

Economic feasibility of a photovoltaic energy system for broiler chicken production: a case study

Reception of originals: 11/12/2022
Release for publication: 12/10/2023

Vanessa Souza

Doutoranda em administração pela Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Mestra em Desenvolvimento Regional e Sistemas Produtivos
Instituição: Universidade Federal de Mato Grosso do Sul- UFMS
Endereço: Av. Sen. Filinto Müller, 1015- Cidade Universitária, CEP: 79046-460, Campo Grande-MS
E-mail: souzavanessasvs@gmail.com

Régio Marcio Toesca Gimenes

Pós-Doutor em Finanças Corporativas pela Universidade de São Paulo
Instituição: Universidade Federal da Grande Dourados- UFGD
Endereço: Rodovia Dourados/Itahum, Km 12 - Unidade II, CEP: 79.804-970, Dourados-MS
E-mail: regiomtoesca@gmail.com

Omar Jorge Sabbag

Pós-Doutor e Professor Associado III da Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira-FEIS/UNESP
Instituição: Universidade Estadual Paulista – UNESP (Área: Economia e Gestão do Agronegócio)
Endereço: Av. Brasil Centro, 56 - Ilha Solteira – SP - CEP: 15.385-000
E-mail: omar.sabbag@unesp.br

Abstract

The objective is to analyze the economic viability of investing in a photovoltaic energy production system connected to the grid in a poultry farm in the Dark House system, located in the municipality of Dourados, Mato Grosso do Sul, Brazil. The research was developed from a case study. As a criterion for assessing economic viability, the techniques of Net Present Value (NPV), Internal Rate of Return (IRR), Profitability Index (PI), Cost-Benefit Ratio (B/C), Discounted Payback (DP) and Uniform Annual Equivalent Value (AEV), through the determination of a Minimum Rate of Attractiveness adjusted to the risk of emerging countries of 20.11% per year. The initial investment for the implementation of the project was estimated at U\$101,939.88 (installation in the aerial part) and U\$111,993.91 (installation in the ground). The feasibility analysis showed the following results for the installation of the system in the aerial part of the aviaries: NPV of U\$20,105.54, IRR of 24.90%, PI of 1.20, B/C of 3.74, DP of 8.12 years and AEV of U\$4,319.77. For ground installation, the results were as follows: NPV of U\$9,700.57, IRR of 22.23%, PI of 1.09, B/C of 3.71, DP of 10.62 years and AEV U\$2,084.21. In this way, it is concluded that the production of photovoltaic energy in the production of broiler chicken is economic feasible in both evaluated production systems.

Keywords: Aviculture. Costs. Investments. Profitability. Energy sustainability. Economic viability.

1. Introdução

O Brasil apresenta-se como um importante produtor e exportador de carne de frango em âmbito mundial (USDA, 2020). Dentre os fatores que contribuíram para tal cenário, destaca-se: aumento de consumo de carne de frango, avanços na tecnologia de produção, crescimento das exportações e competitividade dos produtos brasileiros em mercados estrangeiros e condições climáticas favorável a produção de soja e milho, insumos importantes para a nutrição dos frangos (RODRIGUES et al., 2015).

Conforme a Associação Brasileira de Proteína Animal (ABPA, 2020) a produção do país é de 13.845 mil toneladas, com estimativa de crescimento de 40 % até meados de 2050 (AVISITE, 2012). Essa tendência de produção justifica-se em função do aumento da população mundial, cuja projeção é de 9,8 bilhões para 2050; esse crescimento tende a ser mais expressivo nos países em desenvolvimento. Como reflexo disso, a produção de alimento tende a elevar-se em torno de 70%; em relação à carne de frango, estima-se um aumento de 200 milhões de toneladas ao ano (FAO, 2017).

Frente a este panorama de aumento de produtividade, nota-se uma adesão por parte do avicultores a tecnologia *Dark House*, haja vista esse sistema possibilitar maior controle da produção (ANDREAZZI et al., 2018). Neste modelo produtivo, as aves são criadas em um ambiente controlado (intensidade de luminosidade, ventilação, etc), o que possibilita obter melhor desempenho na produção final do lote e conseqüentemente no retorno financeiro (NOWICKI et al., 2011).

Apesar disso, esta tecnologia demanda de um maior consumo de energia elétrica para seu correto funcionamento (SIMPSON et al., 2007), especificamente com ventilação, aquecimento, controle de temperatura, alimentação, iluminação, dentre outros (BUENO, 2004). Estima-se que os gastos com este insumo “represente de 30% a 40% dos custos totais do processo de produção de frango, podendo chegar em alguns casos até a 60%” (NICHELLE JUNIOR, 2010, p. 10).

Dentre as alternativas existentes para a redução deste gasto, destaca-se a utilização de energia renovável, como a solar fotovoltaica, dada ser uma fonte abundante e de fácil acesso (SHITTU et al., 2019). Esse tipo de energia é gerado através da conversão direta da radiação solar em eletricidade, a partir do uso de um dispositivo denominado de célula fotovoltaica (PV) (SHITTU et al., 2019). Dentre suas vantagens destacam-se a produção de energia limpa, sustentável e inesgotável; promoção da segurança energética da propriedade e diminuição da emissão de gases do efeito estufa (JEFFREY KUO, 2017; FATHI NASSAR; YASSIN

ALSADI, 2019; GARLET et. al., 2019).

Por outro lado, verificam-se certas barreiras à sua expansão em âmbito nacional, (SAMPAIO; GONZÁLEZ, 2017; FARIA JÚNIOR et al., 2017; KABIR et al., 2018; GARLET et al., 2019), como: má qualidade dos sistemas fotovoltaicos, alto custo do investimento inicial, dependência de financiamento para compra dos painéis solares e insuficiência de empresas para reciclar os painéis solares, uma vez que são produzidos a partir de metais raros ou preciosos, como prata, telúrio, etc. (GARLET et al., 2019; KABIR et al., 2018). Sendo as questões técnicas e financeiras as que mais afetam os países subdesenvolvidos, como o Brasil, dado o alto preço dos equipamentos (FARIA JÚNIOR et al., 2017).

Assim sendo, a adoção desse tipo de produção de energia deve se pautar em estudo de viabilidade econômica, com o intuito de identificar se os benefícios advindos do investimento compensam os gastos a serem realizados para sua implantação (BRUNI; FAMÁ, 2003). Diante disso, objetiva-se analisar a viabilidade econômica para investimento em um sistema de produção de energia fotovoltaica conectado a rede em uma propriedade avícola em sistema *Dark House*, localizada no Município de Dourados, Mato Grosso do Sul, Brasil.

Este estudo se diferencia das demais pesquisas realizadas sobre produção de energia fotovoltaica em propriedades avícolas, como os realizados por Silva (2017), Arcano et al. (2018) e Primieri (2019) na forma como o risco do investimento é tratado.

Nos estudos já citados, a definição da taxa mínima de atratividade do investimento é dada como equivalente ao rendimento obtido em aplicação financeira, como a taxa Selic, por exemplo (SILVA, 2017) ou a remuneração da poupança (Arcano et al., 2018), ou a taxa de juros bancários (PRIMIERI, 2019). “De acordo com os postulados teóricos da teoria de finanças, esta equivalência só faz sentido se ambos os investimentos apresentarem o mesmo nível de risco, o que não é o caso” (SOUZA et al., 2019, p. 358).

