

**ÁREA TEMÁTICA: 6 – FIN – FINANÇAS**

**SISTEMA *ON-GRID* DE ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA, UM SISTEMA  
IMPLANTADO EM UMA FAZENDA NA ÁREA RURAL DE ITUIUTABA-MG: UMA  
ANÁLISE DA SUA VIABILIDADE ECONÔMICO FINANCEIRA**

**RESUMO:** O estudo tem por objetivo analisar a viabilidade econômico financeira que um sistema *on grid* de geração de energia solar fotovoltaica está trazendo após sua instalação, para o proprietário de uma fazenda, localizada na área rural de Ituiutaba-MG. Foram coletados os dados através das contas de energia da Cemig, que foram pagas no ano de 2016 antes da instalação e 2021 com o sistema instalado, referente a duas unidades consumidoras (fazenda e sede) que utilizam da geração da energia gerada pelo sistema solar fotovoltaico implantado. Foi calculado o retorno do investimento, que encontrou uma economia anual que foi investido na implantação do sistema, obteve-se um prazo de 11,31 anos para retorno do investimento do projeto. Os resultados mostram que a viabilidade econômica e financeira do projeto são consideradas inviáveis.

**Palavras-chave:** Energia, Fotovoltaica, Viabilidade.

**ABSTRACT:** The study aims to analyze the economic and financial viability that an on grid photovoltaic solar energy generation system is bringing after its installation, to the owner of a farm, located in the rural area of Ituiutaba-MG. Data were collected through Cemig's energy bills, which were paid in 2016 before installation and in 2021 with the system installed, referring to two consumer units (farm and headquarters) that use the generation of energy generated by the photovoltaic solar system. implanted. The return on investment was calculated, which found an annual savings that was invested in the implementation of the system, resulted in a period of 11.31 years for the return on investment of the project. The results show that the economic and financial viability of the project are considered unfeasible.

**Keywords:** Energy, Photovoltaics, Feasibility.

## INTRODUÇÃO

A energia elétrica é de fundamental importância para o desenvolvimento da vida e da sociedade moderna. Atualmente, o ser humano está cada vez mais dependente de dispositivos eletrônicos à sua volta, seja para execução de suas atividades no trabalho ou até mesmo para entretenimento, diversão, locomoção, comunicação e interação com pessoas de diferentes regiões e países. A energia elétrica é um bem essencial para a sociedade, evidente na organização da vida das nações e dos indivíduos (GOMES e VIEIRA 2009).

No Brasil, a principal fonte de geração de energia elétrica é por meio das usinas hidrelétricas, que usa o potencial energético da água como fonte geradora de energia. Segundo (ANEEL, 2021), em uma publicação dia 22 de março de 2021, Dia Mundial da Água, 67% da energia gerada no país vêm de usinas de fonte hídrica. Entre as dez maiores usinas hidrelétricas do planeta, o país conta com três delas, Itaipu Binacional ( que gera 14.000 MW e são divididos entre Brasil e Paraguai), Belo Monte (que gera 11.233 MW) e Tucuruí (com uma geração de 8.730 MW).

No entanto a energia que é fornecida é por meio de um conjunto de fontes disponíveis para suprir a demanda de energia - matriz energética. Dessa forma, a matriz elétrica - conjunto de fontes disponíveis para a geração de energia elétrica no mundo - faz parte da matriz energética, a qual é composta por fontes não renováveis e renováveis. Fontes de energia não renováveis que utilizam reservas naturais limitadas, com lentos processos de formação e curta existência em se comparando com o rápido consumo pelo ser humano. Tais fontes utilizam recursos naturais, os quais serão esgotados em curto período de tempo ou mesmo a longo prazo. Em compensação, as fontes de energia renováveis são inesgotáveis, devido à constante renovação ao serem utilizadas dentro de um intervalo de tempo significativo. São consideradas limpas por emitir um número menor de gases de efeito estufa - GEE – são comparados às fontes fósseis.

O crescimento das fontes alternativas para geração de energia está em alta por todo o planeta, pois geram energia elétrica sem a utilização de combustíveis fósseis e contam com baixo impacto ambiental. Entre as principais fontes alternativas estão: energia solar (sol), energia eólica (vento), energia maremotriz (maré), energia ondomotriz (onda do mar), energia hídrica (água), energia geotérmica (calor interno da Terra), energia nuclear (núcleos atômicos) e biocombustíveis (etanol e biodiesel).

A geração de energia solar fotovoltaica é obtida através da conversão direta da luz solar, que utiliza painéis solares como responsáveis em captar a luz solar e convertê-la em energia elétrica, onde chega corrente contínua e depois é transformada em corrente alternada por meio do inversor solar. A geração fotovoltaica distribuída conta com uma grande facilidade de instalação, assim a execução dos projetos é realizada em curto tempo. O Brasil conta com um grande potencial de utilização desta fonte para geração de energia elétrica, devido as características naturais favoráveis, como os altos níveis de insolação. A geração de energia solar fotovoltaica tem como principal benefício, a não emissão de poluentes no meio ambiente, como o SO<sub>2</sub>, CO e gases de efeito estufa.

Com a alta demanda pela utilização da energia solar fotovoltaica, a contratação para usufruir de um sistema solar, também há de ser observado a viabilidade econômica e financeira do projeto, seja para uma residência, um comércio ou até mesmo em uma empresa rural, uma residência na zona rural. Para a análise da viabilidade econômica de um projeto, devem ser observados fatores externos e

internos, que se não forem bem planejados podem agravar para o cancelamento da contratação ou trazer transtornos e prejuízos financeiros no futuro.

Nesse sentido, o presente trabalho procura responder a seguinte questão de Pesquisa: É viável instalar um Sistema Gerador Fotovoltaico em uma fazenda, na área rural de Ituiutaba-MG?

A partir da questão norteadora da pesquisa, o objetivo do estudo é analisar a viabilidade econômico financeira de um sistema de energia solar fotovoltaica *on grid* implantado em uma fazenda, na área rural de Ituiutaba-MG. O estudo busca analisar a economia financeira que o sistema solar fotovoltaico poderá trazer a seu proprietário, em relação ao custo de investimento da aquisição e instalação. Esta pesquisa terá contribuído para futuros consumidores de sistemas solares, produtores rurais, e futuras pesquisas sobre o sistema.

