

Uso de fontes de energia elétrica e solar em aviários no município de Tupãssi-PR

Cristiane Paulus^{1*}; Joseane Bortolini¹; Cornélio Primieri¹

¹ Curso de Agronomia, Centro Universitário Assis Gurgacz (FAG), Cascavel, Paraná.

^{1*} cristianepaulus@fag.edu.br

Resumo: A avicultura é um dos setores com maior importância econômica brasileira, necessitando de uma alta demanda energética para oferecer condições relacionadas ao bem estar animal. Com o aumento do custo na conta de energia elétrica, tornou-se viável o investimento em fontes alternativas de energia, dentre elas o sistema solar fotovoltaico, a fim de diminuir consideravelmente o custo com a conta de energia elétrica, além de ser uma fonte de energia renovável, reduzindo o impacto ambiental. O objetivo do trabalho foi comparar os gastos antes e depois de instalados os módulos fotovoltaicos, visando à economia de utilização da geração de energia elétrica, suprindo a demanda energética em cinco aviários com sistema Dark-House. O estudo foi realizado por meio de comparação de dados avaliados com resultados de produção e consumo já existentes, utilizando dados recolhidos do consumo de energia elétrica mensais, disponibilizadas pela concessionária local, no período de um ano antes da implantação do sistema solar e dois anos após a instalação dos painéis solares, ou seja, o intervalo de janeiro de 2017 até outubro de 2019. Os dados foram submetidos a comparações por meio de valores tabulados em Excel da geração de energia elétrica e solar e formulação de gráficos para análise dos resultados. A instalação de sistema solar fotovoltaicos nos aviários situados na propriedade rural do município de Tupãssi-PR apresentou uma produção de energia solar satisfatória, alimentando e distribuindo de forma adequada a energia entre os cinco aviários, tornando-se um projeto viável economicamente para ser aplicado em propriedades rurais.

Palavras-chave: avicultura; sistema solar; energia renovável; implantação.

Use of electric and solar sources in poultry houses in Tupãssi-PR.

Abstract: Poultry farming is one of the most economically important sectors in Brazil, requiring a high energy demand to offer conditions related to animal welfare. With the increase in the cost of the electric bill, it has become feasible to invest in alternative energy sources, including the solar photovoltaic system, in order to considerably reduce the cost of the electric bill, as well as being a source of renewable energy, reducing the environmental impact. The objective of this work was to compare the expenses before and after the installation of photovoltaic modules, aiming at saving the use of electric power generation, supplying the energy demand in five Dark-House system houses. The study was conducted by comparing evaluated data with existing production and consumption results, using data collected from monthly electricity consumption, made available by the local utility, within one year before the solar system implementation and two years after the installation of solar panels, that is, the interval from January 2017 to October 2019. Data were subjected to comparisons by means of Excel tabulated values of electric and solar power generation and formulation of graphs for analysis of results. The installation of solar photovoltaic system in the aviaries located in the rural property of the municipality of Tupãssi-PR presented a satisfactory solar energy production, supplying and distributing the energy properly among the five aviaries, making it an economically viable project to be applied in rural properties.

Keywords: poultry farming; solar system; renewable energy; implantation.

Introdução

A avicultura é um dos setores com maior importância na economia brasileira, sendo ela uma das maiores exportadoras de carne do país, necessitando assim de uma alta demanda energética, pois para oferecer boas condições relacionadas ao bem estar animal, necessita de alto investimento em consumo de energia elétrica para manter um ambiente ideal para a produção de aves.

O conforto animal é de suma importância para a produtividade na avicultura. Um aumento na temperatura corporal de apenas 4 °C já se caracteriza como hipertermia para as aves, já uma diminuição de 8 °C é suficiente para que o animal entre em hipotermia. Em ambos os casos ocorre à falência dos órgãos, levando os animais a óbito (RAIMUNDO, 2018).

Os aviários são definidos como módulos de confinamento que demandam de grandes quantidades de energia elétrica, especialmente os modelos associados ao Sistema Dark-House, onde possuem sistema de automação e controle da produção, por meio de exaustores, painéis evaporativos, sistemas de distribuição de ração e água automatizados, além de proporcionar o controle de entrada e saída de ar, da temperatura e da luminosidade. O principal impasse está em disponibilizar energia elétrica suficiente para esse sistema, fazendo uso de dispositivos que não prejudiquem o meio ambiente e que apresentem resultados satisfatórios na quantidade de energia elétrica gerada (BEDIN, 2015).

Todo o controle de temperatura demanda cuidado especial com o consumo de energia e um grande investimento. Todavia, a energia solar, com o uso de painéis fotovoltaicos, pode ser aproveitada de forma que os gastos sejam amenizados (RAIMUNDO, 2018).

