

**FACULDADES DE ENSINO SUPERIOR DO CENTRO DO PARANÁ  
ENGENHARIA AGRONÔMICA**

**RENAN DA LUZ CORATO**

**IMPLANTAÇÃO DE SISTEMA SOLAR FOTOVOLTAICO PARA REDUÇÃO DE  
GASTOS DE ENERGIA ELÉTRICA EM AVIÁRIO**

**PITANGA**

**2020**

**RENAN DA LUZ CORATO**

**IMPLANTAÇÃO DE SISTEMA SOLAR FOTOVOLTAICO PARA REDUÇÃO DE  
GASTOS DE ENERGIA ELÉTRICA EM AVIÁRIO**

Trabalho De Curso apresentado ao Curso de Engenharia Agrônômica, Área das Ciências Agrárias da Faculdade UCP Faculdade de Ensino Superior do Centro do Paraná, como requisito à obtenção de grau de Bacharel em Engenharia Agrônômica.

Professor Orientador: Fernando Volanin.

**PITANGA-PARANÁ**

**2020**

# SUMÁRIO

RESUMO .....	4
ABSTRACT .....	4
1. INTRODUÇÃO .....	5
2. REFERENCIAL TEÓRICO.....	6
2.1 ENERGIA SOLAR NO MUNDO.....	6
2.2 ENERGIA SOLAR NO BRASIL.....	7
2.3 ENERGIA SOLAR NO PARANÁ.....	9
3. MATERIAL E MÉTODOS .....	11
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	13
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	17
6. AGRADECIMENTOS.....	18
7. REFERÊNCIAS.....	19

## IMPLANTAÇÃO DE SISTEMA SOLAR FOTOVOLTAICO PARA REDUÇÃO DE GASTOS DE ENERGIA ELÉTRICA EM AVIÁRIO

CORATO, Renan.<sup>1</sup>

VOLANIN, Fernando.<sup>2</sup>

### RESUMO

A energia solar fotovoltaica vem cada vez mais se destacando nas áreas rurais, levando economia e sustentabilidade para o campo. No caso da atividade da avicultura de corte, a expansão da implantação do sistema solar se destaca, devido ao alto custo de energia elétrica. Este trabalho teve como objetivo realizar o estudo e monitoramento dos dados referente a geração e sobre a economia após a implantação do sistema solar fotovoltaico de 158,40 Kwp. As análises dos dados foram retiradas através do sistema de monitoramento Sunny Portal, o qual foi desenvolvido pela fabricante dos inversores presentes na instalação, foram retirados os dados ao longo de um ano de geração para a elaboração do trabalho.

**Palavras-chave:** Energia Solar. Energia Elétrica. Avicultura de corte. Sustentabilidade.

### ABSTRACT

Photovoltaic solar energy is increasingly standing out in rural areas, bringing economy and sustainability to the countryside. In the case of cutting-farm activity, the expansion of the implementation of the solar system stands out, due to the high cost of electricity. This work aimed to perform the study and monitoring of data related to generation and economy after the implementation of the photovoltaic solar system of 158.40 Kwp. Data analyses were collected through the Sunny Portal monitoring system, which was developed by the manufacturer of the inverters present at the facility, the data were removed over a year of generation for the preparation of the work.

**Keywords:** Solar Energy. Electricity. Cutting aviculture. Sustainability.

---

<sup>1</sup> Renan da Luz Corato. Engenharia Agrônômica. E-mail: renan.corato@hotmail.com

<sup>2</sup> Fernando Volanin. UCP – Faculdades do Centro do Paraná. E-mail: prof\_Fernando@ucpparana.edu.br

## 1. INTRODUÇÃO

Atualmente com o avanço das tecnologias e implantações agrícolas através das diversidades, culturas e produções, se destaca a avicultura de corte nas propriedades rurais, onde não é necessária uma área tão ampla para sua implantação dependendo do modelo de galpão, e na maioria das vezes a mão-de-obra familiar é utilizada.

Em propriedades que possuem aviários através de integração entre empresa e produtor, como é o caso da propriedade do S.r. José Vogt na qual foi realizada o experimento, em que a JBS o fornece os frangos, assistência necessária e alimentação, enquanto o produtor concede o galpão onde ficarão alojados os frangos, mão-de-obra, além do terreno e energia elétrica.