## 2 ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA

A história da energia solar tem como princípio a descoberta do efeito fotovoltaico em 1839, pelo físico Alexandre Edmond Becquerel e posteriormente a criação da primeira célula fotovoltaica produzida por selênio revestido de ouro em 1883, desenvolvida por Charles Fritts (QUANTUM, 2020).

Pinho e Galdino (2014) definem o efeito fotovoltaico como a diferença de potencial que surge nos terminais da célula fotovoltaica, de forma a gerar a corrente elétrica através dos raios solares captados pelas células. Os raios solares são transformados em energia elétrica através do efeito fotovoltaico, a tensão gerada é contínua e posteriormente transformada em alternada, para o consumo residencial e industrial (ABDALA, 2019).

Na construção das placas, podem ser utilizados o silício, o germânio, o gálio, entre outros elementos. Normalmente, o material mais utilizado é o silício, por ser um elemento com maior abundância no planeta e fácil de ser coletado, pois são obtidos através da areia, material que o torna mais barata acessível (CECCHINI, 2003).

Segundo Galdino, Lima, Ribeiro e Serra (2000) a obtenção da energia solar fotovoltaica se dá através da conversão da irradiação solar em eletricidade, através da captura desses raios pelos painéis fotovoltaicos. A energia solar fotovoltaica é a geração de energia elétrica através da luz do sol, que através de um sistema fotovoltaico, o consumidor abastece todo o consumo elétrico de sua residência ou empresa e a sobra é injetada na rede de distribuição, virando um crédito para o futuro. Sua produção é feita em grandes usinas solares ou em micro e miniprojetos instalados pelo consumidor.

Guimarães (2016) define como vantagens na utilização de energia solar, o fato dela não contribuir com a poluição do planeta durante sua utilização, a não emissão de CO<sub>2</sub>, sua fácil locação em lugares de difícil acesso como zonas rurais. No que diz respeito às desvantagens, ele cita a baixa eficiência, os custos elevados, a necessidade de armazenamento para sistemas desconectados da rede (*off-grid*) e a dependência climática, já que as placas solares dependem da irradiação da luz solar para geração de energia.

O sistema solar fotovoltaico é dividido em *on-grid* e *off-grid*. O sistema *on-grid* é o sistema que está diretamente ligado à rede de distribuição (ABSOLAR, 2022). O sistema *on-grid*, que será objeto de estudo deste trabalho, é mais simples e possui um menor custo, pois está diretamente ligado a rede de distribuição da concessionária que atua na região. Sua principal desvantagem está relacionada ao seguinte fato: caso

aconteça uma interrupção de energia na rede, a residência, indústria ou comércio ficará sem energia, diferentemente do sistema *off-grid*.

Já o sistema *off-grid* (desconectado da rede) é aquele que no lugar de enviar energia para rede, ele armazena a energia gerada em baterias, que assim alimenta a demanda da residência nos momentos de baixa produção, esse tipo de sistema é essencial para comunidades isoladas (ABSOLAR, 2022). Sua principal desvantagem está atrelada ao uso de baterias para carregamento da carga gerada pelo sistema solar, pois são altamente poluentes ao meio ambiente se forem descartadas de forma irregular, além de gerar um custo maior para aquisição do sistema pelo consumidor. Por outro lado, em caso de interrupção de energia, como é um sistema que não depende da rede de distribuição, seus clientes não ficarão sem energia.

Entrou em vigor em 17 de abril de 2012 a Resolução Normativa ANEEL nº482/2012, que permite que o consumidor brasileiro produza sua própria energia elétrica através de fontes renováveis ou cogeração qualificada. O consumidor gera para seu próprio consumo e a geração excedente é fornecida para a rede de distribuição de sua localidade, gerando um crédito, um saldo positivo, que será abatido em faturas seguintes em que o consumo da residência ultrapassar a quantidade de energia gerada pelo sistema no mês. Essas inovações que trazem economia financeira, consciência socioambiental e autossustentabilidade fazem parte da micro e da minigeração distribuída (ANEEL, 2018).

## **2.1. Viabilidade econômico financeira**

Para a análise da viabilidade econômica de um projeto, devem ser observados fatores externos e internos, que se não forem bem planejados podem agravar para o cancelamento da contratação ou trazer transtornos futuros. Já a viabilidade financeira é um dado calculado encima de despesas e lucros, de forma a permitir o cálculo do investimento de tempo e dinheiro necessário para colocar em prática um plano ou projeto e se ele é viável. Ela apresenta dados reais sobre o provável retorno financeiro de acordo com a injeção de dinheiro e a análise de mercado (SEBRAE, 2019).

Em busca de analisar a viabilidade econômico financeira da instalação de um sistema de energia solar fotovoltaica, Serafim Junior, Sbaraini, Goulart, Hort e Feiden (2018) calculou o Valor Presente Líquido (VPL), a Taxa Interna de Retorno (TIR) e o Tempo de Retorno (Payback) com o objetivo de reduzir custos de uma residência na região da Costa Oeste do Paraná através da análise de perfil de possíveis usuários. Os entrevistados possuíam o perfil de pequenos consumidores, com uma média de consumo superior a 150 KWh mensais. Observou-se que estariam dispostos a investir mesmo com o custo de investimento e a falta de incentivo das políticas do governo. Como resultado do estudo, o tempo de retorno apresentado foi de 34,92% da vida útil do bem instalado, sendo necessários 8,73 anos.

Camoto e Gomes (2018), propôs analisar a viabilidade econômica da implantação de um sistema fotovoltaico em residências na cidade de Uberaba-MG, onde foram calculados o Valor Presente Líquido (VPL), a Taxa Interna de Retorno (TIR) e o método de Monte Carlo em busca de encontrar o risco da implantação do sistema em relação à bandeira tarifária vigente. Elas verificaram que a aquisição de sistemas solares em residências na cidade é viável, porém somente quando as bandeiras tarifárias estiverem vermelha ou amarela.

