

INSTITUTO FEDERAL DE SANTA CATARINA

FELIPE DE AMORIM

**IMPLANTAÇÃO DE ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA: ANÁLISE DE VIABILIDADE  
ECONÔMICA EM PACKING HOUSE DE MAÇÃ**

Lages  
Dezembro, 2022

FELIPE DE AMORIM

**IMPLANTAÇÃO DE ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA: ANÁLISE DE VIABILIDADE  
ECONÔMICA EM PACKING HOUSE DE MAÇÃ**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentada ao curso Gestão do Agronegócio do Campus Lages do Instituto Federal de Santa Catarina para a obtenção do diploma de Tecnólogo em Gestão do agronegócio.

Orientador: José Mecabô Júnior

Lages  
Dezembro, 2022

FELIPE DE AMORIM

**IMPLANTAÇÃO DE ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA: ANÁLISE DE VIABILIDADE  
ECONÔMICA EM PACKING HOUSE DE MAÇÃ**

Este trabalho foi julgado adequado para obtenção do título em Tecnólogo em Gestão do Agronegócio, pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina, e aprovado na sua forma final pela comissão avaliadora abaixo indicada.

Lages, 05, dezembro 2022

---

Prof. Jose Mecabo Junior, Dr  
Instituto Federal de Santa Catarina

---

Prof<sup>a</sup>. Josiane Cantuaria Figueiredo, Me.  
Instituto Federal de Santa Catarina

---

Prof. Isaac Brasil Pereira,  
Instituto Federal de Santa Catarina

## **AGRADECIMENTOS**

Após a realização deste trabalho de final de curso, quero em primeiro lugar, prestar o meu grande agradecimento à minha família, em especial, à minha esposa Karla Dayane Costa Pereira, pelo esforço feito para me dar a oportunidade de estudo, assim como todo o apoio e suporte dado ao longo destes anos de curso. Por estar sempre ao meu lado em todos os momentos e em todas as situações, ouvindo-me e aconselhando-me sempre da melhor maneira. Quero ainda demonstrar o meu agradecimento aos amigos de classe pela parceria e conselhos, que ajudaram a alcançar meus objetivos. Não poderia deixar que agradecer também, o Sr. Marcos Haruo Fukushima, por ter confiado no meu trabalho e ter aberto sua propriedade para nos receber. Por fim queria agradecer ao meu orientador todo o tempo dispendido no aconselhamento e no esclarecimento de dúvidas ao longo da elaboração deste trabalho, e, aos professores, Isaac Brasil Pereira, Roberto Akitoshi Komatsu e Josiane Cantuaria Figueiredo, pela ajuda prestada na elaboração do trabalho de conclusão de curso.

A todos meu muito obrigado!

"Uma ideia é algo que não funciona a menos que você faça"

Thomas Alva Edison

## RESUMO

Sabemos da importância que a cultura da maçã tem para nosso estado, principalmente região de São Joaquim-SC, onde corresponde por 26% dos pomares de maçã do país. Com o crescimento da produção de maçã em cerca de 4% ao ano, há um déficit na capacidade de armazenagem da fruta. O alto custo para manter um *Packing House* de maçã, corrobora para que esse problema se agrave a cada ano. Diante disso, o presente estudo propôs verificar a viabilidade econômica de implantação de um sistema de energia solar (SFV) para atender a demanda energética de um *Packing House* de maçã, em propriedade agrícola no município de São Joaquim-SC. Além disso, buscou-se analisar a melhor configuração de sistema de geração de energia solar, com objetivo de incentivar a redução dos custos provenientes de energia elétrica e torná-lo mais competitivo e sustentável. Realizou-se um estudo de caso com abordagem qualitativa. Nessa análise, considerou-se a Taxa Mínima de Atratividade (TMA), e foram aplicados os métodos analíticos do Valor Presente Líquido (VPL), Taxa Interna de Retorno (TIR), e o Payback. Os resultados evidenciaram que o projeto é viável dentro do período estudado, pois possibilita a recuperação do investimento do período em 6 anos. Remunerando o investimento em 21%, ou seja, superior a Taxa Mínima de Atratividade (TMA) de 5,28% ao ano.

Palavras-Chave: Agronegócio; Sustentabilidade; *Packing House*, Sistema solar fotovoltaico; Viabilidade econômica.

## ABSTRACT

We are aware of the importance that apple cultivation has for our state, mainly in the region of São Joaquim-SC, where it accounts for 26% of the apple orchards in the country. With the growth of apple production at around 4% per year, there is a deficit in the storage capacity of the fruit. The high cost of maintaining an apple Packing House makes this problem worse every year. In view of this, the present study proposed to analyze the economic viability for the installation of a photovoltaic solar system that feeds a Packing House in a rural property, located in the city of São Joaquim in the state of Santa Catarina. In addition, we sought to analyze the best configuration of a solar energy generation system, with the aim of encouraging the reduction of costs from electricity and making it more competitive and sustainable. A case study with a qualitative approach was carried out. In this analysis, the Minimum Attractiveness Rate (TMA) was considered, and the analytical methods of Net Present Value (NPV), Internal Rate of Return (IRR), and Payback were applied. The results showed that the project is viable within the period studied, as it allows the recovery of the period's investment in 6 years. Remunerating the investment by 21%, that is, higher than the Minimum Attractiveness Rate (TMA) of 5.28% per year.

Keywords: Agribusiness; Sustainability; Packing House; Solar photovoltaic system; Economic viability.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Esquema da cadeia produtiva da maçã.....	24
Figura 2 - Geração distribuída solar FV no Brasil por classe de consumo .....	31
Figura 3 - Localização georreferenciada Agrícola Fukushima.....	35
Figura 4 - Medição para disponibilidade de área.....	37

## LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Municípios de Santa Catarina e plantação de maçã.....	23
Gráfico 2 - Censo agropecuário 2017 .....	26
Gráfico 3 - Quantidade de maçã produzida (Unidade Mil/t) – São Joaquim-SC.....	26
Gráfico 4 - Rendimento médio da produção – São Joaquim-SC.....	27
Gráfico 5 - Irradiação Solar no Plano Inclinado - São Joaquim-SC.....	38
Gráfico 6 - Geração estimada x Consumo analisado (kWh-Mensal).....	39

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Comparativo dos orçamentos para o projeto de investimento SFV.....	40
Tabela 2 - Estimativa do tempo de retorno do investimento .....	42

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Efeito Médio Tarifário para o Consumidor nos últimos cinco anos.....	41
---	----

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ANEEL	Agência Nacional de Energia Elétrica
EMT	Efeito Médio Tarifário
EPAGRE	Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina
CELESC	Centrais Elétricas de Santa Catarina
FV	Fotovoltaico
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IFSC	Instituto Federal de Santa Catarina
PRONAF	Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar
SFV	Sistema Solar Fotovoltaico
TIR	Taxa Interna de Retorno
VPL	Valor Presente Líquido
TMA	Taxa Mínima de Atratividade
CRESESB	Centro de Referência para Energia Solar e Eólica Sergio Salvo Brito

## LISTA DE SÍMBOLOS

KWh –	Quilowatts por hora
t –	Tonelada
MWh –	Megawatts por hora
KWp –	Quilowatts pico
W –	Watts
ha –	Hectare
m <sup>2</sup> -	Metro Quadrado
%	Porcentagem

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	16
1.1	OBJETIVOS .....	17
1.1.1	Objetivo geral .....	17
1.1.2	Objetivos específicos.....	17
1.2	JUSTIFICATIVA .....	18
<b>2</b>	<b>REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b> .....	19
2.1	INOVAÇÃO NO AGRONEGÓCIO.....	19
2.2	DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL.....	21
2.3	CADEIA PRODUTIVA DA MAÇÃ EM SÃO JOAQUIM - SC.....	22
2.4	SISTEMA DE ARMAZENAMENTO.....	25
2.5	GERAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA SOLAR NO BRASIL.....	28
2.6	VIABILIDADE ECONÔMICA .....	31
<b>3</b>	<b>PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS</b> .....	34
3.1	DELINEAMENTO DA PESQUISA.....	34
3.2	INSTRUMENTOS DE COLETA DE DADOS.....	35
3.3	ANÁLISE DE DADOS.....	36
<b>4</b>	<b>RESULTADOS DA PESQUISA</b> .....	37
4.1	RESULTDOS OBTIDOS NO CAMPO.....	37
4.2	ANÁLISE DE PROJETOS.....	40
4.3	INVESTIMENTO DO PROJETOS.....	40
<b>5</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	44
	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	45



## 1 INTRODUÇÃO

A produção brasileira de maçã encontra-se localizada geograficamente em quatro estados produtores, sendo que Santa Catarina é o estado com o maior número de produtores e, junto com o Rio Grande do Sul, representa mais de 95% da produção total (BITTENCOURT, 2008). No Brasil, aproximadamente 1,3 milhão de toneladas de maçã são produzidas anualmente, principalmente em cinco estados. Segundo o IBGE, Santa Catarina lidera o ranking com produção anual de 635 mil toneladas, representa 49% de toda produção nacional de maçã (EPAGRI, 2022).

Com o mapeamento realizado por imagens de satélite de 15.684 hectares de pomares de maçã no estado de Santa Catarina, comprovou-se que São Joaquim está se consolidando como o maior produtor de maçã do Brasil com 8.692 hectares, ou seja, 26% de todos os pomares de maçã do país. O estudo também confirma que o estado de Santa Catarina continua liderando essa cadeia produtiva, reforçando pesquisas do IBGE que indicam que o estado responde por cerca de 48% da área cultivada do Brasil (EPAGRI, 2022).

Levando em conta uma taxa de crescimento da produção de maçã de cerca de 4% ao ano e uma capacidade de armazenagem ideal na ordem de 80% da produção, vemos uma necessidade de viabilizar a instalação de câmaras de refrigeração para conservação, sendo para a região Serrana, superior a 120 mil toneladas, sendo 48 mil toneladas somente em São Joaquim (CÁRIO, SEABRA, et al., 2015).

Diante da expansão da oferta de maçã na região e da falta de capacidade de armazenamento da produção, pequenos produtores se deparam com preços de vendas aquém de seu real valor, sobretudo, nos momentos de safra. Apesar da alta rentabilidade obtida no cultivo da maçã, a deficiência de armazenagem pode comprometer a viabilidade da atividade de muitos pequenos pomicultores (CÁRIO, SEABRA, et al., 2015).

A utilização de recursos fósseis para geração de energia é, notoriamente, danosa ao meio ambiente. A elevada emissão de gases para a atmosfera tem como consequência o aquecimento global. A forma de energia que substituirá o combustível fóssil tem que ter a preocupação com a sustentabilidade e, evidentemente, diminuir a

atual degradação ambiental. O desenvolvimento sustentável, segundo (SHAYANI, 2006, p.10) “é aquele que atende às necessidades do presente sem afetar as necessidades das gerações futuras. Sob este ângulo, a utilização de fontes de energia renováveis merece atenção especial”.