Tendo em vista que o produtor utiliza energia elétrica para o alojamento dos frangos, o consumo de energia é alto devido aos equipamentos presentes nos barracões, como ventiladores, exaustores e sistema de iluminação. Possui uma tecnologia a qual o integrador pode utilizar para reduzir este custo, a energia solar fotovoltaica pode alcançar uma redução de até 95% do valor da fatura de energia elétrica, onde é instalado no galpão placas solares que captam a luz do sol e as transformam em eletricidade.

Para que o produtor consiga reduzir o de custo com energia elétrica é necessário saber primeiramente a potência do gerador solar, para que possa gerar energia suficiente para abater o seu consumo de energia elétrica, assim então é feito a soma do seu consumo de 12 meses e obtendo a média, pode-se saber a potência que deve ser dimensionado o gerador, tendo somente o gasto com a taxa mínima da concessionária de energia, que varia de acordo com o padrão de entrada da rede, sendo trifásico, bifásico ou monofásico.

Como objetivo este trabalho foi desenvolvido afim de observar a economia na fatura de energia elétrica após a instalação do gerador solar fotovoltaico, também busca informações e melhorias para ajudar o produtor rural, pois além da economia traz a sustentabilidade.

## 2. REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 ENERGIA SOLAR NO MUNDO

Em março de 1953 se iniciou a história da primeira célula fotovoltaica, onde em New Jersey no Estados Unidos da América, onde um químico chamado Calvin Fuller desenvolveu um processo de difusão introduzindo impurezas em cristais de silício controlando suas propriedades elétricas, processo este nomeado “dopagem” (VALLÊRA, 2006).

Cinquenta anos depois, em 2004, foram produzidos cerca de mil milhões de células, com eficiências da ordem dos 16%, ultrapassando pela primeira vez a barreira de 1 GW de potência elétrica anual instalada.

De acordo com (LIMA, 2009) a radiação solar global incidente varia em diferentes locais da superfície da Terra. Enquanto uma superfície horizontal no sul da Europa Ocidental (sul da França) recebe em média, por ano, uma radiação de 1600 kWh/m<sup>2</sup> ou mais e no Norte a energia varia entre 800 e 1200 kWh/m<sup>2</sup>, uma superfície no deserto do Saara recebe 2600 kWh/m<sup>2</sup> por ano, praticamente o dobro da média europeia.

O aproveitamento da energia solar como fonte alternativa de energia elétrica começou em 1959 nos Estados Unidos. O objetivo inicial era aproveitá-la como geradora de energia elétrica para satélites. Daquele ano até hoje, o preço das células solares caiu mais de 1000%. Mesmo assim, elas continuam relativamente caras e o grau de penetração futura no mercado é altamente dependente da redução dos custos de produção e do aumento da eficiência das células. Aparentemente não existem mais obstáculos técnicos para ampla disseminação do uso de células solares (KRAUTER, 2009).