Para corrigir esse equívoco, nesse estudo, determinou-se a taxa mínima de atratividade do investidor, considerando-se o risco do investimento proposto por meio de ajustes realizados nos modelos teóricos elaborados no contexto de mercados financeiros mais maduros, pressupondo-se as especificidades de economias emergentes, como é o caso do Brasil. Optou-se por efetuar esse estudo levando em consideração a energia (fotovoltaica) em função de o Brasil apresentar um grande potencial na produção de energia solar, pelo fato de dispor de um dos maiores índices de irradiação solar em nível mundial (ANEEL, 2002; CRONEMBERGER et. al., 2012; FARIA JÚNIOR et al., 2017; GARLET et. al., 2019; CARSTENS; CUNHA, 2019).

2. Revisão de Literatura

2.1. Relação entre o sistema integrado de produção de fango de corte e a demanda por energia

A fim de atender à crescente demanda do mercado consumidor, o avicultor é pressionado a produzir grandes volumes em ritmo acelerado e com a qualidade exigida (CARVALHO, 2018). Neste sentido, diversas tecnologia de produção foram introduzidas no país (Figura 1) nas últimas décadas (ABREU; ABREU, 2011) que, apesar de terem sido adotada tardiamente, quando comparado ao EUA, têm possibilitado ao Brasil se manter como o maior exportador de frango em ambito mundial (ABPA, 2017).

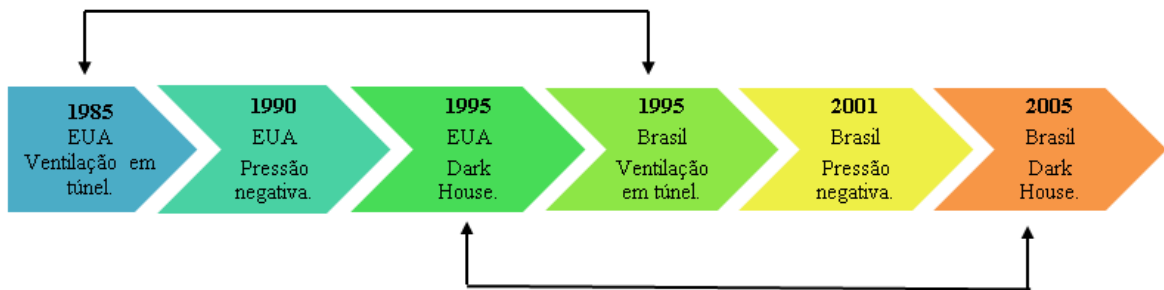


Figura 1: Avanço da tecnologia na avicultura de corte

Fonte: Venâncio (2020).

No atual cenário, a avicultura de corte brasileira está baseada nesse sistema de produção integrada, no qual as atividades do produtor são regidas por contratos firmados com as indústrias (RICHETI; SANTOS, 2000). Estima-se que em torno de 90% da produção de frangos do país estejam vinculados a este tipo de sistema de produção (UBABEF, 2013). Onde a integradora é responsável pelo: fornecimento de pintos de um dia, ração, medicamentos, transporte das aves até o abatedouro, orientações e assistências técnicas (RODRIGUES et al., 2015). Coordena a compra das matérias-primas usadas na fabricação da ração, faz a seleção e a criação das matrizes de carne e sua distribuição aos pontos de vendas, além de impor aos integrados o pacote tecnológico a ser adotado na produção, que inclui desde a genética utilizada até os padrões de manejos (ARAÚJO, 2009; JESUS JÚNIOR et al., 2007).

O produtor integrado, por sua vez, é responsável pelo fornecimento dos demais insumos necessários à condução da atividade, além de promover a limpeza e desinfecção do galpão após a retirada das aves e prepará-lo para o recebimento de novos lotes, atendendo

necessariamente todas as exigências técnicas da agroindústria (RICHETTI; SANTOS, 2000).

Dentre estas imposições, ressalta-se o dever de o avicultor manter suas instalações e equipamentos modernos (SIMÕES et al., 2015). A tendência do setor é para a utilização de tecnologia de produção mais eficaz, como o “*Dark House*”. Esse sistema é conhecido por permitir maior controle sobre fatores internos de ambiência, como a luminosidade e automação dos equipamentos (exaustores, painéis evaporativos, comedouros e bebedouros). Por outro lado, sua utilização tende a tornar a atividade dependente de energia elétrica para seu funcionamento (ABREU; ABREU, 2011).

Além disso, os constantes reajustes tarifários ocasionados, sobretudo, pelo aumento no preço da energia elétrica brasileira, dado os altos impostos (cerca de 40%) (ABRADEE, 2017) impactam ainda mais nos custos energéticos do avicultor. Assim sendo, é necessário a este produtor buscar alternativa às fontes convencionais de energia.

2.2. Análise de viabilidade econômica para a tomada de decisão

A análise de viabilidade econômica é considerada como um importante estudo a ser efetuado por qualquer investidor. A partir de seu uso, é possível verificar as vantagens e/ou desvantagens de se investir em um determinado projeto. Este tipo de análise envolve: (i) um investimento a ser realizado; (ii) identificação de alternativas viáveis; (iii) análise de cada uma das alternativas; (iv) comparação entre as opções de investimento e; (v) seleção da melhor opção (FRANSCISCO, 1988).

Segundo Casarotto Filho e Kopittke (2010), as decisões de investimento de um projeto devem considerar três critérios: econômicos (rentabilidade do investimento); financeiros (disponibilidade de recursos) e os imponderáveis (fatores não conversíveis em dinheiro). Para a realização da análise econômica é necessário efetuar o levantamento de informações no intuito de elaborar um fluxo de caixa esperado em cada período de vida do investimento e aplicar técnicas que permitam identificar se as futuras entradas de caixa compensam a realização do investimento pretendido (SOUSA, 2007). Para isto, a teoria de administração financeira fornece diversas técnicas que visam auxiliar nesse processo, dentre estas pode ser citados:

a) **Taxa Mínima de Atratividade (TMA):** A TMA consiste na taxa mínima aceitável para que o investidor possa aderir a um determinado projeto (SANTOS, 2001). Desta forma, é considerada como referência para a tomada de decisão, entre investir ou não (HOSS; ZENCI; LEZANA, 2012).

b) Valor Presente Líquido (VPL): “Representa os rendimentos esperados de um investimento, trazidos a valor presente, demonstrando com mais realidade o retorno futuro. Através desse critério é possível calcular quanto os valores de pagamentos e recebimentos estariam valendo hoje” (HOSS; ZENCI; LEZANA, 2012, p.200). Em relação ao acionista, o investimento torna-se interessante somente se “o valor presente dos fluxos futuros for maior do que a disponibilidade atual, pois representará aumento do valor da empresa e, conseqüentemente, maximização da sua riqueza” (FONSECA; BRUNI; 2010, p.9).