Para gerar energia elétrica convencional, de acordo com (SHAYANI, 2006) é necessário a operação de máquinas rotativas, tais como turbina e gerador, precisam de uma prática de manutenção mais abstrusa, em razão do desgaste natural das peças móveis. Já a energia solar utiliza placas com células solares, que são responsáveis pela geração da energia, e utiliza um inversor para converter a tensão e a frequência para o valor nominal do aparelho. O processo é mais simples, não emite gases poluentes ou ruídos e requer pouca manutenção. Devido à sua simplicidade, esta abordagem renovável para captação de eletricidade tem vantagens econômicas.

Conforme (MACHADO; MIRANDA, 2014), no Brasil, desde 2012, com a Resolução Normativa nº 482 da ANEEL, “o pequeno produtor pode injetar a energia produzida de forma renovável na rede, porém não recebe pela produção excedente”. De acordo com a Resolução Normativa, a energia excedente gerada entra como compensação de créditos que expiram em 36 meses

## 1.1 OBJETIVOS

### 1.1.1 Objetivo geral

Verificar a viabilidade econômica de implantação de um sistema de energia solar (SFV) para atender a demanda energética de um Packing House de maçã, em propriedade agrícola no município de São Joaquim-SC.

### 1.1.2 Objetivos específicos

1. Analisar o consumo (kWh) médio mensal de energia elétrica do Packing House.
2. Determinar o valor de investimento do sistema fotovoltaico.
3. Estipular o modelo e a quantidade de módulos.

4. Definir a área de captação de energia solar.
5. Determinar o custo médio mensal de energia elétrica.
6. Especificar tempo de retorno do investimento (Payback), TIR; VPL.

## 1.2 JUSTIFICATIVA

A partir dessas circunstâncias, justifica-se analisar, por meio de levantamentos de dados na propriedade, tendo em vista que encontramos projetos superfaturados e de superdimensionados devido à alta demanda por essa tecnologia, desejando apenas a lucratividade, deixando de ofertar apenas uma alternativa para redução de consumo em sua fatura de energia.

Da mesma forma, identificar o melhor projeto para solução energética do Packing House na propriedade apresentada, através de em um estudo comparativo entre projetos orçados existentes e outro elaborado pelo autor. Visando o uso da energia fotovoltaica bem como o melhor custo-benefício para o proprietário.

## 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 INOVAÇÃO NO AGRONEGÓCIO

O termo agribusiness surgiu com o trabalho pioneiro dos pesquisadores John Davis e Ray Goldberg, da Universidade de Harvard em 1957 termo, segundo (SPAREMBERGER, BUTTENBENDER; ZAMBERLAN, 2019). Onde, destacam o termo como um conjunto de operações envolvidos na produção, no processamento e na distribuição de produtos de origem agropecuária, incluindo o setor de insumos, a produção rural, os mecanismos, comercialização e armazenagem, entre outros.

Para (BATALHA, 1995), na visão mais recente de agribusiness impõe novos desafios para o setor agroindustrial. O aumento da incorporação da produção de insumos, da produção agropecuária, da agroindústria e da distribuição, bem como as constantes mudanças nos hábitos dos consumidores, tornando mais difícil a gestão da produção no sistema agroindustrial.

Sabemos que é essencial para o desenvolvimento sustentável, promover um maior acesso aos serviços energéticos. Da mesma forma, há uma necessidade de reduzir drasticamente os impactos ambientais decorrentes do consumo de energia, tanto em nível local como global. Sabe-se ainda que países altamente dependentes de importação e exportação de energia são vulneráveis a choques externos, e reduzir essa dependência ajudará o desenvolvimento do país, em particular. Isso mostra a íntima relação existente entre a energia e o desenvolvimento sustentável (REIS, MARTINI; GRIMONI, 2019).

O agronegócio brasileiro tem como desafio, evoluir de forma sustentável e competitiva para conquistar e manter espaço no mercado interno e externo, atendendo a demanda existente. Para isso, precisa criar uma estratégia para que se tenha um produto e processo com um nível de qualidade e preço viável. Assim, as organizações precisam apresentar novas estratégias e modelos de operações, desenvolvendo sua capacidade de inovar.

De acordo com (SANTOS; ARAÚJO, 2017) atualmente, o Brasil é visto como uma potência no setor do agronegócio, sendo um dos maiores exportadores mundiais de frutas frescas. Isso se deve pelo bom nível de transformação da matéria-prima e

ambientes e processos produtivos adequados, somando com o uso de tecnologia de ponta utilizada na produção. Além disso, o resultado reflete no aumento da rentabilidade dos negócios.

Segundo (GIMENEZ; VEIGA, 2020) a inovação existe em uma condição de múltiplos estágios onde uma organização transforma ideias em produtos (bens ou serviços) ou processos que são definitivamente novos ou significativamente melhorados para se destacar no mercado, ser competitivo e avançar como organização.

Para (SANTOS; ARAÚJO, 2017), podemos observar que no setor do agronegócio, por englobar diversos segmentos na execução dos negócios, desempenha um papel importante na promoção do desenvolvimento econômico local pois o impacto dessa relação não se limita ao mercado específico em que atua, ou seja, produção de alimentos, mas agregando valor à cadeia produtiva por meio do envolvimento desses atores que compreendem desde a aquisição de insumos até a destinação final do produto acabado.

Dessa forma, diante da gradual demanda por alimentos, tanto em quantidade quanto em qualidade, aumentou a necessidade de desenvolvimento do setor agrícola. Há uma demanda de renovar a organização do design tradicional da agricultura e requer questionamentos mais abertos, descentralizadas, contextualizadas e interações direcionadas para a inovação e que garantam a sustentabilidade. Importante destacar, que áreas de inovação bem projetadas e apoiadas podem facilitar a transição para a agricultura sustentável, que pode empregar diferentes abordagens, como agroecologia, sistemas alimentares locais, agricultura vertical, bioeconomia, agricultura urbana e agricultura inteligente ou agricultura digital.

Segundo (VIEIRA FILHO; FISHLOW, 2017), as habilidades de gestão do agricultor são a base do processo de exploração dos benefícios de produção, vantagem competitiva e know-how técnico. A experiência e o aprendizado dos produtores no uso de novas tecnologias não é apenas riscos reduzidos associados a fatores exógenos (adversidade climática, variabilidade geográfica e o surgimento de novas pragas), mas também redirecionar caminhos mais amplos para segmentos de fornecedores. Isso através de um efeito de feedback que permitem que as tecnologias se adaptem e melhorem à diversidade ambiental e para atender as necessidades dos produtores.

## 2.2 DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

Tão importante quanto a tecnologias de gestão no contexto agropecuário e as tecnologias utilizadas na produção de maçã, está a questão de preservação ambiental, manejo sustentável, destacando a importância da preservação do meio ambiente em suas atividades produtivas, econômicas e em seu modo de vida no campo, rumo aos princípios do desenvolvimento sustentável.

Segundo (VELHO; MACHADO, 2021) a expressão sustentabilidade em sua relação com o desenvolvimento surgiu em virtude dos problemas globais nos pós II Guerra Mundial e ao mesmo tempo a expansão do movimento ambientalista.

A propagação da Revolução Verde, a poluição, a exposição sem fim dos efeitos das atividades produtivas, a poluição da água da qual todos dependem, e assim por diante, comprometeria a própria acumulação capitalista e, portanto, "nosso futuro comum", ou seja, o comércio. Portanto, a concepção resultante de desenvolvimento sustentável se popularizara no mundo e no Brasil a partir da década de 1990, (VELHO; MACHADO, 2021).

A diversidade de conceitos e debates em torno do desenvolvimento sustentável parece refletir um espírito de responsabilidade compartilhada e mostrar uma alternativa às teorias e modelos tradicionais de desenvolvimento, conforme relatado por (CAMARGO, 2002). Nesse sentido, a crise socioambiental pela qual passa a sociedade no início do século XXI evidencia, para o autor, a difícil tarefa de criar uma relação entre homem e a natureza, respeitando os limites entre si.

O desenvolvimento de energias renováveis torna-se um fator de destaque para sustentabilidade no que se refere o tripé econômico, social e ambiental nas relações de produção em geral.

Para (RABUSKE, FRIEDRICH; FONTOURA, 2018), o desenvolvimento atual da tecnologia solar fotovoltaica propicia que sistemas fotovoltaicos utilizem o inesgotável recurso solar transformando-o em eletricidade de forma limpa.

Com mesma rapidez que as tecnologias avançam, precisamos, na mesma velocidade, que os extensionistas, técnicos, agrônomos e outros, se capacitem para que essas tecnologias sejam apresentadas aos produtores de forma simples e de fácil

entendimento, fomentando a importância e seus benefícios, quanto ao uso dessas tecnologias.

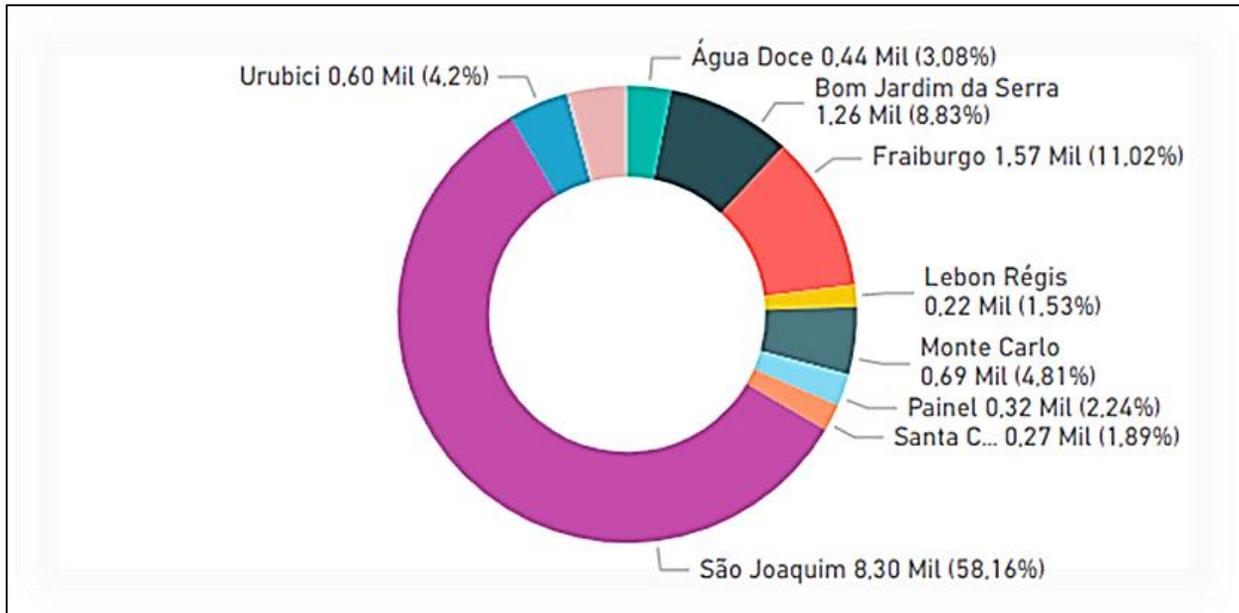
De acordo com (SILVA; POLLI, 2019), as agroindústrias, empresas de insumos, cooperativas e associações de produtores precisam investir fortemente na capacitação ambiental de técnicos e produtores. Só assim podem avaliar o impacto ambiental das suas operações com base no conhecimento técnico e assim adaptar os seus sistemas de produção às normas vigentes. Isso melhorará as condições ambientais e buscará reduzir os conflitos existentes causados pelo aumento da demanda pela produção de alimentos.