Com enfoque na análise técnica e econômica de sistemas fotovoltaicos de produção de energia elétrica do tipo conectado à rede, Rosa e Ferreira (2019) pegaram um comércio de pequeno porte, uma Padaria/Mercearia situada na cidade de Mangaratiba-RJ como fonte de dados para o estudo. Após análise do payback e o

cálculo do dimensionamento dos componentes, ficou constatado que o projeto é muito viável, devido ao baixo payback encontrado e ao seu pequeno tempo de retorno do investimento, de apenas 3,9 anos, onde foi considerado 25 anos como vida útil de um sistema fotovoltaico. Por fim, chegou ao valor economizado de R\$282.931,28 ao longo do período.

Sousa e Sobrinho (2019), analisou a viabilidade econômico-financeira da utilização de painéis solares fotovoltaicos instalados em uma residência localizada na cidade de Mossoró-RN, onde foram utilizados dados de consumo da residência para o dimensionamento e escolha dos equipamentos utilizados na montagem e instalação do sistema solar. O autor simulou o funcionamento do sistema para os primeiros 25 anos de vida útil, considerando as possíveis perdas de eficiência ao longo do tempo, o grau de irradiação incidente sobre os módulos e também analisou os investimentos financeiros empregados no projeto. Com base nos resultados apresentados, Sousa e Sobrinho (2019) apontou como um investimento vantajoso economicamente, pois os tempos de retorno do investimento, payback simples e payback descontado apresentavam 12,405 anos e 18,167 anos, respectivamente.

Dalfovo, Zilio, Sornberger e Redivo (2019), através de seu estudo, buscou analisar a viabilidade econômico-financeira da utilização da energia solar fotovoltaica como alternativa para a redução dos gastos com energia elétrica tradicional em domicílios com renda domiciliar alta, média e baixa no município de Sinop-MT. Com a utilização de uma regressão linear múltipla, verificou-se a relação da renda familiar com o consumo de energia para a implantação do sistema solar no domicílio. Os resultados mostraram que o projeto de implantação é viável economicamente para famílias de renda alta e inviável para as famílias de média e baixa renda.

Com o objetivo de analisar a sustentabilidade energética na avicultura, Silva, Macagnan, Lago e Bertolini (2020) realizou um estudo de viabilidade econômica e financeira do uso de painéis solares fotovoltaicos. Como fonte de pesquisa para o estudo de caso, foram coletados dados de uma propriedade avícola localizada no município de Toledo-PR. Para os cálculos da viabilidade do projeto, foram trabalhados os métodos de Valor Presente Líquido (VPL), Taxa Interna de Retorno (TIR), Taxa Interna de Retorno Modificada (MTIR) e o Tempo de Retorno (Payback). Os resultados mostraram que a granja não tinha um controle apropriado de custos de produção, ou seja, o projeto de sustentabilidade energética na granja, no âmbito financeiro não é viável, porém a análise econômica é viável.

Bezerra, Bastos e Bizarria (2021) procurou identificar variáveis relacionadas aos cenários prospectivos da energia solar fotovoltaica, no Estado do Ceará, a partir da perspectiva do Desenvolvimento Sustentável. Como resultado, a energia solar fotovoltaica destacou-se como uma inovação sustentável e uma estratégia viável. Caminhos para a disseminação de tal investimento a serem percorridos são investimentos em processos educativos favoráveis à adoção de outros padrões de consumo, bem como um maior envolvimento do governo e empresas no alinhamento dessas estratégias para superar entraves relacionados aos custos, à segurança política e à mão-de-obra qualificada.

A viabilidade econômica e a viabilidade financeira são variáveis diferentes, porém uma complementa a outra. A viabilidade econômica investiga o impacto que um novo elemento causará na geração de riqueza para seu investidor, com a busca de conhecer o potencial de geração de lucro do empreendimento, através da comparação das entradas e saídas de caixa após a implementação do projeto (SÃO VICENTE CONTABILIDADE, 2019).

A viabilidade financeira depende da análise da viabilidade econômica do projeto, pois já estará calculado o potencial de lucro gerado pelo negócio no ano, a quantidade necessária de recursos para financiar o projeto e o prazo de retorno do investimento. Assim, através da viabilidade financeira, será analisado se a economia gerada trará o valor investido dentro de um bom prazo, com ferramentas como o cálculo de Valor Presente Líquido (VPL), a Taxa Interna de Retorno (TIR) e o Payback (SÃO VICENTE CONTABILIDADE, 2019).

Silva e Fontes (2005) definem o VPL como o resultado líquido de caixa, após descontar os custos e despesas. Com o VPL é possível encontrar o ganho real do investimento, principalmente a longo prazo.

Souza (2006) considera a TIR viável se o retorno do investimento for maior que a taxa parâmetro utilizada pelo mercado. Com esse cálculo, o investidor estará apto a analisar se vale a pena investir no projeto.

Segundo Heysel e Filion (2014) *apud* Ferreira e Pacheco (2019), o Payback calcula o tempo de retorno que o projeto precisará para recuperar o capital que foi investido na sua implementação. Para as empresas, quanto menor o tempo de retorno do capital, mais viável será considerada a sua contratação.

Para Neto (2012), o tempo de retorno de um investimento se refere a relação entre o valor investido e o valor médio dos fluxos de caixa esperados. Com o tempo de retorno, o investidor busca avaliar se as iniciativas e investimentos contribuem para a geração de resultados melhores, além de traçar objetivos e metas com os futuros resultados e assim viabilizar um processo mais objetivo na hora de tomar decisões.

### **3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS**

O presente estudo caracteriza-se como uma pesquisa quantitativa e do tipo descritiva. Para Marconi e Lakatos (2011), a pesquisa quantitativa representa dados através de técnicas que utilizam a quantidade para análise dos dados, em busca de relacionar variáveis com o resultado obtido na pesquisa.

