

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MATO GROSSO DO SUL  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM DESENVOLVIMENTO REGIONAL E DE  
SISTEMAS PRODUTIVOS**

**SULMA VANESSA SOUZA**

**ENERGIAS RENOVÁVEIS NA PRODUÇÃO DE FRANGO DE CORTE.**

PONTA PORÃ – MS  
2020

**SULMA VANESSA SOUZA**

**ENERGIAS RENOVÁVEIS NA PRODUÇÃO DE FRANGO DE CORTE.**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Regional e de Sistemas Produtivos da Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul - UEMS, como requisito para obtenção do título de mestre.

**Orientador: Profº Dr. Omar Jorge Sabbag**

PONTA PORÃ – MS  
2020

S718e Souza, Sulma Vanessa

Energias renováveis na produção de frango de corte/  
Sulma Vanessa Souza. - Ponta Porã, MS: UEMS, 2020.  
81p.

Dissertação (Mestrado) – Desenvolvimento Regional e de  
Sistemas Produtivos – Universidade Estadual de Mato Grosso  
do Sul, 2020.

Orientador: Prof. Dr. Omar Jorge Sabbag.

1. Viabilidade econômica 2. Energia renovável 3.  
Avicultura de corte I. Sabbag, Omar Jorge II. Título

CDD 23. ed. - 636.6

**SULMA VANESSA SOUZA**

**ENERGIAS RENOVÁVEIS NA PRODUÇÃO DE FRANGO DE CORTE.**

Esta Dissertação foi julgada adequada para obtenção do Título de Mestre e aprovada em sua forma final pelo Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Regional e de Sistemas Produtivos.

Ponta Porã - MS, 12 de Fevereiro de 2020.

BANCA EXAMINADORA:

---

Orientador: Prof. Dr. Omar Jorge Sabbag

Universidade Estadual Júlio de Mesquita Filho- UNESP

---

Prof. Dr. Fabrício Antônio Deffacci

Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul- UEMS

---

Prof. Dr. Rodrigo Garófallo Garcia

Universidade Federal da Grande Dourados- UFGD

## AGRADECIMENTOS

Primeiramente, agradeço a Deus por todas as oportunidades e aos meus familiares pelo incentivo e compreensão.

Ao meu orientador professor Dr. Omar Jorge Sabbag pela dedicação, paciência, acolhimento e orientação que me possibilitaram a conclusão desta pesquisa com diligência e perseverança.

Aos professores: Dr. Régio Marcio T. Gimenes, Dra Ana Carolina A. Orrico, Dra Viviane S. Fachin (*In memoriam*), Dra Rosenery L. Lourenço, Dr José Francisco dos R. Neto e Dr Rodrigo Garófallo Garcia pelo apoio e ensinamentos técnicos.

Ao professor Dr. Fabrício Antônio Deffaci coordenador do programa, por todo suporte e por sempre se mostrar solícito.

Um agradecimento especial aos produtores rurais: Gilberto da Cunha e Anízio Soares que me proporcionaram um importante contato com a realidade da produção de frango de corte na região.

Por fim, agradeço a Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul- UEMS e a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior- CAPES pelo apoio financeiro.

## RESUMO

A constante modernização da estrutura de produção ocorrida na avicultura de corte no Brasil foi essencial para que o país se consolidasse como um importante produtor e exportador no mercado mundial. Por outro lado, o setor passou a demandar um maior consumo de energia. Tendo em vista esse cenário, os avicultores necessitam repensar outras formas de obter essa energia elétrica por meio do uso de energias renováveis. Diante disso, objetivou-se analisar a viabilidade econômica da produção de energia solar fotovoltaica e de energia gerada a partir da cama de frango (biogás) na produção de frango de corte no Município de Dourados/MS. Esta pesquisa utilizou-se de um estudo de caso. Como critério de avaliação da viabilidade econômica dos projetos foram utilizadas as técnicas do Valor Presente Líquido (VPL), Taxa Interna de Retorno (TIR), Índice de Lucratividade (IL), Relação Benefício Custo (B/C), Taxa Interna de Retorno Modificada (TIRM), *Payback* Descontado (PBd) e Valor Anual Equivalente Uniforme (VAUE), mediante a definição de uma Taxa Mínima de Atratividade (TMA). Os resultados obtidos na análise de viabilidade apontaram os seguintes resultados para a produção de energia solar fotovoltaica: VPL de R\$ 2.411.518,46, TIR de 31,53%, IL de 5,00, B/C de 9,18, TIRM de 15,13 e PBd de 5,63 anos. A produção do biogás apresentou: VPL de R\$ 178.304,15, TIR de 13,17%, IL de 1,22, B/C de 2,41, TIRM de 11,05% e PBd de 10,65 anos para o biogás produzido pela casca de arroz. Já para a maravalha obteve-se: VPL de R\$ 147.007,60, TIR de 12,55%, IL de 1,18, B/C de 2,36, TIRM de 10,81% e PBd de 11,57 anos. Desta forma, constatou-se que tanto a geração de energia solar como o biogás são viáveis. Dentre os dois sistemas, a produção de energia solar fotovoltaica é tida como a melhor opção, pois apresentou o maior VAUE (R\$ 246.830,67) enquanto o biogás indicou VAUE de R\$ 22.869,86 (casca de arroz) e de VAUE R\$ 18.855,67 (maravalha).

**Palavras-chave:** Viabilidade econômica. Energia Renovável. Avicultura de corte.

## ABSTRACT

The constant modernization of the production structure that occurred in poultry production in Brazil was essential for the country to consolidate itself as an important producer and exporter in the world market. On the other hand, the sector started to demand greater energy consumption. In view of this scenario, poultry farmers need to rethink other ways of obtaining this electricity through the use of renewable energies. Therefore, the objective was to analyze the economic feasibility of using photovoltaic solar energy and biogas produced from poultry litter in broiler poultry in the municipality of Dourados/MS. This research used a case study. As a criterion for assessing the economic viability of the projects, the techniques of Net Present Value (NPV), Internal Rate of Return (IRR), Profitability Index (PI), Cost Benefit Ratio (B/C), Internal Rate of Return were used Modified (TIRM), Discounted Payback (DP) and Uniform Equivalent Annual Value (VAUE), based on the definition of a Minimum Attractiveness Rate (MAR). The results obtained in the feasibility analysis showed the following results for the production of photovoltaic solar energy: NPV of \$ 549,583.11 IRR of 31.53%, PI of 5.00, B/C of 9.18, MIRR of 15.13 and DP of 5.63 years. Biogas production showed: NPV of \$ 40,635.37, IRR of 13.17%, PI of 1.22, B/C of 2.41, MIRR of 11.05% and DP of 10.65 years for biogas produced by rice husk. As for wood shavings, we obtained: NPV of \$ 33,502.91, IRR of 12.55%, PI of 1.18, B/C of 2.36, MIRR of 10.81% and DP of 11.57 years. Thus, it appears that both the generation of solar energy and biogas are viable. Among the two systems, the production of photovoltaic solar energy is considered the best option, as it presented the highest VAUE (\$ 56,252.51) while biogas indicated VAUE of \$ 5,212.02 (rice husk) and VAUE \$ 4,297.19 (wonder).

**Keywords:** Economic viability. Renewable energy. Poultry farming.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Oferta interna de energia elétrica por fonte (ano base 2017) .....	23
Figura 2- Composição básica do sistema fotovoltaico .....	27
Figura 3- Matriz da produção de agroenergia.....	30
Figura 4- Ciclo da produção de biogás a partir da cama de frango .....	32
Figura 5- Representação esquemática do processo de digestão anaeróbia. ....	34
Figura 6- Esquema do funcionamento do biodigestor: produção de biogás, biofertilizantes e créditos de carbono... ..	34
Figura 7- Síntese das propriedades do desenvolvimento sustentável .....	39
Figura 8- Formas de utilização da energia renovável no âmbito rural .....	40
Figura 9- Localização de Dourados, Mato Grosso do Sul, Brasil.....	43
Figura 10- Aviário <i>Dark House</i> : divisões internas e externas .....	43
Figura 11- Composição do projeto a ser implantado: galpão, captação de água, biodigestor, lagoa e sistema de irrigação .....	44



## LISTA DE QUADROS

Quadro 1- Produção de biogás a partir de resíduos sólidos rurais .....	32
Quadro 2- Investimento fixo para a instalação do sistema solar fotovoltaico.....	52

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1- Maiores exportadores mundiais de carne de frango (mil toneladas) .....	18
Tabela 2- Maiores produtores mundiais de carne de frango (mil toneladas) .....	18
Tabela 3- Empresas abatedoras de frango de corte em Mato Grosso do Sul .....	20
Tabela 4- Principais produtores de frango de corte em Mato Grosso do Sul.....	21
Tabela 5- Fontes renováveis, tecnologias e aplicações.....	23
Tabela 6- Dados técnicos do projeto de biogás a ser implantado.....	47
Tabela 7- Fluxo de caixa incremental da geração de energia solar fotovoltaica.....	55
Tabela 8- Investimento fixo para a instalação do sistema de produção de biogás .....	56
Tabela 9- Fluxo de caixa incremental da geração de biogás a partir de casca de arroz.....	58
Tabela 10- Fluxo de caixa incremental da geração de biogás a partir de maravalha .....	59
Tabela 11- Diretrizes para o cálculo da TMA.....	61
Tabela 12- Cálculo do Custo de Capital do Produtor .....	61
Tabela 13- Resultados dos indicadores de viabilidade econômica: energia solar fotovoltaica. .....	62
Tabela 14- Resultados dos indicadores de viabilidade econômica: biogás.....	64
Tabela 15- Aplicação da técnica do Valor Anual Equivalente Uniforme.....	66