Os recursos naturais e renováveis são foco de inúmeras pesquisas, impulsionadas pelo aumento das preocupações com o meio ambiente, muito por causa de problemas ecológicos e do aquecimento global, gerados pela utilização de combustíveis fósseis. O aproveitamento correto das fontes renováveis é um excelente modo de substituir as “energias sujas” e evitar os danos que as mesmas causam ao planeta (NASCIMENTO e ALVES, 2016).

A energia fotovoltaica é originada por meio da transformação da radiação solar, captadas por meio da luz do sol, por meio de placas solares que a transforma em energia limpa. Essas placas são produzidas com células de silício que, ao serem irradiadas pela luz, provocam a movimentação dos elétrons e geram energia, que é conduzida para um inversor.

Esse aparelho é responsável por adaptar a energia para as características da rede elétrica que são utilizadas (RAIMUNDO, 2018).

Tendo em vista que o sol é a fonte primária mais abundante no planeta, o aproveitamento da irradiação solar para produção de energia elétrica através do efeito fotovoltaico, está tomando espaço nos estudos atuais (PINHO e GALDINO, 2014).

O Brasil possui potencial expressivo para geração de energia elétrica a partir de fonte solar, onde os valores de irradiação solar do território brasileiro são superiores aos de países da União Européia, onde projetos para aproveitamento de recursos de energia solar, contando com incentivos governamentais, são amplamente disseminados, como Alemanha, França e Espanha (SOUZA, MOSQUEIRA e FORTES; 2018).

A geração de energia elétrica a partir do sol vem despertando o interesse de investidores devido ao fato de não emitir ruídos, impacto este observado em complexos eólicos, bem como não gera poluentes em sua operação, sejam atmosféricos, efluentes líquidos ou resíduos sólidos (DAVI, 2013).

Por mais que o território brasileiro possua altos níveis de irradiação solar, o uso dessa fonte para geração de energia elétrica apresenta pouca relevância quando comparados à outros países, por não possuir o mesmo desenvolvimento quanto à outras fontes renováveis, como eólica e biomassa, que representam cerca 6,7% e 9,4% da capacidade de geração instalada no Brasil, contra apenas 0,05% da fonte solar (NASCIMENTO, 2017).

O Brasil, conforme Ministério de Minas e Energia (MME, 2017), a capacidade brasileira de produção de energia solar representa cerca de 0.05% da capacidade instalada, sendo um total de 81 MWp de energia solar fotovoltaica instalados, existentes em 2016, destes, 24 MWp correspondem à geração centralizada e 57 MWp à geração distribuída.

A energia fotovoltaica apresenta algumas vantagens, por ser simples, não apresentar peças mecânicas móveis, pela sua característica modular, instalação rápida, por ser um sistema confiável e que necessita de pouca manutenção (RUI, 2019).

Além de ser fonte de energia renovável, silenciosa e não poluente e ter baixa perca de energia na transmissão devido à proximidade entre geração e consumo. Esta energia pode ser gerada tanto em dias com grande quantidade de radiação solar como também em dias nublados e chuvosos. Quanto maior for à radiação maior será a quantidade de energia produzida (RUTHER, 2004 *apud* SANTOS e SIQUEIRA, 2012).

Com o custo elevado na conta de energia elétrica devido a um custo maior na produção e aumento do valor de imposto pago, tornou-se viável o investimento em fontes

alternativas de energia, sendo ela o sistema solar fotovoltaico, a fim de obter uma fonte de energia independente e gerar economia podendo diminuir consideravelmente ou até zerar a conta de energia elétrica, além de ser uma fonte de energia renovável, reduzindo o impacto ambiental.

Neste sentido, o objetivo do trabalho foi comparar os gastos antes e depois de instalados os módulos fotovoltaicos, visando à economia de utilização da geração de energia elétrica, suprindo a demanda energética em cinco aviários com sistema Dark-House situados no município de Tupãssi-PR.

