializado para realizar a projeção técnica dos equipamentos e do financiamento, o embasamento em

séries históricas de dados para projeção do futuro e a aplicação dos cálculos embasados na teoria, conclui-se que a implantação de um sistema gerador de energia fotovoltaica para prefeitura de Porto Vera Cruz, considerando os resultados projetados, atende à viabilidade, positiva, do projeto em todos os sentidos: técnica, ambiental e social, econômico-financeira e legal.

## REFERÊNCIAS

- ABSOLAR. Associação Brasileira de Energia Solar Fotovoltaica. Infográfico. Disponível em: <<[www.absolar.org.br/infografico-absolar-.html](http://www.absolar.org.br/infografico-absolar-.html)>. Acesso em: 26/04/2020.
- ABRAMOVAY, R. **Muito além da economia verde**. 1ª ed. São Paulo: Editora Abril, 2012. 247 p.
- ARAÚJO, Tamara Ingrid Marques de. **Análise Da Viabilidade Técnico-Econômica da Implantação de Geração Solar Fotovoltaica Associada ao Retrofit de Iluminação no Centro de Tecnologia da UFRN**. 2017. 59 p. Monografia (graduação) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Centro de Tecnologia, Graduação em Engenharia Civil. Natal, 2017.
- ASSAF NETO, Alexandre. LIMA, Fabiano Guasti. Fundamentos de Administração Financeira. São Paulo, atlas, 2010. 359 p.
- BRASIL. ANEEL. **Resolução Normativa nº 482 de 17 de abril de 2012. Estabelece as condições gerais para o acesso de microgeração e minigeração distribuída aos sistemas de distribuição de energia elétrica, o sistema de compensação de energia elétrica, e dá outras providências**. Disponível em: <<http://www2.aneel.gov.br/cedoc/ren2012482.pdf>>. Acesso em: 02/05/2020.
- BRASIL. ANEEL. **Resolução Normativa nº 687 de 24 de novembro de 2015. Altera a Resolução Normativa nº 482, de 17 de abril de 2012, e os Módulos 1 e 3 dos Procedimentos de Distribuição – PRODIST**. Disponível em: <<https://www2.aneel.gov.br/cedoc/ren2015687.pdf>>. Acesso em: 02/05/2020.
- BRASIL. **Constituição da República Federativa do Brasil**. Brasília, DF: Senado Federal, 1988.
- DANTAS, Stefano G.; POMPERMAYER, Fabiano M. **Viabilidade Econômica de Sistemas Fotovoltaicos no Brasil e Possíveis Efeitos no Setor Elétrico**. 1. ed. Rio de Janeiro: IPEA, 2018. 42p.
- ELKINGTON, J. **Canibais com garfo e faca**. São Paulo: Makron Books, 2001. 472p.
- FADIGAS, Eliane Aparecida Faria Amaral. **Energia solar fotovoltaica: fundamentos, conversão viabilidade técnico-econômica**. Grupo de Energia Escola Politécnica Universidade de São Paulo. 2004.
- GITMAN, Lawrence J. **Princípios de Administração Financeira**. 12 ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2015.
- GOLDEMBERG, J.; LUCON, O. **Energia e meio ambiente no Brasil Estudos avançados**. São Paulo. Dossiê Energia USP. 2007. <Disponível em: [www.revistas.usp.br/eav/article/view/10203/11796](http://www.revistas.usp.br/eav/article/view/10203/11796)>. Acesso em: 12/05/2020.
- GROPPELLI, A. A.; NIKBAKHT, Ehsan. **Administração Financeira**. 2 ed. São Paulo: Saraiva, 2006. 204 p.
- HAIR, Joseph F. et al. **Fundamentos de métodos de pesquisa em administração**. Porto Alegre: Bookman, 2005. xii, 471 p.
- IBGE. **Cidades**. [S. l.], 2020. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/rs/porto-vera-cruz/historico>>. Acesso: 15/12/2020.
- Idesam. **Calculadora de CO<sub>2</sub>**. Disponível em: <<https://idesam.org/calculadora/>>. Acesso: 20/01/2021.

JARDIM, C. S. **A inserção da geração solar fotovoltaica em alimentadores urbanos enfocando a redução do pico de demanda diurno.** 2007. 148 p. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2007.

KELLY, R.; SIRR, L.; RATCLIFFE, R. **Futures thinking to achieve sustainable development at local level in Ireland.** Foresight, v.6, n.2, p.80-90, 2004.

MADURO-ABREU, A. et al. **Os limites da pegada ecológica.** Desenvolvimento e meio ambiente, n. 19. p. 73-87, Jan./jun. Curitiba: Editora UFPR, 2009.

MÓDULO FOTOVOLTAICO. **Portal Solar,** 2020. Disponível em: <<https://www.portalsolar.com.br/modulo-fotovoltaico>>. Acesso em: 10/08/2020.

MÜLFARTH, R. C. K. **Arquitetura de baixo impacto humano e ambiental – Vol I.** 2002. 64p. Tese (Doutorado) – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2002.

OLIVEIRA, Antonio Benedito Silva; TEIXEIRA, Marília Cássia. **Contabilidade Governamental.** 1ª ed. São Paulo: Saraiva Educação, 2019.

PEREIRA, Adriana Camargo; SILVA, Gibson Zucca da; CARBONARI, Maria Elisa Ehrhardt. **Sustentabilidade, responsabilidade social e meio ambiente.** São Paulo: Saraiva, 2011. 216p.

PEREIRA, Enio Bueno et al. **Atlas Brasileiro de Energia Solar.** 2. ed. São José dos Campos: INPE. 2017.

PORTALBRASIL. **IGP-M.** Disponível em: <<https://www.portalbrasil.net/igpm/#:~:text=comp%C3%B5e%20o%20IGPM%3A-,O%20IGPM%2FFGV%20%C3%A9%20calculado%20mensalmente%20pela%20FGV%20e%20%C3%A9,fixadas%20acima%20de%20um%20ano.>>>. Acesso em: 18/01/2021.

ROMEIRO, A.R. Desenvolvimento sustentável: uma perspectiva econômico-ecológica. Dossiê Sustentabilidade. **Estud. av.**, v.26, n.74, 2012.

ROSS, S. A.; WESTERFIELD, R. W.; JAFFE, J.; LAMB, R. **Administração Financeira.** 10ª ed. São Paulo : AMGH Editora Ltda, 2015.

SARTORI, Simone; LATRÔNICO, Fernanda; CAMPOS, Lucila MS. **Sustentabilidade e desenvolvimento sustentável: uma taxonomia no campo da literatura.** Ambiente & Sociedade, São Paulo, SP, v. 17, n. 1, p. 1-22, 2014.

UTSUNOMIYA, Fred *et al.* **Comunicação e sustentabilidade: Conceitos, contextos e experiências.** Rio de Janeiro: e-papers, 2010.

VEIGA, J. E. da. **Desenvolvimento Sustentável: O Desafio do Século XXI (3ª Ed.).** Rio de Janeiro: Garamond, 2008. 220p.

VILLALVA, Marcelo Gradella. **Energia solar fotovoltaica: conceitos e aplicações.** 2. ed. São Paulo: Saraiva, 2012. 224 p.