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABPA	Associação Brasileira de Proteína Animal
ABINEE	Associação Brasileira da Indústria Elétrica e Eletrônica
ABSOLAR	Associação Brasileira de Energia Fotovoltaica
ABIOGÁS	Associação Brasileira do Biogás
ANEEL	Agência Nacional de Energia Elétrica
AGRAER	Agência de Desenvolvimento Agrário e extensão Rural
B/C	Razão Benefício Custo
CAND	Colônia Agrícola Nacional de Dourados
CAPM	Capital Asset Pricing Model
COFINS	Contribuição para o Financiamento da Seguridade Social
CONFAZ	Conselho Nacional de Política Fazendária
CONAB	Companhia Nacional de Abastecimento
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
EPE	Empresa de Pesquisa Energética
FAMASUL	Federação da Agricultura e Pecuária de Mato Grosso do Sul
FCO	Fundo de Financiamento do Centro-Oeste
CGEE	Centro de Gestão e Estudos Estratégicos
GEE	Gases de Efeito Estufa
GWP	Potencial de Aquecimento Global
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
ICMS	Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços
IL	Índice de Lucratividade
IPCC	Intergovernmental Panel on Climate Change
IPTU	Imposto Territorial e Predial Urbano
ISS	Imposto sobre Serviços
ITR	Imposto sobre Propriedade Territorial Rural
MAPA	Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento
MERCOSUL	Mercado Comum do Sul
MMA	Ministério do Meio Ambiente
MME	Ministério de Minas e Energia
MS	Mato Grosso do Sul
M <sup>2</sup>	Metro quadrado
M <sup>3</sup>	Metro cúbico
ONU	Organizações das Nações Unidas
PIS	Programa de Integração Social
PROGD	Programa de Desenvolvimento da Geração Distribuída de Energia Elétrica
PROINFA	Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica
PRONAF	Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar
SEMAGRO	Secretaria de Estado de Meio Ambiente, Desenvolvimento Econômico, Produção e Agricultura Familiar de MS.

SFA	Superintendências Federais de Agricultura
SFCR	Sistema Fotovoltaico Conectado a Rede
SFI	Serviço Inspeção Federal
ST	Sólidos Totais
TMA	Taxa Mínima de Atratividade
TCE	Tribunal de Conta Europeu
TIR	Taxa Interna de Retorno
TIRM	Taxa Interna de Retorno Modificada
UBABEF	União Brasileira de Avicultura
UDOP	União dos Produtores de Bioenergia
VAUE	Valor Anual Equivalente Uniforme
VPL	Valor Presente Líquido

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	<b>14</b>
<b>2. REFERENCIAL TEÓRICO</b> .....	<b>17</b>
2.1. AVICULTURA DE CORTE.....	17
<b>2.1.1. Panorama da Avicultura Industrial no Brasil</b> .....	<b>17</b>
<b>2.1.2. Avicultura de corte na Região de Dourados, Mato Grosso do Sul, Brasil</b> .....	<b>19</b>
<b>2.1.3. Relação entre o sistema integrado de produção e a demanda por energia</b> .....	<b>21</b>
2.2. ENERGIA RENOVÁVEL NO BRASIL .....	22
2.3. ENERGIA SOLAR .....	24
<b>2.3.1. Panorama da energia solar fotovoltaica no Brasil</b> .....	<b>24</b>
<b>2.3.2. Processo de conversão da energia solar em fotovoltaica</b> .....	<b>26</b>
<b>2.3.3. Vantagens da utilização de energia fotovoltaica</b> .....	<b>27</b>
<b>2.3.4. Desafios a serem superados no âmbito nacional</b> .....	<b>28</b>
2.4. POTENCIAL ENERGÉTICO DO BIOGÁS.....	29
<b>2.4.1. Panorama do biogás no Brasil</b> .....	<b>29</b>
<b>2.4.2. Produção de biogás no âmbito rural</b> .....	<b>31</b>
<b>2.4.3. Processo de conversão da cama de frango em biogás</b> .....	<b>32</b>
<b>2.4.4. Vantagens da utilização de biogás</b> .....	<b>36</b>
<b>2.4.5. Desafios a serem superados no âmbito nacional</b> .....	<b>36</b>
2.5. ANÁLISE DE VIABILIDADE ECONÔMICA .....	37
2.6. ENERGIA RENOVÁVEL E DESENVOLVIMENTO RURAL SUSTENTÁVEL.....	38
<b>2.6.1. Desenvolvimento rural sustentável</b> .....	<b>38</b>
<b>2.6.2. Energia renovável como pilar do desenvolvimento rural sustentável</b> .....	<b>40</b>
<b>3. MÉTODOS E TÉCNICA DE PESQUISA</b> .....	<b>42</b>
3.1. TIPO E DESCRIÇÃO DA PESQUISA .....	42
3.2. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO.....	42
3.3. CARACTERÍSTICA DO SISTEMA FOTOVOLTAICO A SER IMPLANTADO.....	44
3.4. CARACTERÍSTICA DO SISTEMA DE BIOGÁS A SER IMPLANTADO .....	45
3.5. TÉCNICAS DE AVALIAÇÃO DE INVESTIMENTOS DE CAPITAL .....	48
<b>4. RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	<b>52</b>
4.1. SISTEMA DE PRODUÇÃO DE ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA .....	52
<b>4.1.1. Investimentos fixos para instalação do sistema solar fotovoltaico</b> .....	<b>52</b>
<b>4.1.2. Estimativas dos custos, despesas e receitas</b> .....	<b>53</b>
<b>4.1.3. Fluxo de caixa</b> .....	<b>54</b>
4.2. SISTEMAS DE PRODUÇÃO DE BIOGÁS A PARTIR DE CAMA DE FRANGO .....	55
<b>4.2.1. Investimentos fixos para instalação do sistema de produção de biogás</b> .....	<b>55</b>

<b>4.2.2. Estimativas dos custos, despesas e receitas .....</b>	<b>56</b>
<b>4.2.3. Fluxo de caixa .....</b>	<b>57</b>
4.3. DETERMINAÇÃO DA TAXA MÍNIMA DE ATRATIVIDADE .....	59
4.4. AVALIAÇÃO DO SISTEMA DE PRODUÇÃO DE ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA ....	62
4.5. AVALIAÇÃO DO SISTEMA DE PRODUÇÃO DE BIOGÁS A PARTIR DE CAMA DE FRANGO .....	63
4.6. ANÁLISE COMPARATIVA DOS PROJETOS: ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA E BIOGÁS .....	66
<b>5. CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>68</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>70</b>

## 1. INTRODUÇÃO

A avicultura de corte no âmbito nacional até meados de 1970 constituía-se em uma atividade praticada quase que exclusivamente nas regiões sul e sudeste, entretanto, a partir da década de 80, dado o movimento de expansão da fronteira agrícola houve uma imensa migração das indústrias avícolas para outras regiões do país, em especial para o Centro-Oeste (CARLETTI FILHO, 2005).

Em relação ao Estado de Mato Grosso do Sul, os principais motivos que impulsionaram a vinda dessas agroindústrias foram à presença de mão de obra e matéria-prima (soja, milho e insumos base para a fabricação de ração), assim como sua localização geográfica estratégica (RODRIGUES et al., 2015).

Atualmente o Estado ocupa posição de destaque no panorama brasileiro, sendo apontado como o oitavo maior produtor e o sexto exportador no âmbito nacional (ABPA, 2017). Dentre os municípios produtores do Estado, destacam-se Sidrolândia e Dourados (FAMASUL, 2019).

A produção é realizada através do sistema de produção integrada, firmada entre os produtores e as agroindústrias (RODRIGUES et al., 2015). Estima-se que 100% da produção de Dourados sejam realizadas por meio desse sistema de produção (FAMASUL, 2019). Neste tipo de parceria a integradora se responsabiliza pelo fornecimento de pintainhos, ração, medicamentos, transporte de aves ao abatedouro, assistência técnica, entre outros (RICHETTI; SANTOS, 2000).

O produtor integrado, no que lhe concerne, 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 recebimento de novos lotes (RODRIGUES et al., 2015).

Além disso, há a obrigação de o avicultor realizar constantes adaptações e inserções de novos modelos de produção, conforme solicitação da integradora. A tendência do setor é para a utilização da tecnologia *Dark House*, cujo objetivo consiste na produção mediante controle de ambiência dos aviários (ARCANO et al., 2018).

Como consequência das constantes adoções de tecnologias verifica-se que o setor tornou-se cada vez mais dependente de energia elétrica para o seu funcionamento: ventilação, aquecimento, controle de temperatura, alimentação, iluminação, dentre outros (BUENO, 2004). Tendo em vista esse cenário, os avicultores necessitam repensar novas formas de se obter essa energia, ou seja, mediante fonte de energias renováveis, pois sua utilização é

considerada um importante elemento para redução deste custo, além de possibilitar a diversificação da matriz energética e promover o desenvolvimento sustentável (DIAS et al., 2017; JEFFREY KUO, 2017). Apesar disso, sua massificação é limitada por algumas barreiras, como as econômicas, devido o alto custo de investimento inicial necessário para sua implantação (UCZAI, 2011).

Nesse sentido, entendendo a relevância de se conhecer e analisar os fatores que afetam o custo da adoção e implantação desses tipos de energias objetivou-se analisar a viabilidade econômica da produção de energia solar fotovoltaica e de energia gerada a partir da cama de frango (biogás) na produção de frango de corte no Município de Dourados/MS.

Como objetivos específicos: efetuou-se o levantamento dos custos para adoção desse tipo de energia; elaborou-se o fluxo de caixa e aplicou-se as ferramentas de viabilidade econômica de modo a indicar dentre os dois sistemas de produção de energia qual é o mais viável economicamente a realidade do produtor integrado da região.

Estudos que tratam da produção de energia renovável em propriedades avícolas, de um modo unânime, se propuseram analisar especificamente um tipo de energia como os estudos realizados por Bazen e Brown (2009), Silva (2017), Arcano et al., (2018) e Primieri (2019), no caso da energia fotovoltaica, enquanto Ferrarez (2009), Baldin (2013), Sarmiento et al., (2015) e Ali e Al-Sa'ed (2018) concentram seus estudos na produção de energia elétrica a partir da cama de frango (biogás).

Entretanto, não foi constatado até o presente momento nenhum estudo que verificasse dentre às duas opções qual é a mais vantajosa economicamente, diante disso, e na perspectiva de contribuir com as pesquisas já existentes esta pesquisa se propôs a efetuar essa análise comparativa no intento de apresentar opções para o produtor realizar sua tomada de decisão de forma técnica e com menor risco.