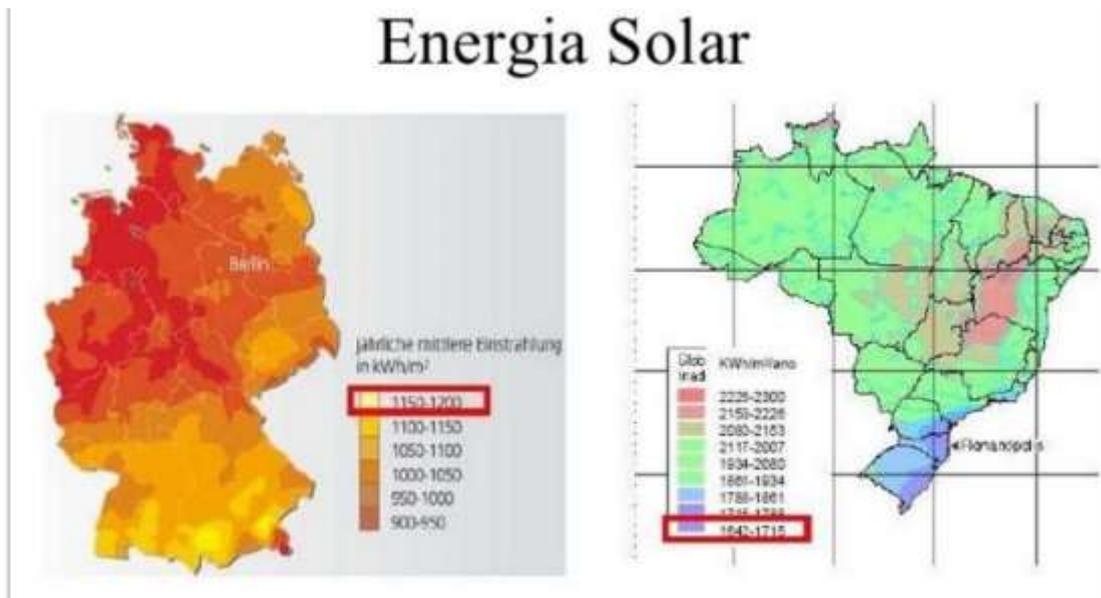
Segundo dados da ANEEL (2008), com o passar dos tempos, muitos países começaram a exigir a participação da energia solar no aquecimento de água, destacando-se primeiramente Israel e posteriormente a Espanha, no ano de 2006, que exigiu um percentual mínimo de produção de energia solar em novas edificações. Em 2007, a iniciativa foi acompanhada por países como Índia, Coreia do Sul, China e Alemanha, onde os percentuais exigidos variam de 30% a 70%, dependendo do clima, nível de consumo e disponibilidade de outras fontes de energia.

## 2.2 ENERGIA SOLAR NO BRASIL

O Brasil é um dos poucos países no mundo, que recebe uma insolação (número de horas de brilho do Sol) superior a 3000 horas por ano. E a região Nordeste conta com uma incidência média diária entre 4,5 a 6 kWh. Por si só estes números colocam o país em destaque no que se refere ao potencial solar.

Através da figura 1 é possível verificar o mapa brasileiro de irradiação solar comparado com o da Alemanha, o Brasil possui nos estados de menor irradiação um nível 40% mais elevado que o melhor ponto de insolação da Alemanha o que torna mais evidente o potencial Brasileiro em relação à Alemanha que mesmo com índice bem abaixo do Brasil lidera o mercado de energia Fotovoltaico mundial (RELLA, 2017).

Figura 1 - Potencial de geração de Energia Solar Brasil x Alemanha



Fonte: Atlas brasileiro de energia solar 2008

O Brasil, por sua grande diversidade de recursos e por sua respeitável extensão territorial, apresenta diversas oportunidades na diversificação de sua matriz energética. Tal fato é afirmado pela Resolução Normativa N° 482, DE 17 DE ABRIL DE 2012, a qual regulamenta a geração de energia através de placas solares fotovoltaicas (ANEEL, 2012). A grande incidência de radiação solar atuante no

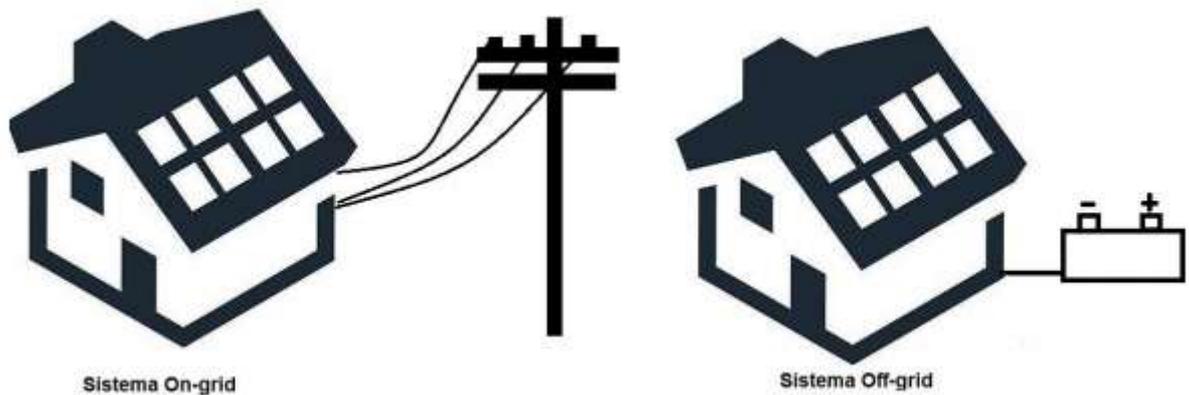
território brasileiro, é o motivo pelo qual a tecnologia avança e os incentivos aumentam (REIS, 2003).

