



**Análise da viabilidade econômico-financeira para implantação de projeto de produção de energia solar fotovoltaica em uma propriedade rural**

**Analysis of economic-financial viability for implementation of a photovoltaic solar energy production project in a rural property**

Silvana Dalmutt Kruger<sup>1</sup>

Cleunice Zanella<sup>2</sup>

Rodrigo Barichello<sup>3</sup>

**Resumo**

O consumo de energia elétrica no país e no mundo está cada vez maior. Porém, cada vez mais estão escassos os recursos naturais para geração desta energia. No Brasil as usinas hidrelétricas são uma opção, porém geram grandes impactos ambientais, sendo necessário, portanto, buscar alternativas menos agressivas ao meio ambiente. Diante disso, pode-se destacar a energia solar fotovoltaica, que é uma excelente fonte de energia renovável que vem crescendo gradativamente no decorrer dos anos, pois além de ser uma fonte de energia renovável, traz inúmeros benefícios, sendo os principais o fato de ser uma fonte inesgotável e não poluente de energia. O presente estudo objetivou analisar a viabilidade econômico-financeira da energia solar fotovoltaica como uma alternativa para redução de custos em uma Propriedade Rural de Santa Catarina. Para isso, realizou-se uma pesquisa exploratória, através do estudo de caso em uma Propriedade Aviária, localizada no Oeste do Estado de Santa Catarina. Para a análise da viabilidade econômico-financeira da energia solar fotovoltaica

---

<sup>1</sup>Doutora em Contabilidade pela Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Cidade Universitária, Av. Costa e Silva, Pioneiros - MS, CEP: 79070-900.

E-mail: [silvanak@unochapeco.edu.br](mailto:silvanak@unochapeco.edu.br) Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-3353-4100>

<sup>2</sup>Doutora em Administração pela Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), Universidade Comunitária da Região de Chapecó, Servidão Anjo da Guarda, 295-D, Efapi, Chapecó - SC, CEP: 89809-900.

E-mail: [cleunice@unochapeco.edu.br](mailto:cleunice@unochapeco.edu.br) Orcid: <https://orcid.org/0000-0001-8243-9022>

<sup>3</sup>Doutor em Engenharia de Produção pela Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), Universidade Comunitária da Região de Chapecó, Servidão Anjo da Guarda, 295-D, Efapi, Chapecó - SC, CEP: 89809-900.  
E-mail: [rodrigo.b@unochapeco.edu.br](mailto:rodrigo.b@unochapeco.edu.br) Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-0358-1467>

foram analisados o valor presente líquido, payback descontado, valor anual uniforme equivalente e a taxa interna de retorno. Os resultados indicam que o projeto da implantação de energia solar fotovoltaica como alternativa para redução de custos e de diversificação energética é viável para o período analisado, considerando os dados projetados, com uma TMA de 10%, investimento inicial de R\$ 203.914,01, com um payback descontado de 5,4 anos.

**Palavras-chave:** Viabilidade Econômico-Financeira. Energia Renovável. Energia Solar Fotovoltaica. Propriedade Rural Aviária.

### **Abstract**

Electricity consumption in the country and in the world is increasing. However, natural resources for generating this energy are increasingly scarce. In Brazil, hydroelectric plants are an option, but they generate major environmental impacts, therefore it is necessary to seek less aggressive alternatives to the environment. Therefore, it is possible to highlight the photovoltaic solar energy, which is an excellent source of renewable energy that has been growing gradually over the years, because besides being a renewable energy source, it brings numerous benefits, the main ones being the fact that it is an inexhaustible and non-polluting source of energy. The present study aimed to analyze the economic and financial viability of photovoltaic solar energy as an alternative to reduce costs in a Rural Property in Santa Catarina. For this, an exploratory research was carried out, through the case study in an Avian Property located in the West of the State of Santa Catarina. For the analysis of the economic and financial viability of photovoltaic solar energy, the net present value, discounted payback, equivalent annual value and the internal rate of return were analyzed. The results indicate that the project for the deployment of photovoltaic solar energy as an alternative for cost reduction and energy diversification is feasible for the period analyzed, considering the projected data, with a TMA of 10%, initial investment of R \$ 203,914.01, with a 5.4-year discounted payback.

**Keywords:** Economic and Financial Viability. Renewable Energy. Photovoltaic Solar Energy. Avian Rural Property.

## Introdução

Com os grandes avanços tecnológicos, o consumo de energia elétrica vem aumentando a cada dia, tornando-se necessário o aumento da produção de energia. Mas para isso, precisa-se de fontes de energias renováveis, que são aquelas energias geradas a partir de recursos naturais, como a hidráulica, eólica e solar.

O Brasil, segundo Proença (2007), é um país ainda muito dependente da energia hidrelétrica, mas o uso dessa fonte de energia gera um grande impacto ambiental, apesar de ser uma fonte renovável, causa esses impactos por conta do alagamento de áreas cultiváveis. Além disso, essa fonte de energia está se esgotando e o Brasil precisa pensar em outras fontes de energia. A busca por outras fontes renováveis segundo Franciscatto (2005), é baseada pelo desenvolvimento e aplicação de tecnologias que sejam sustentáveis, ou seja, que atendam as demandas sociais e ambientais, que sejam pagáveis e possuam características de menor impacto ambiental na sociedade.