Optou-se por realizar esta pesquisa considerando essas duas fontes de energia, haja vista, ambas serem apontadas como duas alternativas promissoras para o setor de avicultura de corte. No que se refere à energia solar fotovoltaica, o Brasil possui um grande potencial de produção pelo fato de dispor de um dos maiores índices de irradiação solar em âmbito mundial (FARIA JÚNIOR et al., 2017; GARLET et. al., 2019).

Quanto ao biogás, a avicultura de corte produz uma quantidade expressiva de cama de frango (MATHERI et al., 2017; SARMENTO et al., 2015), sendo necessário pensar em novos métodos de manejo para minimizar os impactos causados por esse resíduo (PALHARES, 2004).

Esta pesquisa constitui-se de cinco seções, incluindo introdução. A segunda seção apresenta a plataforma teórica utilizada na pesquisa. Na terceira seção é detalhada a metodologia de pesquisa utilizada nesse estudo de caso. Na quarta foi efetuada a análise econômica dos respectivos projetos e na quinta seção foram apresentadas as considerações finais da pesquisa.



## **2. REFERENCIAL TEÓRICO**

Neste capítulo é abordado o referencial teórico dos assuntos relacionados ao tema e aos objetivos propostos neste estudo. Em um primeiro momento é enfatizada a questão da avicultura de corte, sua importância no cenário nacional, assim como na região de Dourados (MS). Na sequência, discorre-se sobre a questão das energias renováveis (energia solar e biogás produzido a partir da cama de frango), processo de produção dessas energias, vantagens de sua utilização e desafios a serem superados no âmbito nacional. Em seguida, evidencia-se a importância da viabilidade econômica para adoção ou não de um determinado projeto e por fim aponta-se a influência da sustentabilidade energética para o desenvolvimento rural sustentável.

### **2.1. AVICULTURA DE CORTE**

#### **2.1.1. Panorama da Avicultura Industrial no Brasil**

Para Rodrigues (2014), as mudanças da avicultura de corte no âmbito nacional apresentaram-se respectivamente em três fases. A primeira fase iniciou-se entre os anos de 1950 e 1970; nesse período ocorreu o desenvolvimento de pesquisas genéticas e introdução de novas linhagens de raças. As pesquisas de novas linhagens influenciaram na diminuição da mortalidade, redução da idade de abate, aumento da capacidade de conversão alimentar e crescimento das aves, o que culminou no aumento da produtividade (CANEVER et al., 1997; ALBINO; TAVERNARI, 2008).

A segunda fase ocorreu entre os anos de 1970 a 1990. Essa fase foi caracterizada pela instalação de novas empresas avícolas (concentradas na região sul e sudeste) e pela adoção do sistema integrado de produção (RODRIGUES et al., 2015; ZEN et al., 2014). A terceira fase sucedeu-se no período pós 1990 com abertura da economia latino-americana. A abertura econômica proporcionou uma acirrada concorrência no âmbito mundial, dessa forma, as agroindústrias processadoras necessitaram desenvolver novas estratégias de modo a se manterem no mercado (ESPÍNDOLA, 2012).

A partir desse novo cenário, as agroindústrias se dispersaram para outras regiões do país. Essa expansão produtiva proporcionou a região Centro-Oeste tornar-se um novo polo para as grandes empresas processadoras, dada suas características específicas, por exemplo, ser uma importante produtora de milho e soja, componentes bases da alimentação das aves

(RODRIGUES et al., 2015; ALBINO; TAVERNARI, 2008).

Essa dispersão da agroindústria avícola influenciou significativamente para que o país se consolidasse como um importante produtor e exportador no contexto mundial. Atualmente, o país é considerado como um dos maiores exportadores de frango (Tabela 1).

**Tabela 1 - Maiores exportadores mundiais de carne de frango (mil toneladas)**

	<b>2013</b>	<b>2014</b>	<b>2015</b>	<b>2016</b>	<b>2017</b>
<b>Brasil</b>	3.918	4.099	4.304	4.384	4.320
E.U.A	3.354	3.297	2.990	3.015	3.317
U.E-28	1.095	1.100	1.150	1.276	1.367
Tailândia	540	540	580	690	827
China	415	440	395	386	437
Outros	1.409	1.501	1.376	1430	1.858
<b>Total</b>	<b>10.731</b>	<b>10.977</b>	<b>10.795</b>	<b>11.181</b>	<b>12.126</b>

Fonte: Adaptado de ABPA (2017).

Segundo os dados apresentados na Tabela 1, percebe-se que Brasil é o maior exportador no âmbito mundial, essa posição é ocupada pelo país desde o ano de 2004, enquanto os EUA ocupam a segunda posição; estes dois países juntamente foram responsáveis pelas exportações de mais de 65% do volume exportado em 2017 (EMBRAPA, 2017). Quanto à produção, ocorre uma inversão de posição, conforme descrito na Tabela 2.

**Tabela 2 - Maiores produtores mundiais de carne de frango (mil toneladas)**

	<b>2013</b>	<b>2014</b>	<b>2015</b>	<b>2016</b>	<b>2017</b>
E.U.A	16.958	17.254	17.966	18.261	18.596
<b>Brasil</b>	<b>12.308</b>	<b>12.691</b>	<b>13.146</b>	<b>12.900</b>	<b>13.056</b>
China	13.500	13.000	13.025	12.300	11.600
U.E-28	9.750	10.070	10.600	11.330	11.700
Índia	3.420	3.725	3.900	4.200	4.400
Outros	28.242	29.337	29.373	29.727	30.629
<b>Total</b>	<b>84.178</b>	<b>86.077</b>	<b>88.010</b>	<b>88.718</b>	<b>89.981</b>

Fonte: Adaptado de ABPA (2017).

De acordo com a Tabela 2, em 2017 o Brasil produziu 13.056 mil toneladas de frango ocupando a segunda posição na classificação dos dez principais produtores mundiais. Em 2015, o Brasil ultrapassou a China e desde então vem mantendo-se na posição (EMBRAPA, 2017).

### 2.1.2. Avicultura de corte na Região de Dourados, Mato Grosso do Sul, Brasil

No período de 1970 a 1990, a avicultura de corte no Estado de Mato Grosso do Sul era realizada em granjas autônomas, nas quais os abates eram feitos de forma manual pelos próprios granjeiros, cuja produção era designada para o próprio consumo ou para comercialização local (MIZUSAKI, 2009).

Sua expansão ocorreu nos anos de 1980, “com a perspectiva de priorizar a agricultura familiar, conforme declarações obtidas na época junto às empresas instaladas, como a COOAGRI, em 1990” (MIZUSAKI, 2007, p. 137). Os fatores que influenciaram para a instalação das agroindústrias no Estado foram: disponibilidade de milho e soja, existência de mão de obra, localização estratégica do Estado e presença de incentivos financeiros (RODRIGUES et al., 2015).

A disponibilidade de soja e milho foram fatores essenciais para que a agroindústria se instalasse nessa região, por serem insumos básicos utilizados na avicultura de corte (RODRIGUES et al., 2015). Segundo o estudo desenvolvido por Helfand e Rezende (1998), estima-se que a ração utilizada na alimentação do frango seja formada por 67,0% de milho e 33,0% de soja.

No que se refere à existência de mão de obra, esta disponibilidade se deu pela presença de mão de obra familiar no Estado, ocasionada pela criação da Colônia Agrícola Nacional de Dourados-CAND (SANTANA JUNIOR, 2009). A colônia foi criada no sul de Mato Grosso em 1943<sup>1</sup> e passou a receber migrantes mais intensamente a partir de 1948, com a vinda de milhares de famílias de vários Estados brasileiros, as quais almejavam terras e melhores condições de vida (SANTANA JUNIOR, 2009).

Outro fator a ser mencionado é a localização estratégica de Mato Grosso do Sul, pois o Estado possui proximidade com os grandes centros de consumo do país (SEMAGRO, 2017). No que diz respeito ao papel das políticas públicas, houve incentivo no âmbito federal, estadual e municipal, conforme descrito abaixo:

a) No âmbito federal pode-se destacar o Fundo constitucional do Centro Oeste-FCO: essa linha de crédito foi criada pela Constituição Federal de 1988 e regulamentada pela Lei n.º 7.827 de 1989 com o intuito de promover o desenvolvimento econômico e social da Região Centro Oeste (Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Goiás e Distrito Federal)

---

<sup>1</sup> O Estado era denominado de Sul de Mato Grosso por pertencer ao Estado de Mato Grosso até meados de 1977, ano em que houve a divisão do Estado, a partir dessa divisão a parte sul foi denominada de Estado de Mato Grosso do Sul e a parte norte manteve o nome de Mato Grosso.

(SUDECO, 2016). Sendo apontada como de essencial importância para o desenvolvimento da avicultura de corte no Estado (MICHELS; GORDIN, 2004; MIZUSAKI, 2009), em função de ter contribuído para o financiamento dos aviários (RODRIGUES, 2014).

b) O governo estadual, no que lhe concerne, auxiliou para o desenvolvimento da indústria avícola mediante incentivos e benefícios fiscais, como: dedução do imposto sobre circulação de mercadoria e serviços – ICMS, criação do Programa MS Empreendedor (Lei Complementar n.º 93/01), entre outros (RODRIGUES, 2014).

c) Quanto às políticas municipais, apresentaram-se de formas diferenciadas, variando de município para município, dentre elas podem-se citar: “doação de áreas; execução de serviços de infraestrutura necessários; redução ou isenção de imposto predial territorial urbano - IPTU e imposto sobre serviços - ISS; e Capacitação de mão de obra” (RODRIGUES, 2014, p. 20).

Estas políticas de incentivos foram importantes para que a avicultura de corte Sul Mato Grossense se consolidasse no âmbito nacional. Atualmente o Estado apresenta-se entre os dez principais produtores e exportadores do Brasil. Em 2018, ocupou o oitavo lugar no quesito produção (452 mil toneladas) e o sexto na exportação (158 mil toneladas) (EMBRAPA, 2019).