Para que o projeto seja aceito, o VPL obtido deve ser maior do que zero (BRIGHAM; EHRHARDT, 2012). Sua determinação pode ser realizado através da seguinte fórmula:

$$VPL = \sum_{t=1}^n \frac{FC_t}{(1 + TMA)^t} - I_0 + \sum_{t=1}^n \frac{I_t}{(1 + TMA)^t} \quad (1)$$

Onde: FC_t = fluxo (benefício) de caixa de cada período; TMA = Taxa Mínima de Atratividade; I₀ = investimento previsto no momento zero; I_t = valor do investimento previsto em cada período subsequente.

c) Taxa Interna de Retorno (TIR): É um índice que mensura a rentabilidade do investimento almejado através de uma unidade de tempo. Por esta técnica, o projeto deve ser aceito caso a TIR resulte em um valor maior que a TMA, do contrário (TIR < TMA) o projeto não é atrativo (HOSS et al., 2013). A determinação deste indicador é realizada por:

$$TIR = I_0 + \sum_{t=1}^n \frac{I_t}{(1+TMA)^t} - I_0 + \sum_{t=1}^n \frac{FC_t}{(1+TMA)^t} \quad (2)$$

Onde: I₀ = montante do investimento no momento zero (início do projeto); I_t = montantes previstos de investimento em cada momento subsequente; TMA = Taxa Mínima de Atratividade; FC = fluxos previstos.

d) Índice de Lucratividade (IL): Calcula a relação existente entre o valor presente dos fluxos de caixa positivos (entradas) e o valor presente dos fluxos de caixa negativos (saídas), de modo a descrever o ganho por unidade monetária investida (GITMAN, 2010). Por este critério, um projeto é aceito quando IL > 1, caso IL < 1, o projeto deve ser recusado. A determinação deste índice é feito pela seguinte fórmula:

$$IL = \frac{\text{Valor presente dos benefícios}}{\text{Valor presente dos desembolsos de caixa}} \quad (3)$$

e) Benefício Custo (B/C): Esse índice é “considerado uma medida de quanto se ganha por unidade de capital investido” (SOUZA; CLEMENTE, 2012, p. 63). Um projeto é considerado economicamente viável quando B/C > 1. Entre dois ou mais projetos, o mais viável

é aquele que apresentar o maior valor de B/C (REZENDE; OLIVEIRA, 2008). A relação B/C é obtida a partir da seguinte formulação:

$$B/C = \frac{VB(TMA)}{VC(TMA)}$$

Onde: B/C = relação Benefício/Custo; VB (i) valor presente a taxa i, taxa de desconto do projeto, representada pela rentabilidade mínima requerida, da sequência de benefícios; VC (i) valor presente a taxa i dos custos do projeto

f) Payback Descontado (PBD): É definido como o número de anos necessários para se recuperar o investimento realizado. Diferentemente do Payback simples, o PBD considera em seu cálculo o valor do dinheiro no tempo (FONSECA; BRUNÍ, 2010), “ou seja, atualiza os fluxos futuros de caixa a uma taxa de aplicação no mercado financeiro, trazendo os fluxos a valor presente, para depois calcular o período de recuperação” (FONSECA; BRUNÍ, 2010, p.11). Como critério de aceitação, o Pbd deve ser menor do que a vida útil do projeto, caso contrário, o projeto é inviável. A obtenção do PBD é feito pela seguinte expressão:

$$Payback = \text{mínimo } \{j\} \sum_{k=1}^j \frac{FC_k}{(1+TMA)^k} \geq FC_0 \quad (5)$$

Onde: FC_k = Fluxo de caixa do projeto no tempo k; TMA = Taxa Mínima de Atratividade, FC₀ = Fluxo de caixa do projeto no tempo zero.

g) Valor Anual Equivalente (VAUE): Estima o quanto determinado projeto tende a obter de lucro ao ano em relação a sua Taxa Mínima de Atratividade (KOPITKE; CASAROTTO FILHO, 2010). Como critério de aceitação, Seu cálculo o valor de VAUE deve ser positivo, indicando que os benefícios periódicos são maiores que seus custos (REZENDE; OLIVEIRA, 2008). Sua estimativa é realizada através da fórmula:

$$VAUE = \sum_{t=1}^n \frac{FC_t}{(1+TMA)^t} \times \frac{TMA \times (1+TMA)^n}{(1+TMA)^n - 1} \quad (6)$$

Onde: FC_t = fluxo de caixa do projeto; TMA = Taxa Mínima de Atratividade; n = tempo de vida do projeto.

3. Material e Métodos

Nesta seção são detalhados os procedimentos metodológicos utilizados para o alcance do objetivo proposto nesta pesquisa, cujo detalhamento é realizado nas subsecções abaixo.

3.1. Descrição do estudo

Esta pesquisa se pautou em uma abordagem Mista, haja esta estratégia de investigação possibilitar ao pesquisador utilizar-se simultaneamente de informações qualitativas e quantitativas para melhor entendimento do problema analisado (CRESWELL, 2010). Quanto aos fins, é caracterizada como descritiva. De acordo com Vergara (1998, p. 45), “a pesquisa descritiva expõe características de determinada população ou de determinado fenômeno. Pode também estabelecer correlações entre variáveis e definir sua natureza”.

Seu desenvolvimento deu-se através de um estudo de caso que foi efetuado em uma propriedade produtora de frango de corte em sistema Dark House localizada no Município de Dourados, Mato Grosso do Sul. Inicialmente realizou-se entrevista semiestruturada com o produtor no intuito de compreender a realidade de sua produção e obter informações necessárias para o dimensionamento do sistema fotovoltaico a ser instalado.

Na sequência, foram efetuados orçamentos com empresas de energias fotovoltaicas. De posse desses dados organizados em planilhas eletrônicas, aplicou-se as técnicas de orçamento de capital para investigar a viabilidade econômica dos referidos investimentos. O dimensionamento dos investimentos proposto ao produtor foi baseado na média do consumo de energia elétrica demandada nos últimos 12 meses (15.761.08 kWh).

O sistema a ser avaliado é denominado Sistema Fotovoltaico Conectado à Rede (SFCR), em que toda a energia produzida é conectada à rede instantaneamente (ANEEL, 2012). Nos períodos em que a geração superar o consumo, essa diferença será acumulada como créditos que podem ser compensados em contas subsequentes quando a produção for inferior ao consumo, restando ao usuário apenas o pagamento do débito remanescente. Este sistema de compensação de energia elétrica (*net-metering*) é regularizado pela ANEEL (Agência Nacional de Energia Elétrica). Na Figura 2 é possível visualizar o modelo do sistema de energia fotovoltaica conectado à rede a ser implantado na propriedade.

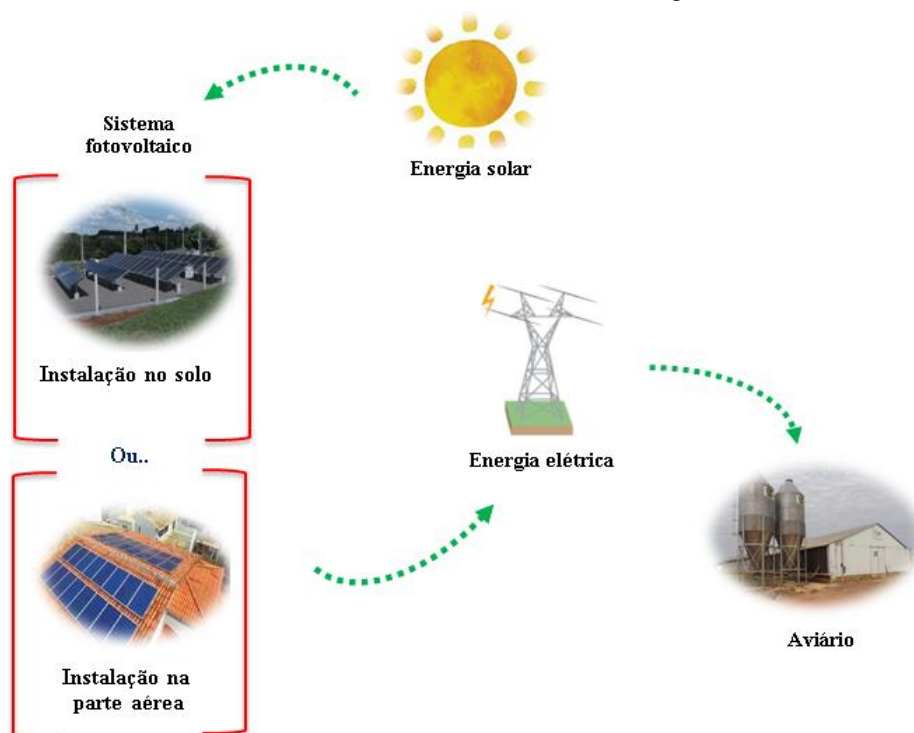


Figura 2: Sistema de energia fotovoltaica conectado à rede (sistema instalado no solo e na parte aérea)

Fonte: elaborada pelos autores (2022).