No Brasil, assim como em muitos outros países, a disseminação inicial da tecnologia solar fotovoltaica ocorreu principalmente através de sistemas isolados para abastecer cargas distantes das redes de distribuição de eletricidade. Esses sistemas são uma opção para a energização de comunidades isoladas e sem acesso à rede convencional de distribuição de eletricidade, sendo economicamente viáveis para certas regiões do Brasil (SALAMONI, 2009).

O consumidor economiza na conta e paga somente as taxas obrigatórias definidas pela ANEEL (Agência Nacional de Energia Elétrica). Além disso, caso a energia gerada não seja suficiente, a rede elétrica irá compensar o que falta ao consumidor que deverá pagar a distribuidora de energia posteriormente (PEREIRA, 2019).

Nesse contexto, nota-se que o sistema on-grid é vantajoso para os consumidores que ficam próximos da rede de distribuição de energia, pois ele dispensa a utilização de baterias para controlar a carga e a energia gerada que não é consumida instantaneamente ela é injetada na rede da concessionária onde fica armazenada por 5 anos podendo ser consumida automaticamente em períodos de menor produção. No sistema off-grid não é utilizada a rede da concessionária para realizar a ligação do sistema, neste caso são utilizadas baterias onde ficam armazenada a energia gerada, a fim de abastecer o consumo. Por outro lado, o sistema off-grid torna-se vantajoso para os consumidores que vivem em locais remotos distantes das redes de transmissão de energia como apresentado na Figura 2 (PEREIRA, 2019).

Figura 2 - Modelos de sistemas de geração distribuída de energia solar fotovoltaica On-grid e Off-grid



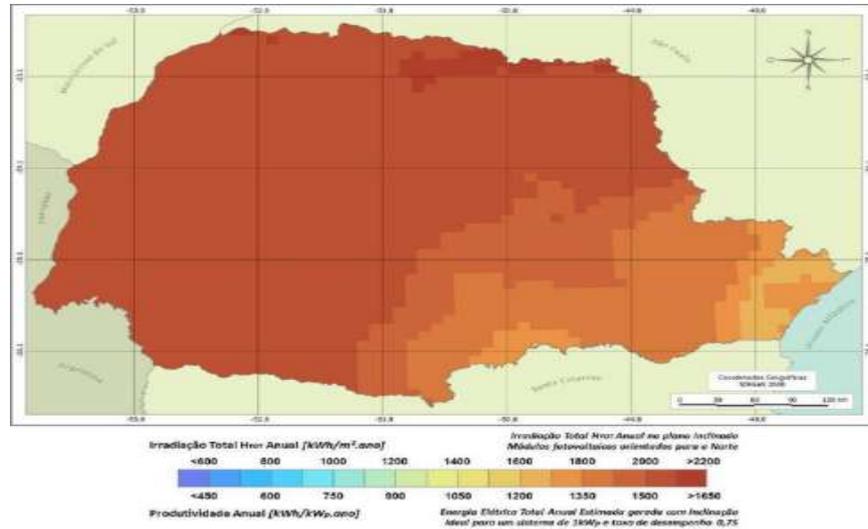
Fonte: adaptada de gettyimages 2018

### 2.3 ENERGIA SOLAR NO PARANÁ

As instalações de painéis de energia solar no Paraná triplicaram, de acordo com a Companhia Paranaense de Energia (Copel). De acordo com a companhia, foram instalados sistemas fotovoltaicos em mais de 7,7 mil unidades consumidoras de todo o estado entre janeiro e outubro de 2019. Ao longo de todo o ano de 2018, foram cerca de 2,6 mil instalações.

Através da análise das informações do banco de dados do Atlas Brasileiro de Energia Solar (2006), obteve-se os valores de irradiação total e de produtividade estimada anual máxima, mínima e média no plano inclinado para o estado do Paraná.