Gil (2008), classifica a pesquisa descritiva como uma forma de interpretar fatos ou fenômenos sem a interferência ou manipulação do pesquisador. A pesquisa descritiva normalmente utiliza a coleta de dados para a interpretação de variáveis.

Os dados do estudo foram coletados através das contas de energia pagas no ano de 2016 antes da instalação do sistema e em 2021 após a instalação, o sistema fornece energia para duas localidades que utilizam do sistema *on grid* de energia solar fotovoltaico implantado em uma fazenda, na área rural de Ituiutaba-MG. Posteriormente, os dados coletados foram tabelados em planilhas e analisados.

A usina geradora de energia solar fotovoltaica foi instalada no solo da fazenda, conforme estudos realizados pela empresa responsável pela implantação, atendendo a duas unidades consumidoras, a fazenda e a sede. Foram comparadas as contas de energia demandada das duas unidades no ano de 2016, antes da instalação do projeto, com as contas de energia das duas unidades no ano de 2021, já com o sistema em operação, em busca de analisar a sua viabilidade econômico financeira.

#### **3.1. História da fazenda**

A fazenda, localizada na área rural de Ituiutaba-MG, trabalha há mais de quarenta anos na região, com o plantio de lavouras de milho, soja, sorgo (este especificamente utilizado para produção de silagem para alimentação dos bovinos) e criação de gado de corte.

Sua área equivale a 2.902 hectares, contendo Sede, diversas casas para os empregados da propriedade morar (todas com energia elétrica convencional), pastos com cercas elétricas para a criação de gado, com 1.200 cabeças de gado, confinamento de gado com 1.500 cabeças de gado.

A fazenda contém diversos maquinários agrícolas como tratores, plantadeiras, colheitadeiras, secador de grãos. Este último é o responsável pela maior parte do consumo de energia elétrica da propriedade, devido sua alta utilização para a produção de silagem para alimentação do gado no confinamento.

O sistema *on-grid* de energia solar fotovoltaica adquirido, foi instalado no solo, conforme estudos realizados pela empresa de engenharia e eletricidade responsável pela implantação. Foram considerados a longitude e a latitude da área para definição do melhor lugar, onde o nível de insolação e a melhor posição geográfica das placas traziam melhor eficiência em geração de energia pela usina.

A usina geradora de energia abastece a duas unidades consumidoras, a fazenda e a sede da fazenda. No entanto, foi realizada uma comparação das contas de energia pagas por essas duas unidades (Fazenda e Sede), antes da instalação do sistema em 2016 e após a instalação em 2021, em busca de analisar a sua viabilidade econômico financeira.

### 3.2. Dimensionamento do Sistema Solar

O sistema fotovoltaico em questão é composto por 269 painéis fotovoltaicos da marca Canadian Solar de 265Wp e por 03 (três) inversores fotovoltaicos da marca Fronius, sendo 02 (dois) deles de 27KW de potência e 01 (um) de 8,2 KW de potência.

- Potência nominal do sistema - 71,28KWp.
- Valor Total do sistema - 315.000,00.
- Endereço da Instalação: Fazenda na área rural de Ituiutaba-MG.
- Modalidade de Compensação: Geração junto à carga ou Autoconsumo Remoto.

Todas as duas unidades que utilizam da energia gerada pelo sistema possuem padrão trifásico.

## 4. ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS DADOS

O sistema solar fotovoltaico implantado na fazenda, pelo seu proprietário, atende a duas demandas. A Tabela 1 apresenta o consumo médio e total de energia na fazenda para o período de 2016, além de apresentar também o valor médio e total pago durante o ano.

**Tabela 1 - Consumo Anual - Fazenda**

Ano	Mês	Kwh	Valor da conta
2016	Janeiro	3356	R\$ 1.691,19
2016	Fevereiro	3390	R\$ 1.710,45
2016	Março	5800	R\$ 2.739,79
2016	Abril	3751	R\$ 1.677,49
2016	Mai	3833	R\$ 1.724,35
2016	Junho	4780	R\$ 2.279,63
2016	Julho	4138	R\$ 2.001,69



<b>2016</b>	Agosto	4237	R\$ 2.024,29
<b>2016</b>	Setembro	7160	R\$ 3.484,40
<b>2016</b>	Outubro	5367	R\$ 2.649,28
<b>2016</b>	Novembro	2546	R\$ 1.152,05
<b>2016</b>	Dezembro	5300	R\$ 2.809,47
Média Consumo (Kwh)			4.471,50
Média Valor Pago (R\$)			2.162,01
Total Consumo (Kwh)			53.658,00
Total Valor Pago (R\$)			25.944,08

**Fonte:** Contas de energia - Fazenda

No ano de 2016, antes da instalação do sistema solar fotovoltaico, a fazenda consumiu um total de 53.658 KWh, pagando um valor total de R\$ 25.944,08. Assim, a média de consumo anual ficou na faixa dos 4.471,5 KWh por mês, com um gasto mensal médio de R\$2.162,01.

A Tabela 2 apresenta o consumo anual de energia da outra unidade consumidora, a Sede, que utiliza da geração da usina implantada na fazenda.

**Tabela 2 - Consumo Anual - Sede**

<b>Ano</b>	<b>Mês</b>	<b>Kwh</b>	<b>Valor da conta</b>
<b>2016</b>	Janeiro	866	R\$ 436,39
<b>2016</b>	Fevereiro	841	R\$ 424,31
<b>2016</b>	Março	1322	R\$ 624,46
<b>2016</b>	Abril	926	R\$ 413,01
<b>2016</b>	Maio	914	R\$ 411,16
<b>2016</b>	Junho	703	R\$ 335,25
<b>2016</b>	Julho	960	R\$ 464,36
<b>2016</b>	Agosto	959	R\$ 458,17
<b>2016</b>	Setembro	416	R\$ 202,42
<b>2016</b>	Outubro	910	R\$ 449,19
<b>2016</b>	Novembro	906	R\$ 499,24
<b>2016</b>	Dezembro	502	R\$ 266,07
Média Consumo (KWh)			852,08
Média Valor Pago			415,33
Total Consumo (KWh)			10.225
Total Valor Pago			4.984,03

**Fonte:** Contas de Energia da Sede

Conforme a Tabela 2, o consumo de energia demandado pela Sede no ano de 2016, foi de 10.225 KWh, que gerou um custo de R\$ 4.984,03 ao seu proprietário. Durante o ano foi consumida uma média mensal de 852,08 KWh, acarretando num custo mensal de R\$ 415,33.