Material e Métodos

Método de Estudo

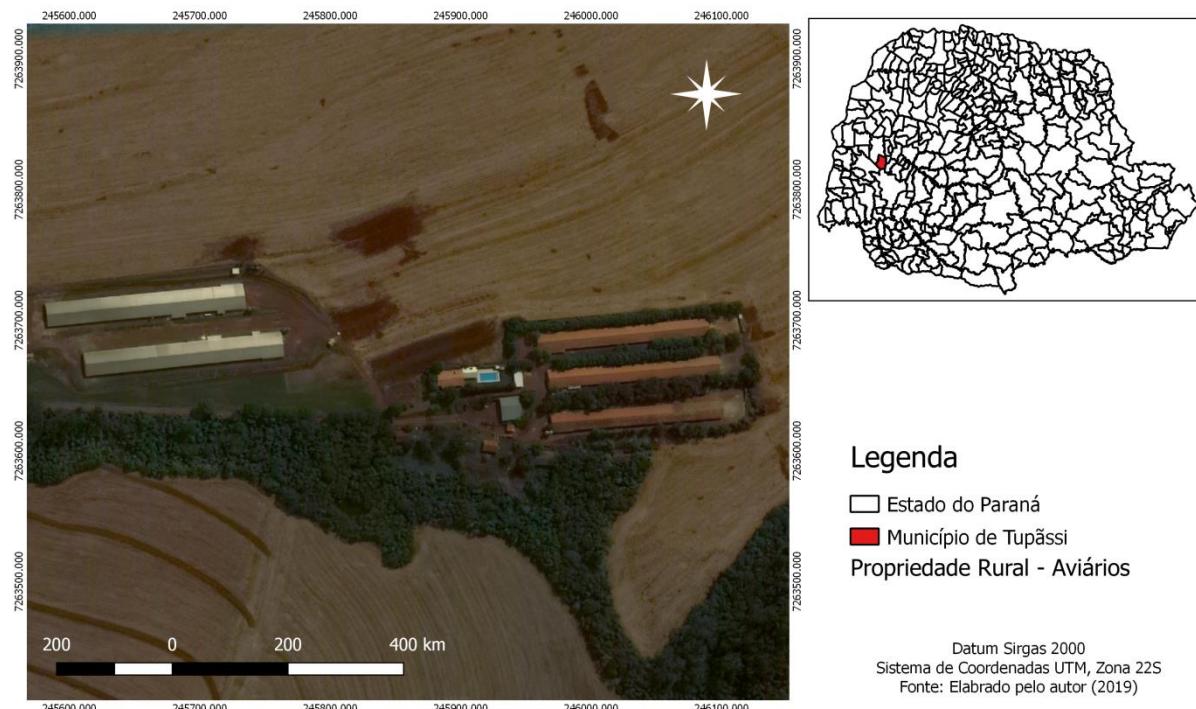
O estudo foi realizado por meio de comparação de dados avaliados com resultados de produção e consumo já existentes, complementados por uma análise do inventário da totalidade de tipos de cargas elétricas utilizadas nos galpões agrícolas e seu programa de operação, através do acompanhamento e acesso dos dados de produção e consumo entre janeiro de 2017 a outubro de 2019.

Caracterização da área de estudo

O experimento foi realizado em uma propriedade rural situada no município de Tupãssi-PR, com coordenadas geográficas de latitude 24° 43' Sul e longitude 53° 30' Oeste, o qual conta com cinco aviários, sendo que em um destes se encontra a instalação dos painéis fotovoltaicos constituídos por 230 placas solares com capacidade diária de geração total de 17250 kWh, estes geram hoje, energia suficiente para os dois aviários com capacidade de 34.000 aves/lote com sistema Dark-House, e outros três aviários, que também utilizam o sistema Dark-House, com capacidade para 21.000 aves/lote em cada aviário (Figura 1).

O sistema solar foi implantado em dezembro de 2017, iniciando o processo de geração de energia solar a partir de janeiro de 2018, sendo alimentados durante o ano de 2018 somente os dois aviários com capacidade de 34.000 aves/lote cada. Já no inicio 2019, unificou-se a geração de energia para os outros três aviários com capacidade de 21.000 aves/lote cada, gerando assim, energia suficiente para alimentar os cinco aviários que constituem a propriedade rural.

Figura 1 - Mapa de localização da área de estudo onde se encontram os aviários com a utilização do sistema solar fotovoltaico.



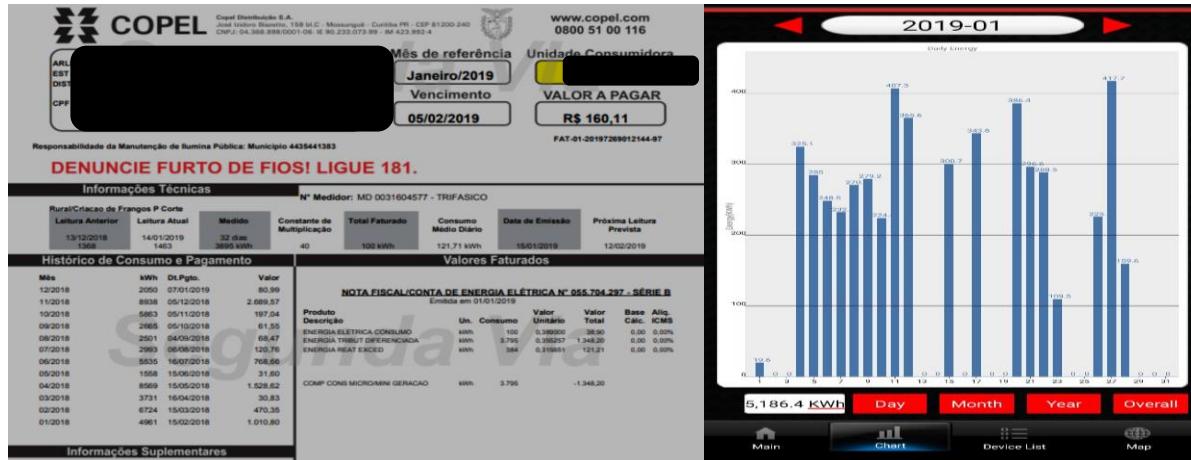
Fonte: O Autor,(2019).