Foram estimados dois orçamentos: (i) instalação na parte aérea e (ii) instalação no solo. Juntamente ao projeto está incluso um sistema de monitoramento WEB de geração de energia, cujo objetivo consiste em fornecer informação ao produtor para que este possa monitorar a geração de energia, a partir de relatórios disponibilizado em email, ou em aplicativo de celular.

3.2. Determinação da receita e formação dos custos

A determinação das receitas e dos custos foi projetada para um ano de produção. Na determinação da receita, considerou-se o rendimento dos painéis em kWh, bem como o preço médio (por kWh) praticado pela Concessionária de energia local para produtores fotovoltaico. Para esta pesquisa foi considerado o valor em R\$ 0,72590 (Denominada pelo concessionária de “Importe kWh”). As alíquotas de ICMS, PIS e COFINS foram desconsideradas, pois o Estado de Mato Grosso do Sul é adepto à política de isenção destes impostos sobre a energia fotovoltaica. Os custos e despesas foram apurados a partir dos seguintes elementos:

- Limpeza dos painéis: conforme orientação da empresa que instalará o projeto, a

limpeza deve ser realizada em média de duas vezes ao ano, sendo utilizada água, esponja, etc. Essa limpeza tem como objetivo manter a eficiência do sistema fotovoltaico, pois a poeira e folhas que caem tendem a reduzir a absorção solar das placas;

- Custos de operação e manutenção: para obter o valor desse custo, considerou-se a taxa de 1% ao ano, conforme os parâmetros estabelecidos pela Empresa de Pesquisa Energética (EPE, 2012);
- Seguro Operacional: provisão para danos imprevistos, parciais ou totais ao produtor. Essa taxa está referenciada na EPE (2012), sendo de 0,3% ao ano;
- Mão de obra (MO) e encargos: Considerou-se a MO a ser utilizada para a limpeza dos painéis, sendo realizadas duas vezes ao ano, em média de uma hora por limpeza. Os encargos foram estimados a partir do percentual de 45,59% (CONAB, 2010);
- Depreciação: considerou-se o valor residual para os equipamentos cuja durabilidade é superior ao horizonte da vida útil do projeto e que possam ser reutilizados ou vendidos. A depreciação foi feita a partir do método linear; as placas solares foram depreciadas em 4% ao ano e os demais equipamentos em 10% ao ano.

3.3. Técnicas para avaliação da análise de investimento

A vida útil do projeto foi definida em 25 anos (Conforme orientação das empresas de energia fotovoltaica), sendo previsto que desembolso integral de ambos os formatos de instalação ocorram no ano zero. A avaliação da viabilidade econômica ocorreu em duas etapas, a saber: (i) estimativa da Taxa Mínima de Atratividade (TMA) e (ii) aplicação das técnicas de viabilidade econômica

A estimativa da TMA foi realizado a partir da utilização do Modelo CAPM Ajustado Híbrido (AH-CAPM) de Pereio (2001), uma vez que esse modelo possibilita que o prêmio de mercado global seja ajustado para o mercado interno mediante utilização de um beta país que, “matematicamente, é representado pela inclinação da regressão entre o índice de mercado local e o índice de mercado global” (TEIXEIRA; CUNHA, 2017, p. 5). Este Modelo apresenta-se pela seguinte expressão:

$$TMA = Rf_g + R_c + \beta_{C_{LG}} [\beta_{GG} (R_{MG} - Rf_g)] (1 - R^2) + Inf_{BR} - Inf_{USA} \quad (7)$$

Onde: TMA – Taxa Mínima de Atratividade; Rf_g - Taxa livre de risco global; R_c - Risco país; β_{CLG} - Beta do país; β_{GG} - Beta desalavancado médio de empresa comparáveis no mercado global; R_{MG} - Retorno do mercado global; R^2 - Coeficiente de determinação.

O detalhamento de seu cálculo e realizado a seguir:

a) Taxa de risco (Rf_g): Retorno sobre o investimento livre de risco. Neste estudo utilizou o valor dos T- Bonds (títulos emitidos pelo Tesouro Americano) com prazo de resgate de 30 anos que foi obtido em: <http://br.investing.com> (Obtido em Julho de 2022).

b) Risco país (R_c): Sua estimativa foi realizada através da taxa EMBI + Brasil ensurado pelo banco norte- americano JP Morgan. A coleta deste dado deu se em: <http://ipeadata.gov.br> (Obtido em Julho de 2022).

c) Beta do país (β_{CLG}): Foi determinado a partir da regressão entre o índice de mercado de ações locais (IBOVESPA) e do índice de mercado global (MSCI ACWI). Os dados foram obtidos em: <http://msci.com> - MSCI ACWI - *Morgan Stanley Capital International* (Obtido em Julho de 2022).

d) Beta desalavancado (β_{GG}): Utilizou-se o Beta desalavancado do setor Farming/Agriculture determinado por Aswath Damodaran que encontra- se disponível em: <http://pages.stern.nyu.edu> (Obtido em Julho de 2022).

e) Retorno do mercado global (R_{MG}): Como proxy do retorno do mercado global utilizou-se o MSCI ACWI – All Country World Index, cujo informações foram retirados de: <http://msci.com> (Obtido em Julho de 2022).

f) Coeficiente de determinação (R^2): Regressão entre o índice IBOVESPA (<http://investing.com>) e o índice EMBI + Brasil (<http://www.ipeadata.gov.br>) no período 05/07/2005 a 05/07/2022.

g) Inflação anual média do Brasil (Inf_{BR}): foi determinado através da média da inflação anual do período de 2022 a 2025.

h) Inflação anual média dos Estados Unidos (Inf_{USA}): foi estimado a partir da média da inflação do período de 2022 a 2025. A partir dessas informações, deeterminou-se a TMA de 20,11% (Tabela 1).

Tabela 1: Diretrizes utilizada para estimatir a TMA, segundo modelo CAPM Ajustado Híbrido (AH-CAPM)

Variáveis	Valor
Taxa livre de risco global (Rf_g)	3,05%
Ajuste cambial do (Rf_g)	1,83%
Risco país (R_c)	3,69%

Beta do país (β_{LG})	1,5379
Beta desalavancado (β_{GG})	0,64
Retorno do mercado global (R_{MG})	14,57%
Coefficiente de determinação (R^2)	0,9431
Estimativa da inflação média anual do Brasil (Inf_{BR})	4,55%
Estimativa da Inflação média anual dos Estados Unidos (Inf_{USA})	3,70%
Taxa Mínima de Atratividade	20,11%

Fonte: Dados da pesquisa.

Na sequência, realizou-se a análise econômica dos respectivos projetos, a partir das técnicas de viabilidade apresentada na Figura 3 e detalhadas na subseção 2.2.