A Tabela 3 reúne o consumo total do ano de 2016, antes da instalação do sistema solar de energia fotovoltaica. São apresentados o consumo e o valor gasto durante o ano.

**Tabela 3 - Consumo total 2016**

Unidades	Consumo Médio KWh (2016)	Valor Médio R\$ (2016)	Consumo Total KWh (2016)	Valor Pago Total R\$ (2016)
<b>Fazenda</b>	4.471,50	2.162,01	53.658	25.944,08
<b>Sede</b>	852,08	415,33	10.225	4.984,03
	Consumo Médio Total (2021)	5.323,58	Consumo Total (KWh)	63.883
	Valor Médio Total (2021)	2.577,34	Valor Pago Total (R\$)	30.928,11

**Fonte:** Dados da pesquisa

Com base na Tabela 3, após a captura dos dados nas contas de energia que foram pagas pela fazenda e pela sede no ano de 2016, antes da instalação do sistema solar, foi obtido um consumo total de 63.883 KWh ao ano, com um custo anual de R\$ 30.928,11. O consumo médio foi de 5.323,58 KWh, com um custo médio mensal de R\$ 2.577,34.

Na tabela 4, é apresentado o consumo anual e médio de energia demandada pela fazenda no ano de 2021, após a instalação do sistema.

**Tabela 4 - Consumo Anual - Fazenda**

Ano	Mês	KWh	Valor da conta
2021	Janeiro	3520	R\$ 71,07
2021	Fevereiro	5040	R\$ 139,24
2021	Março	5880	R\$ 1.997,32
2021	Abril	5440	R\$ 303,98
2021	Mai	5880	R\$ 1.100,92
2021	Junho	3440	R\$ 164,59
2021	Julho	7320	R\$ 4.240,48
2021	Agosto	7480	R\$ 5.104,00
2021	Setembro	6200	R\$ 3.418,54
2021	Outubro	5520	R\$ 2.983,75
2021	Novembro	5320	R\$ 1.852,91
2021	Dezembro	1920	R\$ 1.714,04
	Média Consumo (KWh)	5.246,67	
	Média Valor Pago (R\$)	1.924,24	
	Total Consumo (KWh)	62.960	
	Total Valor Pago (R\$)	23.090,84	

**Fonte:** Contas de Energia - Fazenda.

Como observado na Tabela 4, o consumo total da fazenda no ano de 2021 foi de 62.960 KWh, acarretando em uma média de consumo mensal de 5.246,67 KWh. Analisando as contas de energia pagas pelo proprietário, notou-se que em alguns

meses a geração e o crédito energético foram menores que o consumo da fazenda. Para esse consumo anual, mesmo utilizando do sistema de energia solar, teve que pagar R\$23.090,84 em contas de energia, proporcionando um valor de R\$1.924,24 médio mensal.

Na Tabela 5, é apresentado o consumo total e médio na sede da fazenda, que também está conectada à geração de energia do sistema solar implantado. O valor total e médio pagos também são divulgados.

**Tabela 5 - Consumo Anual - Sede**

Ano	Mês	KWh	Valor da conta
2021	Janeiro	788	R\$ 0,00
2021	Fevereiro	749	R\$ 0,00
2021	Março	734	R\$ 0,00
2021	Abril	558	R\$ 0,00
2021	Maio	767	R\$ 0,00
2021	Junho	275	R\$ 0,00
2021	Julho	479	R\$ 0,00
2021	Agosto	440	R\$ 0,00
2021	Setembro	595	R\$ 394,88
2021	Outubro	668	R\$ 593,17
2021	Novembro	514	R\$ 457,84
2021	Dezembro	750	R\$ 669,53
		Média Consumo (KWh)	609,75
		Média Valor Pago (R\$)	176,28
		Total Consumo (KWh)	7.317
		Total Valor Pago (R\$)	2.115,42

**Fonte:** Contas de Energia - Sede

Conforme apresentado na Tabela 5, o consumo na Sede da Fazenda é bem menor que o consumo da Fazenda, sendo consumido um valor total de 7.317 KWh, para uma média mensal de 609,75 KWh. Enquanto que os valores pagos também são bem menores, seu consumo acarretou em um valor total pago de R\$2.115,42 e uma média mensal de R\$176,28.

Verificou-se que nos meses referente ao período de janeiro a agosto de 2021 não houve cobrança de energia, devido ao crédito solar injetado pelo sistema na rede, provavelmente relacionada a uma sobra no últimos meses do ano de 2020.

A Tabela 6 apresenta todo o consumo anual de 2021 demandados pelas duas localidades que consomem energia gerada pelo sistema solar fotovoltaico implantado na Fazenda.

**Tabela 6 - Consumo Total 2021**

Local	Consumo Médio Total KWh (2021)	Valor Médio Total (2021)	Consumo Total KWh(2021)	Valor Pago Total (2021)
<b>Fazenda</b>	5.246,67	R\$1.924,24	62.960	R\$23.090,84

<b>Sede</b>	609,75	R\$176,28	7.317	R\$2.115,42
Consumo Médio Total KWh (2021)	5.856,42		Consumo Total KWh (2021)	70.277
Valor Médio Total (2021)	R\$2.100,52		Valor Pago Total (2021)	R\$25.206,26

**Fonte:** Dados da pesquisa

Como pode ser observado, o consumo de energia somadas as duas localidades são bem alto, consumindo 70.277 KWh no ano de 2021, acarretando uma média mensal de 5.856,42 KWh. Mesmo utilizando da energia gerada pelo sistema, ainda foram gastos no ano com energia o valor de R\$ 25.206,26, gerando um pagamento mensal médio de R\$ 2.100,52.