Mato Grosso do Sul dispõe atualmente de um total de 1.225 aviários provenientes de 497 produtores ativos integrados a um dos cinco frigoríficos (Tabela 3) instalados na região. Os aviários estão situados em 27 municípios, em sua maioria, na Microrregião de Campo Grande e de Dourados (SEMAGRO, 2017; SFA/MS, 2013).

**Tabela 3 - Empresas abatedoras de frango de corte em Mato Grosso do Sul**

<b>Município</b>	<b>Produtores Integrados</b>	<b>Galpões/ Granjas</b>	<b>Abate Diário. Cabeças/dia</b>	<b>Peso Kg Ave/abatida</b>
Itaquiraí- Frango Bello	116	186	137.000	3,2
Aparecida do Taboado- Frango Bello	28	101	40.000	3,0
Dourados- BRF	145	370	145.000	2,78
Caarapó – JBS	72	144	115.000	1,35
Sidrolândia– JBS	136	424	190.000	2,8
<b>TOTAL</b>	<b>497</b>	<b>1.225</b>	<b>627.000</b>	

Fonte: Agraer (2019).

Embora o frigorífico situado em Dourados (Tabela 3) possua um número maior de produtores integrados (145), observa-se que Sidrolândia apresenta um volume maior de abates diários, o que reforça sua posição na classificação de produção; atualmente o município de

Sidrolândia apresenta-se como o maior produtor de frangos de corte do Estado e Dourados o segundo, conforme descrito na Tabela 4.

**Tabela 4 - Maiores produtores de frango de corte em Mato Grosso do Sul**

	2014	2015	2016	2017	2018
Sidrolândia	42.855.384	47.038.632	45.123.591	49.356.853	46.600.004
Dourados	17.446.965	19.117.109	19.515.888	18.401.387	19.069.940
Itaquiraí	12.005.863	11.987.332	10.331.875	11.521.589	11.097.146
Aparecida do Taboado	7.102.198	8.144.172	9.634.437	8.713.320	8.103.128
Itaporã	6.604.808	7.050.856	8.649.157	8.325.729	7.588.376
Fátima do Sul	6.421.511	7.434.077	7.254.424	7.332.934	7.557.293
Caarapó	9.717.689	8.842.545	7.955.934	7.722.362	7.452.883
Glória de Dourados	6.225.290	6.706.911	5.998.184	5.806.088	7.117.778
Iguatemi	129.032	3.017.853	4.837.482	4.970.518	4.539.537
Laguna Carapã	2.037.991	2.165.470	2.499.868	3.858.148	3.763.669

Fonte: Adaptado de SIF (2019).

No que se refere ao número de postos de trabalho gerados, estima-se que cada aviário seja responsável por gerar em média dois empregos diretos e cinco indiretos, sendo a cadeia avícola responsável por criar 2.450 empregos diretos e 6.125 indiretos (AGRAER, 2019).

### 2.1.3. Relação entre o sistema integrado de produção e a demanda por energia

O sistema integrado sob contrato surgiu paralelamente à grande modernização da avicultura, como processo de mudança na estratégia organizacional, disseminando-se rapidamente (RICHETI; SANTOS, 2000). No atual cenário, a avicultura de corte brasileira está baseada nesse sistema, 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). Estima-se que 22% dos custos totais de produção sejam oriundos do uso deste insumo (BALDIN, 2013).

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. ENERGIA RENOVÁVEL NO BRASIL

A grande dependência por fontes de energia não renováveis como o petróleo e o carvão mineral têm levantado inúmeros questionamentos sobre seu uso, uma vez que essas fontes tradicionais impactam diretamente na mudança climática, poluição e aquecimento global (CORAM; KATZNER, 2018).

Frente a este panorama, a demanda por energia que não agrida o meio ambiente passou a ser assunto de destaque e atenção nos diversos países, pois, além de serem apontados como substitutos dos combustíveis fósseis, são considerados como fontes inesgotáveis (NASCIMENTO, 2017).

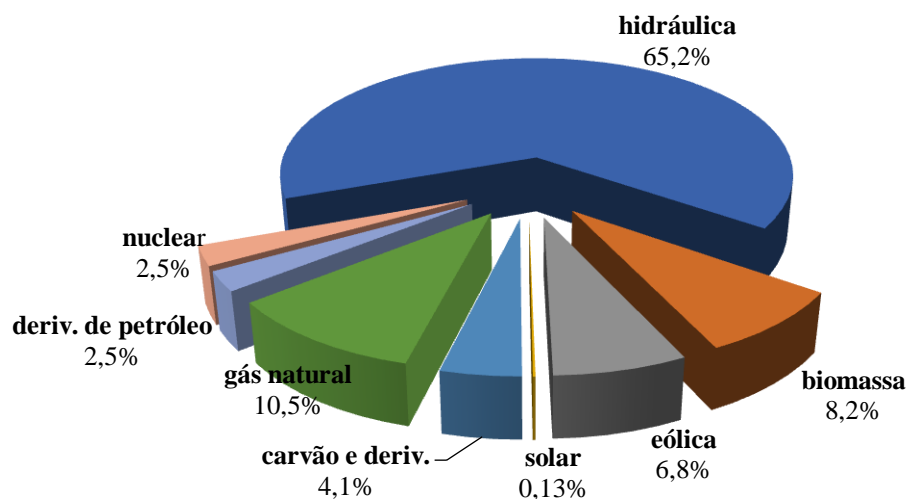
As fontes renováveis são caracterizadas como sendo aquelas em que os recursos naturais utilizados são capazes de se regenerar e sua utilização não contribui com o efeito estufa (NASCIMENTO; ALVES, 2016; NASCIMENTO, 2017). Estas fontes incluem: energia solar, eólica, marinha, hidráulica, geotérmica, bioenergética, entre outros. Os principais tipos de energias renováveis, as tecnologias correspondentes e suas aplicações são apresentados na Tabela 5.

**Tabela 5** - Fontes renováveis, tecnologias e aplicações

TIPO	FONTE	TECNOLOGIAS	APLICAÇÕES
Energia solar	Sol	Fotovoltaica, solar, térmica.	Eletricidade, aquecimento e arrefecimento.
Energia eólica	Vento	Turbinas eólicas.	Eletricidade.
Energia marinha	Ondas, marés	Barragens, maremotrizes.	Eletricidade.
Energia hidráulica	Água	Centrais hidroelétricas.	Eletricidade
Energia geotérmica	Terra	Bombas geotérmicas e de calor.	Eletricidade, aquecimento e arrefecimento.
Bioenergia	Biomassa, resíduos	Combustão de biomassa, centrais de biogás, biocombustíveis.	Eletricidade, aquecimento e transportes.

Fonte: TCE (2018).

Segundo as informações descritas na Tabela 5, observa-se que a energia renovável pode ser oriunda de diversas fontes, assim como utilizadas de várias formas (eletricidade, aquecimento e transporte). No cenário de energia renovável, verifica-se que o Brasil possui uma das matrizes mais renováveis em abrangência mundial, conforme detalhamento efetuado na Figura 1.

**Figura 1** - Oferta interna de energia elétrica por fonte (ano base 2017)

Fonte: Adaptado de EPE (2018).

De acordo com a Figura 1, averigua-se que a principal fonte presente na matriz energética brasileira é a hidráulica, com 65,20% de oferta interna de energia elétrica. A partir desse cenário nota-se uma dependência quase que total do Brasil por uma única fonte, o que tende a limitar seu crescimento econômico (TOLMASQUIM et al., 2007). Além disso, as

hidrelétricas promovem danos ambientais ao país, como: inundações em áreas de matas, interferências nos fluxos dos rios, destruição de espécies vegetais, entre outros (QUEIROZ et al., 2013).

Nessa perspectiva, observa-se que a produção de energias alternativas é uma necessidade indiscutível para o desenvolvimento sustentável do país. Ainda que a abundância de grandes rios conduza a uma opção pela energia hidrelétrica, não há dúvidas entre os estudiosos do assunto, de que é preciso diversificar a matriz energética brasileira de modo a ampliar as opções que tenham pouco impacto sobre o meio ambiente (UCZAI, 2012).

Se, por um lado, tem-se a sorte de dispor de imenso potencial hidrelétrico, por outro lado, observa-se que o modelo atual precisa ser corrigido e adaptado para as necessidades das futuras gerações, sendo assim, quanto mais cedo ocorrer essa mudança, menores serão os custos para a sociedade e maiores os retornos para o projeto de desenvolvimento sustentável do qual toda sociedade almeja (UCZAI, 2012).

### 2.3. ENERGIA SOLAR

Nos últimos anos, a questão energética desencadeou novas discussões quanto à necessidade da utilização de fontes renováveis; dentre essas fontes destacam-se a energia solar, haja vista ser considerada como uma fonte limpa e inesgotável. Esse tipo de energia provém do sol sendo captada através de painéis solares.

#### 2.3.1. Panorama da energia solar fotovoltaica no Brasil

O Brasil possui um grande potencial na produção de energia solar. Sua radiação solar varia entre 1.500 e 2.500 kWh/m<sup>2</sup> em qualquer região do território, enquanto nos países europeus (líderes em capacidade instalada de geração distribuída fotovoltaica) a radiação apresenta níveis entre 900 e 1.250 kWh/m<sup>2</sup> (PEREIRA et al., 2006; EPE, 2014).

Apesar disso, a capacidade instalada do Brasil demonstra-se pouco expressiva quando comparada aos 20 maiores produtores mundiais; ambos possuem uma capacidade instalada superior a 1 GWp, enquanto a do Brasil, em 2016, foi de 81MW (MME, 2017). Dada a necessidade de estímulos para impulsionar o desenvolvimento da energia solar no âmbito nacional, o país iniciou nos últimos anos seu processo de inclusão da energia solar fotovoltaica em sua matriz elétrica, conforme segue:



- **Programa de pesquisa e desenvolvimento (P&D):** foi implantado pela ANEEL em agosto de 2011 com o propósito de promover a instalação de usinas solares fotovoltaicas de 0,5 MWp a 3 MWp e de estações solarimétricas para a análise do desempenho técnico-econômico de projetos (ABINEE, 2012).