### 2.3 CADEIA PRODUTIVA DA MAÇÃ EM SÃO JOAQUIM - SC

De acordo com o censo de 2010 do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2022), São Joaquim é um município brasileiro do estado de Santa Catarina, localizado na região serrana, com 24.812 habitantes. Sua formação étnica é composta em sua maioria, por descendentes de alemães, italianos, portugueses e japoneses. As atividades econômicas da cidade baseiam-se basicamente no cultivo de frutas, das quais a maçã é a base. A cadeia produtiva é composta por grandes empresas verticalmente integradas e por um extenso número de pequenos produtores. Vale ressaltar que é uma das atividades com maior investimento em tecnologia e qualidade no país (DAMASCENO, PICCININI; ZANELA, 2019).

No Gráfico 1, podemos observar os municípios de Santa Catarina que apresentam maior área plantada da cultura da maçã.

Gráfico 1 - Municípios de Santa Catarina e plantação de maçã

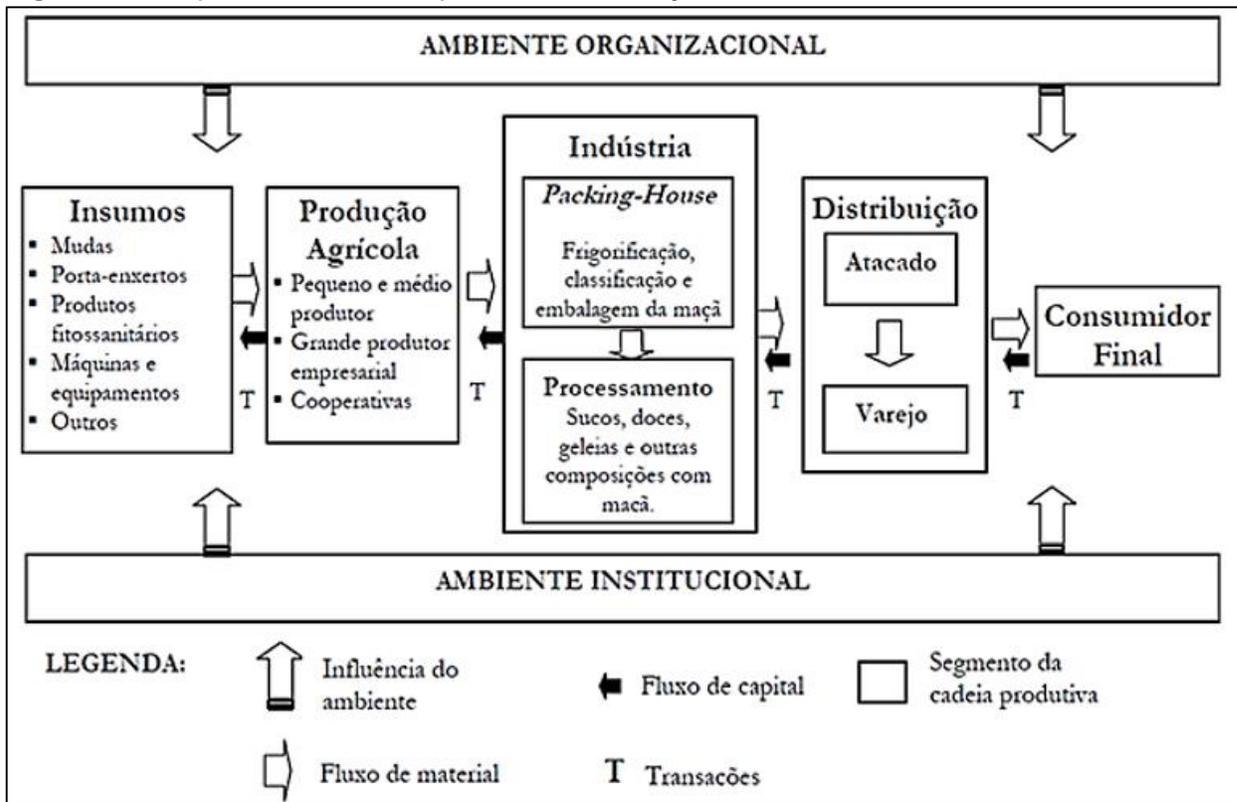


Fonte: Bittencourt (2008)

Em São Joaquim apresenta um clima favorável à cultura, onde encontramos temperaturas mais amenas e, portanto, mais favorável à cultura, porém perde em condições de solo onde este é de maior declividade e pedregoso, “o que traz dificuldades para a mecanização e para a formação de grandes pomares, fazendo com que esta cultura seja, em sua maior parte, produzida em pequenas unidades produtivas, (GOMES; NETO, 2015).

De acordo com (BITTENCOURT, 2008) a cadeia produtiva da maçã consiste em uma gama de transformações, incluindo atividades em todas as etapas de produção, processamento, triagem e embalagem, desde a compra de insumos e matérias-primas para o cultivo e cuidado dos pomares. Abrange também as etapas de venda e distribuição da fruta, chegando ao consumidor final do produto. A cadeia produtiva ainda é regida pelo ambiente organizacional e institucional, conforme mostra na Figura 1.

Figura 1 - Esquema da cadeia produtiva da maçã.



Fonte: Bittencourt (2008)

O período de safra da maçã, normalmente acontece entre os meses de fevereiro a maio. Em relação às duas variedades mais plantadas em São Joaquim, se destacam a Gala e a Fuji. Após a colheita, consta as etapas de armazenagem, classificação e embalagem da fruta. Onde ficam incumbidas por essa etapa, as empresas integradas verticalmente e cooperativas. “As cooperativas, geralmente, são formadas por pequenos e médios produtores, que se unem como forma de viabilizar a produção e distribuição do produto no mercado”, (BITTENCOURT, 2008).

Após a colheita, as maçãs são enviadas para unidades industriais chamadas de packing house. Para evitar que as maçãs percam a qualidade, é necessário agilizar o tempo desde a colheita da maçã até a chegada no packing house, razão pela qual as unidades industriais geralmente estão localizadas próximas aos pomares, onde são classificadas, embaladas e armazenadas (MAIA, ROITMAN, et al., 2010).

A maioria das maçãs embaladas são carregadas e transportadas para os locais de distribuição no atacado e varejo, permitindo que a fruta chegue ao consumidor por

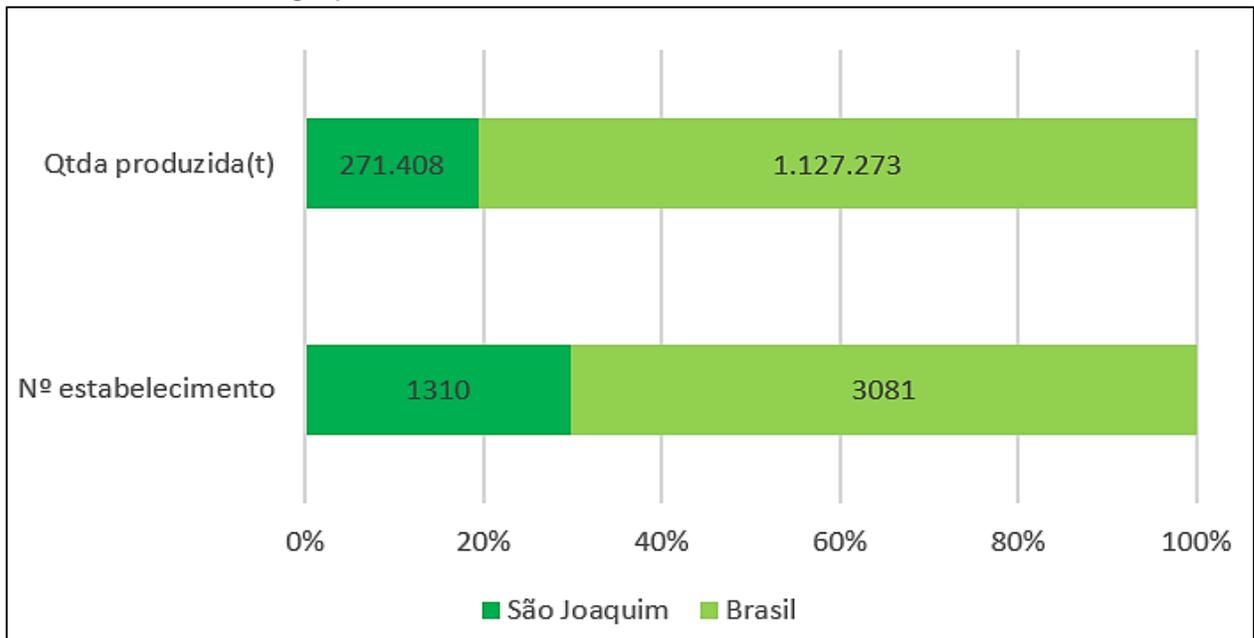
meio de supermercados, feiras e outros estabelecimentos que a comercializam. O transporte da maçã é feito por caminhões com compartimentos refrigerados, que preservam a fruta até o destino. A maçã deve passar por um sistema de controle, certificando sua qualidade, antes de chegar ao consumidor final, (BITTENCOURT, 2008). Essa etapa da cadeia produtiva da maçã, é de suma importância para manter a qualidade e apresentação do produto para agregar valor na hora de vender o produto.

#### 2.4 SISTEMA DE ARMAZENAMENTO

O período de colheita da maçã em São Joaquim-SC se concentra de fevereiro a março (Gala) e de março a abril (Fuji) podendo se estender até maio, dependendo das condições climáticas. No entanto logo após a colheita, as maçãs precisam ser armazenadas em câmaras frigoríficas. Os sistemas de refrigeração com câmaras de atmosfera controlada incluem níveis controlados de oxigênio, dióxido de carbono e umidade relativa. Essas condições ambientais, aliadas ao uso de produtos de tratamento pós-colheita, podem controlar as variáveis de armazenamento dos frutos e aumentar sua preservação até a próxima colheita. Por outro lado, o armazenamento a frio tradicional permite que o armazenamento seja feito no máximo até o mês de setembro.