A seguir, as tabelas 7 e 8 apresentam uma comparação entre o consumo total de energia no ano de 2016 (antes da instalação) e no ano de 2021 (após a instalação), com o valor que foi pago pelas duas localidades.

A Tabela 7, é feita uma comparação para o consumo e os gastos da fazenda antes e depois.

**Tabela 7 - Consumo x Valor pago**

	<b>Consumo total (KWh)</b>	<b>Valor pago total (R\$)</b>
<b>Fazenda 2016</b>	53.658	25.944,08
<b>Fazenda 2021</b>	62.960	23.090,84
<b>Diferença</b>	9.302	-2.853,24

**Fonte:** Dados da pesquisa

Verificou-se que houve um aumento no consumo de energia pela fazenda após a instalação da usina, mesmo assim, o valor pago na conta de energia diminuiu. Antes de instalar, a fazenda consumia 53.658 KWh, após o sistema instalado o consumo foi de 62.960 Kwh, esse aumento no consumo está atrelado a utilização de novas máquinas e equipamentos que demandam maior consumo dentro da fazenda. No sentido contrário seguiu o gasto com energia que seu proprietário teve após a instalação, o consumo aumentou significativamente e o valor pago diminuiu em 2021, houve uma redução de R\$ 2.853,24 na conta de energia.

A Tabela 8 apresenta uma comparação entre o consumo e o valor pago pela sede antes e depois.

**Tabela 8 - Consumo x Valor pago**

	<b>Consumo total (KWh)</b>	<b>Valor pago total (R\$)</b>
<b>Sede 2016</b>	10.225	4.984,03
<b>Sede 2021</b>	7.317	2.115,42
<b>Diferença</b>	-2.908	-2.868,61

**Fonte:** Dados da pesquisa

Diferente da fazenda, na Tabela 8, ficou evidente uma queda no consumo de energia na sede, deixando de consumir 10.225 KWh em 2016 para consumir 7.317 KWh em 2021. A economia também é clara, já que houve uma queda no consumo,

com a utilização dos créditos de energia solar, chegou-se a uma economia de R\$ 2.868,61.

Comparado os dois períodos, fica constatado que após a implantação do sistema, houve uma redução no valor pago de energia, mesmo com o aumento do consumo anual. Porém, é uma economia muito pequena se observado o tamanho da usina geradora instalada.

A Tabela 9 apresenta a variação que houve no preço do Kwh, do ano de 2016 em comparação com o ano de 2021.

**Tabela 9 - Valor kWh 2016 x 2021**

<b>Período</b>	<b>SEDE (2016)</b>	<b>FAZENDA (2016)</b>	<b>SEDE (2021)</b>	<b>FAZENDA (2021)</b>
<b>JANEIRO</b>	0,5039	0,5039	0,681	0,536
<b>FEVEREIRO</b>	0,5045	0,5045	0,6653	0,6653
<b>MARÇO</b>	0,4723	0,4723	0,663	0,663
<b>ABRIL</b>	0,446	0,446	0,6608	0,6608
<b>MAIO</b>	0,4498	0,4498	0,6916	0,6929
<b>JUNHO</b>	0,4769	0,4769	0,7422	0,7508
<b>JULHO</b>	0,4837	0,4837	0,7942	0,8014
<b>AGOSTO</b>	0,4777	0,4777	0,8136	0,8136
<b>SETEMBRO</b>	0,4866	0,4866	0,848	0,8516
<b>OUTUBRO</b>	0,4936	0,4936	0,8683	0,8683
<b>NOVEMBRO</b>	0,5008	0,5008	0,8708	0,8708
<b>DEZEMBRO</b>	0,4848	0,4848	0,8725	0,8725
<b>PREÇO TOTAL (R\$)</b>	5,7806	5,7806	9,1713	9,047
<b>PREÇO MÉDIO (R\$)</b>	0,4817	0,4817	0,7642	0,7539

**Fonte:** Contas de energia

Observando a Tabela 9, constata-se que o preço cobrado pelo KWh no ano de 2021 quase dobrou em relação ao preço trabalhado em 2016. Em 2016, foram cobrados os mesmos preços para as duas unidades, em 2021 ocorreu uma variação no preço estabelecido pela concessionária em alguns meses do ano.

Para encontrar o valor que seria pago no ano de 2021, se não tivesse energia injetada pelo sistema, é apresentada a Tabela 10:

**Tabela 10 - Consumo 2021 x Preço 2021**

	<b>Preço do KWh</b>	<b>Consumo (KWh)</b>	<b>Valor que seria pago (R\$)</b>
Fazenda	0,7539	62.960	47465,54
Sede	0,7642	7.317	5.591,65
<b>Total (R\$)</b>			<b>53.057,19</b>

**Fonte:** Contas de energia

Como mostra a Tabela 10, se o proprietário da fazenda não tivesse a usina geradora, ele teria um gasto anual com energia no valor de R\$ 53.057,19. Para

encontrar o valor, foram considerados os preços do KWh trabalhados para cada unidade e multiplicados pelo seu consumo.

Na Tabela 11, é apresentada a economia que a fazenda teve no ano de 2021 com a utilização da energia solar fotovoltaica em comparação com o ano de 2016, que utilizava do sistema convencional. Para chegar até o valor que seria pago sem o sistema, foi considerado a média de preço do KWh cobrada no ano de 2021.

**Tabela 11 - Valor total economizado**

	Valor(R\$)
Valor total pago sem a instalação do sistema no ano de 2016	30.928,11
Valor total que seria pago sem a instalação do sistema solar fotovoltaico em 2021	53.057,19
Valor total pago com a injeção de energia gerada pelo sistema solar fotovoltaico em 2021	25.206,26
Valor total economizado com a instalação do sistema solar fotovoltaico no ano de 2021	27.850,93

**Fonte:** Dados da pesquisa

Fica constatado uma economia anual para seu proprietário, com a implantação do sistema solar fotovoltaico em sua fazenda, pois observa-se na Tabela 11, que se ele não tivesse o sistema de geração própria, teria um gasto anual de R\$ 53.057,19 com energia elétrica, porém devido à sua própria geração, foram gastos com energia somente o valor de R\$ 25.206,26, somadas todas as taxas e encargos cobrados pela Cemig, acarretando em uma economia de R\$ 27.850,93 no ano de 2021.