Figura 3 - Mapa Fotovoltaico do Estado do Paraná



Fonte: TIEPOLO, 2015

Segundo Tiepolo (2015), o menor valor de irradiação e de produtividade diária média mensal no Paraná ocorre no mês de julho com 3,61 kWh/m<sup>2</sup> dia e 2,71 kWh/kWp dia respectivamente. Já o maior valor ocorre no mês de janeiro com 6,46 kWh/m<sup>2</sup> dia e 4,85 kWh/kWp dia respectivamente, assim é visto que ocorre uma grande variabilidade dos valores durante todo o ano, isto analisando todas as regiões do estado.

### 3. MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado em uma propriedade rural, que se encontra no município de Toledo, no estado do Paraná, próximo a comunidade Ouro Preto, na propriedade do S.r. Vilson Vogt, mais precisamente nas coordenadas 24°41'39.0"S e 53°37'56.7"W. Região essa com características de clima temperado, com chuvas bem distribuídas ao longo do ano e com verões quentes.

Realizado em um núcleo com 4 aviários de frango de corte, onde possui uma capacidade para alojamento de 140 mil frangos, onde ficam em um período de alojamento de 42 dias, possuindo um intervalo de 14 dias. Foi instalado 480 painéis fotovoltaicos de 330W monocristalinos, ocupando uma área de 960m<sup>2</sup> como pode observar na imagem 1, sendo dividido estes painéis em 2 aviários. Este estudo consiste em analisar a economia e rentabilidade que o produtor rural pode ter ao optar pela energia solar fotovoltaica.

Imagem 1 – Fotografia aérea dos aviários



Fonte: Acadêmico, 2020.

O sistema solar já vem sendo acompanhado a 1 ano, obtendo assim os resultados esperados. Para iniciar a implantação do sistema fotovoltaico, foi utilizado a fatura do produtor, onde retirou-se sua média de consumo em Kwh/Mês. Após obter a média de consumo, foi sucedido uma visita técnica onde junto ao produtor foi verificado o melhor local de instalação desses painéis, assim como local de instalação dos inversores, neste momento também sanado as dúvidas referente a instalação e funcionamento do sistema.

Efetuada a compra do gerador solar se iniciou este projeto com a equipe de engenharia onde o departamento técnico realizou o projeto elétrico do sistema e homologou na concessionária Copel, com o projeto aprovado pela concessionária iniciou-se a instalação do sistema solar, e após concluído foi solicitado o pedido de vistoria, momento este em que a concessionária se desloca até o local onde está instalado o gerador solar e efetua a troca do medidor comum do padrão por um medidor bidirecional.

Medidor bidirecional é utilizado para que tanto como o produtor quanto a concessionária possa saber o que foi consumido pelos aviários e quanto de energia foi injetada na rede da concessionária pelo sistema solar, onde são demonstrados através do código 03 - Consumo e 103 - Energia injetada.

A manutenção necessária em um gerador solar fotovoltaico se baseia na limpeza dos módulos e trocas de disjuntores e DPS (dispositivo de proteção contra surtos) caso os atuais venham a danificar devido a alguma descarga da rede da concessionária, a limpeza deve ser feita de uma a duas vezes ao ano, levando em consideração o local de instalação, como exemplo uma usina solar ao lado de uma estrada rural, devido a passagens de carros, acaba levando poeira até as placas, fazendo com que a geração diminua.