A região serrana responde por mais de 20% da produção nacional e ainda possui condições climáticas adequadas e disponibilidade de área para expansão da produção. Na região de São Joaquim agrega 1.310 produtores de Maçã com área média de 5,9 hectares, sendo muitas unidades produtivas com área de 0,5 a 2,5 ha (IBGE, 2017). No Gráfico 2, podemos comparar o número de produtores de maçã de São Joaquim em relação ao Brasil (IBGE, 2017). Analisando o Gráfico 3, podemos observar o histórico da quantidade produzida.

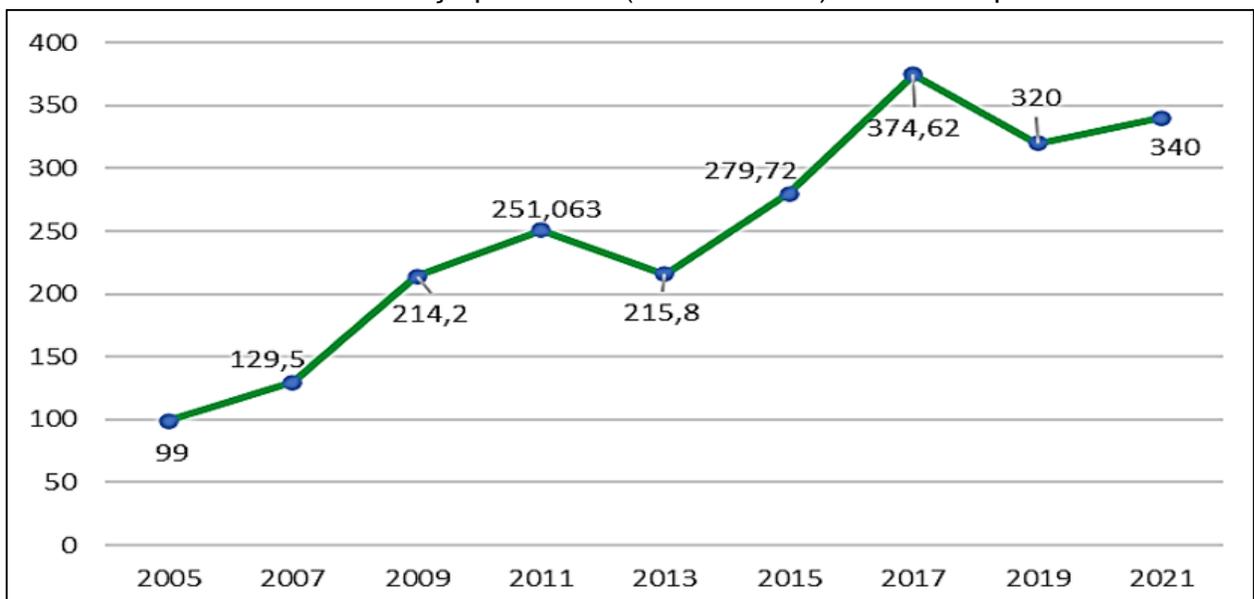
Gráfico 2 - Censo agropecuário 2017



Fonte: Adaptado pelo autor (IBGE, 2017).

No Gráfico 2, podemos verificar a relação entre o Brasil e a cidade de São Joaquim, referente à quantidade produzida e número de produtores.

Gráfico 3 - Quantidade de maçã produzida (Unidade Mil/t) – São Joaquim-SC



Fonte: Adaptado pelo autor (IBGE, 2022)

No Gráfico 3, apresentamos um histórico anual de quantidade de maçã produzida. Onde, em 2021 tivemos uma produção de 340 mil/t de maçã na cidade de São Joaquim.

Analisando o Gráfico 4, observa-se que o rendimento médio de produção em (t) por hectare de 2017 a 2021 se manteve entre 40t e 45t (IBGE, 2022).

Gráfico 4 - Rendimento médio da produção – São Joaquim-SC



Fonte: Adaptado pelo autor (IBGE, 2022)

Para (CÁRIO, SEABRA, et al., 2012), a deficiência na capacidade de armazenamento para a safra 2011/2012, ficou na ordem de 250 mil toneladas em Santa Catarina, sendo que 80% desta correspondem à região de São Joaquim.

Considerando que a produção no município de São Joaquim, obteve um aumento de 93,8% comparando as safras 2006/2007 com a safra 2010/2011, mostrando o potencial produtivo da região, onde se espera uma evolução ainda maior nas próximas safras. Sendo assim um volume significativo de maçã produzida nas safras futuras ficará sem condições de armazenagem e processamento, se não houver investimento (CÁRIO, SEABRA, et al., 2012).

Dadas as condições limitadas em que seus produtos são produzidos e comercializados, as consequências desse processo recairão sobre os pequenos produtores que não têm vínculo com cooperativas ou a empresas de grande. Esses

produtores não têm assistência técnica e são afetados pela presença de pragas e práticas inadequadas de poda, arqueamento e desbaste, não têm infraestrutura para armazenar e separar maçãs, resultando em redução da produtividade e qualidade das maçãs, têm alternativas limitadas na comercialização, sujeitando-os à deterioração dos preços impostos pelos intermediários e pela indústria (CÁRIO, SEABRA, et al., 2012).

O aumento na capacidade de armazenamento em São Joaquim não acompanha a expansão da produção da maçã, impactando na lucratividade principalmente do pequeno e médio produtor. Considerando o pequeno espaço de tempo para colheita e da pouca capacidade de armazenar corretamente, acarretará o aumento da oferta da maçã, principalmente nas frutas de menor qualidade. Impactando diretamente no resultado financeiro da safra.

## 2.5 GERAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA SOLAR NO BRASIL

Nos anos 2000, a indústria fotovoltaica consolidou a sua posição nos mercados desenvolvidos devido ao aumento da procura e escala de produção, aliado a desenvolvimentos tecnológicos específicos, permitindo reduções de preços e consequente sua inserção no mercado (ESPOSITO; FUCHS, 2013).

Ainda segundo (ESPOSITO; FUCHS, 2013), no mundo, existe dois tipos de desenvolvimento para a geração de energia solar: o *feed-in tariff* e o *net metering*. Onde *feed-in tariff*, compreende no pagamento de uma tarifa paga pelas concessionárias de energia locais e depois repassada aos consumidores. Por outro lado, o *net metering*, tem a intenção de regular a troca de energia entre concessionária e usuários de energia solar, por meio de créditos quando há saldo na geração de energia solar. Há um acerto realizado pelas concessionárias no momento do faturamento das contas de energia, onde os créditos acumulados suprem os débitos. Esse modelo de comercialização de energia foi regulamentado no Brasil pela Resolução ANEEL 482, de 17 de abril de 2012.

O Brasil, detém a maior matriz elétrica proveniente das hidrelétricas, por deter a maior reserva de água doce do mundo, as quais geram aproximadamente de 65% da energia elétrica consumida no país (EPE, 2021). Por esse fator, o Brasil não estimulava a geração de energias alternativas.

Diante disso, o Brasil tornou-se extremamente dependente de uma fonte exclusiva de energia ao longo desses anos, onde está pagando caro por isso, pois, vê os níveis dos reservatórios cada vez mais baixos com a falta de chuva, “as termoelétricas passaram de uso de emergência para uso integral, gerando cerca de 20% da energia total e aumentando o custo da geração de energia” (KAFRUNI, 2014). Diante disso, precisamos cada vez mais pensar no sistema de microgeração, como uma forma alternativa e sustentável de produção de energia.

Há vantagens por se ter uma geração de energia através de hidrelétricas, uma vez que, produz energia em grande quantidade, tendo o custo por MWh mais barato, assim reduzindo o valor pago pelo consumidor mensalmente. No entanto, grandes linhas de transmissão precisam ser construídas, a qual tem um custo elevado, exigindo grandes construções e têm diversos impactos ambientais. No caso da geração distribuída, o custo aumenta devido a quantidade de energia produzida ser menor. Porém, não há necessidade de construir grandes linhas de transmissão, o que reduz drasticamente as perdas. Contudo, após os reajustes feitos pelo governo nas taxas de cobrança de energia elétrica, tornou-se cada vez mais lucrativo utilizar sistemas alternativos para reduzir o valor final, tal como apresentado anteriormente, o sistema fotovoltaico (NAKABAYASHI, 2014).

Segundo (BERLENGA, 2012) a condição de gerar energia sem a emissão de poluentes e com recursos praticamente inesgotáveis, somente trazem vantagens à sociedade e ao meio ambiente. Outra vantagem que encontramos nesse sistema, é a o baixo custo de manutenção e operação, ainda que os módulos são resistentes às adversidades e intempéries climáticas.

De acordo com (ECOIA, 2017), temos também algumas desvantagens, como a alterações nas quantidades produzidas de acordo com a situação climática, a não geração de energia durante a noite. Locais com constante cobertura de nuvens, tendem a ter alterações diárias de produção de acordo com o grau de nebulosidade.

Outro ponto, são as formas de armazenamento da energia solar, que são pouco eficazes quando associadas por exemplo aos combustíveis fósseis (carvão, petróleo e gás), e a energia hidroelétrica (água). Além de que os painéis solares têm um rendimento

de apenas 25%, com as tecnologias utilizadas nos dias de hoje, o que tende a aumentar com o avanço da tecnologia.

Para (DORNELLAS, SAUAIA; KOLOSZUK, 2022) o Brasil tem feito amplo uso de fontes renováveis de energia, especialmente a solar fotovoltaica, especificamente na matriz elétrica nacional. Essas fontes proporcionam uma excelente oportunidade para a geração de empregos formais, além de contribuir para o desenvolvimento sustentável do país.