Cada aviário possui sistema de luminosidade com cerca de 230 lâmpadas de LED com 7 W de potência cada; sistema de bombeamento e distribuidor de água alimentado por poço artesiano; sistema de ventilação e determinador da qualidade do ar, composto por 13 exaustores laterais; sistema de fornecimento de ração para deposição nos pratos distribuídos dentro do aviário; e o sistema de resfriamento denominado *padcooling*, que faz a pressurização do sistema por meio de uma bomba centrifuga de 5 CV.

Avaliação dos dados

As avaliações foram efetuadas por meio da utilização de dados recolhidos do consumo de energia elétrica mensais, disponibilizadas por meio das faturas anuais da concessionária local Companhia Paranaense de Energia (Copel), no período de um ano antes da instalação do sistema solar e dois anos após a instalação dos painéis solares, ou seja, o intervalo de janeiro de 2017 até outubro de 2019. Os dados obtidos entre o período de janeiro de 2018 a outubro de 2019 foram adquiridos por meio do programa de operação do sistema solar fotovoltaico, fornecido pela empresa que fez a instalação dos painéis solares, onde foi coletado o consumo de energia, período este escolhido visando comparar os gastos antes e depois de instalados os módulos fotovoltaicos, verificando se houve economia e se os painéis fotovoltaicos instalados suprem a demanda energética dos aviários Dark-House em todos os meses do ano.

Figura 2 - À esquerda, fatura de consumo de energia elétrica da propriedade rural em questão, fornecida pela concessionária local. À direita, aplicativo disponibilizado pela empresa de instalação solar com a geração de energia diária gerada em um mês.



Fonte: COPEL (2019); PHBSOLAR, (2019).

Dados de irradiação solar foram coletados a partir do aplicativo (Figura 2) disponibilizado aos produtores que possuem instalações fotovoltaicas da empresa que instalou as placas solares, disponibilizando para o estudo e comparados com os níveis de irradiação média (Figura 4) gerados entre os meses do ano de 2018, localizados no plano horizontal, no município de Tupãssi, PR, considerando as medias mensais dos últimos 20 anos (SUNDATA, 2018).

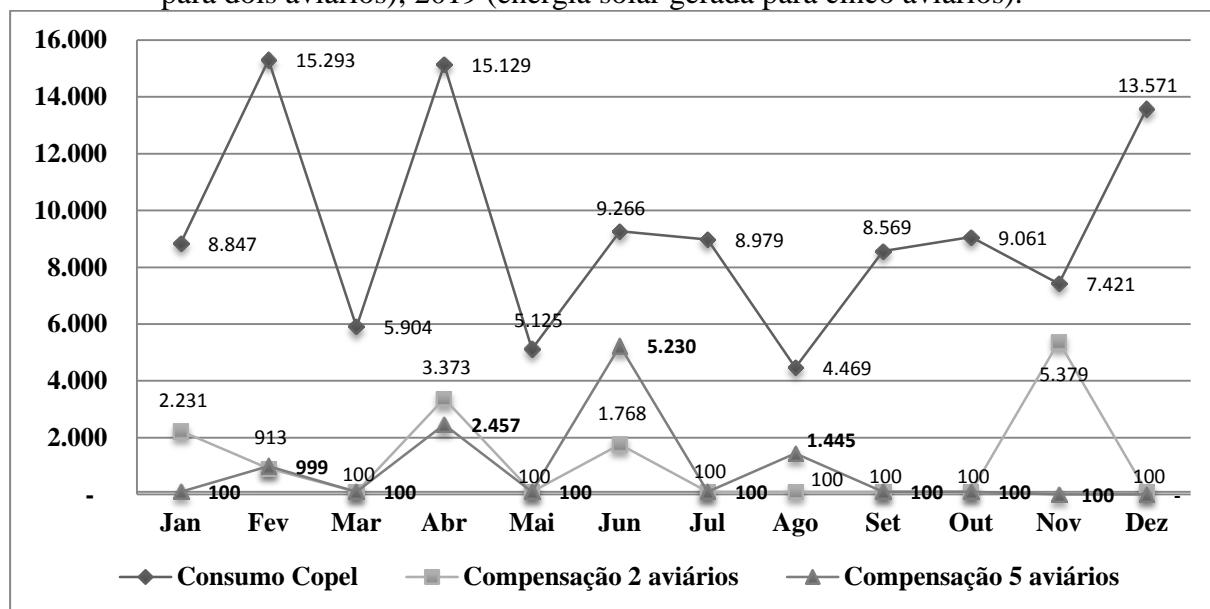
Os módulos de confinamento são idênticos e do tipo Dark-House com sistema de pressão negativa, contando com exaustores nas laterais. Dois módulos possuem dimensões de 16 m de largura e 150 m de comprimento, totalizando 2.400 m² e pé-direito de 2,20 m, localizados na orientação cartográfica Leste-Oeste, os outros três módulos de confinamento possuem dimensões de 12 m de largura e 130 m de comprimento, totalizando 1560 m², com pé-direito de 2,20 m.