De acordo com Franciscatto (2005), o Brasil possui cerca de 8,5 milhões de quilômetros quadrados e mais de 7 mil quilômetros de litoral e condições climáticas extremamente favoráveis, o que faz do país possuir um grande potencial energético, que garante autossuficiência energética durante anos, através dos sistemas hidráulicos, irradiação solar, biomassa e força dos ventos. A energia hidráulica é hoje a principal fonte geradora de energia no país, segundo Franciscatto (2005), representa 20% de toda a energia gerada no mundo, equivalente a cerca de 260GW de potencial hidrelétrico.

Pode-se citar outras fontes de energia renováveis e não renováveis utilizadas no Brasil, conforme Franciscatto (2005), como por exemplo, a biomassa, que é toda a matéria orgânica convertida em energia solar, essa energia é convertida em energia química através da fotossíntese; a energia nuclear, a qual não é uma fonte renovável, provocando diversos impactos ambientais; as gerações de energia com o uso do petróleo e do carvão mineral; a energia solar fotovoltaica, cuja utilização que vem crescendo nos últimos anos; a energia eólica, gerada a partir da força dos ventos, é uma fonte renovável que vem sendo explorada, porém não é toda a região propensa a instalação dessa fonte de energia.

A energia solar fotovoltaica vem crescendo significativamente, é uma fonte renovável, que não gera impacto ambiental. O custo para a instalação ainda é alto, porém deve-se levar em consideração que é uma fonte limpa e o Brasil possui grande potencial para o uso dessa energia. Uma das principais vantagens da instalação de energia solar segundo Dassi (2015) é a descentralização, pois se pode produzir energia no próprio domicílio, representando uma

independência do consumidor, não dependendo mais dos custos de distribuição e nem dos altos impostos do governo em cima da fatura de energia elétrica.

A energia solar fotovoltaica é uma transformação através de painéis solares postos em telhados ou quintais, constituídos com um material específico que permite com que gere energia através da absorção do sol. De acordo com Dassi (2015) esse tipo de energia está ganhando espaço nas propriedades dos brasileiros, graças à regulamentação da ANEEL, que permite fazer a troca de energia produzida por créditos em kWh na fatura de energia.

Essa fonte de energia renovável está despertando o interesse de muitos profissionais, como pesquisadores, empresas e governos, principalmente o Brasil, que conforme diz Cabral (2012) o Brasil é um país com grande potencial para a produção de energia solar, é beneficiado pela abundante radiação solar em quase todos os meses do ano.

Diante disso, o presente estudo tem por objetivo analisar a viabilidade econômico-financeira da energia solar fotovoltaica como alternativa para redução de custos em uma propriedade rural aviaria no Oeste de Santa Catarina.

## **Revisão Teórica**

Na revisão teórica deste estudo são abordados temas que embasam conceitualmente a problemática da pesquisa em questão. Na subseção 2.1 busca-se descrever o que são energias renováveis; na subseção 2.2 trata-se da energia solar fotovoltaica, destacando algumas vantagens e desvantagens do uso dessa energia e, por fim, na subseção 2.3 apresentam-se indicadores para análise de viabilidade econômico financeira de projetos.

### **2.1 Energias Renováveis**

Energia renovável é aquela gerada a partir de recursos naturais capazes de se regenerar, como a energia solar ou eólica. Atualmente o Brasil está começando a investir nesse tipo de energia, porém o processo ainda é lento.

Segundo Proença (2007), as energias renováveis têm sua história iniciada há mais de 100 anos e pode ser resumida em três gerações tecnológicas: a primeira ocorreu por volta do século XIX e ficou marcada pela energia hidrelétrica, a qual o Brasil até hoje utiliza muito; a segunda geração tecnológica que foi no século XX e ficou marcada pela energia eólica e a energia solar fotovoltaica; por fim, há a terceira geração tecnológica, que se destaca pela

energia dos oceanos e das ondas, sistemas geotérmicos avançados e pelos sistemas bioenergéticos integrados.

O Brasil é bastante dependente das hidrelétricas, porém possui, de acordo com Proença (2007), um elevado potencial para o desenvolvimento de energias renováveis. O investimento em fontes renováveis diminuiria o impacto ambiental causado por conta das hidrelétricas.

Pereira (2006), fala um pouco sobre essa energia hidrelétrica e qual a sua consequência em relação ao seu uso, destacando que a energia hidráulica é a principal fonte para a geração de eletricidade no Brasil, porém o uso dessa fonte renovável de energia produz um grande impacto ambiental, causado especialmente pela necessidade do alagamento de grandes áreas cultiváveis.

Uma das consequências dos alagamentos ocasionados pela energia hidrelétrica, segundo Pereira (2006), mostra através de alguns estudos realizados sobre o efeito estufa, que alguns desses gases poluentes, principalmente o metano, são emitidos para a atmosfera como consequência a degradação da matéria orgânica que ocorre nas áreas alagadas. Além disso, as maiores e principais bacias hidrográficas com capacidade para geração de energia já estão quase todas esgotadas, fazendo com que se pense em outras fontes de energia, especialmente com menor impacto ambiental.