- **Programa Luz para Todos:** este programa teve como finalidade estimular a instalação de painéis solares em unidades consumidoras que não dispusessem de acessos à energia elétrica, mediante o uso de sistema fotovoltaico isolado (SILVA, 2015).

- **Convênio Número 101, de 1997, do Conselho Nacional de Política Fazendária (CONFAZ):** este convênio teve como intuito isentar do Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços (ICMS) equipamentos para geração de energia elétrica através de sistemas eólicos e solares, excluindo-se dessa isenção equipamentos como, medidores e inversores (SILVA, 2015).

- **Sistema de cotas:** consiste em um sistema no qual as distribuidoras de energia elétrica são obrigadas a usar fontes de energias renováveis, de modo a atender parte de seu mercado (EPE, 2012).

- **Net metering:** instituída pela Resolução Normativa n.º 482, de 17 de abril de 2012, pela ANEEL, essa modalidade tem como objetivo permitir aos consumidores:

“(i) instalar pequenas usinas (hidráulica, solar, eólica, biomassa ou de cogeração qualificada), de forma a injetar a energia gerada na rede da distribuidora na qual estão conectados; (ii) ceder essa energia a título de empréstimo gratuito à distribuidora; e (iii) compensar o montante emprestado com o consumo próprio de energia elétrica” (SILVA, 2015, p. 20).

- **Programa de Desenvolvimento da Geração Distribuída de Energia Elétrica – PROGD:** criado pela portaria n.º 538, de 15 de dezembro de 2015, com o propósito de promover a geração de energia através do uso de fontes renováveis, em especial a solar fotovoltaica (OLIVEIRA et al., 2017). “A expectativa dessa iniciativa é fomentar investimentos de até R\$100 bilhões e que 2,7 milhões de estabelecimentos residenciais, comerciais e industriais gerem sua própria energia até 2030” (OLIVEIRA et al., 2017, p.383).

- **Venda direta a Consumidores:** “permissão para que geradores de energia de fonte solar, e de outras fontes alternativas, com potência injetada inferior a 50.000 kW comercializem energia elétrica, sem intermediação das distribuidoras, com consumidores especiais<sup>2</sup>, com carga entre 500 kW e 3.000 kW” (SILVA, 2015, p. 9).

---

<sup>2</sup> Esses consumidores não preenchem os requisitos para serem classificados como consumidores livres, que compram energia diretamente de usinas de geração, sem intermédio das distribuidoras (é exigida carga superior a 3.000 kW). Entretanto, há permissão para realizar tal aquisição se a energia for proveniente de fontes alternativas, dentre as quais a solar (SILVA, 2015, p. 9).

- **Tributação:** mediante homologação da lei n.º 13.169 de 06 de outubro de 2015, foi aprovada a isenção do pagamento de PIS (Programa de Integração Social) e COFINS (Contribuição para o Financiamento da Seguridade Social) sobre energia injetada na rede pelo consumidor (unidade consumidora com micro ou minigeração distribuída) e não compensada (ANEEL, 2016). “Tendo em vista que, o PIS e a COFINS são tributos federais, a regra estabelecida pela lei vale igualmente para todos os Estados do país” (ANEEL, 2016, p. 14).

A partir deste panorama, observa-se que o Brasil apresentou uma evolução nos incentivos à adoção de energia fotovoltaica nos últimos anos, no entanto, esses estímulos ainda são modestos para aumentar sua participação na matriz energética nacional (FERREIRA et al., 2018). De acordo com autor supracitado, para que isso ocorra deve haver uma redução mais significativa no custo de produção que necessitam englobar a cadeia fotovoltaica do Brasil como um todo, com o intuito de estimular o desenvolvimento desse mercado (FERREIRA et al., 2018).

### 2.3.2. Processo de conversão da energia solar em fotovoltaica

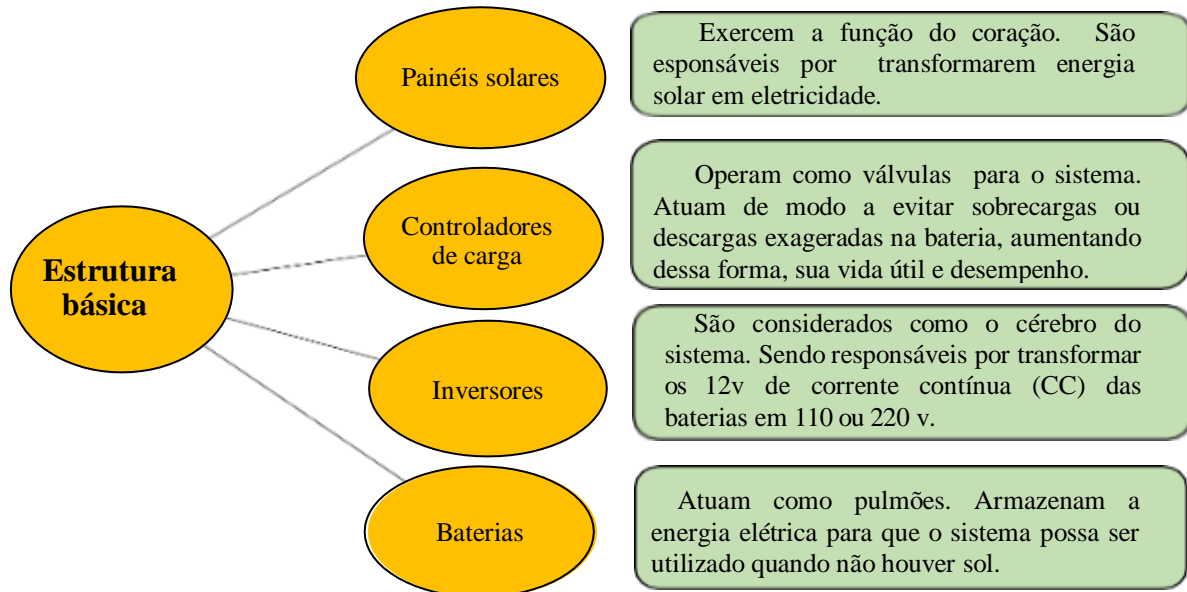
A energia solar fotovoltaica é gerada através da conversão direta de radiação solar em eletricidade, a partir do uso de um dispositivo denominado de célula fotovoltaica (SHITTU et al., 2019). Existem dois tipos de sistemas fotovoltaicos: os conectados à rede (*grid-tie* ou *on-grid*) e os sistemas isolados (*off-grid*) (NEOSOLAR, 2017).

O sistema *on grid* dispensa o uso de baterias, neste sistema toda energia produzida pode ser consumida integralmente ou injetada diretamente na rede elétrica, quando a geração for maior que o consumo, utilizando-se a energia proveniente da rede elétrica quando sua produção for inferior ao seu consumo (BLUE SOL, 2017).

O sistema *off grid*, por sua vez, difere-se do anterior por não se conectar à rede elétrica, sendo instalado diretamente no aparelho que se pretende utilizar a energia e construído a partir de um propósito específico (BLUE SOL, 2017).

O sistema solar fotovoltaico é composto por quatro componentes básicos, conforme descrito na Figura 2.

**Figura 2 - Composição básica do sistema fotovoltaico**



Fonte: Elaborada pela autora a partir de Absolar (2017).

As células fotovoltaicas são produzidas a partir de materiais semicondutores e quando expostas à luz parte dos elétrons do material iluminado absorvem fótons (partículas de energia presentes na luz solar). A energia dos fótons é transferida para os elétrons que então ganham a capacidade de movimentar-se. O movimento dos elétrons, por sua vez, gera corrente elétrica na célula de energia solar que ficam disponíveis para serem usados na forma de energia elétrica (ABSOLAR, 2017).

### 2.3.3. Vantagens da utilização de energia fotovoltaica

A tecnologia fotovoltaica é tida como uma alternativa energética promissora (RAMOS et al., 2010). Dada suas características específicas, é considerada uma fonte abundante, permanente e renovável. Para Oliveira et al. (2017, p. 386), este sistema de produção de energia apresenta assaz vantagens, tais como:

- Não consumir combustível;
- Não produzir poluição;
- Exigir apenas a limpeza dos painéis, já que não contém peças móveis;
- Ser resistente a condições climáticas extremas, como, granizo, vento, etc.
- Proporcionar o aumento da potência instalada através das incorporações de módulos adicionais, e;
- Produzir energia mesmo em dias nublados.

Na visão de Naruto (2017) esse sistema apresenta benefícios econômicos, políticos, sociais e técnicos. Sob o aspecto econômico, verifica-se uma redução dos custos com energia elétrica. No que tange o aspecto ambiental, observa-se a diminuição: da emissão de gases do

efeito estufa, da emissão de materiais particulados e aplicação de recursos hídricos para a geração de energia elétrica (NASCIMENTO, 2017). Do ponto de vista elétrico (operacional), observa-se a diversificação da matriz, o aumento de segurança no fornecimento e a diminuição de perdas no sistema de transmissão e distribuição (FARIA JÚNIOR et al., 2017).

Em relação ao benefício social, este sistema permite uma melhor qualidade de vida às pessoas, além de ser considerado como geradora de novos postos de trabalho. Estima-se que esse mercado gere em média de 25 a 30 empregos diretos ao ano (NARUTO, 2017; ABSOLAR, 2017).

#### **2.3.4. Desafios a serem superados no âmbito nacional**

Ainda que a energia solar fotovoltaica apresente-se como uma alternativa de produção de energia limpa e sustentável (GARLET et al., 2019), existem certos entraves a sua implantação e difusão no Brasil, tais como: altos custos dos equipamentos, falta de informação por parte dos consumidores, setor energético controlado, ausência de mão de obra qualificada e de políticas de incentivos adequados (FARIA JÚNIOR; 2017; FERREIRA et al., 2018). Apesar de os custos da produção de energia fotovoltaica terem apresentados uma diminuição nos últimos anos, é considerado caro, quando comparados aos meios convencionais de geração de energia (SHIMURA et al., 2016).