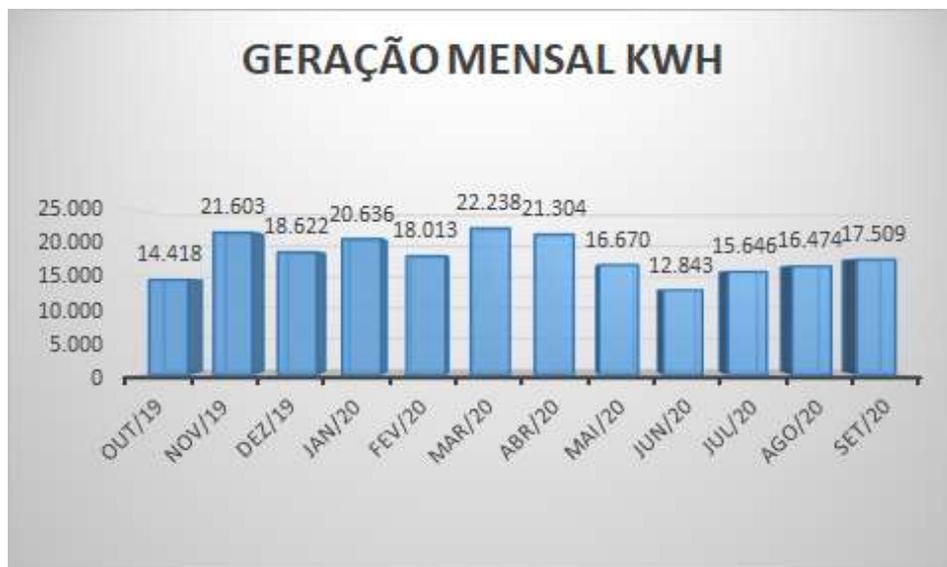
Para o acompanhamento de geração é utilizado o sistema de monitoramento Sunny Portal, sistema esse desenvolvido pela empresa SMA fabricante dos inversores utilizados na instalação. Através deste monitoramento é possível identificar erros ocorridos no gerador solar, produção diária, mensal e anual.

Para que pudesse identificar a rentabilidade da implantação deste sistema foi utilizado as faturas para comparação, pois antes da implantação o produtor tinha custo mensal acima de R\$ 8.000,00 e após o início de geração sua fatura chega a R\$ 43,00.

#### 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram retirados os dados de um ano após a implantação do sistema, de outubro de 2019 a setembro de 2020, levando em consideração que o sistema solar é composto por 480 painéis BYD 330W, em acompanhamento ao sistema foi possível analisar que no período de um ano como mostra no gráfico 1 foi produzido 215.976 Kwh/Ano.

Gráfico 1 - Valores em Kwh gerados por mês



Fonte: Acadêmico, 2020.

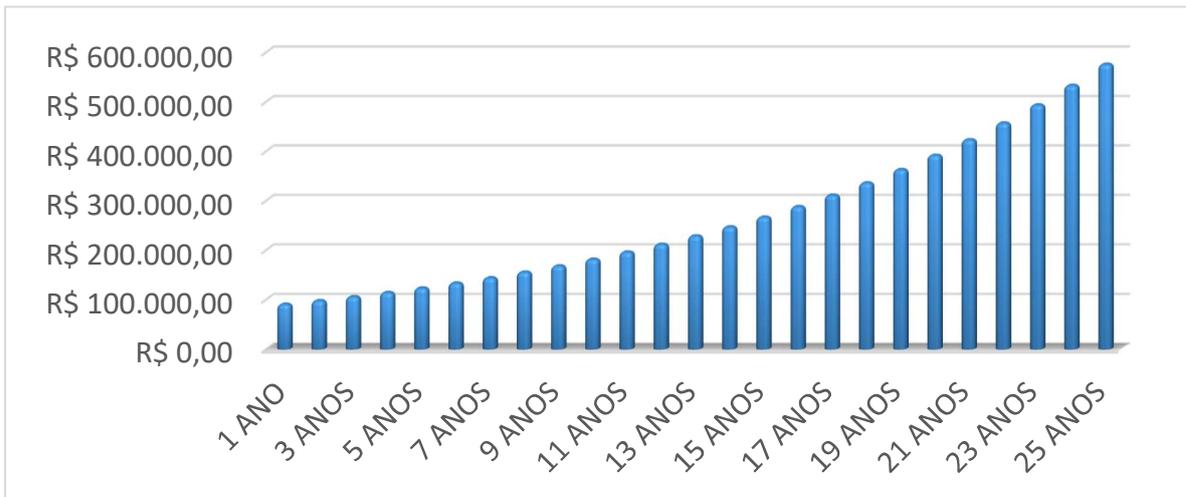
Observando a gráfico 2, o resultado de sua economia anual onde totalizou R\$ 90.709,92. Referente a sua economia estimada em 25 anos será de R\$ 2.267.748,00 em relação ao valor pago no Kwh de R\$ 0,42, segundo a ANEEL prevê- se uma inflação de no mínimo 8% ao ano na fatura de energia elétrica da concessionária, os valores economizados nos 25 anos podem chegar a mais de 6 milhões de reais não considerando os gastos de manutenção e depreciação do sistema.