O país precisa pensar e utilizar novas fontes de energias renováveis, até porque o aumento do consumo de energia elétrica vem aumentando cada vez mais no decorrer dos anos, com o surgimento de novas tecnologias, as quais são necessárias à energia elétrica para o seu funcionamento. De acordo com Pereira (2006), o aumento da demanda e do consumo de energia deve-se ao progresso tecnológico, que triplicou o consumo após a revolução industrial representando um aumento crescente.

Pereira (2006, p. 9) “A tendência de crescimento atual aponta que, provavelmente, na segunda década deste século, o consumo de energia nos países desenvolvidos seja ultrapassado pelo consumo nos países em desenvolvimento em virtude da melhoria dos parâmetros socioeconômicos nesses países”.

Outra fonte de energia elétrica utilizando fontes renováveis é a energia eólica, que de acordo com Pereira (2006), vem recebendo um grande volume de investimentos por conta do programa de incentivo as fontes alternativas de energia elétrica (PROINFA), coordenado pelo Ministério de Minas e Energia. Porém, a geração desta energia é possível em regiões com um alto nível de vento e não é em todo o território brasileiro que se encontram regiões adequadas para a instalação desse tipo de usina. Para Pereira (2006, p. 10) “No entanto, segundo essa mesma fonte de informação, boa parte do território brasileiro, incluindo praticamente toda a

região amazônica e central do Brasil, não apresenta condição de vento adequada para geração de eletricidade”.

Também pode-se citar a energia solar, que é produzida através de fontes renováveis e, cujo uso vem crescendo, pois pode ser instalada em qualquer região, já que depende apenas do sol para gerar. Segundo Pereira (2006), o Brasil está localizada na sua maior parte em regiões intertropicais, possui um grande potencial para a geração de energia solar, trazendo para o país a regularização da oferta de energia em período de estiagem nessas regiões intertropicais, diminuindo a dependência por petróleo e reduzindo a emissão de gases poluentes na atmosfera.

Dessa forma, é necessário pensar em fontes alternativas de energias, pois além do grande aumento da energia no país e no mundo, pode-se fazer uma economia mensal que pagará o investimento feito para a utilização dessa energia.

## **2.2 Energia Solar Fotovoltaica**

A utilização da energia solar traz inúmeros benefícios em longo prazo, pois viabiliza, segundo Pereira (2006), o desenvolvimento de regiões onde há um alto custo da eletrificação pela rede convencional em relação ao retorno financeiro do investimento, além de diminuir a dependência do uso do petróleo, reduzindo assim, as emissões de gases poluentes.

Segundo Pereira (2006, p. 10), há diversas possibilidades para o aproveitamento dessa fonte de energia renovável “[...] que vai desde pequenos sistemas fotovoltaicos autônomos até as grandes centrais que empregam energia solar concentrada, ou a sistemas de produção de hidrogênio para utilização em células de combustível para a produção de trabalho com emissão zero de CO<sub>2</sub>”.

Quanto ao desenvolvimento da energia solar fotovoltaica, Proença (2007) destaca que o sonho de aproveitar a energia gerada através do sol não é algo novo, porém o seu desenvolvimento ainda está meio lento devido ao grande desafio tecnológico que está por trás desse aproveitamento, desafio este que vem sendo estudado desde 1839 e ainda hoje busca-se melhorias na sua instalação e geração.

Marinoski, Salamoni e Ruther (2004) também destacam alguns pontos importantes sobre a energia solar fotovoltaica. Para eles, a energia é vista por muitos como uma fonte inesgotável e não poluente de energia, é um método de produção de energia sustentável e amigável ao meio ambiente, trazendo diversos benefícios ambientais e energéticos para o país,

sendo que hoje existe diferentes tipos de energia fotovoltaica baseadas em elementos diferentes.

Há diversos materiais para a construção das placas solares, porém nem todos os materiais utilizados são recomendados por especialistas, pois tem alguns elementos que são tóxicos para o nosso organismo, segundo Marinovski, Salamoni e Ruther (2004), os painéis mais utilizados são os de silício cristalino e os de silício amorfo.

A energia fotovoltaica é uma transformação através de placas construídas, com um material específico que faz com que gere energia através da absorção do sol. Segundo Cabral (2012), as placas são construídas usando módulos com fotocélulas produzidas de um material semicondutor, como o silício cristalino, silício amorfo hidrogenado, arsênico de gálio, telureto de cádmio e células CIGS (cobre-indio-gálio-selenio).

Martinazzo (2014) destaca que em qualquer instalação solar fotovoltaica, o módulo solar fotovoltaico é a principal célula do sistema gerador, são fabricados para acomodar as células e proporcionar suporte estrutural e proteção contra danos mecânicos e externos como o sol, chuva, vento e outros fatores climáticos, dessa forma, considerando todos esses aspectos, o sistema solar fotovoltaico tem a expectativa de durar por 30 anos ou mais.

Segundo Shayani (2006), quando se compara os custos entre as fontes de energia renováveis com a energia solar, percebe-se que devido a sua simplicidade de obter essa energia, já que necessita apenas do sol para a sua produção, possui vantagens econômicas.