Outro fator que dificulta a geração descentralizada na visão de Rella (2017), é a atitude das distribuidoras de energia que administram todo o processo, desde a análise do projeto inicial de engenharia até a conexão à rede elétrica. Para a autora, as empresas que negociam energia (compram das geradoras e revendem aos consumidores) não estão interessadas em promover um negócio que tende a afetar seus lucros (RELLA, 2017).

A geração distribuída traz um impacto gigantesco ao sistema elétrico convencional devido a sua ambição de aumentar o controle e as escolhas do consumidor, ao mesmo tempo em que minimiza a gestão do operador central, incluindo sistemas de armazenamento e despachos independentes proveniente da geração distribuída. Essas características, embora pareçam favoráveis à sociedade, tem a possibilidade de impactar profundamente a rede elétrica caso não esteja devidamente preparada para essa inserção, provocando consequências graves com relação à qualidade da energia elétrica fornecida ao consumidor final (NARUTO, 2017, p.39).

Para Faria Júnior et al. (2017, p.2) “a falta de tecnologia produzida em solo brasileiro continua sendo uma das principais barreiras ao desenvolvimento de energia solar. A produção de painéis fotovoltaicos e outros equipamentos no Brasil seria um grande salto para o barateamento desta fonte”. Assim sendo, para que o uso dessa tecnologia possa se

intensificar no país, faz-se necessário a promoção de estratégias governamentais que envolvam prioritariamente as seguintes dimensões: técnica, econômica, social, gerencial e política (GARLET et al., 2019).

## 2.4. POTENCIAL ENERGÉTICO DO BIOGÁS

O biogás é o nome dado à mistura gasosa gerada durante a biodegradação anaeróbia da matéria orgânica (MATHERI et al., 2017). “Na forma como é produzido nos biodigestores é constituído basicamente de 60 a 70% de metano ( $\text{CH}_4$ ) e 30 a 40% de dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ), além de traços de  $\text{O}_2$ ,  $\text{N}_2$ ,  $\text{H}_2\text{S}$ ,” etc. (PALHARES, 2006, p. 5).

Consiste em uma energia proveniente da biomassa, sendo está definida como uma fonte de energia renovável que pode ser utilizada na forma de combustível, calor ou eletricidade (MATHERI et al., 2017). Em relação à energia elétrica, o biogás pode ser usado a partir de módulos geradores que são implementados de acordo com o potencial energético do biodigestor ou do aterro (LORA; VENTURINI et al., 2012). Essa alternativa de energia tem ganhado força nas últimas décadas, haja vista ser considerada como uma fonte de energia limpa e que contribui para a redução do volume de resíduos sólidos (ABIOGÁS, 2015).

### 2.4.1. Panorama do biogás no Brasil

Cronologicamente, o biogás teve sua primeira aparição na matriz energética brasileira em meados dos anos 70, sendo integrado à “revolução verde”. Diferentemente de outras fontes energéticas, ele não apresentou êxito, dado a ausência de controle de qualidade (ABIOGÁS, 2015). Tal energia ressurgiu no cenário internacional a partir do Protocolo de Kyoto<sup>3</sup>, em 1997 (ABIOGÁS, 2015).

Atualmente o Brasil apresenta potencialidade na produção de biogás. Segundo dados da Agência Nacional de Energia Elétrica, a produção de biogás para geração de energia elétrica atingiu a marca de 118,6 MW de energia instalada em fevereiro de 2017, o que representa um crescimento percentual de 30% em relação ao ano de 2016 (UDOP, 2017). O país dispõe de 29 usinas ativas: 15 são operadas em aterros a partir de resíduos sólidos urbanos, 11 com resíduos animais e 3 através de fontes agroindustriais (UDOP, 2017).

---

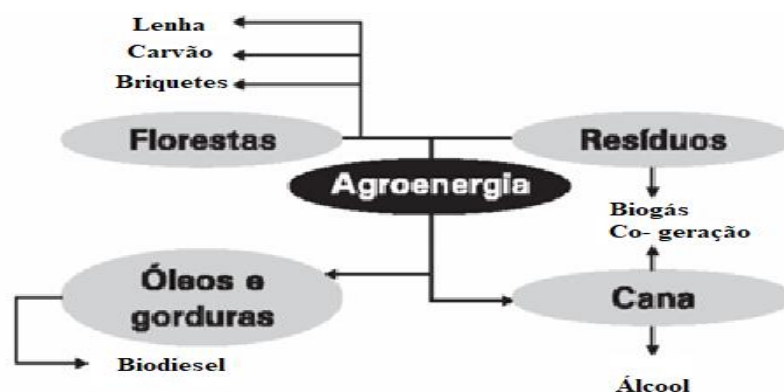
<sup>3</sup> O Protocolo de Kyoto – “acordo internacional que estabeleceu metas de redução de gases poluentes, limitou emissões dos seis gases que provocam o efeito estufa, pois se acreditava que estivessem ligados ao aquecimento global” ( HONÓRIO, 2009, p. 50).

Essa expansão na produção de biogás ocorreu, sobretudo, pela entrada de grandes projetos em operação. O maior deles foi o Aterro de Caieiras, em São Paulo, que adicionou 29,547 MW de energia ao sistema. Outro destaque foi o da empresa Raízen, o primeiro projeto a ganhar um leilão de energia utilizando-se a fonte biogás (UDOP, 2017).

Dada a influência dos acordos internacionais e a busca pela promoção do uso de energia limpa, o Brasil implementou políticas energéticas voltadas para a produção de biogás, dentre estas políticas, destacam-se:

- **Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS):** instituída pela lei federal n.º 12.305/2010, trata da prevenção e da redução da geração de resíduos, mediante adoção de hábitos de consumos sustentáveis, práticas de reciclagens, reutilização e destinação correta dos resíduos sólidos (MMA, 2018).
- **Programa Paulista de Biogás-SP:** instituído pelo decreto 58.659 de dezembro de 2012, este programa tem como objetivo incentivar e ampliar a participação de energias renováveis na matriz energética do Estado de São Paulo, através da geração de gases combustíveis provenientes de biomassas (DECRETO n.º 58.659, 2012).
- **Política Estadual de Gás Natural Renovável- RJ:** criada pela lei 6.361 de 2012, visa estimular a produção e o consumo de gás natural renovável – GNR, (gás resultante do processo de purificação do biogás) oriundo da biodigestão anaeróbia de resíduos orgânicos (LEI n.º 6361, 2012). Dessa forma, os distribuidores são obrigados a adquirirem gás renovável até o limite de 10% do volume de GN convencional distribuído (EPE, 2018).
- **Plano Nacional de Energia 2006-2011:** este plano objetiva organizar e desenvolver proposta de pesquisa, desenvolvimento, inovação e transferência de tecnologia para garantir sustentabilidade e competitividade às cadeias de agroenergia (Figura 3) (MAPA, 2006). Na Figura 3 é possível visualizar a matriz de agroenergia.

**Figura 3 - Matriz da produção de agroenergia**



Fonte: MAPA (2006).

Por fim, cabe citar a contribuição dos programas de financiamentos, como o Programa de Agricultura de Baixo Carbono, o Programa Nacional para a Agricultura Familiar (PRONAF) e o Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia (PROINFA) como disseminadores do uso de energias renováveis, pois oferecem créditos diferenciados que promovem desenvolvimento desta cadeia (GOMES, et al.,2014).

#### 2.4.2. Produção de biogás no âmbito rural

As práticas agrícolas têm se apresentado como uma fonte de poluição ambiental, humana e climática (ADEGBEYE et al., 2019). Em função de seu importante papel para a alimentação da população mundial, observa-se a necessidade de mudanças nas práticas atuais para as ditas sustentáveis (ADEGBEYE et al., 2019). Dentre estas práticas podem-se citar a adoção de fontes renováveis de energia.

Entre as possibilidades de produção deste tipo de energia, destaca-se o biogás, dada sua multifuncionalidade, o que lhe permite ser utilizado em quaisquer atividades que demandem de calor e/ou energia elétrica (BEZERRA et al., 2014). No meio rural, o biogás pode ser produzido através de diversos resíduos sólidos, conforme descrito no Quadro 1.

**Quadro 1 - Produção de biogás a partir de resíduos sólidos rurais**

	<b>Autor (a)</b>	<b>Propósito do estudo</b>	<b>Conclusão</b>
1	Bücker et al. (2019).	Discutir sobre o potencial de produção de biogás a partir de resíduos de peixes.	Esta pesquisa demonstrou que os resíduos industriais de processamento de peixes podem ser eficientemente convertidos em metano através do processo de monodigestão.
2	Bulak et al. (2019).	Avaliar a produção de metano a partir de resíduos derivados da criação de insetos ( <i>Hermetia illucens</i> , <i>Tenebrio molitor</i> e <i>Gryllus spp.</i> ).	A digestão anaeróbica pode ser um novo método para valorização de resíduos de pós-produção de insetos.
3	Lochyńska e Fran-kowski (2018).	Testar a composição química e analisar o rendimento de biogás gerado pela agricultura de bichos-da-seda.	Constatou-se que os resíduos da criação de bichos-da-seda apresentam maior potencial energético do que as dos seus excrementos.
4	Wang et al. (2018).	Analisar a produção de biogás a partir do uso de esterco de veado com adição de chorume.	A adição de chorume de biogás à fermentação de matérias-primas pode melhorar a produção total de biogás.
5	Silva (2018).	Discutir sobre a produção de biogás a partir de dejetos da exploração leiteira como alternativa para a redução dos impactos ambientais desta atividade.	A pesquisa constatou que a geração de biogás proporciona diversas vantagens, principalmente em relação ao meio ambiente.
6	Arshad et al. (2018).	Analisar a produção de energia elétrica a partir do biogás produzido por resíduos de aves de postura.	A utilização de resíduos de aves de postura para geração de energia é viável e ambientalmente benigna.
7	Marin et al. (2018).	Analisar, em quantidade e em qualidade, o biogás proveniente de uma unidade de produção de suínos.	O estudo demonstrou que o processo de biodigestão anaeróbia apresenta-se como uma opção viável para o manejo e tratamento da biomassa residual da atividade suinícola.
8	Haack e Oliveira (2013).	Analisar a produção de biogás e biofertilizante a partir de dejetos de caprinos.	O estudo apontou a viabilidade da implantação do respectivo projeto.