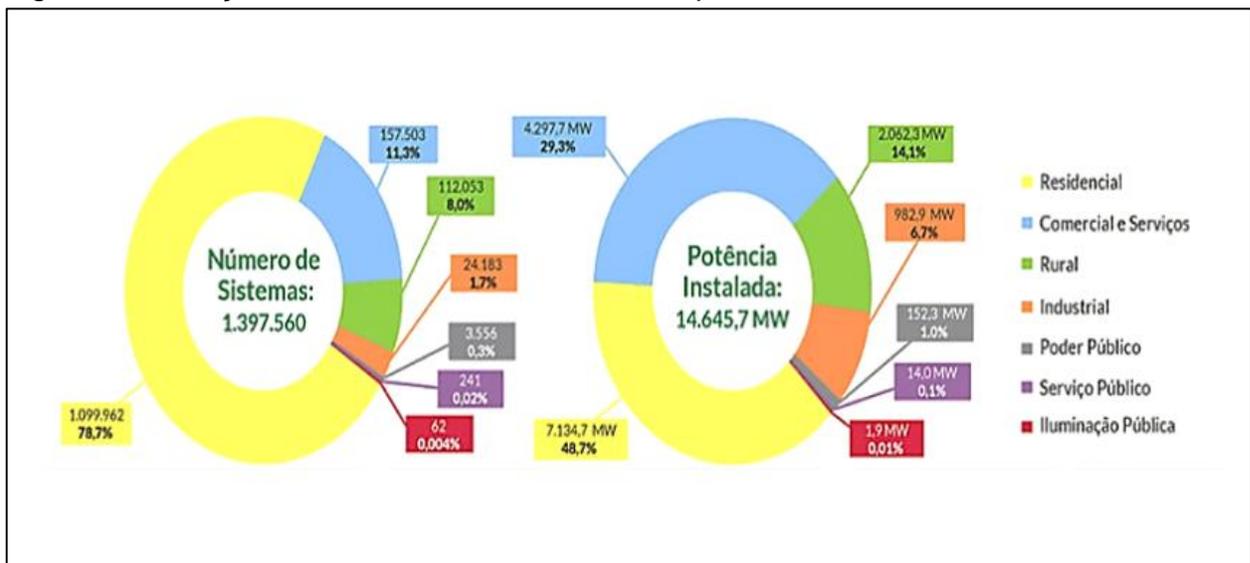
De modo geral, o Brasil apresenta condições diferenciadas para a implantação da energia solar fotovoltaica. Em particular, os níveis anuais de produtividade de radiação solar e usinas de energia solar no nordeste, norte de Minas Gerais e São Paulo, e nas regiões centro e oeste são muito altos em comparação com países desenvolvidos como Alemanha, Reino dos EUA ou Japão. Como resultado, a maior parte da atual capacidade instalada de usinas solares de grande porte está localizada nessas regiões, e haverá uma forte tendência de crescimento nos próximos anos (DORNELLAS, SAUAIA; KOLOSZUK, 2022).

Com a finalidade de tornar ainda mais limpa a matriz energética brasileira, uma ação do governo federal viabilizará que agricultores familiares e assentados da reforma agrária financiem equipamentos para gerar energia solar, com juros mais baixos. O financiamento de equipamentos para produção de energia a partir da energia solar faz parte do programa Mais Alimentos, linha de crédito do Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar (Pronaf). Com a flexibilidade da linha de crédito, agricultores e assentados da reforma agrária podem obter as ferramentas e mecanismos necessários a preços abaixo do mercado e continuar suas atividades produtivas e o desenvolvimento socioeconômico local por meio de energia renovável. (Ministério de Minas e Energia, 2015).

Monitoramento da incidência de nematoides em pomar convencional de maçã na serra catarinense com técnicas de sensoriamento remoto. Desta forma, é crescente a procura pela energia solar no meio rural, com intuito de aumentar a lucratividade através da economia gerada pelo menor consumo de energia elétrica.

Conforme podemos observar na Figura 2, o setor rural vem se consolidando no cenário da energia solar FV no país, em busca de desenvolvimento e economia sustentável.

Figura 2 - Geração distribuída solar FV no Brasil por classe de consumo



Fonte: Absolar (2022)

## 2.6 VIABILIDADE ECONÔMICA

Para (RODRIGUES; ROZENFELD, 2015) “analisar a viabilidade econômico-financeira de um projeto de desenvolvimento de produtos e serviços significa estimar e analisar as perspectivas de desempenho financeiro do produto e dos serviços associados resultantes do projeto”. Baseado na amostra da pesquisa realizada no Packing House, para se analisar a viabilidade econômica, utilizaremos alguns indicadores financeiro, como: Taxa de Interna de Retorno (TIR), Valor Presente Líquido (VPL) e Payback (tempo de retorno do investimento).

Um investimento significa uma saída instantânea do dinheiro. Em compensação se espera receber fluxos de caixa que desejem recuperar essa saída. O Payback prevê em quanto tempo isso acontecerá (NETO; LIMA, 2009). Onde, O Payback é um dos métodos de análise de investimento mais comuns que existe. Consiste em calcular quanto tempo o investidor irá precisar para recuperar o investimento realizado (NETO;

LIMA, 2009). Para calcularmos o Payback, utilizamos a seguinte fórmula conforme (MARQUEZAN; BRONDANI, 2006):

$$\text{Payback} = \text{R\$ Retorno por Período} / \text{R\$ Investimento}$$

O VPL é o valor presente dos fluxos de caixa futuros do investimento menos o custo inicial do investimento. Portanto, quando o VPL de um investimento é maior que zero, o investimento é uma boa oportunidade. Em outras palavras, tem um VPL positivo porque seu valor é maior que seu custo (NETO; LIMA, 2009). Não menos, possibilita a comparação entre projetos de investimentos distintos, ordenados segundo o valor apurado através do cálculo deste indicador. Para calcularmos o VPL utilizamos a seguinte fórmula conforme (MARQUEZAN; BRONDANI, 2006):

$$VPL(i) = \sum_{j=0}^n FC_j / (1 + i)^j$$

Onde:

i é a taxa de desconto;

j é o período genérico (j = 0 a j = n), percorrendo todo o fluxo de caixa;

FCj é um fluxo genérico para t = [0... n] que pode ser positivo (ingressos) ou negativo (desembolsos);

VPL(i) é o valor presente líquido descontado a uma taxa i; e

n é o número de períodos do fluxo

A Taxa Interna de Retorno é um índice que indica a rentabilidade de um investimento por uma unidade de tempo (MOTTA; CALÔBA, 2015). Esta reproduz a taxa de juros compostos que irá retornar o VPL de um investimento com valor 0 (zero).

Para efeitos de análise de projetos de investimento a comparação a ser realizada é da TIR com a TMA, sendo quando a TIR for superior a estes o projeto é economicamente viável para o investidor, ou seja, o valor do TIR sendo maior que dá

TMA, o projeto se torna viável para o investimento. Para calcularmos o TIR utilizamos a seguinte fórmula conforme (ARCO-VERDE; AMARO, 2016):

$$0 = \sum_{j=1}^n \frac{R_j - C_j}{(1 + TIR)^j} - 1$$

Onde:

R<sub>j</sub>= receitas no período j

C<sub>j</sub>= custos no período j

i = taxa de desconto (juros)

j = período de ocorrência

n = duração do projeto

I = investimento inicial

### 3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

No que diz respeito aos procedimentos de pesquisa, o presente trabalho caracteriza-se como um estudo de caso, onde habitualmente é feito a partir de um caso em particular, onde futuramente, pode ser comparado com outros casos.

#### 3.1 DELINEAMENTO DA PESQUISA

Para (RAUPP; BEUREN, 2006) a pesquisa do tipo estudo de caso caracteriza-se principalmente pelo estudo concentrado de um único caso, pelo qual desejam aprofundar-se seus conhecimentos a respeito de determinado caso específico. Onde, reúne informações e detalhes com vista em apreender a totalidade de uma situação, auxiliando na resolução de problemas relacionados ao assunto estudado.

Na opinião (GIL, 2022, p.6), “diferentemente do que ocorre com outros delineamentos, como o experimento e o levantamento, as etapas do estudo de caso não se dão numa sequência rígida”. Sua estruturação propende para ser mais moldável e com periodicidade; o que foi desenvolvido numa etapa determina alterações na seguinte. Na maior parte dos estudos de caso, a coleta de dados é feita através de entrevistas e análise de documentos.

Quanto à natureza, o estudo caracteriza-se como uma pesquisa aplicada, pois tem um interesse prático, onde é possível propor uma solução para ser aplicada na prática. Segundo (GIL, 2017), pesquisa aplicada dedica-se a gerar conhecimento, a partir de uma aplicação prática, buscando solucionar problemas específicos.

Por se tratar de uma análise da viabilidade econômica da implantação de um sistema fotovoltaico em *Packing House*, este estudo apresenta uma abordagem metodológica quantitativa.

Sob essa abordagem, tudo pode ser medido numericamente, ou seja, pode ser transformado em números, opiniões e informações para categorizar e analisar. Necessidade de usar recursos e técnicas estatísticas (MATIAS-PEREIRA, 2016).

Para (LANDO, 2020), A pesquisa quantitativa é um estudo em que um pesquisador analisa os dados em uma amostra, onde as informações serão representadas de forma numérica e processadas e compreendidas por meio do uso de estatística, onde pesquisadores geralmente utilizam algum software que vai ajudar a organizar os dados e realizar os cálculos de acordo com o seu objetivo.

Este estudo foi aplicado em uma propriedade rural denominada “Agrícola Fukushima”, que fica na localidade de Três Pedrinhas, com localização geográfica  $28^{\circ} 17' 30''S$  e  $49^{\circ} 54' 37''W$ , na cidade de São Joaquim, no estado de Santa Catarina. A propriedade fica localizada a 2,9km do centro da cidade. Na Figura 4, podemos observar a localização georreferenciada do *Packing House* em estudo.

Figura 3 - Localização georreferenciada Agrícola Fukushima



Fonte: Google Earth (2022)

### 3.2 INSTRUMENTOS DE COLETA DE DADOS

A produção de maçã é feita em uma área de 20 ha de produção convencional, produzindo em média 50 t/ha e uma área de 32 ha de produção orgânica, produzindo em

média 35 t/ha. O Packing House da propriedade rural tem a capacidade de armazenamento de 600 toneladas de maçã.

As informações necessárias para pesquisa, como: leitura da fatura para análise de consumo kWh, área de captação e instalação dos módulos, foram coletadas em visita à propriedade no dia 17/09/2022. Durante essa etapa realizou-se um levantamento documental das faturas de energia elétrica, referentes aos meses de março de 2021 a março de 2022, emitida pela concessionária responsável pelo fornecimento de energia, a CELESC, cujo objetivo foi realizar o levantamento do histórico de consumo de energia elétrica da propriedade, para posteriormente definir do consumo anual e o consumo médio mensal de energia elétrica.

### 3.3 ANÁLISE DE DADOS

Na etapa de tratamento e análise dos dados, inicialmente calculou-se o consumo anual e o consumo médio mensal de energia elétrica da propriedade e utilizou-se o valor do consumo médio mensal para calcular o investimento inicial necessário para a implantação do sistema fotovoltaico. Para tanto, fez-se uso do site Portal Solar ([www.portalsolar.com.br](http://www.portalsolar.com.br)) para realizar o orçamento do projeto. Por meio dessa simulação foi possível saber qual a potência total do sistema, área mínima necessária para instalação dos painéis fotovoltaicos, quantidade de painéis, produção mensal de energia entre outras.