Martinazzo (2014, p. 32) também destaca que, conforme a quantidade de módulos instalados em série, será determinado o valor de tensão do sistema de corrente contínua. Essa corrente é “definida pela conexão em paralelo de painéis individuais ou de *strings* (conjunto de módulos conectados em série)”. Destaca-se que para um bom funcionamento das placas solares deve-se usar o material adequado, que são os que possuem os diferentes tipos de silício, além de outros componentes que também são bem importantes para um bom funcionamento.

De acordo com Shayani (2006), a energia solar não necessita ser extraída, refinada e nem transportada para outro lugar para gerar energia, dessa maneira, possui um custo baixo para a sua produção, pois são utilizadas células solares que são responsáveis pela geração de energia e um inversor que tem a função de transformar a tensão e frequência para os valores de acordo com cada aparelho, é um processo simples, não há emissão de gases, nem ruídos, além de quase não precisar de manutenção, são raras as vezes que há necessidade.

De acordo com Bissochi (2002), podem-se citar algumas vantagens e desvantagem da geração de energia solar fotovoltaica. Dentre as vantagens destacam-se:

- É uma energia limpa, não gera nenhum tipo de poluição ao meio ambiente;

- A instalação é bem simples, não necessita de assistência técnica;
- Mínima manutenção, pois não há desgaste dos módulos ou placas solares;
- Vida útil dos módulos comprovadamente superiores a 25 anos;
- Não consome combustível;
- Permite sua autossuficiência energética;
- Sem conta de luz, o sol é grátis;

A energia solar é a solução para levar a eletricidade a locais onde a rede convencional não chegou. Dentre as desvantagens citadas por Bissochi (2002), destaca-se o alto custo das placas, entretanto, em longo prazo, o custo fica reduzido. Bem como pode-se destacar a redução dos custos e os avanços tecnológicos na instalação do uso da energia fotovoltaica (MARTINAZZO, 2014).

Dessa forma, pode-se chegar à conclusão de que a energia solar fotovoltaica possui mais vantagens do que desvantagens, o que muitas vezes impede o uso dessas placas solares é pelo alto custo do investido, mas deve-se levar em consideração, que é uma fonte renovável, que não gerará impacto ambiental e, que necessita apenas da luz solar, bem como destaca-se a redução dos investimentos nos últimos anos, tendo em vista novos fornecedores que ofertam essa possibilidade de investimento e redução de custo com energia elétrica.

### **2.3 Indicadores de Análise de Viabilidade**

Para fazer uma análise de investimento deve-se examinar o que está investindo, segundo Filho e Kopittke (2010), investir consiste em renunciar a um certo valor, na promessa que essa troca vai gerar futuramente um retorno satisfatório, em outras palavras, é deixar de gastar dinheiro em algum artigo de consumo para gastá-lo em algo que gerará algum retorno no futuro.

Uma questão importante que surge na hora de analisar um investimento é quanto ao objetivo, o porquê está fazendo esse investimento? De acordo com Filho e Kopittke (2010), esse objetivo está ligado ao lucro no final do período (ano, mês, dias, semestre, ect...), as empresas estão, através do planejamento estratégico, adotando filosofias, políticas e objetivos a longo prazo que não raro apoiam a seguinte situação: pode ser que no momento não tenham lucro, mas que através do investimento irão incrementar nas vendas e assim no final de um período chegam como líderes do setor, passando a ter lucro.



Cada projeto dependendo do assunto abordado traz alguns tipos de indicadores de viabilidade econômico-financeira específicos, nesse projeto serão abordados de acordo com o objetivo que é analisar a viabilidade econômico-financeira da energia solar fotovoltaica: o *payback* descontado, o valor presente líquido (VPL), a taxa interna de retorno (TIR) e o valor anual uniforme equivalente.

O Valor presente líquido (VPL) tem como definição segundo Motta e Calôba (2002) a soma algébrica de todos os fluxos de caixa descontados no período inicial (zero) a uma taxa definida no momento que for fazer o investimento. O VPL consiste em trazer presente todos os fluxos de caixa de um projeto de investimento somando-o ao montante inicial.

O método do VPL segundo Filho e Kopittke (2010), é utilizado para análise de investimento isolados que envolva um curto período. Esse método quando utilizado isoladamente, tem pouco significado na tomada de decisão, mas quando analisado juntamente com outros indicadores ele passa a ter uma importância maior.

Outro indicador de viabilidade econômica é o *Payback*, o qual tem como definição segundo Motta e Calôba (2002), julgar a atratividade relativa das opções de investimento, é necessário um período de tempo para que as entradas de caixa se igualem ao valor que foi investido. Dentro disso, o *Payback* descontado tem o objetivo de determinar quanto tempo será necessário para se obter um retorno, avaliando –se sempre os fluxos de caixa descontados.

De acordo com Filho e Kopittke (2010), o método do valor anual equivalente (VAUE), consiste em achar uma serie uniforme anual equivalente ao fluxo de caixa dos investimentos considerando a taxa mínima de atratividade (TMA), é usado para analisar qual se o projeto é bom, caso tenha mais de um projeto, verificar qual é o melhor projeto, para isso, é necessário verificar aquele que obtiver um saldo positivo maior.