#### **4.1. Retorno do investimento**

Considerando o custo do sistema solar fotovoltaico implantado na fazenda, ao dividir esse custo pelo valor que foi economizado (ou gerado) no ano de 2021, obteve-se a equação 1:

$$\text{Tempo de retorno} = \text{R\$ } 315.000,00 / \text{R\$ } 27.850,93 = 11,31 \text{ anos} \quad (1)$$

No valor que foi pago em energia, somadas as duas localidades que utilizam da geração, foram consideradas todas as cobranças de tarifas e encargos, taxas pagas referentes as bandeiras, verde, amarela e vermelha. Também foram considerados os custos de disponibilidade, que nem sempre foi cobrado.

A viabilidade econômica é considerada inviável, mesmo que a geração solar da fazenda consiga suprir em parte as duas demandas, para que sejam pagas somente as taxas mínimas, a economia que o projeto apresenta não é boa. Em 2021, o sistema gerou uma economia de R\$27.850,93, considerando o tamanho do sistema de energia solar fotovoltaico, a sua produção deveria gerar uma economia suficiente para pagar todo o seu consumo anual, restando somente a taxas mínimas, como o custo de disponibilidade, mas também gerar uma quantidade excedente para voltar em forma de crédito no futuro, quando houvesse necessidade.

Com base nos valores apurados, a viabilidade financeira referente ao custo do projeto e sua instalação também é inviável, com um investimento muito alto de R\$ 315.000,00 na implantação do sistema solar fotovoltaico, que possui uma potência nominal de 71,28KWp, o retorno do investimento com ênfase no consumo *versus* geração no ano de 2021, foi estimado para uma média de 11,31 anos, que é considerada baixa, já que o retorno do investimento geralmente é atingido nos

primeiros anos após o início da utilização, vale ressaltar que o proprietário do sistema também paga uma taxa de juros junto ao Banco, no qual foi financiado o projeto, e assim este financiamento acaba alterando o valor final do projeto.

## **5 CONSIDERAÇÕES**

O objetivo do estudo foi verificar a viabilidade econômico financeira que um sistema *on grid* de geração de energia solar fotovoltaica está trazendo após sua instalação, para o proprietário de uma fazenda localizada na área rural de Ituiutaba-MG.

Conforme analisado no trabalho, foram coletados os dados, através das contas de energia da Cemig, que foram pagas nos anos de 2016 antes da instalação e de 2021 com o sistema já instalado, de duas localidades que utilizam da geração da energia gerada pelo sistema solar fotovoltaico. A Fazenda e a Sede, são as duas unidades consumidoras. Todas essas unidades possuem padrão trifásico.

No que tange respeito ao consumo, somando todas as duas unidades, foi encontrado uma quantidade demandada de 70.277 KWh durante o ano. Ao avaliar o retorno do investimento, encontrou-se uma economia anual de R\$27.850,93 que deduzida no valor de R\$ 315.000,00 que foi investido na implantação do sistema, obteve-se um prazo de 11,31 anos para retorno do investimento do projeto. Vale ressaltar, que foram consideradas todas as tarifas que estavam sendo cobradas nas contas de energia, como taxa de disponibilidade, tarifação sobre as bandeiras amarela, verde e vermelha.

Considerando o valor do projeto e seu tamanho, esperava-se que a geração de energia fosse capaz de suprir todas as demandas, restando somente as taxas mínimas a serem pagas. Porém, verificou-se que o proprietário da fazenda tem um custo muito alto com energia, mesmo descontando o valor da sua geração própria.

Enfim, com esse baixo rendimento, a viabilidade econômica e financeira do projeto são consideradas inviáveis, ou seja, não é recomendável instalar um projeto que demora tanto tempo para trazer o retorno do investimento. Em relação ao estudo, sugere-se que sejam realizados outros estudos em áreas rurais de pequeno e grande porte que tenham implantado o sistema, em busca de fazer uma comparação.