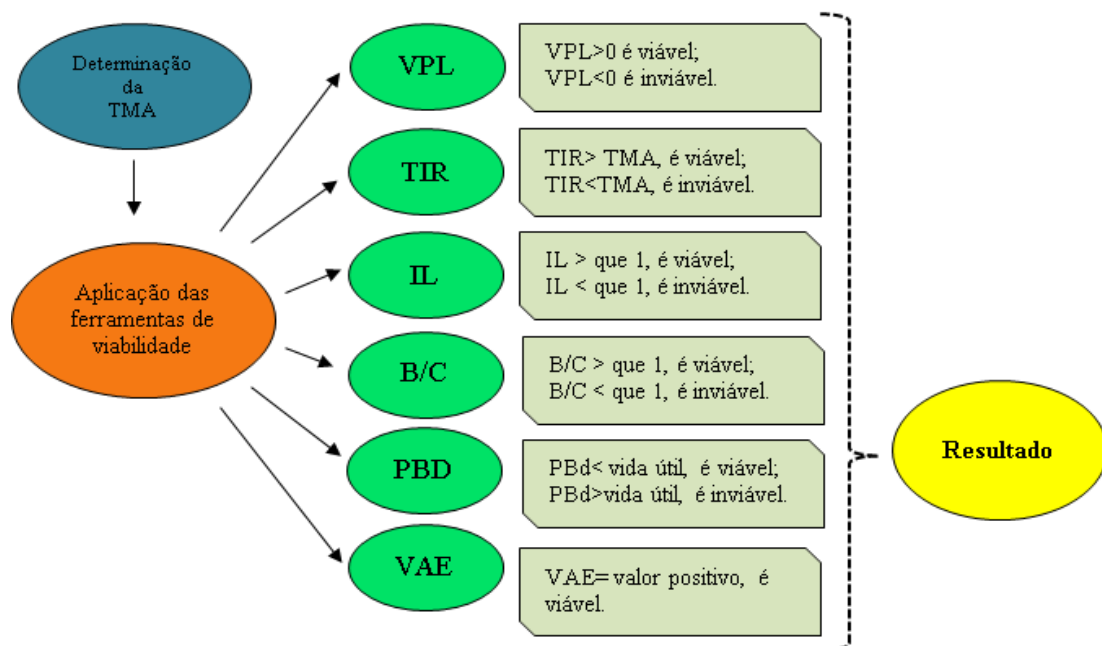


Figura 3: Técnicas de viabilidade econômica e critério de aceitação

Fonte: Elaborada pelos autores (2022).

Propôs-se a realização desta análise de investimento a partir do uso de diversas técnicas de viabilidade, partindo do princípio de que a tomada de decisão requer que vários métodos determinísticos sejam utilizados de maneira complementar (CASAROTTO FILHO; KOPITIKE, 2010), de modo a confirmar se determinado projeto dever ser aceito ou não, uma vez que cada técnica analisa a viabilidade sob uma ótica específica.

4. Resultados e Discussão

Apresenta-se nesta seção, os resultados obtidos no desenvolvimento desta pesquisa, os quais estão subdivididos em duas partes: (i) determinação do investimento necessário a

instalação do sistema fotovoltaico e (ii) Análise da viabilidade econômica.

4.1. Determinação do investimento necessário à instalação do Sistema Fotovoltaico

Os investimentos iniciais (Tabela 2) para a instalação do sistema envolvem a : estruturas metálicas, módulos fotovoltaicos com silício multicristalino, inversor, pára-raios e sua instalação, elaboração da ART do projeto, etc. Em ambas as instalações (Parte aérea ou solo), foram considerados os custos com trâmite junto a distribuidora de energia elétrica do município onde o projeto será instalado.

Os investimentos fixos propostos nesse estudo totalizaram R\$548.436,58 para instalação na parte aérea dos aviários e R\$602.527,21 para sua instalação no solo. Nota-se que a instalação do projeto na parte aérea demanda de um desembolso menor, isto decorre do fato de a instalação no solo demandar de gastos específicos com estrutura para instalação no solo, valor de terra nua, limpeza e terraplanagem, os quais totalizam em R\$54.090,63.

A instalação do sistema de para-ráios foi considerado em ambas as instalações (na parte aérea e no solo), sendo seu valor estimado em R\$12.000,00. Sua mensuração torna-se importante; uma vez que o país apresenta uma das maiores incidências de raios em âmbito mundial, estimando-se em torno de 77 milhões de descargas elétricas atinjam o Brasil ao ano (MITIC, 2018).

Tabela 2: Investimento inicial para a instalação do sistema fotovoltaico (parte aérea e solo)

Detalhamento do projeto	Valor em reais
Sistema fotovoltaico	
Módulo policristalino risen 330w- 438 unidades	
Inversor ilumisol sofar 50000tl- 1 unidade	
Inversor ilumisol sofar 60000tl- 1 unidade	
String box	
Transformador	
Cabo solar 6mm < preto	
Cabo solar 6mm < vermelho	
Conector mc4 multi-contact ur pv-kbt4/6ii-ur acoplador femea	
Conector mc4 multi-contact ur pv-kst4/6ii-ur acoplador macho	
Junção para perfil de alumínio	
Estrutura de alumínio adequado ao telhado	
Material elétrico	
Serviços de instalação do sistema	
Projeto solar fotovoltaico	
ART de projeto e execução	
Acompanhamento junto à distribuidora	
Monitoramento do sistema via web	
Despesas operacionais com mão de obra para instalação do projeto	
Subtotal	R\$ 536.436,58
	R\$ 536.436,58

Outros		
Estrutura para instalação no solo (Cerca, suporte, sapatas de concretos, etc)		R\$ 50.955,30
Para Raios, aterramento e casa de força		R\$ 12.000,00
Limpeza e terraplanagem		R\$ 720,00
Terra nua (1500m ² ou 0,15 hectare)		R\$ 2.415,33
Subtotal		R\$ 66.090,63
Investimento total para instalação no solo	(R\$ 536.436,58 + R\$ 66.090,63)	R\$ 602.527,21
Investimento total para instalação na parte área	(R\$ 536.436,58 + R\$ 12.000,00)	R\$ 548.436,58

Fonte: dados da pesquisa.

4.2. Estimativa do fluxo de caixa do projeto

Para este projeto, utilizou-se o fluxo de caixa incremental (Tabelas 3 e 4), haja vista o objetivo do projeto ser o de produzir energia renovável com o intuito de substituir a utilizada atualmente, Neste cenário, o projeto irá se pagar a medida mediante economia obtida com o insumo energia elétrica.

Conforme observado na tabela acima, verifica-se que o valor estimado do investimento foi de R\$548.436,58 a ser desembolsado no ano zero; no ano 16 deve ser realizado um segundo aporte que corresponde a 15% do investimento (R\$80.465,49) para a troca dos inversores. Este desembolso é igual para ambas às modalidades de instalação, dado que sua estimativa é realizada a partir do gasto com equipamentos fotovoltaico que neste caso é de R\$536.436,58 (Tabela 1). Esse novo aporte irá acarretar em um valor residual de R\$8.046,55 ao final da vida útil do projeto (instalação na parte aérea e no solo).