Por fim, há taxa interna de retorno (TIR), a qual é usada para igualar o VPL de um projeto a zero, segundo Filho e Kopittke (2010), O método da TIR diz que o cálculo da taxa zera o valor presente nos fluxos de caixa, dessa forma, os investimentos com uma TIR maior que a TMA nos dão uma rentabilidade, podendo assim ser analisados.

Ainda sobre a TIR, alguns autores argumentam que devem-se tomar cuidado na hora de fazer a análise, de acordo com Filho e Kopittke (2010), nem sempre deve-se chegar a conclusão de que tal projeto é o ideal apenas observando a taxa maior, deve-se analisar outros indicadores para chegar em uma conclusão, pois somente analisando a TIR não significa que o projeto é o melhor. Também Motta e Calôba (2002, p. 119), dizem que: “não é uma medida de atratividade do investimento, não podendo ser usada diretamente como critério de seleção

ou ordenação entre oportunidades de investimento, a não ser que todas elas tenham investimentos iguais”.

### **Procedimentos Metodológicos**

O presente estudo caracteriza-se como pesquisa exploratória, realizada por meio de um estudo de caso em uma propriedade rural familiar do Senhor Edilson Camatti, localizada no Oeste de Santa Catarina. Segundo Gil (2016, p. 27) esse tipo de pesquisa tem por finalidade desenvolver, esclarecer e modificar conceitos e ideias sobre determinado assunto. O autor também argumenta que são do tipo que apresentam menor rigidez no planejamento. “Habitualmente envolvem levantamento bibliográfico e documental, entrevistas não padronizadas e estudos de caso.”

Em relação ao estudo de caso, segundo Gil (2016), o estudo é caracterizado pelo profundo e exaustivo de um ou vários objetos a serem estudados. Os estudos de caso estão sendo utilizados com maior frequência pelos pesquisadores, pois ele tem diferentes propósitos, que são explorar situações da vida real, descrevendo a situação no contexto e explicando as possíveis causas de determinado fenômeno em diversas situações.

Para Yin (2005) o estudo de caso é empírico, pois ele investiga o fenômeno na realidade, quando não está bem claro o que vai ser estudado, utilizam-se outras fontes de evidência. Também, o estudo de caso pode ser utilizado tanto para pesquisas exploratórias, quanto para descritivas e explicativas.

Os dados relacionados nesse estudo foram coletados na propriedade rural Camatti localizada no município de Planalto Alegre, situado no Oeste de Santa Catarina, no período de julho de 2018 a junho de 2019, através da observação dos gastos mensais da fatura da energia elétrica. Segundo Gil (2016), o método observacional é aquele que o pesquisador toma providencias para que alguma coisa ocorra, a fim de observar aquilo que é objeto de estudo, na observação apenas observa o que acontece ou já aconteceu.

De maneira mais específica, essa pesquisa iniciou-se com o estudo sobre o tamanho dos aviários, tipo de telhado, tamanho do disjuntor e o tipo de rede, pois são fatores que influenciam no modelo e material a ser utilizado para a geração da energia solar fotovoltaica. Após, foram realizadas análise técnicas dos sistemas proposto pelos possíveis fornecedores, incluindo todo o material necessário para a construção dos painéis solares.

Sendo assim, foi realizado o cálculo do investimento necessário para a instalação do sistema proposto, com base em orçamento de equipamentos fornecido por um possível

fornecedor local. O custo da energia elétrica será pago com dinheiro próprio e disponível do produtor rural ao fornecedor.

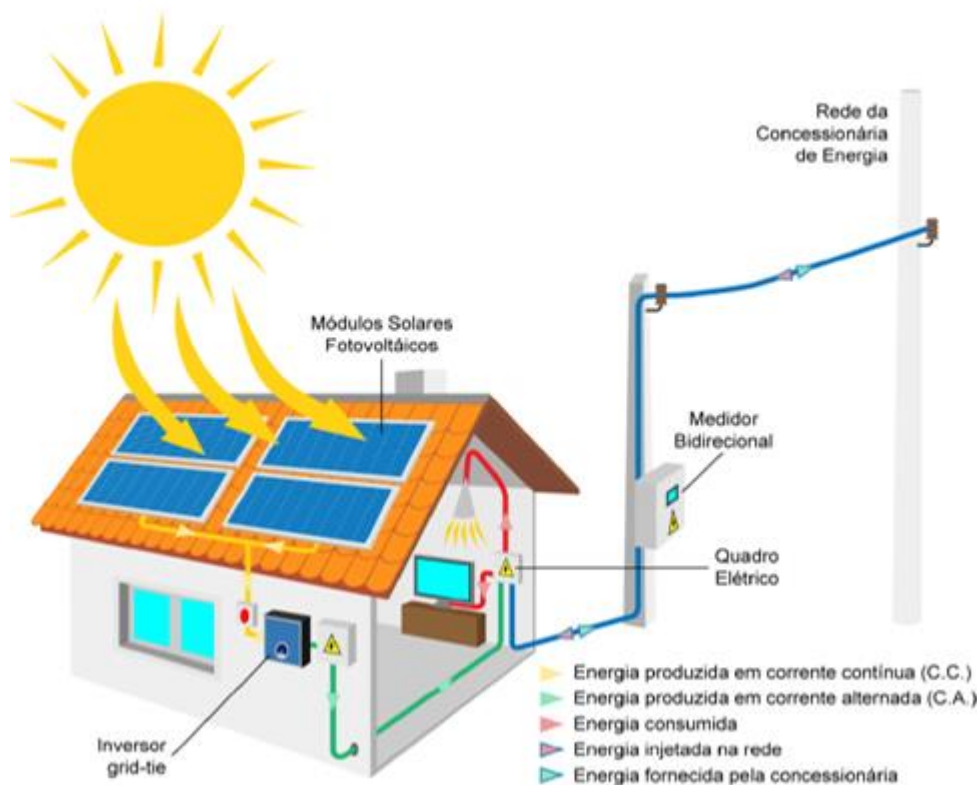
### **Análise e Interpretação dos Resultados**