## REFERÊNCIAS

- ABDALA, P. J. P.; **Energia solar e eólica 2**. Atena Editora. V. 2. P. 122, 2019.
- ABSOLAR. **Associação Brasileira de Energia Solar Fotovoltaica**. Acesso em 02, 2022, de <https://www.absolar.org.br/mercado/o-que-e-energia-solar-fotovoltaica/>
- ANEEL (2021). **Agência Nacional de Energia Elétrica**. Acesso em 11, 2021, de [https://www.aneel.gov.br/sala-de-imprensa-exibicao-2/-/asset\\_publisher/zXQREz8EVIZ6/content/no-dia-mundial-da-agua-aneel-publica-infograficosobre-hidreletricas-no-brasil/656877?inheritRedirect=false&redirect=http%2F%2Fwww.aneel.gov.br%2Fsala-deimprensa-exibicao-2%3Fp\\_p\\_id%3D101\\_INSTANCE\\_zXQREz8EVIZ6%26p\\_p\\_lifecycle%3D0%26p\\_p\\_state%3Dnormal%26p\\_p\\_mode%3Dview%26p\\_p\\_col\\_id%3Dcolumn-2%26p\\_p\\_col\\_pos%3D1%26p\\_p\\_col\\_count%3D3](https://www.aneel.gov.br/sala-de-imprensa-exibicao-2/-/asset_publisher/zXQREz8EVIZ6/content/no-dia-mundial-da-agua-aneel-publica-infograficosobre-hidreletricas-no-brasil/656877?inheritRedirect=false&redirect=http%2F%2Fwww.aneel.gov.br%2Fsala-deimprensa-exibicao-2%3Fp_p_id%3D101_INSTANCE_zXQREz8EVIZ6%26p_p_lifecycle%3D0%26p_p_state%3Dnormal%26p_p_mode%3Dview%26p_p_col_id%3Dcolumn-2%26p_p_col_pos%3D1%26p_p_col_count%3D3)
- ANEEL (2018). **Agência Nacional de Energia Elétrica**. Acesso em: 02, 2022, de <https://www.aneel.gov.br/geracao-distribuida>
- BEZERRA, A. B.; BASTOS, A. T.; BIZARRIA, F. P. A. Energia Solar Fotovoltaica e Desenvolvimento Sustentável no Estado do Ceará: identificando categorias de análise. **Revista Amazônia, Organizações e Sustentabilidade**. V. 10, n.1, p.179-201, 2021.
- CAMIOTO, F. C.; GOMES, V. P. R. G. Análise de viabilidade econômica da implantação de um sistema de energia fotovoltaico nas residências uberabenses. **Revista Científica Eletrônica de Engenharia de Produção**. V. 18, n. 4. 1159-1180, 2018.
- CECCHINI, T. **Otimização das regiões altamente dopadas de células solares fabricadas por processos térmicos rápidos de pequeno porte**. 2003. 102 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2003.
- CRESESB (2018). **Potencial Solar - SunData v 3.0**. Acesso em 02, 2022, de <http://www.cresesb.cepel.br/index.php?section=sundata&>
- DALFOVO, W. C. T.; ZILIO, P.C.; SORNBERGER, G.P.; REDIVO, A. A Viabilidade Econômica da Implantação de Energia Solar Fotovoltaica para a redução dos Custos com energia elétrica das famílias com diferentes níveis de renda: uma análise para a região norte de Mato Grosso. **Revista Contabilidade, Sociedade e Gestão**. V. 14, n. 3. 118-143, 2019.
- GALDINO, M. A. E.; LIMA, J.H.G.; RIBEIRO, C. M.; SERRA, E. T.; O contexto das energias renováveis no Brasil. **Revista da Direng**, 2000.
- GIL, Antonio Carlos. Como elaborar projetos de pesquisa. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2008. THIOLLENT, Michel. **Metodologia da pesquisa - ação**. 2. ed. São Paulo: Cortez, 1986.
- GOMES, J. P. P.; VIEIRA, M. M. F.; Revista de Administração Pública. Acesso em: 02, 2022, de <https://doi.org/10.1590/S0034-76122009000200002>
- GUIMARÃES, D. C. O impacto da aplicabilidade de tecnologia de placa fotovoltaica voltada para residência familiar usando prospecção tecnológica. 2016. 79 f. **Dissertação**. (Mestrado em Ciência da Propriedade Intelectual) - Pós-Graduação em Ciência da Propriedade Intelectual. Universidade Federal de Sergipe – UFS.



Acesso em: 22 mar. 2022. Disponível em: <<  
[https://ri.ufs.br/bitstream/riufs/3431/1/DAIANE\\_COSTA\\_GUIMARAES.pdf](https://ri.ufs.br/bitstream/riufs/3431/1/DAIANE_COSTA_GUIMARAES.pdf)>>.

FERREIRA, M. C. M.; PACHECO, B. C. S. Análise da viabilidade econômica de um projeto de expansão de uma empresa do setor alimentício no interior do Estado de São Paulo. **IX Congresso Brasileiro de Engenharia de Produção**. Ponta Grossa-PR, Dez. 2019.

LAKATOS, E. M.; MARCONI, M. A. **Metodologia científica**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2011.

NETO, A. A. **Finanças corporativas e valor**. 6 ed. São Paulo: Atlas, 2012.

PINHO, J. T.; GALDINO, M. A.; Manual de engenharia para sistemas fotovoltaicos.

Acesso em: 22, mar. 2022. Disponível em: <<<https://www.portal-energia.com/downloads/livromanual-de-engenharia-sistemas-fotovoltaicos-2014.pdf>>>

QUANTUM. **Quantum Engenharia**. Acesso em: 22 mar. 2022. Disponível em: <<<https://www.quantumengenharia.net.br/historia-da-energia-solar-fotovoltaica/>>>

ROSA, G. P.; FERREIRA, A. F. Geração de energia elétrica através de Sistemas Fotovoltaicos para consumidores comerciais de pequeno porte. **Revista Teccen**. V. 12, n. 2, p. 83-93, Jul./Dez. 2019.

SEBRAE. Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas. Acesso em 02, 2022, de <<<https://www.sebrae.com.br/>>>

SERAFIM JUNIOR, V.; SBARAINI, A. H.; GOULART, C.; HORT, J. V.; FEIDEN, A. Energia fotovoltaica residencial: uma análise econômico financeira de viabilidade. **Rev. Ciênc. Empres. UNIPAR**, Umuarama, v. 19, n. 2, p. 273- 290, jul./dez. 2018. Serafim Junior, Sbaraini, Goulart, Hort e Feiden (2018)

SILVA, A. A. L.; MACAGNAN, D.C.; LAGO, S. M. S.; BERTOLINI, G. R. .F. Sustentabilidade Energética: um estudo da viabilidade econômica e financeira do uso de energia solar na avicultura. **Revista Pretexto**. V. 21, n. 4, outubro - dezembro 2020.

SILVA, M. L.; FONTES, A. A. Discussão sobre os critérios de avaliação econômica: Valor Presente Líquido (VPL), Valor Anual Equivalente (VAE) e Valor Esperado da Terra (VET). **Sociedade de Investigações Florestais**. V. 29, n. 6, p. 931-936, 2005. SOUSA, A. V. L.; SOBRINHO, F. M. M. Análise da viabilidade econômico-financeira da utilização de painéis solares fotovoltaicos em residências localizadas em Mossoró-RN. **Revista Eletrônica de Engenharia Elétrica e Engenharia Mecânica**. V. 1, n. 1, p. 51-63, 2019.

SOUZA, M. K. A.; Uma contribuição a análise das decisões de investimento privado sob a ótica do Ponto de Equilíbrio do Investimento - PEI - considerando o valor do dinheiro no tempo. 2006, 64 f. **Dissertação** (Mestrado em Engenharia de Produção). Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2006.

SV CONTABILIDADE. **São Vicente Contabilidade**. Acesso em 02, 2022. De <https://saovicentecontabilidade.com.br/qual-a-importancia-da-analise-de-viabilidadefinanceira/>>>