Tabela 3: Fluxo de Caixa para instalação do sistema fotovoltaico na parte aérea

ANO	Ano 0	Ano 1	Ano 10	Ano 20	Ano 25
1. Receita Total	0,00	R\$ 164.009,12	R\$ 153.961,21	R\$ 143.516,96	R\$ 138.564,15
1.1 Rend. dos painéis	0,00	99.30 %	93.22 %	86.89 %	83.89 %
1.2 Geração de energia (kWh/ano)	0,00	225.939	212.097	197.709	190.886
1.3 Preço kWh	0,00	0,725900	0,725900	0,725900	0,725900
1.4 Receita prod. de energia elétrica	0,00	164.009,12	153.961,21	143.516,96	138.564,15
2. Custo Total	0,00	R\$ 42.439,57	R\$ 42.439,57	R\$ 42.439,57	R\$ 42.439,57
2.1 Mat. de limpeza	0,00	R\$ 100,00	R\$ 100,00	R\$ 100,00	R\$ 100,00
2.2 Mão de obra	0,00	R\$ 26,96	R\$ 26,96	R\$ 26,96	R\$ 26,96
2.3 C. de op. e manut.	0,00	R\$ 5.484,37	R\$ 5.484,37	R\$ 5.484,37	R\$ 5.484,37
2.4 Seg. capital fixo	0,00	R\$ 4.113,27	R\$ 4.113,27	R\$ 4.113,27	R\$ 4.113,27
2.5 ITR	0,00	R\$ 0,54	R\$ 0,54	R\$ 0,54	R\$ 0,54
2.6 Depreciação	0,00	R\$ 32.714,43	R\$ 32.714,43	R\$ 32.714,43	R\$ 32.714,43
3. Investimento	R\$ 548.436,58	0,00	0,00	0,00	8.046,55
4. Receita - Custo	0,00	R\$ 121.569,55	R\$ 111.521,64	R\$ 101.077,39	R\$ 96.124,58
5. Imposto de Renda	0,00	R\$ 9.020,50	R\$ 8.467,87	R\$ 7.893,43	R\$ 7.621,03
6. Depreciação	0,00	R\$ 32.714,43	R\$ 32.714,43	R\$ 32.714,43	R\$ 32.714,43
7. F.C do produtor	-R\$ 548.436,58	R\$ 145.263,48	R\$ 135.768,21	R\$ 125.898,39	R\$ 129.264,53

Fonte: Dados da pesquisa.

Tabela 4: Determinação do Fluxo de Caixa para instalação do sistema fotovoltaico no solo

ANO	Ano 0	Ano 1	Ano 10	Ano 20	Ano 25
1. Receita Total	0,00	R\$ 164.009,12	R\$ 153.961,21	R\$ 143.516,96	R\$ 138.564,15
1.1 Rend. dos painéis	0,00	99.30 %	93.22 %	86.89 %	83.89 %
1.2 Geração de energia (kWh/ano)	0,00	225.939	212.097	197.709	190.886
1.3 Preço kWh	0,00	0,725900	0,725900	0,725900	0,725900
1.4 Receita prod. de energia elétrica	0,00	164.009,12	153.961,21	143.516,96	138.564,15
2. Custo Total	0,00	R\$ 42.845,25	R\$ 42.845,25	R\$ 42.845,25	R\$ 42.845,25
2.1 Mat. de limpeza	0,00	R\$ 100,00	R\$ 100,00	R\$ 100,00	R\$ 100,00
2.2 Mão de obra	0,00	R\$ 26,96	R\$ 26,96	R\$ 26,96	R\$ 26,96
2.3 C. de op. e manut.	0,00	R\$ 5.484,37	R\$ 5.484,37	R\$ 5.484,37	R\$ 5.484,37
2.4 Seg. capital fixo	0,00	R\$ 4.518,95	R\$ 4.518,95	R\$ 4.518,95	R\$ 4.518,95
2.5 ITR	0,00	R\$ 0,54	R\$ 0,54	R\$ 0,54	R\$ 0,54
2.6 Depreciação	0,00	R\$ 32.714,43	R\$ 32.714,43	R\$ 32.714,43	R\$ 32.714,43
3. Investimento	R\$ 602.527,21	0,00	0,00	0,00	8.046,55
4. Receita - Custo	0,00	R\$ 121.163,87	R\$ 111.115,96	R\$ 100.671,71	R\$ 95.718,90
5. Imposto de Renda	0,00	R\$ 9.020,50	R\$ 8.467,87	R\$ 7.893,43	R\$ 7.621,03
6. Depreciação	0,00	R\$ 32.714,43	R\$ 32.714,43	R\$ 32.714,43	R\$ 32.714,43
7. F.C do produtor	-R\$ 602.527,21	R\$ 144.857,80	R\$ 135.362,53	R\$ 125.492,71	R\$ 128.858,85

Fonte: Dados da pesquisa.

Nota-se que o valor da receita diminui no decorrer do período de vida útil do projeto (para ambas as modalidades de instalação) com estimativa de R\$164.009,12 para o primeiro ano e de R\$138.564,15 para o 25º ano de vida útil do projeto. Isto decorre do fato dos painéis perderem eficiência produtiva com o passar dos anos. É possível observar que para o ano um a projeção de rendimentos do sistema é de 99,30%, o que corresponde a um rendimento de 225.939 (kWh) e de 83,89% ,em torno de uma produção de 190.886 kWh para o último ano do projeto.

4.3. Análise de viabilidade econômica

Mediante a determinação da TMA (20,11% a.a.), foi possível realizar a análise da viabilidade econômica, cujos resultados estão descritos na Tabela 5.

Tabela 5: Principais indicadores de viabilidade econômica

Técnica de avaliação	Instalação na parte aérea	Instalação no solo
Valor Presente Líquido (VPL)	R\$108.167,81	R\$52.198,03
Taxa Interna de Retorno (TIR)	24,90%	22,23%
Índice de Lucratividade (IL)	1,20	1,09
Benefício Custo (B/C)	3,74	3.71

Payback descontado (PDd)	8,12 anos	10,62 anos
Valor Uniforme Equivalente (VAE)	R\$23.240,39	R\$11.213,07

Fonte: Dados da pesquisa.

A análise realizada pelo método do VPL mostrou que nas condições avaliadas, o projeto é viável economicamente para instalação na parte aérea (VPL de R\$108.167,81) e para a instalação no solo (VPL de R\$52.198,03), haja vista os VPLs obterem resultados em valores maiores do que zero. Pela técnica Benefício/Custo, os resultados evidenciam uma rentabilidade de 3,74 (Instalação na parte aérea) e 3,71 (Instalação no solo) vezes do valor a ser investido.

A fim de confirmar os resultados obtidos acima, determinou-se a TIR, por este indicador, o projeto de energia solar fotovoltaica apresentou-se viável, pois apresentou resultado superior à TMA de 20,11% ao ano (SANTOS, 2001). Os valores das TIRs indicam que, os projetos, caso sejam implantados, proporcionarão retornos de 24,90% e 22,23% ao ano para a instalação na parte aérea e instalação no solo, respectivamente.

Observa-se ainda, na Tabela 5, que para ambas as modalidades de instalação, o indicador econômico IL constata que o projeto é atraente, pois seus resultados são superiores a 1 (ASSAF NETO, 1992), sendo de 1,20 (instalação na parte aérea) e de 1,09 (instalação no solo). Através do cálculo do payback descontado (considerando-se a TMA de 20,11% ao ano) foi possível determinar o tempo de retorno do Investimento inicial para a instalação na parte aérea (8,12 anos) e para a instalação no solo (10,62 anos), o que reforça a aceitabilidade do projeto, posto que, o tempo de retorno é relativamente curto quando comparado à vida útil do projeto de 25 anos.

A partir das técnicas utilizadas nessa avaliação (VPL, B/C, TIR, TIRM, IL, PBD e VAUE) nota-se que, nas condições em que foi realizado este estudo, a instalação desse sistema de geração de energia solar é viável economicamente para ambas as modalidades de instalação, corroborando com os resultados auferidos por Bazen e Brow (2009), Zanaty (2015), Rodrigues et al. (2017), Arcano et al. (2018), Mohammadi et al. (2018) e Bourahla et al. (2019) que apresentaram em seus estudos a viabilidade da implantação de sistemas fotovoltaicos. Este resultado demonstra que é possível ao produtor rural obter independência das empresas de distribuição de energia elétrica, reduzir seus custos com insumo de energia e obter benefícios ambientais.

Em contraste, Silva (2017) ao realizar uma pesquisa sobre a viabilidade econômica do uso de painéis solares fotovoltaicos na avicultura, constatou inviabilidade, sendo a possível

causa o alto custo de aquisição da tecnologia solar e a falta de alinhamento com os prazos do financiamento, cujas parcelas anuais a serem amortizadas se mostraram incompatíveis com o fluxo de caixa da atividade estudada. No Brasil, de um modo geral, a Resolução da ANEEL nº 482/2012, serviu de estímulo para a geração deste tipo de energia renovável, haja vista possibilitar que as pessoas possam se beneficiar através do sistema de compensação (*net-metering*).