Após a simulação do projeto, o mesmo foi comparado com projetos orçados por outras duas empresas de energia solar fotovoltaica. Posteriormente, aplicou-se indicadores financeiros *Payback*, TIR (taxa de retorno do investimento) e VPL (valor presente líquido) para as tomadas de decisão, de acordo com as fórmulas descritas abaixo, e se aceita ou descarta o projeto.

Após a aplicação dos indicadores financeiros, realizou-se uma análise dos resultados alcançados de acordo com as exigências das literaturas adotadas. Vale ressaltar que todos os cálculos desses indicadores foram realizados com o auxílio do Microsoft Office Excel 365.

## 4 RESULTADOS DA PESQUISA

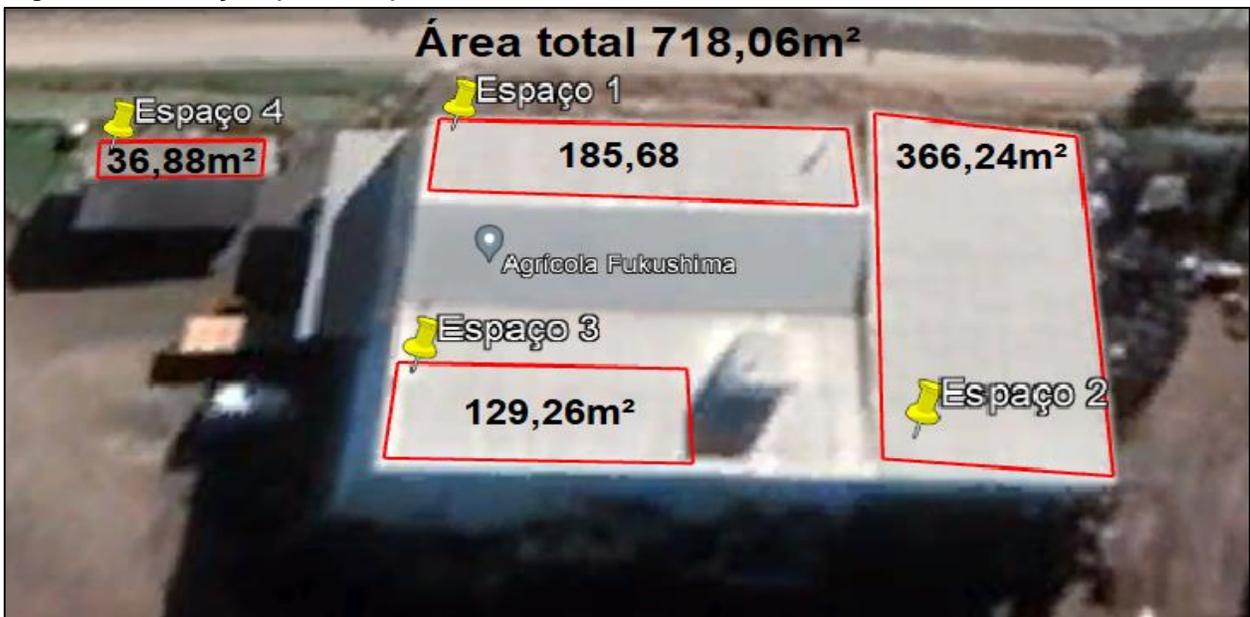
Após o tratamento estatístico dos dados, apresentamos os resultados da pesquisa, em seções distintas para facilitar a compreensão e manter uma sequência lógica e conexa de informações, vindo de encontro aos objetivos desta pesquisa.

### 4.1 RESULTADOS OBTIDOS NO CAMPO

Após o levantamento do consumo médio mensal de energia elétrica (kWh), referente a fatura de energia elétrica da propriedade, onde apresentou o resultado no valor de 12.19 kWh, referência para abril/2022, foi realizado um simulado de financiamento do SFV no site “Portal Solar”. Obteve-se um valor de R\$ 616.920,91 considerando o valor, uma estimativa de investimento (SOLAR, 2022).

O valor do financiamento contempla a instalação do SFV, considerando a geração de 124,6 kWp, potência total por considerando o modelo do módulo Trina TSM-DE18M(II). O Packing House em estudo, dispõe de 718,06m<sup>2</sup> de área disponível, como demonstrado na **Erro! Fonte de referência não encontrada..**

Figura 4 - Medição para disponibilidade de área



Fonte: Google Earth (2022)

Podemos observar na Figura 9, uma visão aérea do Packing House considerando as áreas disponíveis para instalação dos módulos fotovoltaicos.

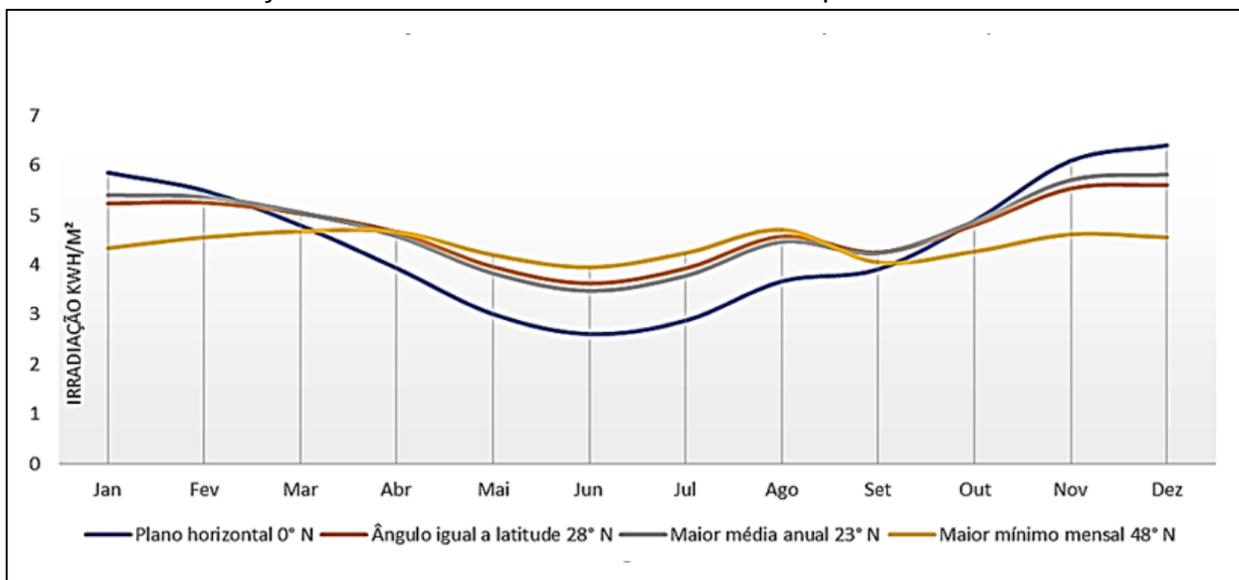
Os módulos solares foram escolhidos levando em consideração alguns aspectos, como preço, reputação da marca no mercado e eficiência. Para que seja possível toda essa potência, será necessário a instalação de 245 módulos, ocupando uma área de 591m<sup>2</sup>, de acordo com as medidas dos módulos informado pelo fabricante,

Para usufruir de uma melhor eficiência dos módulos fotovoltaicos, precisamos garantir na instalação, o melhor posicionamento quanto a inclinação e orientação, para que possamos aproveitar ao máximo a incidência solar. Uma vez que no hemisfério sul no período de inverno, os dias são mais curtos devido ao solstício de inverno.

No solstício de inverno, o Sol alcança sua altura mínima ao meio-dia sobre o trópico de Capricórnio, correspondendo então ao dia mais curto do ano, que é o marco da passagem do outono para o inverno (SILVA, CATELLI; GIOVANNINI, 2010).

Através da análise feita pelo Centro de Referência para Energia Solar e Eólica Sérgio de Salvo Brito (CRESESB), na localidade em estudo, a melhor inclinação dos módulos deve ser de 23° Norte, tendo uma média de irradiação de 4,72 kWh/m<sup>2</sup>, ano, conforme apresentado na Gráfico 5.

Gráfico 5 - Irradiação Solar no Plano Inclinado - São Joaquim-SC

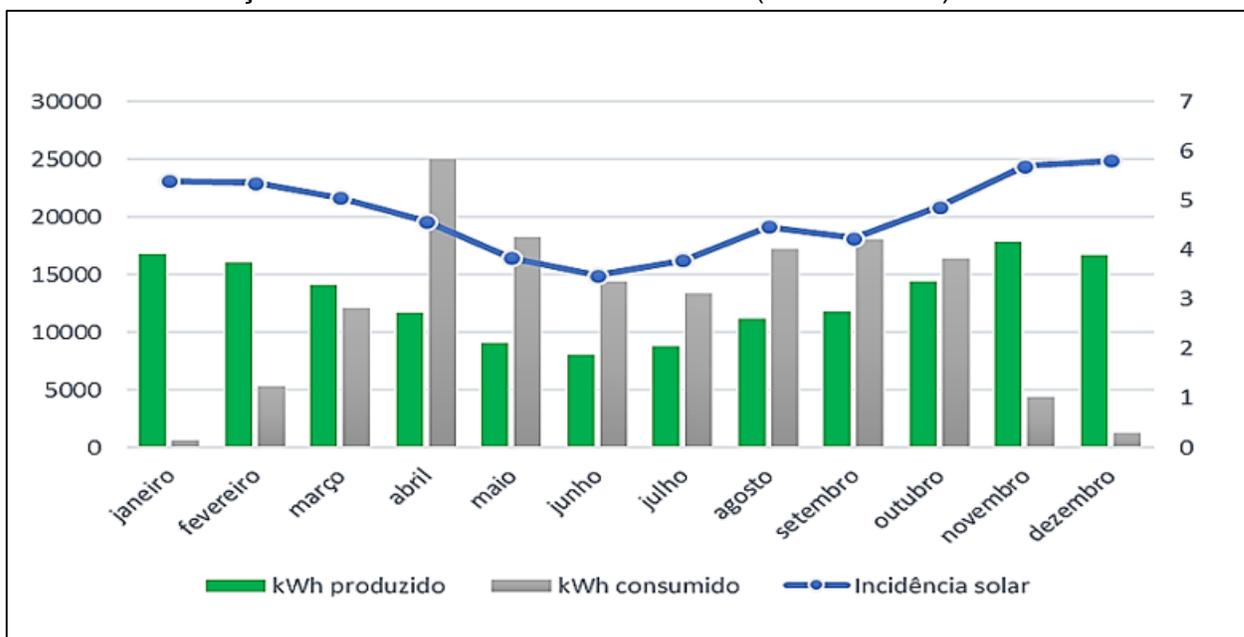


Fonte: Elaborado pelo autor (2022)

No Gráfico 5, podemos observar que o ângulo de 23°N versus a irradiação kWh/m<sup>2</sup>, é a condição de menor variação, sendo assim, a posição com a maior média de incidência solar no Packing House.