O sistema Dark-House, possui utilização intensiva de energia elétrica, devido à grande quantidade de elementos que a necessitam e possuem também a melhor rentabilidade dentre os outros os tipos de aviários adotados na região, favorecendo a avaliação. Os dados foram submetidos a comparações por meio de valores tabulados em Excel da geração de energia elétrica e solar e formulação de gráficos para análise dos resultados. Todos os valores utilizados nesta pesquisa foram corrigidos pelo Índice Geral de Preços (IGP), entre o período de 2017 à 2019.

Resultados e Discussão

Ao realizar uma comparação temporal, conforme apresentado na Figura 3, observa-se que os dados das médias mensais do consumo cobrado pela concessionária local de energia elétrica (Copel), durante os períodos de 2017, período no qual ainda não havia a instalação das placas solares, o consumo cobrado pela energia foram mais altos nos meses de fevereiro, abril e dezembro (15.293; 15.129 e 13.571 kWh, respectivamente).

Figura 3 - Valores dos Consumos (kWh) relativos a faturas de energia elétrica mensal referente ao período 2017 (somente energia elétrica); 2018 (energia solar gerada para dois aviários); 2019 (energia solar gerada para cinco aviários).



Fonte: O Autor, (2019).

No ano de 2018, os dados das médias mensais da geração de energia elétrica a partir do sistema fotovoltaico, este período compensando apenas a energia consumida em dois aviários Dark-House, com 2.400 m² cada, demonstraram que os meses com menor compensação e maior consumo de energia elétrica foram entre janeiro, abril, junho e novembro (2.231, 3.373, 2.068 e 5.379 kWh, respectivamente), fato este caracterizado pela menor geração de energia solar nesses períodos, ou seja, a quantidade de radiação solar gerada nesses meses, o que fez com que a compensação de energia não suprisse a demanda de consumo energético, sendo necessária complementação com energia elétrica fornecida pela concessionária local.

Os demais meses demonstraram um consumo de 100 kWh aproximadamente, motivo pelo qual a geração de energia solar foi maior, reduzindo o consumo de energia disponibilizada pela concessionária local. Valores menores caracterizam que o consumo de

energia elétrica foi abaixo do consumo mínimo exigido pela Agência Nacional de Energia Elétrica - ANEEL em sistema trifásico de 100 kWh, fazendo com seja cobrado somente o consumo mínimo.

Neste caso, verifica-se que dentre os 12 meses de geração de energia solar, em sete destes meses a geração supriu a demanda por energia elétrica, o que favoreceu a redução de custos, sendo somente cobrada a taxa mínima do sistema trifásico.

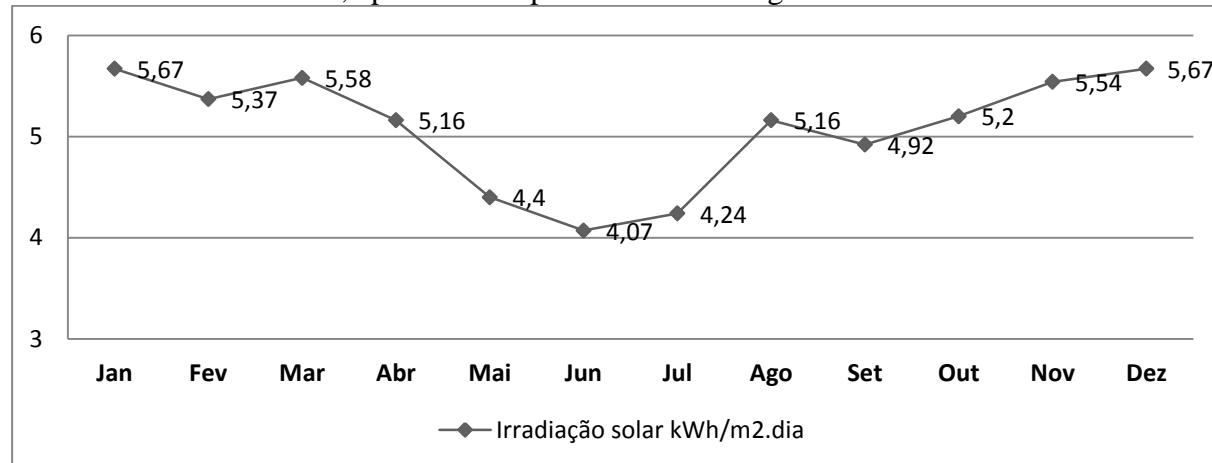
A energia elétrica gerada por uma célula é variável, dependendo das condições de operação e fatores associados à localização geométrica do sol, os níveis de irradiação, velocidade local dos ventos e a temperatura ambiente (SINGH, 2013; DUBEY, SARVAIYA, SESHADRI, 2012).