Apesar disso, a massificação deste tipo de energia no país tende a ser limitada, principalmente, pelo elevado custo de investimento, conforme apontado nos estudos realizados por Faria Júnior et al. (2017), Silva (2017), Arcano et al. (2018), Garlet et. al (2019), Primieri (2019) e Carstens e Cunha (2019).

Conforme, identificado nesta pesquisa, observa-se que o produtor rural apresenta interesse em aderir aos modelos de produção de energia renovável, todavia demonstram receio e insegurança em investir em um projeto considerado de elevado custo sem saber o que poderá ocorrer amanhã ou depois, dado o Brasil apresentar atualmente um cenário incerto no que tange a questão do regime tarifário sobre a energia fotovoltaica. Esse panorama tende a levantar certas preocupações, haja vista as alterações nas decisões políticas impactarem na rentabilidade dos investimentos em PV (HOPPMANN et al., 2014).

Em relação a indústria brasileira de tecnologia solar, observa-se a necessidade de ser estimulada, para que se torne mais competitiva, pois, atualmente os equipamentos produzidos em solo brasileiro possuem um valor de aquisição superior aos importados, o que de certa forma, acarreta uma concorrência desleal. Além disso, é essencial que se crie um ambiente colaborativo, com o envolvimento de diversas instituições: governamentais, empresas privadas, pesquisadores e comunidade em geral (GARLET et al., 2019), de modo que esta articulação possa promover melhoria do mercado fotovoltaico nacional.

5. Considerações Finais

A adoção de energia fotovoltaica para produção de frango de corte apresentou um bom potencial de viabilidade econômica. Esse sistema de produção de energia, além de permitir a redução considerável do principal problema enfrentado atualmente na produção de frango (alto custo com energia elétrica), promove benefícios ambientais.

Conforme identificado em várias pesquisas, o Brasil possui um ambiente oportuno a produção desse tipo de energia, uma vez que dispõe de um dos maiores índices de irradiação em nível mundial. Por outro lado, a sua adoção no meio rural ainda é tímida, isso decorre em

função do elevado custo de investimento inicial, o que o torna como um dos principais empecilhos a adoção desse sistema de produção de energia.

Assim sendo, para que esse tipo de tecnologia possa se massificar no meio rural, é de essencial importância que sejam implantadas políticas de apoio e incentivos governamentais, como incentivo aos produtores rurais para que invistam em novas formas de produção de energia, pois no atual cenário percebe-se que essa adoção depende primordialmente desse apoio.

Como orientação para pesquisas futuras, indica-se que seja incluída a viabilidade econômica o desbolsa a ser realizado para efetuar a destinação correta dos resíduos fotovoltaicos, haja vista ser um tema que começa a ser analisado em função da primeira geração de painéis tenderem a alcançarem o fim de sua vida útil. Pois, quando não descartado corretamente esse equipamento tende a promover danos ambientais, sendo assim, para que possa ser visto como verdadeiramente sustentável, necessita ter um correto descarte pós consumo.

6. Referências

ABPA- Associação Brasileira de proteína animal. *Relatório anual 2017*. 2017. Disponível em: <http://abpa-br.com.br>. Acesso em: 20 nov. 2022.

ABREU, V. M. N.; ABREU, P. G. Os desafios da ambiência sobre os sistemas de aves no Brasil. *Revista brasileira de zootecnia*, Viçosa, v.40, p.1-14, 2011.

ANDREAZZI, M. A.; PINTO, J.S.; SANTOS, G. M. G. dos; CAVALLIERI, F.L.B.; MATOS, N. C. da S.; BARBIERI, I. O. Desempenho de frangos de corte criados em aviário convencional e dark-house. *Revista da Universidade Vale do Rio Verde*, Veale do Rio Verde, v. 16, n. 1,, p. 1-6, 2018.

ARCANO, L.; MARCELINO, J.A.; BRISTOL, V.M.; GUIMARÃES FILHO, L.P.; YAMAGUSHI, C. K., 2018. Estudo da sustentabilidade para implementação de um sistema fotovoltaico para geração de energia elétrica em aviário tipo Dark House. *Custos e @gronegocio online*, [online], v.14, n.3, p.53-74, 2018.

ANEEL, 2002. *Agência Nacional de Energia Elétrica*. Disponível em: <http://www.aneel.gov.br>. Acesso em: 20 jun. 2022.

AVISITE. *O portal da avicultura na internet*. 2012. Disponível em: <https://www.avisite.com.br>. Acesso em: 15 nov. 2022.

BAZEN, E.F.; BROWN, M. A. Feasibility of solar technology (photovoltaic) adoption: A case study on Tennessee's poultry industry. *Renewable Energy*, [online], v.4, n.3, p.748-754, 2009.

BOURAHLA, N.A.; BENGHANEM, N.; DOUMBIA, M.; BOUZEBODJA, H. *The economic feasibility analysis of generated photovoltaic energy in the USTO*. campus. PRZEGLĄD ELEKTROTECHNICZNY p.147-152, 2007. Disponível em:

<http://www.red.pe.org.pl/articles/2019/5/35.pdf>. Acesso em: 20 out. 2022.

BRIGHAM, E.F.; EHRHARDT, M.C. *Administração financeira: teoria e prática*. 13^a. ed. Thomson Learning: São Paulo, 2012.

BRUNI, A.L.; FAMÁ, R. *As decisões de investimentos - Com aplicações na HP12C e Excel*. Atlas, São Paulo, 2003.

BUENO, L. G. de F. *Avaliação da eficiência energética e do conforto térmico em instalações de frango de corte*. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola), Faculdade de engenharia Agrícola, Unicamp, Campinas, 2004.

CARSTENS, D.D. do S.; CUNHA, S. K. da. Challenges and opportunities for the growth of solar photovoltaic energy in Brazil. *Energy Policy*, [online], v.125, s.n., p.396–404, 2019.

CARVALHO, M. D. *Ecoeficiência em sistemas de produção de frangos de corte*. 2018. 111 f. Dissertação (Mestrado em Agronegócio) – Faculdade de Administração, Ciências Contábeis e Economia, Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados, 2018.

CASAROTTO FILHO, N. C.; KOPITTKKE, B. H. *Análise de investimentos: matemática financeira, engenharia econômica, tomada de decisão, estratégia empresarial*. 11. ed. São Paulo: Atlas, 2010.

CONAB- Companhia Nacional de Abastecimento. *Custos de produção agrícola: a metodologia da Conab*, Brasília: Conab, 2010, 58p.

CRESWELL, J. W. *Projeto de pesquisa: métodos qualitativo, quantitativo e misto - tradução Magda Lopes*. 3 ed. Porto Alegre: ARTMED, 296 p., 2010.

CRONEMBERGER, J.; CAAMAÑO-MARTÍN, E.; SÁNCHEZ, S.V. 2012. Assessing the solar irradiation potential for solar photovoltaic applications in buildings at low latitudes – Making the case for Brazil. *Energy Build*, [Elsevier], v.55, s.n., p. 264-272, 2012.

DIAS, C.L.A. de; CASTELO BRANCO, D.A.; AROUCA, M.C.; LOUREIRO LEGEY, L. F. Performance estimation of photovoltaic technologies in Brazil. *Renewable Energy*, [online], v.114, s.n.,p. 367–7, 2017.

EPE- *Empresa de pesquisa energética*. 2012. Disponível em: <http://www.epe.gov.br>. Acesso em: 16 nov. 2022.