Nesta seção apresentam-se todas as informações relativas ao sistema fotovoltaico proposto, bem como as análises econômico-financeiras do projeto.

#### **4.1 Instalação do sistema fotovoltaico proposto**

O sistema que será utilizado para a instalação de placas solares no aviário, de acordo com as características apresentadas, será o sistema de compensação On-Grid, nesse projeto não são levadas em consideração as variações de temperatura, bem como a quantidade média diária de sol.

Esse sistema possuirá convênio de ligação com a Concessionária de Energia, onde o medidor da entrada de energia será substituído por um modelo bidirecional, pelo qual toda a energia que for injetada na rede será contabilizada em forma de crédito, um por um, para consumo em até 60 meses após sua geração, conforme ilustra a Figura 1. A energia que for enviada a distribuidora para crédito estará sujeita a incidência de ICMS de acordo com as políticas estaduais vigentes podendo variar de acordo com seu perfil de consumo.



**Figura 1- sistema fotovoltaico conectado à rede**

Fonte: Dados da pesquisa.

Esse projeto é composto pelo estudo da viabilidade, levantamento de campo, projeto elétrico, pedido de conexão com a concessionária de energia, fornecimentos de materiais, serviço de instalação elétrica, seguros de vida dos instaladores, aterramento da estrutura, teste e ligação do sistema.

No orçamento solicitado, não estão contempladas as obras civis, manutenções nas instalações existentes, adequações de energia quando fora do padrão da concessionária de energia, seguros e garantias referentes a estrutura física pré-existente. O custo com as obras civis, manutenções e adequações de energia seria de aproximadamente R\$ 14.000,00, podendo variar para mais ou para menos.

Os painéis solares fotovoltaicos são compostos por: módulos fotovoltaicos de silício policristalino, inversor monofásico/trifásico, estruturas metálicas de fixação, minidisjuntor de corrente alternada MDW, dispositivo de proteção contra surto (DPS) SPW, pares de conectores MC4 e cabo solar especial (vermelho e preto).

Esse painel possui garantia blindada para painéis solares é de 25 anos com geração de 80% do nominal, 10 a 12 anos contra defeitos de fabricação. Para os inversores, a garantia é de 5 anos (até 20kW) e 12 anos (50kW) contra defeitos de fabricação.

Ele também é composto por um sistema de monitoramento WEB, que permite ao usuário acessar remotamente seu sistema e verificar o que está sendo gerado, seja via site ou aplicativo para o celular, como exemplifica a Figura 2, mas para isso, o cliente precisa fornecer um ponto de conexão de internet.



**Figura 2 – Sistema de monitoramento WEB**

Fonte: Dados da pesquisa.

A Figura 2 demonstra como funciona o sistema de monitoramento, os dados contidos são fictícios, através dele observa-se a energia gerada diariamente, a sua potência e também pode-se ver a economia que está sendo gerada naquele dia.

#### 4.2 Investimento em equipamentos para instalação do sistema e geração de energia

Com base nos dados coletados, o sistema proposto para a propriedade rural aviaria está descrito no Quadro 1.

Potência Total Instalada:	48,84 kW
Tipo de Telhado Considerado:	Fibrocimento ou cerâmico
Quantidade de Painéis:	148 painéis de 300W
Modelo dos Inversores:	20 kW trifásico

Quantidade de Inversores:	2 inversores
Estimativa de área para instalação:	316m <sup>2</sup>
Percentual de atendimento do consumo:	123%
Geração Média de Energia:	5.688 kWh/mês
<b>Valor total do investimento:</b>	<b>R\$ 203.914,01</b>