Gráfico 2 - Valores referente a economia mensal no período de um ano



Fonte: Acadêmico, 2020.

Gráfico 3 - Valores referente a economia em 25 anos



Fonte: Acadêmico, 2020.

Antes da implantação deste sistema de 158,4 Kwp o produtor tinha gasto aproximado de R\$ 6.859,87 por mês apenas com a energia elétrica, e como pode-se analisar na Figura 4, em sua fatura do mês de agosto efetuou o pagamento de R\$ 43,66, esse custo atualmente é apenas da taxa mínima de disponibilidade de rede elétrica de 100 kWh por ser trifásico. Levando em consideração que o produtor realizou o financiamento de seu investimento de R\$636.860,49 para a implantação do sistema o mesmo levará cerca de 7,5 anos para obter o retorno,

Figura 4: Histórico de pagamentos

Histórico de Consumo e Pagamento			
Mês	kWh	Dt.Pgto.	Valor
08/2020	9389	08/09/2020	43,66
07/2020	2501	05/08/2020	43,88
06/2020	9717	06/07/2020	42,27
05/2020	2870	05/06/2020	42,39
04/2020	7995	05/05/2020	42,51
03/2020	12956	06/04/2020	42,59
02/2020	8856	05/03/2020	43,51
01/2020	12546	05/02/2020	228,43
12/2019	10537	06/01/2020	45,47
11/2019	14842	05/12/2019	5.100,08
10/2019	17671	05/11/2019	8.058,17
09/2019	21525	07/10/2019	10.074,53

Fonte: Copel, 2020.

Além de ser pago o valor na taxa mínima o produtor todo mês injeta créditos da rede da concessionária, desta forma quando o gerador não consegue atender a demanda de energia devido a condições climáticas, automaticamente é devolvido esse crédito ao produtor, onde no último mês houve uma quantia em créditos de 5.663 Kwh injetadas na concessionária e atualmente em sua unidade consumidora consta um total de 38.776 Kwh em créditos, que podem ser usados em um prazo de 5 anos até expirar.

Figura 5 - Demonstrativo créditos

Demonstrativo de saldos desta unidade consumidora, em kWh - REN 482/2012. Saldo Mês no (TP) Todos os Períodos 5663, Saldo Acumulado no (TP) Todos os Períodos 38776, Saldo a Expirar Próximo Mês no (TP) Todos os Períodos 0. Obs.: o saldo

Fonte: Copel, 2020.

Importante ressaltar que além do produtor obter estes créditos em seu benefício por 5 anos, o mesmo pode optar para realizar a compensação dos futuros créditos em outras unidades consumidoras em qualquer cidade do paraná onde seja fornecida a energia elétrica através da concessionária de energia Copel, para isto é necessário apenas que as outras unidades consumidoras estejam no mesmo CPF ou CNPJ da unidade consumidora que esteja instalado o gerador solar.

O produtor decidiu não fazer a compensação do seu excedente de energia, devido aos períodos que os aviários estão com as aves em alojamento sendo aumentado seu consumo, e automaticamente ele resgata esses créditos, desta forma sempre pagará o mínimo valor possível caso não aumente o consumo fora do projetado.

## **5. CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Com a implantação desta tecnologia do sistema de energia solar fotovoltaica na propriedade do S.r. José Wilson Vogt, foi possível analisar que após um ano de instalação deste sistema, o proprietário vem obtendo grandes economias em sua fatura de energia elétrica, economias estas que são resultados de uma ótima produção de seu sistema solar, o qual foi projetado e viabilizado para um bom funcionamento.

Além do produtor abater a fatura de energia onde estão seus 4 aviários na sua propriedade rural, o mesmo pode mandar para outra unidade consumidora o excedente desta energia que gera a mais e acaba não utilizando na propriedade, isso acaba trazendo economias em suas outras faturas.