Diante da análise do consumo de energia elétrica do Packing House, em conjunto com o levantamento das informações dos módulos que serão utilizados, bem como o potencial Wp que será disponibilizado no sistema SFV, e com auxílio do site do Portal Solar, apresentamos no Gráfico 6, o comparativo entre a geração e o consumo de energia estimada pelo sistema SFV, conforme apresentado no histórico da fatura de energia. Podemos observar que a energia produzida pelo SFV atende em 100% o consumo anual de energia do Packing House da propriedade.

Gráfico 6 - Geração estimada x Consumo analisado (kWh-Mensal)



Fonte: Elaborado pelo autor (2022)

Observa-se no Gráfico 6, uma relação entre a média do consumo de energia elétrica, com a média de geração de energia através do SFV que se pretende instalar no Packing House, criando uma linha de tendência para atender todo o potencial de energia necessário para seu pleno funcionamento.

## 4.2 ANÁLISE DE PROJETOS

De posse do orçamento relativos aos custos de implantação do sistema SFV, é possível realizar análise de viabilidade econômica do projeto.

Estimou-se, junto à empresa A, o sistema terá um investimento de R\$380.000,00, com capacidade de gerar, cerca de 99 kWp, tendo a necessidade de utilizar 180 módulos de 550W de potência, com área de captação de energia de 465m<sup>2</sup>.

Já a empresa B, que o sistema terá investimento de R\$ 402.191,14, com capacidade de gerar, cerca de 86,11 kWp, tendo a necessidade de utilizar 158 módulos de 545W de potência, com área de captação de energia de 423,44m<sup>2</sup>.

Para o orçamento feito pelo Autor, através de simulação no site “Portal Solar” o sistema terá um investimento de R\$616.920,91 com capacidade de gerar, cerca de 124,95 kWp, tendo a necessidade de utilizar 1245 módulos de 510W de potência, com área de captação de energia de 591m<sup>2</sup>. De acordo com a **Erro! Fonte de referência não encontrada..**

Tabela 1 - Comparativo dos orçamentos para o projeto de investimento SFV

Descrição do item	Unidade	Empresa A	Empresa B	Autor
Potência total	kWp	99	86,11	124,95
Consumo médio mensal KW/h	kWh	10300	10524,41	12193,66
Valor investimento	R\$	380.000,00	402.191,14	616.920,91
Modelo de placa	Wp	550	545	510
Quantidade de placa	uni	180	158	245
Área de captação de energia	m <sup>2</sup>	465	423,44	591
Payback	Ano	4,4	4,1	6,3

Fonte: Elaborado pelo autor (2022)

## 4.3 INVESTIMENTO DO PROJETOS

Após a avaliação da estratégia adotada, foi calculado o fluxo de caixa referente ao valor do investimento. Este é o momento de quantificar o projeto e determina seu potencial de geração de valor. A quantificação depende das análises envolvendo os modelos de avaliação tradicionais, tais como o valor presente líquido, a taxa interna de retorno, fluxo de caixa descontado e o Payback (TITMAN; MARTIN, 2010).

Para análise do investimento é necessário definir a taxa mínima de atratividade (TMA), para isso utilizaremos a média do histórico tarifário reajustados nos últimos cinco anos, deferidos pela Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), à concessionária de energia elétrica do estado de SC, a Celesc, conforme Quadro 1.

Quadro 1 - Efeito Médio Tarifário para o Consumidor nos últimos cinco anos.

<b>Evolução do Efeito Médio Tarifário para o Consumidor</b>	
Ano	Taxa reajuste (%)
2018	13,15%
2019	-9,16%
2020	8,42%
2021	5,83%
2022	8,17%
<b>Média</b>	<b>5,28%</b>

Fonte: Elaborado pelo autor (2022)

Considerando as informações proposta dessa evolução da taxa de efeito médio tarifário, é possível calcular o fluxo de caixa para se obter o tempo de retorno do valor investido no projeto. De acordo com a **Erro! Fonte de referência não encontrada.** , podemos verificar que retorno do investimento se dá depois do sexto ano de funcionamento do SFV .

Como podemos verificar na Tabela 2, o fluxo de caixa completo é calculado, demonstrando todas as entradas e saídas, ajustadas e acumuladas ao longo do tempo do projeto. Dessa forma, podemos afirmar que o saldo do fluxo de caixa ficará positivo ao final do tempo de investimento calculado.

Levando em conta o fluxo de caixa apresentado, o VPL do orçamento realizado pelo autor do presente trabalho, apresentou um valor de R\$ 1.541.583,08. O valor presente de um fluxo de caixa futuro é o valor desse fluxo de caixa levando em consideração as taxas de juros de mercado.

Tabela 2 - Estimativa do tempo de retorno do investimento

Ano	tarifa Energia	Energia gerada	FC	Valor presente	Saldo Fluxo de Caixa
0	0,63		-R\$ 616.920,91	-R\$ 616.920,91	-R\$ 616.920,91
1	0,68	146324	R\$ 99.910,03	R\$ 94.899,34	-R\$ 522.021,57
2	0,74	145153	R\$ 106.774,85	R\$ 96.333,47	-R\$ 425.688,10
3	0,79	143992	R\$ 113.523,44	R\$ 97.285,45	-R\$ 328.402,65
4	0,84	142840	R\$ 120.157,21	R\$ 97.806,19	-R\$ 230.596,46
5	0,89	141698	R\$ 126.677,58	R\$ 97.942,32	-R\$ 132.654,14
6	0,95	140564	R\$ 133.085,94	R\$ 97.736,53	-R\$ 34.917,61
7	1,00	139439	R\$ 139.383,65	R\$ 97.227,86	R\$ 62.310,25
8	1,05	138324	R\$ 145.572,09	R\$ 96.451,97	R\$ 158.762,22
9	1,11	137217	R\$ 151.652,59	R\$ 95.441,43	R\$ 254.203,65
10	1,16	136120	R\$ 157.626,48	R\$ 94.225,93	R\$ 348.429,57
11	1,21	135031	R\$ 163.495,08	R\$ 92.832,50	R\$ 441.262,08
12	1,26	133950	R\$ 169.259,70	R\$ 91.285,77	R\$ 532.547,84
13	1,32	132879	R\$ 174.921,63	R\$ 89.608,07	R\$ 622.155,91
14	1,37	131816	R\$ 180.482,12	R\$ 87.819,70	R\$ 709.975,60
15	1,42	130761	R\$ 185.942,46	R\$ 85.939,03	R\$ 795.914,63
16	1,47	129715	R\$ 191.303,88	R\$ 83.982,69	R\$ 879.897,32
17	1,53	128677	R\$ 196.567,62	R\$ 81.965,68	R\$ 961.863,00
18	1,58	127648	R\$ 201.734,89	R\$ 79.901,56	R\$ 1.041.764,56
19	1,63	126627	R\$ 206.806,90	R\$ 77.802,47	R\$ 1.119.567,03
20	1,69	125614	R\$ 211.784,86	R\$ 75.679,35	R\$ 1.195.246,38
21	1,74	124609	R\$ 216.669,93	R\$ 73.541,97	R\$ 1.268.788,34
22	1,79	123612	R\$ 221.463,28	R\$ 71.399,05	R\$ 1.340.187,40
23	1,84	122623	R\$ 226.166,08	R\$ 69.258,38	R\$ 1.409.445,77
24	1,90	121642	R\$ 230.779,45	R\$ 67.126,83	R\$ 1.476.572,60
25	1,95	120669	R\$ 235.304,54	R\$ 65.010,48	R\$ 1.541.583,08

Fonte: Elaborado pelo autor (2022)

Para tomar a decisão em relação a implantação SFV, selecionamos dois métodos de avaliação: o Valor Presente Líquido (VPL), e a Taxa Interna de retorno (TIR). Para ambos os métodos foi utilizado como base a Taxa Efeito Médio Tarifário (TMA) da CELESC, dos últimos cinco anos, no valor mensal de 0,44%. Para a vida útil do SFV, considerando 25 anos, o qual tem sua referência na vida útil dos módulos.

Para (PEREIRA, 2017), um resultado de VPL positivo significa que o de investimento é economicamente viável em relação a TMA considerada. Quanto maior o valor de VPL mais atrativo é o investimento. Caso o valor do VPL seja negativo, o investimento é inviável.

A taxa interna de retorno ou TIR é um indicador de comparação com a taxa, chamada TMA, indicando se o projeto é viável, sendo que o investimento só é atrativo quando o valor da TIR for maior que de TMA. Pois, quanto maior o valor da TMA, menor será a lucratividade do seu investimento (NETO; LIMA, 2009).

Sendo assim, obtivemos uma taxa TIR no valor de 21%, de acordo com o fluxo de caixa apresentado na Tabela 2. De acordo com a média de consumo anual da propriedade, podemos ter um Payback a partir do sexto ano e implantação do SFV.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Na avaliação do consumo de energia elétrica do Packing House de São Joaquim foi identificado a viabilidade econômica para unidade consumidora estudada, considerando o custo total de implantação no valor de R\$ 616.920,91. Sabendo que terá o retorno de investimento em até 6 anos, de acordo com a planilha de fluxo de caixa apresentado.

Portanto, a viabilidade econômica é tangível para a propriedade em estudo. Mesmo que para a implantação do SFV tenha um custo inicial elevado, a empresa terá seu Payback em 6 anos comparando com seu custo de energia mensal pago atualmente.

Para taxa Interna de Retorno (TIR), encontramos uma taxa de 21% sendo que a taxa mínima de atratividade ficou em 5,28%, sendo assim indicando que o projeto é viável, já que a taxa TIR ficou maior que a taxa TMA.

De acordo com o comparativo entre os orçamentos, pudemos observar que houve uma diferença em seus valores, porém somente o orçamento C, contempla 100% do consumo de energia do Packing House, o que justifica ser o de maior valor.

Outro ponto que podemos observar, para considerar o projeto C sendo o mais viável, é a quantidade de área estima para instalação dos módulos FV, pelos projetos A e B, os quais sinalizam uma necessidade de área maior comparando com a quantidade de módulo FV e área do projeto C, feito pelo autor. Ou seja, a escolha do modelo dos módulos apresentados no projeto A e B, não está adequada com a necessidade real do Packing House da propriedade Fukushima.