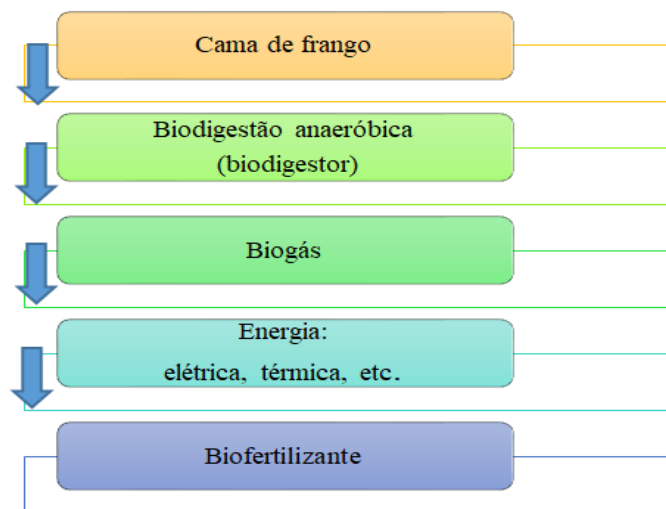
Fonte: Elaborada pela autora (2020).

Conforme o Quadro 1, observa-se as diversas possibilidades para a geração de biogás a partir de resíduos sólidos agrícolas (COLATTO; LANGER, 2011), o que torna sua utilização uma alternativa promissora ao Brasil, uma vez que o país produz uma enorme quantidade de resíduos de origem vegetal e animal (AQUINO et al., 2014).

### 2.4.3. Processo de conversão da cama de frango em biogás

No caso específico da avicultura de corte, a produção de biogás é realizada mediante o uso da cama de frango, esse processo ocorre através da utilização de biodigestores, conforme o ciclo apresentado na Figura 4. Ao final do processo, além da produção de energia elétrica gerada pelo biogás têm-se o biofertilizante (PALHARES, 2004; AZIZ et al., 2019).

**Figura 4 -** Ciclo de produção do biogás a partir da cama de frango



Fonte: Adaptado de Palhares (2004).

#### a) Cama de frango

Denominado de cama de frango, este resíduo consiste em um material utilizado na criação dos animais que inicialmente é colocado como forro nos aviários com objetivo de evitar o contato direto das aves com o piso, absorver as excretas geradas durante o ciclo de criação, além de incorporar restos de ração, de penas e de água proveniente dos bebedouros (PALHARES, 2004).

Essa matéria é considerada um composto orgânico que libera gradativamente macro e micronutrientes para a solução do solo (PALHARES, 2006). Sua composição, quantidade e características variam de acordo com o tipo de material, número de aves/m<sup>2</sup>, números de lotes criados, tempo de armazenagem, além de fatores de manejo, ambiental e fisiológico



(PALHARES, 2004). Diversos materiais podem ser utilizados como cama de frango: casca de arroz, casca de amendoim, maravalha, dentre outros (HERNANDES et al., 2002).

A produção de cama de frango tem apresentado um crescimento nos últimos anos, ocasionado pelo crescente aumento da avicultura de corte no país (PALHARES, 2004). Como destino final, a cama até meados de 2000 era fornecida para alimentação de ruminantes, porém, devido aos problemas sanitários ocorridos na Europa em 2001 (como a encefalopatia espongiforme bovina), o Ministério da Agricultura-MAPA, proibiu sua comercialização no Brasil para fins nutricionais (MAPA, 2001; PALHARES, 2004), com esta proibição o destino para este material tornou-se ainda mais restrito (STAUB et al., 2017).

Atualmente esta matéria é usada como fertilizante, todavia, seu uso excessivo promove a degradação ambiental, como: contaminação do ar, da água e do solo (SANTOS, 2001; STEIL et al., 2002). Além de impactar negativamente na qualidade de vida da população que reside ao redor das unidades produtoras (ORRICO JÚNIOR et al., 2010). Nessa perspectiva, essa alternativa passou a ser vista como pouco eficaz.

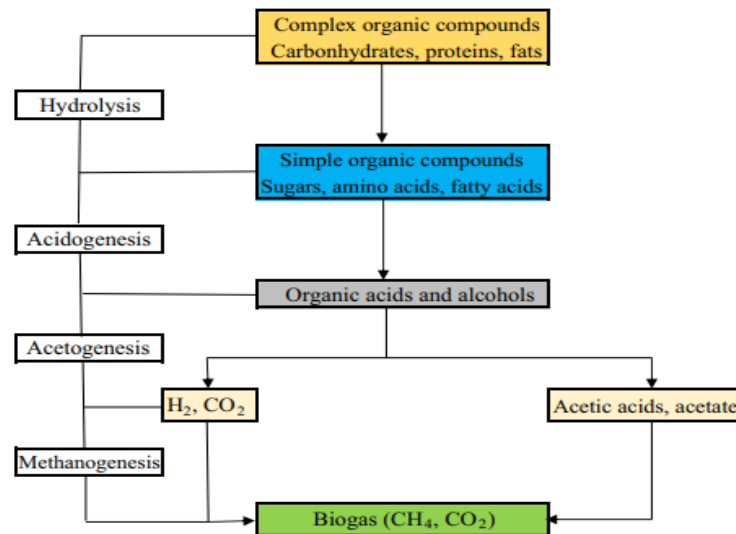
Tendo em vista este cenário, os produtores necessitam investir em novas possibilidades de aproveitamento deste resíduo, dado a necessidade de se “conciliar a produtividade à preservação ambiental” (STAUB et al., 2017, p.163).

#### b) Biodigestão Anaeróbia

Uma das possíveis formas para tratamento da cama de frango consiste no processo de biodigestão anaeróbia mediante o uso de biodigestores (PALHARES, 2004). Neste processo o material orgânico complexo é decomposto por vários tipos de microorganismos anaeróbios (AZIZ et al., 2019), ao final do processo, tem-se a produção de energia (biogás), recuperação de material (fertilizantes) e uma efetiva gestão de resíduos (AZIZ et al., 2019).

Esse processo ocorre em uma série de quatro etapas bioquímicas fundamentais: hidrólise, acidogênese, acetogênese e metanogênese (Figura 5) que são realizadas por diferentes microorganismos (MATHERI et al., 2017).

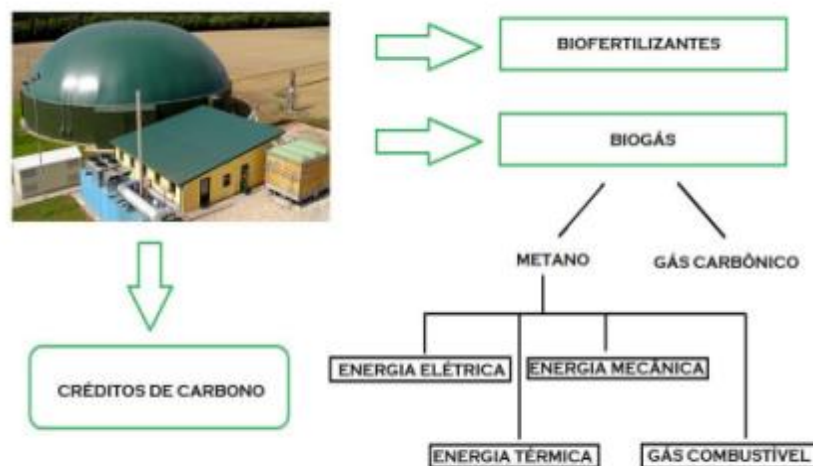
**Figura 5** - Representação esquemática do processo de digestão anaeróbia



Fonte: Matheri et al. (2017).

O processo de digestão anaeróbia ocorre no biodigestor que é caracterizado como uma câmara de fermentação onde uma determinada biomassa (dejetos de animais) é fermentada anaerobicamente (BEZERRA et al., 2014). A partir de seu uso é possível produzir o biogás, o biofertilizante e comercializar no mercado de crédito de carbono (Figura 6).

**Figura 6**- Esquema do funcionamento do biodigestor: produção de biogás, biofertilizantes e créditos de carbono



Fonte: Zavadinack (2016).

Observa-se na Figura 6 que o produtor ao utilizar o biodigestor pode atuar no mercado de crédito de Carbono, pois o biogás é formado principalmente por metano ( $\text{CH}_4$ ), portanto, os projetos que visam diminuir a emissão e consumo deste gás com finalidade de

produzir energia limpa podem participar do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo- MDL<sup>4</sup> (SILVA; MACEDO, 2012).

O Crédito de Carbono ou Redução Certificada de Emissões (RCE) são certificados emitidos quando ocorre a diminuição de emissão de gases do efeito estufa (GEE). Os países que não fazem parte do Anexo I e os que ultrapassam suas metas podem gerar reduções certificadas de emissões (RCE), onde cada unidade de RCE é igual a uma tonelada métrica de dióxido de carbono equivalente (BANCO DO BRASIL, 2019). Sua comercialização (compra e venda) é efetuada em leilões promovidos pela BM & Fbovespa em ambientes eletrônicos.

Para que o produtor possa atuar nesse mercado é imprescindível que seu projeto siga a certas formalidades, como cumprir obrigatoriamente os seguintes ciclos: concepção, validação, registro, monitoramento, verificação e certificação (BANCO DO BRASIL, 2019).

O período de obtenção do crédito pode ocorrer de duas formas: a primeira de 7 anos, sendo possível renovar mais duas vezes em igual período e a segunda com duração de 10 anos, em período único (SILVA; MACEDO, 2012).

#### c) Biogás

Diversas alternativas podem ser exploradas a partir da energia gerada pelo biogás, como fazer funcionar motores, geradores, resfriadores de leite, aquecedores, geladeira, fogão, lampião, lança chama, dentre outros (BARREIRA, 2011).