O mês de abril apresentou um consumo de energia pela concessionaria local alto no ano de 2017 (15.129 kWh), ocorrendo o mesmo com a geração de energia solar para dois aviários em 2018 (3.373 kWh) e para os cinco aviários em 2019 (2.457 kWh).

Segundo o Instituto de Meteorologia-INMET (2019), em abril de 2017/18 e 2019, as chuvas ficaram acima da média climatológica em praticamente toda a Região Sul, as únicas exceções foram o leste do Paraná, onde se observaram precipitações abaixo da climatologia (64%), portanto, neste mês em específico, a utilização de energia elétrica pela concessionária foi maior devido à redução de irradiação solar, havendo uma menor compensação, apesar de o consumo ser próximo quando utilizado nos dois e nos cinco aviários.

Levando-se em consideração a Figura 4, verifica-se que o mês com maior irradiância média solar no plano inclinado na latitude no município de Tupãssi-PR, foi em dezembro. Para Primieri (2019), a irradiância solar é determinante para a produção de energia a partir de um sistema fotovoltaico, sendo característicos os períodos de menor compensação ocorreram em épocas onde o consumo de enérgica elétrica foi maior.

Figura 4 - Irradiância solar no plano inclinado na latitude de Tupãssi-PR, durante os meses do ano de 2018, apresentados pelo Atlas de Energia Solar do Paraná.



Fonte: Tiepolo *et al.*, (2017).

Conforme Steffens (2017), para que o sistema gere créditos junto ao sistema de compensação, é necessário que a potência gerada seja maior que a consumida, o que corrobora com este trabalho.

A capacidade de reduzir a quantidade de consumo de energia disponibilizada por meio da energia elétrica foram inseridos no ano de 2019, a compensação do consumo para os cinco aviários instalados na propriedade, sendo os três aviários acrescentados àqueles que possuem 1.560m² cada. Neste caso, os meses com maior consumo de energia foram em abril, junho e agosto (2.457; 5.230; 1.445 kWh, respectivamente).

Os restantes dos meses obtiveram compensação do consumo com 100 kWh, neste período, não obtendo resultado de todos os meses, pois até a realização do presente estudo ainda não tinham sido compensadas as faturas referente aos meses de outubro, novembro e dezembro de 2019.

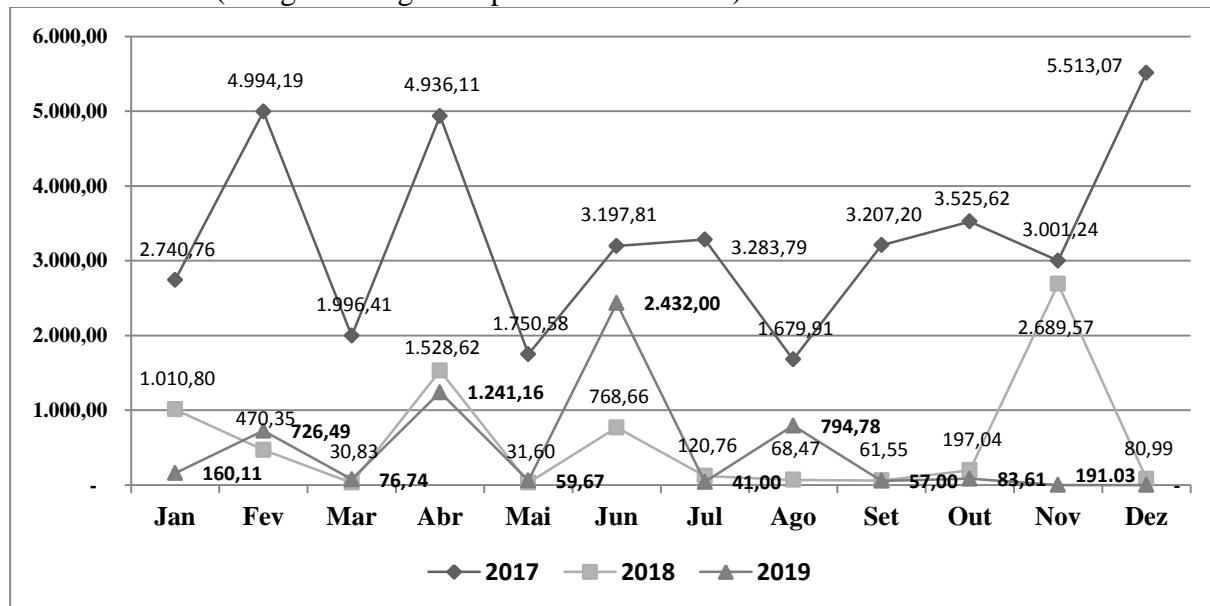
Segundo Pinho e Galdino (2014) deve-se levar em consideração o posicionamento dos painéis fotovoltaicos, sendo recomendada a instalação esteja longe de objetos que possam gerar sombras, favorecendo a absorção de irradiância entre 9h e 15h do dia, além dos períodos do ano provenientes de dias mais curtos (junho a dezembro).