**Quadro 1 – Dados do projeto**

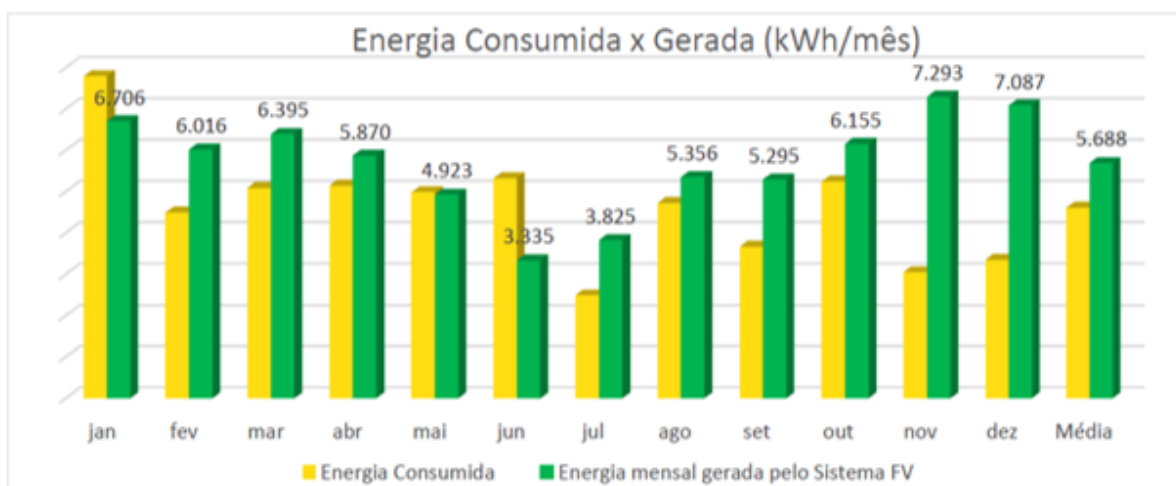
Fonte: Dados da pesquisa.

Para a execução do projeto elétrico, deve-se detalhar a forma de ligação dos painéis solares ao inversor e, a rede de energia é aprovada pela concessionária de energia. Posteriormente será executada a vistoria da instalação e a troca do medidor da entrada de energia. Neste sistema, está incluso o projeto a ART–Anotação de Responsabilidade Técnica dos serviços devidamente registrada e quitada no CREA.

A instalação do sistema é feita por uma equipe técnica própria especializada, com treinamentos e equipamentos de segurança adequados, ferramentas especiais e acompanhamento de engenheiros elétricos e de segurança no trabalho.

**4.3 Capacidade de geração do sistema proposto**

Com base no sistema proposto, composto por 148 painéis fotovoltaicos de 300W cada, é possível que o sistema forneça mês a mês, em média, 5.688 kWh/mês de energia conforme mostra o Gráfico 1.



**Gráfico 1- Energia consumida versus energia gerada**

Fonte: Dados da pesquisa.

Pelo Gráfico 1 pode-se perceber que há uma variação em cada mês quanto ao consumo de energia e a quantidade produzida. Essa diferença mensal se dá pelo fato de estar instalando

placas solares fotovoltaica em aviário, no qual ele fica um período de alguns dias (15-20) consumindo muito pouco ou nada de energia elétrica, que é o período em que as aves vão para o abate e o produtor deve fazer a limpeza e organização da propriedade para receber novamente as aves, denominado período de intervalo entre um lote e outro.

Quando o uso de energia é menor e, os painéis recebem a luz solar normalmente, produz energia reserva, para quais os dias onde o consumo for maior tenha essa energia para ser usada.

#### 4.4 Análise da viabilidade econômico-financeira do projeto

A energia atualmente consumida pela propriedade rural aviária é fornecida por uma empresa que atua na comercialização da mesma no mercado livre. A Central Elétrica de Santa Catarina S.A. (Celesc) é a concessionária de energia elétrica local e está cobra pelo transporte da energia até o consumidor. Esta cobrança é referente à utilização da rede da empresa para transportar a energia entre a geração e o consumidor final.

Para o cálculo do tempo de retorno, foi considerado o investimento como sendo com recurso próprio, na forma de pagamento à vista. O valor do kWh de energia no primeiro ano é o mesmo da fatura atual e após isto consideramos um aumento no valor do kWh de 10% ao ano, abaixo da média histórica dos últimos 5 anos de 11,41%.

O Quadro 2 apresenta o fluxo de caixa projetado para um período de 25 anos.

Anos	Fluxo de caixa	Anos	Fluxo de caixa
0	-R\$ 203.914,01	13	R\$ 528.623,00
1	-R\$ 172.390,00	14	R\$ 627.296,00
2	-R\$ 137.962,00	15	R\$ 734.976,00
3	-R\$ 100.365,00	16	R\$ 852.479,00
4	-R\$ 59.310,00	17	R\$ 980.693,00
5	-R\$ 14.481,00	18	R\$ 1.120.584,00
6	R\$ 34.466,00	19	R\$ 1.273.205,00
7	R\$ 87.908,00	20	R\$ 1.439.705,00
8	R\$ 146.252,00	21	R\$ 1.621.332,00
9	R\$ 209.946,00	22	R\$ 1.819.447,00
10	R\$ 279.475,00	23	R\$ 2.035.530,00
11	R\$ 355.371,00	24	R\$ 2.271.196,00
12	R\$ 438.210,00	25	R\$ 2.528.199,00

**Quadro 2 – Fluxo de Caixa Projetado**

Fonte: Dados da pesquisa.