## REFERÊNCIAS

- ABSOLAR. ABSOLAR. **Associação brasileira de Energia Solar Fotovoltaica**, 2022. Disponível em: <https://www.absolar.org.br/mercado/infografico/>. Acesso em: 12 Novembro 2022.
- ARCO-VERDE, M. F.; AMARO, G. **Cálculo de Indicadores Financeiros para Sistemas Agroflorestais**. Embrapa, 16 Setembro 2016. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/136919/1/N57-DOC-159-CORRIGIDO.pdf>. Acesso em: 13 Dezembro 2022.
- BATALHA, M. O. **Gestão do Sistema Agroindustrial: A Formação de Recursos Humanos**. Gestão & Produção, São Carlos-SP, Dezembro 1995. 321-330.
- BERLENGA, J. F. F. **Estudo de viabilidade de uma instalação fotovoltaica num edifício existente**, Lisboa, 2012. 18.
- BITTENCOURT, C. C. M. L. F. **Panorama Da Cadeia Da Maçã No Estado De Santa Catarina: Algumas Evidências No Segmento Da Produção**. II Encontro de Economia Catarinense, Chapecó-SC, p. 88, Abril 2008.
- CAMARGO, A. L. D. B. **As Dimensões E Os Desafios Do Desenvolvimento Sustentável**. Repositório Institucional UFSC, Florianópolis, p. 22-33, 2002. Disponível em: <http://repositorio.ufsc.br/xmlui/handle/123456789/82981>. Acesso em: 02 Novembro 2022.
- CÁRIO, S. A. F. et al. Revista de Administração da PUCRS. **Implicações e consequências da deficiência de infraestrutura de armazenamento de maçã em Santa Catarina**, Porto Alegre, maio-ago. 2012. 182-192.
- CÁRIO, S. A. F. et al. REVISTA DE ECONOMIA E AGRONEGÓCIO. **Estudo De Viabilidade Econômica Para Implantação De Sistema De Armazenagem E Classificação De Maçã Em Santa Catarina**, 03 Junho 2015. 1-20.
- CRESESB. **Centro de referência para Energias Solar e Eólica de S.Brito**, 2022. Disponível em: <http://www.cresesb.cepel.br/index.php#data>. Acesso em: 06 Novembro 2022.
- DAMASCENO, F. S.; PICCININI, F.; ZANELA, Â. B. **A Cadeia Produtiva da Maçã em São Joaquim-SC sob as Perspectivas: Embeddedness e Formação de Preços e Quantidades**, São Leopoldo, set/dez 2019. 87-115.
- DORNELLAS, C.; SAUAIA, R.; KOLOSZUK, R. **As tarifas de transmissão e o desenvolvimento da fonte solar**. ABSOLAR, São Paulo, 8 Agosto 2022. Disponível

em:<https://www.absolar.org.br/artigos/as-tarifas-de-transmissao-e-o-desenvolvimento-da-fonte-solar/>. Acesso em: 12 Novembro 2022.

ECO.A. **Vantagens e desvantagens da energia solar**, 2017. Disponível em: <https://ecoa.org.br/vantagens-e-desvantagens-da-energia-solar/>. Acesso em: 12 Novembro 2022.

EPAGRI. EPAGRI. **Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina**, 2022. Disponível em: <https://www.epagri.sc.gov.br/index.php/2022/04/27/mapeamento-por-satelite-da-epagri-confirma-sc-e-o-maior-produtor-de-maca-do-brasil/>. Acesso em: 23 Novembro 2022.

EPE. **Empresa de Pesquisa Energética**, 2021. Disponível em: <https://www.epe.gov.br/pt/abcdenergia/matriz-energetica-e-eletrica>. Acesso em: 10 Novembro 2022.

ESPOSITO, A. S.; FUCHS, P. G. **Desenvolvimento tecnológico e inserção da BNDS**, 2013. Disponível em: <http://www.bndes.gov.br/bibliotecadigital>. Acesso em: 10 Novembro 2022.

GIL, A. C. **Como Elaborar Projetos de Pesquisa**. Minha Biblioteca, 2017. ISSN 9786559771653. Disponível em: <https://app.minhabiblioteca.com.br/#/books/9786559771653/>. Acesso em: 22 Outubro 2022.

GIMENEZ, A. B.; VEIGA, H. M. D. S. **Cultura De Inovação**, Belo Horizonte, 25, Setembro 2020. 55-78.

GOMES, L. C.; NETO, R. S. V Colóquio Internacional sobre Comércio e Consumo Urbano. **A Contribuição Da Cadeia Produtiva Da Maçã Na Organização Espacial De São Joaquim/-Sc**, Pelotas, 2015. 369-377

IBGE. **IBGE Cidades**, 2017. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/panorama>. Acesso em: 5 Novembro 2022.

IBGE. **IBGE Cidades**, 2022. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/sc/panorama>. Acesso em: 5 Novembro 2022.

KAFRUNI, S. **Priorização de hidrelétricas agravou crise de energia no Brasil, 2014**. Disponível em: <https://www.gov.br/mme/pt-br/assuntos/noticias/participacao-de-renovaveis-na-matriz-energetica-brasileira-e-tres-vezes-superior-ao-indicador-mundial>. Acesso em: 10 Novembro 2022.

LANDO, F. **Acadêmica Pesquisa**. Acadêmica, 2020. Disponível em: <https://www.academicapesquisa.com.br/post/m%C3%A9todo-quantitativo-como-fazer>. Acesso em: 13 Dezembro 2022.

MACHADO, C. T.; MIRANDA, F. S. Atlas brasileiro de energia solar 2. **Energia Solar Fotovoltaica: Uma Breve Revisão**, Niterói, 14 Outubro 2014. 126-143.

MAIA, G. B. D. S. et al. **Informativo Técnico SEAGRI. BNDS**, 2010. Disponível em: <http://www.bndes.gov.br/bibliotecadigital>. Acesso em: 06 Novembro 2022.

MARCONI, M. D. A.; LAKATOS, E. M. **Metodologia Científica**. Minha Biblioteca, 2022. ISSN 9786559770670. Disponível em: <https://app.minhabiblioteca.com.br/#/books/9786559770670/>. Acesso em: 22 Outubro 2022.

MARQUEZAN, L. H. F.; BRONDANI, G. Revista Eletrônica de Contabilidade. **Análise De Investimentos**, Santa Maria, v. 3, n. 1, p. 1-15, jan/jun 2006. Disponível em: <https://periodicos.ufsm.br/contabilidade/article/view/21>. Acesso em: 13 Dezembro 2022.

MATIAS-PEREIRA, J. **Manual de Metodologia da Pesquisa Científica**. Minha biblioteca, 2016. ISSN 9788597008821. Disponível em: <https://app.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788597008821/>. Acesso em: 13 Dezembro 2022.

MINISTÉRIO de Minas e Energia. **Energia solar e eólica auxiliarão no desenvolvimento socioeconômico de agricultores rurais e assentados da reforma agrária**, 2015. Disponível em: <https://www.gov.br/mme/pt-br/assuntos/noticias/energia-solar-e-eolica-auxiliarao-no-desenvolvimento-socioeconomico-de-agricultores-rurais-e-assentados-da-reforma-agraria>. Acesso em: 12 Novembro 2022.

MOTTA, R. D. R.; CALÔBA, G. M. **Análise de investimentos: tomada de decisão em projetos industriais**. reimp. ed. São Paulo: Atlas, 2015.

NAKABAYASHI, R. K. **Microgeração fotovoltaica no Brasil: condições atuais e perspectivas futuras**. Biblioteca Digital USP, São Paulo, 2014. Disponível em: <https://teses.usp.br/teses/disponiveis/106/106131/tde-26012015-141237/pt-br.php>. Acesso em: 10 Novembro 2022.

NETO, A. A.; LIMA, F. G. **Curso De Administração Financeira: Manual do Mestre**. 1. ed. São Paulo: Editora Atlas S.A, v. 0, 2009.

PEREIRA, B. E. L. **Análise De Viabilidade Econômica De Implantação De Um Sistema De Geração De Energia Elétrica Através De Painéis Fotovoltaicos em Sítio Aeroportuário**. Novo Hamburgo-RS, 2017. 51-67.

RABUSKE, R.; FRIEDRICH, L. R.; FONTOURA, F. B. B. D. Estudos do CEPE. **Análise Da Viabilidade Para Implantação De Energia Fotovoltaica Com Utilização Para Sombreamento De Estacionamento**, Santa Cruz do Sul, Jan./Jun. 2018. 36-48.

RAUPP, F. M.; BEUREN, I. M. **Metodologia da pesquisa aplicável às ciências.** academia.edu, São Paulo, p. 76-97, 2006. Disponível em: <https://independent.academia.edu/JairoJunior5>. Acesso em: 16 Outubro 2022.

REIS, L. B. D.; MARTINI, J. S. C.; GRIMONI, J. A. B. **Energia na gestão urbana sustentável.** Gestão urbana e sustentabilidade, São Paulo, 2019.

RODRIGUES, K. F. D. C.; ROZENFELD, H. **Análise De Viabilidade Econômica.** Portal do Conhecimento, São Carlos, p. 1, Setembro 2015. Disponível em: <http://www.portaldeconhecimentos.org.br/index.php/por/content/view/full/9502>. Acesso em: 13 Dezembro 2022.

SANTOS, P. V. S.; ARAÚJO, M. A. D. Revista Latino-Americana de Inovação e Engenharia de Produção. **A importância da inovação aplicada ao agronegócio: uma revisão,** Curitiba, 5, Jan/Jun 2017. 31-47. Acesso em: 22 Outubro 2022.

SHAYANI, R. A. **Fontes Alternativas De Energia,** Brasília, Novembro 2006. 10-41. Acesso em: 22 Outubro 2022.

SILVA, F. S. D.; CATELLI, F.; GIOVANNINI, O. **Um modelo para o movimento anual do sol a partir de uma perspectiva geocêntrica,** Caxias do Sul, Abril 2010. 7-25.

SILVA, N. M.; POLLI, H. Q. Interface Tecnológica. **Gestão Ambiental No Agronegócio,** Taquaritinga, 30 Junho 2019. 378-383.

SOLAR, P. **Portal Solar,** 2022. Disponível em: <https://www.portalsolar.com.br/calculo-solar>. Acesso em: 15 Novembro 2022.

SPAREMBERGER, A.; BUTTENBENDER, P. L.; ZAMBERLAN, L. **Princípios de Agronegócios - Conceitos e Estudos de Caso.** minhabinlioteca.com.br, Ijuí, p. 18-25, 2019. ISSN 9788541903059. Disponível em: <https://app.minhabinlioteca.com.br/#/books/9788541903059/>. Acesso em: 11 jun. 2022.

TITMAN, S.; MARTIN, J. D. **Avaliação de Projetos e Investimentos**

VELHO, J. P. L.; MACHADO, C. R. **Revista Eletrônica do Mestrado em Educação Ambiental. Educação Ambiental, Sustentabilidade e Justiça Ambiental: Reflexões sobre a injustiça do Agronegócio no Extremo sul do Brasil,** Rio Grande, 14 Junho 2021. 23-45.

VIEIRA FILHO, J. E. R.; FISHLOW, A. **Agricultura e indústria no Brasil. Inovação e Competitividade,** Brasília, 2017. 54.