Embora os valores do consumo de energia elétrica dos anos avaliados não sejam tão distintos, os valores cobrados por estes são apenas pela parcela de energia elétrica consumida pelos aviários no período, onde a concessionária local desconta somente a quantidade de kWh que foi produzida pelos painéis fotovoltaicos, denominado então de “compensação” de energia gerada pelo sistema solar fotovoltaico.

A energia elétrica gerada por uma célula é variável, dependendo das condições de operação e fatores associados à localização geométrica do sol, os níveis de irradiação, velocidade local dos ventos e a temperatura ambiente (SINGH, 2013; DUBEY, SARVAIYA, SESHADRI, 2012).

Na Figura 5, estão representados os custos mensais relativos com a fatura de energia elétrica durante o período de janeiro de 2017 a outubro de 2019. Observa-se que os gastos com eletricidade antes da instalação do sistema solar fotovoltaico variaram entre R\$ 1.679,91 (mês de agosto) a R\$ 5.513,07 (mês de dezembro), tendo uma média anual de R\$ 3.063,59. Em 2018, onde já havia a presença dos painéis solares, é possível verificar que, para dois dos aviários, os custos variaram de R\$ 31,60 (mês de maio) a R\$ 2.689,57 (mês de novembro), resultando em uma média de R\$ 558,27 ano, ou seja, uma redução média de 18,22%.

Figura 5 - Custos (R\$) relativos a faturas de energia elétrica mensal referente ao período 2017 (somente energia elétrica); 2018 (energia solar gerada para dois aviários); 2019 (energia solar gerada para cinco aviários).



Fonte: O Autor, (2019).

Já no ano de 2019, quando se acrescenta a geração de energia solar fotovoltaica para os cinco aviários, verifica-se que os custos variaram entre R\$ 41,00 (mês de julho) e R\$ 2.432,00 (mês de junho), com média mensal para os meses do ano de R\$ 160,11, lembrando que neste caso, por não fechar o período referente aos 12 meses do ano, o valor médio anual foi definido até o período de outubro, período em que foi efetuada a pesquisa. Da mesma forma que ocorreu para o ano de 2018, em 2019, dos 9 meses que se têm dados, a geração foi suficiente para permanecer no min de 100 kWh não tendo que pagar a mais que isso.

Neste período, percebe-se que em alguns meses do ano, a geração de energia foi maior, reduzindo o custo cobrado pela concessionária, viabilizando a utilização de sistema solar fotovoltaico em aviários de grande porte. Valores menores caracterizam que o consumo de energia elétrica foi abaixo do consumo mínimo exigido pela ANEEL em sistema trifásico de 100 kWh.

Quando comparados os custos de 2017 (sem sistema solar), 2018 (com sistema solar – 2 aviários e 2019 (com sistema solar – 5 aviários), verifica-se que houve redução entre os valores das faturas de energia elétrica). Em 2017, o produtor teve um custo total anual de R\$ 39.826,69, enquanto em 2018, esse custo reduziu para R\$ 6.636,71. Já em 2019, o custo total anual foi ainda menor, reduzindo para R\$ 5.588,95. Levando em consideração os gastos das faturas de energia elétrica neste período, a economia média mensal entre 2017 e 2018 chegaria a R\$ 32.767,45 e, entre 2017 e 2019 chegaria a R\$ 34.237,74.

Primieri (2019) corrobora com este trabalho, pois recomenda a instalação de painéis solares fotovoltaicos, com o intuito de economizar com custos de energia elétrica em aviários, devendo-se atentar situações como anos atípicos com produção de energia menor, que afetarão o desempenho do sistema.