Dessa forma, obtém-se uma economia no primeiro ano de R\$ 31.524,24, considerando a taxa de aumento da energia, no sexto ano tem-se uma economia de R\$ 48.947,64, a partir

daí, conforme mostra o fluxo de caixa, o investimento começará a dar um retorno positivo. Assim, o valor da economia anual de energia irá variar para cada ano, pois considera-se um aumento no valor de 10% ao ano.

A partir do cálculo do *payback* descontado considerando uma TMA de 10% ao ano, serão necessários 5,4 anos para recuperar o investimento inicial proposto de R\$ 203.914,01. Após esse período, o investimento já estará totalmente pago, gerando economia para o produtor.

Assim, é possível concluir que, para uma TMA de 10% ao ano, o projeto de energia solar fotovoltaica como alternativa para redução de custos e de diversificação energética é viável para o período analisado, considerando os dados projetados.

### **Considerações Finais**

Com o aprofundamento sobre as energias renováveis, mais especificamente sobre a energia solar fotovoltaica, percebe-se que ela é uma excelente fonte de energia limpa e eficaz, que não agride o meio ambiente, apesar de seu custo ser um pouco alto, se comparada a outras formas de geração de energia, ainda é considerada uma das formas de energias mais viáveis nos últimos anos.

Esse estudo teve por objetivo analisar a viabilidade econômico-financeira da energia solar fotovoltaica como alternativa para redução de custos em uma Propriedade Rural Aviária. Para tal, realizou-se uma pesquisa exploratória, através de um estudo de caso em uma Propriedade Rural Aviária localizada no oeste do Estado de Santa Catarina. Para a análise da viabilidade econômico-financeira dessa energia, foi analisado o *payback* descontado, o valor presente líquido, a taxa interna de retorno e o valor anual uniforme equivalente.

Os resultados revelaram que esse projeto para a instalação de energia solar fotovoltaica é viável para o período analisado, considerando os dados projetados. Através da análise, foi concluído que o projeto poderá gerar um retorno a partir do sexto ano de implantação.

Pode-se concluir que, com a instalação dessa energia, irá reduzir os custos, além de o projeto ser viável, trazendo muitos benefícios para o meio ambiente, pois é uma fonte de energia renovável que vem crescendo significativamente, demonstrando que o investimento neste ambiente de estudo também trará economia financeira ao gestor rural.



## Referências

- BISSOCHI, Fabiana et al. Utilizando técnicas de realidade virtual para o estudo da conversão de energia solar em energia elétrica. **laboratório de computação gráfica, Universidade Federal de Uberlândia (UFU)**, 2002.
- CABRAL, Isabelle; VIEIRA, Rafael. Viabilidade econômica x viabilidade ambiental do uso de energia fotovoltaica no caso brasileiro: uma abordagem no período recente. In: **III Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental**. 2012.
- DASSI, Jonatan Antonio et al. Análise da viabilidade econômico-financeira da energia solar fotovoltaica em uma Instituição de Ensino Superior do Sul do Brasil. In: **Anais do Congresso Brasileiro de Custos-ABC**. 2015.
- FILHO, Nelson Casarotto; KOPITTKE, Bruno Hartmut. **Análise de investimentos**. 11 ed. São Paulo: Atlas S.A, 2010.
- FRANCISCATTO, Anderson et al. Energia Eólica e Solar Fotovoltaica no Contexto de Universalização e Diversificação da Matriz de Geração Brasileira. 2005.
- GEBERT, Alice et al. ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA. **Feira Regional de Matemática do RS**, [S.l.], v. 1, n. 1, jun. 2018. Disponível em: <<https://publicacoeseventos.unijui.edu.br/index.php/feiramatematica/article/view/9244>>. Acesso em: 24 set. 2018.
- GIL, Antonio Carlos. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 6 ed. São Paulo: Atlas, 2016.
- MARINOSKI, Deivis Luis; SALAMONI, Isabel Tourinho; RÜTHER, Ricardo. Pré-dimensionamento de sistema solar fotovoltaico: estudo de caso do edifício sede do CREA-SC. In: **Conferência Latino-Americana de Construção Sustentável. São Paulo, Brasil**. 2004.
- MARTINAZZO, Michel. **Análise econômica da implantação e utilização de sistemas de aproveitamento de energia solar e de águas pluviais em uma residência unifamiliar**. 2014. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Tecnológica Federal do Paraná.
- MOTTA, Regis da Rocha; CALÔBA, Guilherme Marques. **Análise de investimentos: tomada de decisão em projetos industriais**. São Paulo: Atlas S.A, 2002.
- PEREIRA, Enio Bueno et al. **Atlas brasileiro de energia solar**. São José dos Campos: Inpe, 2006.
- PROENÇA, E. D. R. B. A energia solar fotovoltaica em Portugal. **Instituto Superior Técnico, Universidade Técnica de Lisboa**, 2007.
- SHAYANI, Rafael Amaral; OLIVEIRA, MAG de; CAMARGO, IM de T. Comparação do custo entre energia solar fotovoltaica e fontes convencionais. In: **Congresso Brasileiro de Planejamento Energético (V CBPE). Brasília**. 2006. p. 60.

YIN, Robert K. **Estudo de caso: planejamento e métodos**. 3 ed. Porto Alegre: Bookman, 2005.

Submetido em: 12.12.2022

Aceito em: 12.01.2023