FARIA JUNIOR, H. de; TRIGOSO, F.B.M.; CAVALCANTI, J. A. M. Review of distributed generation with photovoltaic grid connected systems in Brazil: challenges and prospects. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, [Elsevier], v.75, s.n., p.469–75.

FAO- Food and Agriculture Organization. *Representante da FAO Brasil apresenta cenário da demanda por alimentos*. 2017. Disponível em:<http://www.fao.org/brasil/noticias/detail-events/pt/c/901168/>. Acesso em: 27 out. 2022.

FATHI N. Y.; YASSIN A. S. Assessment of solar energy potential in the Gaza-Palestine Strip. *Sustainable Energy Technologies and Estimates*, [Elsevier], v. 31, s.n., p. 318–328. 2019.

FONSECA, Y. D. da; BRUNI, Adriano L. *Técnicas de avaliação de investimentos: uma breve revisão da literatura*. 2003.

FRANCISCO, W. de. *Matemática financeira*. 5. ed. São Paulo: Atlas, 1988.b

GALLO, B. B. Dark House: manejo x desempenho frente ao sistema tradicional. In: SIMPÓSIO BRASIL SUL DE AVICULTURA, 10, 2009, Chapecó, SC. *Anais...* Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 140p.

GARLET, T.B.; RIBEIRO, J.L.D.; de SOUZA S. F., MAIRESSE S. J. C. Paths and barriers to the diffusion of distributed generation of photovoltaic energy in southern Brazil. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, [Elsevier], v.111, s.n., p.157–169, 2019.

GITMAN, L. J. *Princípios de administração financeira*. 12. ed. Pearson, São Paulo, 2010, 775p.

HOSS, O.; ZENCI, S. D.; LEZANA, Á. G. R. Investimento em projetos com base no planejamento estratégico: Um estudo de caso em uma fábrica de carrinhos para supermercado. *Gestão e Projetos: GeP*, [online], v. 3, n. 3, p. 181-214, 2012.

JEFFREY KUO, C.-F.; LEE, Y.-W.; LAZUARDI U. M.; YANG, P.-C. Dynamic modeling, practical verification and energy benefit analysis of a photovoltaic and thermal composite module system. *Energy Conversion and Management*, [Elsevier], v.154, s.n., p.470–481, 2017.

KABIR, E.; KUMAR, P., KUMAR, S.; ADELODUN, A. A.; KIM, K.-H. Solar energy: Potential and future prospects. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, [Elsevier], v.82, s.n., p.894–900, 2018.

LEONEL, M. S. *Avaliação econômica do plantio de eucalipto no Extremo Sul da Bahia através do Programa de Fomento Florestal Privado*. 128f. Dissertação (Mestrado) Universidade Cândido Mendes. Rio de Janeiro, 2007.

MITIC- Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações do Brasil. *Meteorologistas alertam para alta incidência de raios e desastres naturais na primavera*. 2018. Disponível em: <https://www.mctic.gov.br/>. Acesso em: 7 out. 2022.

MOHAMMADI, K.; NADERI, M.; SAGHAFIFAR, M. Economic feasibility of developing grid-connected photovoltaic plants in the southern coast of Iran. *Energy*, [Elsevier], v.156, s.n., p.17–31, 2018.

NICHELE JUNIOR, P. *Análise de Eficientização Energética e Uso de Fontes de Energia Renováveis em uma Granja de Recria de Aves*. Monografia (Graduação de Engenharia Elétrica) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2010

PEREIRO, L. E. The valuation of closely-held companies in Latin America. *Emerging markets review*, v. 2/4, p. 330-370, 2001.

NOWICKI, R.; BUTZGE, E.; OTUTUMI, L. K.; PIAU-JUNIOR, R.; ALBERTON, L. R.; MERLINI, L. S.; CAETANO, I. C. D. S. Desempenho de frangos de corte criados em aviários convencionais e escuros. *Ciências Veterinárias e Zoologia da UNIPAR*, Umuarama, v. 14, n. 1, p. 25-28, 2011.

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

REZENDE, J. L. P. de; OLIVEIRA, A. D. de. *Análise econômica e social de projetos florestais: matemática financeira, formulação de projetos, avaliação de projetos, localização de projetos, análise de custo-benefício*. 2. ed. Viçosa, MG: UFV, 2008. 386p.

RODRIGUES, S.; TORABI, R.; RAMOS, H. G.; MORGADO-DIAS, F. *Powerwall 2.0 economic feasibility in Australia*. International Conference in Energy and Sustainability in Small Developing Economies (ES2DE). 2017.

RODRIGUES, W.O.P., GARCIA, R.G., NAAS, I. de A.; ROSA, C.O. da; CALDARELLI, C. A. Cadeia Produtiva do Frango de Corte no Estado de Mato Grosso Do Sul: uma Análise de Conduta de Mercado. *Organizações Rurais & Agroindustriais*, Lavras, v.17, n.1, 137-147, 2015.

ROSS, S. A.; WESTERFIELD, R. W.; JORDAN, B. D.; LAMB, R. *Fundamentos da administração financeira*. 9. ed. New York: Boockam, 2013.

SAMPAIO, P. G. V., GONZÁLEZ, M. O. A., 2017. Photovoltaic solar energy: Conceptual framework. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, [Elsevier], v.74, s.n., p. 590–601, 2017.

SANTOS, E. O. dos. *Administração Financeira da Pequena e Média Empresa*. São Paulo: Atlas, 2001. 352p.

SHITTU, S.; LI, G.; AKHLAGHI, Y.G; MA, X.; ZHAO, X.; AYODELE, E. Advancements in thermoelectric generators for enhanced hybrid photovoltaic system performance. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, [Elsevier], v.109, s.n., p.24–54, 2019.

SILVA, A. A. L. da. *Sustentabilidade energética: um estudo da viabilidade econômica e financeira do uso de energia solar na avicultura*. Dissertação (Mestrado em Administração) - Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Cascavel, 2017.

SIMPSON, G.; DONALD, J.; CAMPBELL, J. Evaluating cost trends to plan profit-saving strategies. *The Poultry Engineering, Economics & Management Newsletter*, 2007. Disponível em: <https://ssl.acesag.auburn.edu/poultryventilation/documents/Nwsltr-45CostTrends.pdf>. Acesso em: 15 nov. 2022.

SOUSA, A. F. de. *Avaliação de investimentos: uma abordagem prática*. São Paulo: Saraiva, 2007. 137 p.

SOUZA, S.V., GIMENES, R. M. T., BINOTTO, E., 2019. Economic viability for deploying hydroponic system in emerging countries: A differentiated risk adjustment proposal. *Land Use Policy*, [Elsevier], v. 83, s.n., p. 357–369, 2019.

SOUZA, A.; CLEMENTE, A. *Decisões financeiras e análise de investimentos: fundamentos, técnicas e aplicações*. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2012.

TEIXEIRA, V.P.M.; CUNHA, M.F.M., 2017. Aplicabilidade dos Modelos CAPM Local, CAPM Local Ajustado e CAPM Ajustado Híbrido ao Mercado Brasileiro. IN: CONGRESSO DE CONTABILIDADE E CONTROLADORIA DA USP, 14. *Anais...* USP: São Paulo, p. 1–16, 2017.

USDA- United State Department of agriculture. *Poultry And Products Annual, Report BR2019-0068*. 2020. Disponível em: <https://usdabrazil.org.br>. Acesso em: 22 nov. 2022.

ZANATY, H. E. *A Techno-Economic Study for Heating Poultry Houses Using Renewable Energy*. A thesis for the degree of Master. The American University in Cairo, Cairo, Egypt, 2015.