Conclusão

A instalação de sistema solar fotovoltaicos nos aviários situados na propriedade rural do município de Tupãssi-PR apresentou uma produção de energia solar satisfatória, alimentando e distribuindo de forma adequada a energia entre os cinco aviários, tornando-se um projeto viável economicamente para ser aplicado em propriedades rurais.

Referências Bibliográficas

ANEEL – AGENCIA NACIONAL DE ENERGIA ELETRICA. **Micro e mini geração distribuída: sistema de compensação de energia elétrica.** 2. ed. Brasília, DF, maio 2016.

BEDIN, J. **Avaliação do consumo energético em aviários Dark-House, com e sem isolamento térmico: Um estudo de caso na região de Palotina, Paraná.** 81 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Cascavel, 2015.

DÁVI, G. A. **Avaliação do Comportamento Energético de um Edifício Residencial à Energia Neto Positiva com Sistema Solar Fotovoltaico Conectado à Rede (SFVCR).** Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil. Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis/SC. 2013.

DUBEY, S.; SARVAIYA, J. N.; SESHADRI, B. Temperature Dependent Photovoltaic (PV) Efficiency and Its Effect on PV Production in the World – A Review. **SciVerse Science Direct**, v. 33, p. 311-321, 2012.

INMET – INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA. **Boletim agroclimatológico mensal de abril – 2018**. Brasília, 2019. 47p.

MME – MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA. **Boletim mensal de monitoramento do setor elétrico – dezembro de 2016**. Brasília, 2017. 42p.

NASCIMENTO, R. L. **Energia solar no Brasil - situação e perspectiva**. Brasília, Câmara dos Deputados. 2017;

NASCIMENTO, R. S.; ALVES, G. M. **Fontes alternativas e renováveis de energia no Brasil: métodos e benefícios ambientais**. In: XX Encontro Latino Americano de Iniciação Científica, XVI Encontro Latino Americano de Pós-Graduação e VI Encontro De Iniciação À Docência – Universidade do Vale Do Paraíba, 2016, Paraíba. **Anais...** PARAIBA: IAC/CDV, 2016. P.1-6.

PINHO, J. T.; GALDINO, M. A. **Manual de Engenharia para Sistemas Fotovoltaicos**. Rio de Janeiro, 2014. 530 p.

PHB SOLAR. **Sistema de monitoramento de energia solar**. 2019. Disponível em: <https://www.energiasolarphb.com.br/sistema-de-monitoramento.php>. Acesso em: 30 de setembro de 2019.

PRIMIERI, B. F. **Monitoramento da geração elétrica e viabilidade econômica de um sistema fotovoltaico instalado em dois aviários em Tupãssi – PR**. 72f. Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Cascavel, 2019.

RAIMUNDO, M. **Energia solar para granjas: como e porque investir**. 2018. Disponível em: <https://confortoanimal.marangoni.com.br/energia-solar-para-granjas-como-e-porque-investir/>. Acesso em: 26 de março de 2019.

RUI, F. **Tudo sobre energia solar**. 2019. Disponível em: <https://blog.bluesol.com.br/energia-solar-fotovoltaica-guia-supremo>. Acesso em: 30 abr. de 2019.

RÜTHER, R. **Edifícios Solares Fotovoltaicos: o potencial da geração solar fotovoltaica integrada a edificações urbanas e interligada à rede elétrica pública no Brasil**. Labsolar. Florianópolis, 2004.

SANTOS, R. F; SIQUEIRA, J. A. C. **Fontes Renováveis: Agroenergia**. Cascavel, v. 1; ed. 1, Eduinoeste, 2012. 207p.

SINGH, G. K. **Solar power generation by PV (photovoltaic) technology: A review**. Energy, v.53, p. 1-13, 2013.

SOUZA, G.; MOSQUEIRA, R. A.; FORTES, M. Z. Viabilidade técnico-financeira de projetos de geração fotovoltaica: análise das perdas. **Revista Sodebras.** v. 13, p. 101-107, 2018.

STEFFENS, E. **Microgeração Solar Distribuída: Estudo de Caso Técnico e Econômico para Aviários em Águas Mornas – SC.** Trabalho de Conclusão de Curso – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2017.

SUNDATA. **Atlas Brasileiro de Energia Solar** - 2^a ed. São Paulo. 2018.

TIEPOLO, G. M.; PEREIRA, E. B.; URBANETZ JR, J.; PEREIRA, S. V.; GONCALVES, A. R.; LIMA, F. J. L.; COSTA, R. S., ALVES, A. R. **Atlas de Energia Solar do Estado do Paraná.** 1^a ed. Curitiba: UTFPR, 2017.