O produtor está investindo sua atual economia com o sistema solar fotovoltaico em melhorias na propriedade, como aquisição de maquinários que facilitam o manejo agrícola de sua área cultivável de 42 Alqueires, além de melhorias no solo para aumentar ainda mais sua produtividade com as grandes culturas.

Como o sistema solar fotovoltaico ainda possui um custo elevado, o produtor fez um financiamento sobre o valor do sistema de R\$636.860,49, uma parte deste retorno de sua fatura é destinado ao pagamento das parcelas anuais do financiamento.

## **6. AGRADECIMENTOS**

Primeiramente agradecer a Deus pela realização deste sonho em se tornar Engenheiro Agrônomo, onde foram 5 anos de muitas conquistas e objetivos alcançados e sempre buscando conhecimentos para que pudesse me preparar para área de trabalho. Também trazer minha gratidão a minha família por sempre me ajudar em todos os momentos que foram passados neste período. Ao meu professor orientador pelo apoio prestado, sempre à disposição para dar auxílio. A UCP – Faculdades do Centro do Paraná trago todo meu agradecimento por fazer com que este objetivo pudesse se tornar realidade, fornecendo toda estrutura educacional necessária, com ótimos profissionais prestando o melhor serviço.

## 7. REFERÊNCIAS

BRAGA, Renata. Energia Solar fotovoltaica: Fundamentos e Aplicações. Energia solar fotovoltaica: Fundamentos e Aplicações., Rio de Janeiro, v. 1, ed. 1, 2008.

MARQUES, Rubéria; KRAUTER, Stefan C. W.; LIMA, Lutero C. Energia solar fotovoltaica e perspectivas de autonomia energética para o nordeste brasileiro. Energia solar fotovoltaica e perspectivas de autonomia energética para o nordeste brasileiro, Ceará, v. 30, n. 2, p. 153-162, 20 set. 2008.

AGENCIA NACIONAL DE ENERGIA ELETRICA (BRASILIA-DF). ANNEL (ed.). Atlas de Energia Elétrica do Brasil. 3. ed. Brasília-DF: TDA COMUNICAÇÃO, 2008. Atlas.

BELÉM, Luiz F. Panorama Energético Perspectivas 2030. Panorama Energético Perspectivas 2030, EUA, v. 1, p. 1-16, 27 jun. 2016.

SALAMONI, Isabel; RÜTHER, Ricardo; ZILLES, Roberto. Uma oportunidade para o desenvolvimento da indústria fotovoltaica no Brasil: eletricidade solar para os telhados. Uma oportunidade para o desenvolvimento da indústria fotovoltaica no Brasil: eletricidade solar para os telhados, Brasília-DF, v. 14, n. 28, p. 219-243, 2009.

PEREIRA, Naron X. DESAFIOS E PERSPECTIVAS DA ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA NO BRASIL: GERAÇÃO DISTRIBUÍDA VS GERAÇÃO CENTRALIZADA. Sorocaba-SP, ano S.N, n. S.N, p. 15-86, 2019.

OLIVEIRA, Lisiane S. Sistemas fotovoltaicos. ANÁLISE DO DESEMPENHO DE SISTEMAS FOTOVOLTAICOS CONECTADOS À REDE EM FUNÇÃO DA TEMPERATURA MÉDIA NO ESTADO DO PARANÁ, Curitiba, ano S.N, n. S.N, p. 36-39, 2017.

RELLA, Ricardo. ENERGIA SOLAR. ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA NO BRASIL, [s. l.], v. 15, n. 1, p. 1-10, 2017.

ALMEIDA, Eliane; ROSA, Anna Clara; DIAS, Fernanda; BRAZ, Kathlen; LANA, Luana; SANTO, Olivia; SACRAMENTO, Thays. ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA: REVISÃO BIBLIOGRÁFICA. ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA: REVISÃO BIBLIOGRÁFICA, Belo Horizonte, ano S.N, v. 1, n. S.N, ed. S.N, p. 2-11, 2015.

VALLÊRA, António; BRITO, Miguel. Meio Século de História Fotovoltaica. Meio Século de História Fotovoltaica, [s. l.], ano S.N, n. S.N, ed. S.N, p. 11-14, 2006.