No caso da avicultura de corte, pode ser usada para o aquecimento dos pintinhos, ou/e geração de energia elétrica para consumir nos aviários, ou para fins domésticos (PALHARES, 2004; SARMENTO et al., 2015).

#### d) Biofertilizante

O biofertilizante é caracterizado como subproduto sólido do processo de biodigestão e pode ser usado como fertilizante orgânico (KHALIL et al., 2019), haja vista suas características físicas, químicas e biológicas (BEZERRA et al., 2014), o que o torna rico em nutrientes e materiais orgânicos (PALHARES, 2006).

De acordo com Fornari (2002), o biofertilizante apresenta teores de nutrientes iguais e até maiores que o do material original, dessa forma, sua utilização tende a promover melhoria na qualidade do solo e conseqüentemente no crescimento das plantas (AKILA et al.,

---

<sup>4</sup> O Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL) foi criado a partir do Protocolo de Kyoto, dentro do princípio de que o mercado poderia auxiliar no processo de redução das emissões de gases de efeito estufa através dos Créditos de Carbono (HONÓRIO, 2009, p.51).

2019). Dentre suas vantagens, destacam-se: baixo custo de aquisição e ausência de problemas inerentes “à acidez e degradação do solo, como ocorre com o uso de fertilizantes de origem química” (BARBOSA; LANGER, 2011, p.92).

#### **2.4.4. Vantagens da utilização de biogás**

Goldemberg e Paletta (2012) apontam alguns benefícios diretos advindos do uso do biogás, como: diminuição da emissão de gases de efeito estufa (GEE); preservação do solo, mananciais e águas subterrâneas; bem como redução do volume de resíduos enviados para os aterros sanitários ou industriais (LORA; VENTURINI, 2012).

Para Mafaciolli (2012, p. 27), o biogás apresenta diversas vantagens, a saber:

- Produção descentralizada podendo ser realizada próxima aos locais de consumos;
- Utilização de substratos de fontes renováveis;
- Oportunidade de agregar renda através da venda da energia gerada a partir do biogás para a concessionária de energia;
- Redução da compra de eletricidade por parte do produtor;
- Possibilidade de utilizar processos de cogeração na produção do biogás.

Atrelados aos benefícios diretos destacam-se os benefícios indiretos como, incentivos ao desenvolvimento tecnológico e a geração de empregos (LORA; VENTURINI, 2012). Estima-se que o setor de biogás tenha sido responsável por gerar em torno de 382 milhões de postos de trabalho em 2015 (REVISTA CANAVIEIROS, 2016). Outra vantagem a ser mencionada é a possibilidade de o produtor aumentar sua renda através da venda dos serviços de sequestro de carbono, gerando os “créditos de carbono” (BLEY JÚNIOR; GALIKIN, 2009).

#### **2.4.5. Desafios a serem superados no âmbito nacional**

Apesar de o biogás ser definido como uma alternativa energética sustentável, esta fonte de energia apresenta certos empecilhos, dentre estes podemos citar: elevado custo de implantação, possibilidade de odor desagradável, exigência de uma cultura exclusiva (monocultura) para sua geração (MAFACIOLLI, 2012) e produção de impurezas, sendo necessária a remoção destas para que haja um rendimento satisfatório na conversão do biogás em energia elétrica (FERRAREZ, 2009).

Outro fator a ser citado é a indisponibilidade de tecnologias locais para sua produção, que pode se tornar um desafio para sua implantação como fonte de energia. Na Etiópia, por

exemplo, há um cenário de dependência advindo de outros países, o que repercute em altos custos de investimentos e de manutenção (KAMP; FORN, 2016). Além disso, a falta de capacidade técnica para construção de biodigestores de alta qualidade e a ausência de gerenciamento adequado desses equipamentos repercute em baixa produção e falha dos biodigestores (CHEN et al., 2010; RUPF et al., 2018).

Apesar dos países em desenvolvimento (como é o caso do Brasil), serem ricos em biomassa, estes são incapazes de utilizar os recursos com eficiência em função de possuírem uma infraestrutura inadequada (PATINVOH; TAHERZADEH, 2019).

Mediante este panorama, o desenvolvimento de estudos sobre a produção desse tipo de energia faz-se necessário (MAPA, 2006), principalmente, quando falamos sobre o setor rural brasileiro, uma vez que a fonte predominante de biogás no Brasil ainda é oriundo de resíduos sólidos urbanos, com maior produção de eletricidade, que corresponde a 96,77% da eletricidade produzida a partir do biogás, enquanto o biogás proveniente de dejetos animais possui uma participação de apenas 1,73% (FREITAS et al., 2019).

## 2.5. ANÁLISE DE VIABILIDADE ECONÔMICA

A análise de viabilidade econômica é considerada como um importante estudo a ser efetuado, pois através dela podem-se verificar as vantagens e/ou desvantagens de se investir em um determinado projeto.

Por meio deste estudo é possível identificar dentre as diversas opções disponíveis de investimento qual apresentará maior rentabilidade ao investidor (HOSS et al., 2008), posto que, todo projeto antes de ser implementado deve ser submetido a um teste de viabilidade econômica, que consiste em verificar se as receitas inerentes ao projeto superam os custos necessários a sua implantação (REZENDE; OLIVEIRA, 2001). Esse estudo faz-se necessário, pois todo investimento envolve valores significativos, além do que, seu retorno, em geral, é a longo prazo (SANTOS, 2001).

Segundo Casarotto Filho e Kopittke (2008), 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, existem várias técnicas que visam auxiliar nesse processo, dentre estas pode ser citados: a Taxa Mínima de Atratividade (TMA), o Valor Presente Líquido (VPL), a Taxa Interna de Retorno (TIR), o Valor Anual Equivalente (VAE), o *Payback*, dentre outros. Este estudo buscou utilizar assaz técnica de viabilidade, partindo do princípio de que a tomada de decisão mediante análise de viabilidade requer que diversos métodos determinísticos possam ser utilizados de maneira complementar (CASAROTTO FILHO; KOPITIKE, 2010), de modo a confirmar se determinado projeto dever ser aceito ou não. Na seção três desta dissertação são detalhadas algumas ferramentas de viabilidade econômica disponíveis para análise, as quais foram utilizadas no presente estudo.

## 2.6. ENERGIA RENOVÁVEL E DESENVOLVIMENTO RURAL SUSTENTÁVEL

### 2.6.1. Desenvolvimento rural sustentável

O termo sustentável, sustentabilidade ou desenvolvimento sustentável (DS), embora, muito utilizado (literatura científica, no setor privado e políticas públicas), até o presente momento não apresenta um consenso em termos de conceitos (LINDSEY, 2011). Essa discordância de definições ocorre, sobretudo, em função da ausência de exatidão dos termos (HARLOW et al., 2013).

Para Barbosa et al., (2014, p.2) essa “imprecisão do termo permite que ele seja apropriado por diferentes grupos sociais com posições diferentes em relação ao desenvolvimento”, dessa forma, sendo dada diferentes conotações ao DS, conforme entendimento de cada grupo (BARBOSA et al., 2014). Apesar disso, verifica-se de modo unânime uma aceitação de todos pela necessidade de se buscar o equilíbrio entre as necessidades do ser humano e do meio ambiente (BARBOSA, et al., 2014).

O termo desenvolvimento sustentável (DS) surgiu no cenário global em meados de 1987, a partir do relatório denominado de “Nosso Futuro Comum” (Our Common Future), (BIZAWU; AGUIAR, 2016). De acordo com este relatório, o DS é definido como “aquele que busca satisfazer as necessidades presentes sem comprometer a capacidade das gerações futuras de atender suas próprias necessidades” (COMISSÃO..., 1992).

“Em seu sentido mais amplo, a estratégia do desenvolvimento sustentável visa promover a harmonia entre os seres humanos e entre a humanidade e a natureza” (COMISSÃO..., 1992, p. 46). No conceito de DS são englobados três itens importantes: o desenvolvimento parcimonioso, a igualdade social e a proteção ambiental (ONU, 2010). Para

Feil e Schreiber (2017), o conceito de desenvolvimento sustentável apresenta informações intrínsecas, as quais necessitam ser consideradas durante a execução de estratégias (Figura 7).

A partir da Figura 7, observa-se que o desenvolvimento sustentável pode ser apontado como uma estratégia de longo prazo que visa proporcionar, de maneira geral, melhoria na qualidade de vida da sociedade. Essa estratégia deve envolver os aspectos sociais, ambientais e econômicos, considerando-se as limitações ambientais, de modo que os acessos a esses recursos sejam efetuados de forma contínua (FEIL; SCHREIBER, 2017).

**Figura 7 - Síntese das propriedades do desenvolvimento sustentável**



Fonte: Elaborada pela autora a partir de Feil e Schreiber (2017).

O desenvolvimento rural sustentável, no que lhe concerne, pode ser definido como aquele que visa “a melhoria da qualidade de vida das populações rurais e a exploração do solo pelas atividades agropecuárias com preservação/recuperação ambiental” (RAMOS, 2001, p. 141).

A noção de desenvolvimento rural sustentável pauta-se no reconhecimento da “insustentabilidade” ou inadequação em relação aos aspectos ambientais, econômicos e sociais, no que se refere ao padrão de desenvolvimento da sociedade atual (SCHMITT, 1995). Sendo assim, esse desenvolvimento visa:

“a criação de novos produtos e novos serviços, associados a novos mercados; procura formas de redução de custos a partir de novas trajetórias tecnológicas, tenta reconstruir a agricultura não apenas no nível dos estabelecimentos, mas em termos regionais e da economia rural como um todo” (KAGEYAMA, 2004, p. 384).

A partir desses conceitos, verifica-se que, para a obtenção do desenvolvimento rural sustentável torna-se essencial a utilização de fontes renováveis de energia, uma vez que as

fontes fósseis não possuem os requisitos necessários para se enquadrarem nessa definição (UCZAI, 2012). “Em suma, a energia está no centro do desafio da sustentabilidade em todas as suas dimensões: social, econômica e ambiental” (FAPESP, 2010, p. 58).

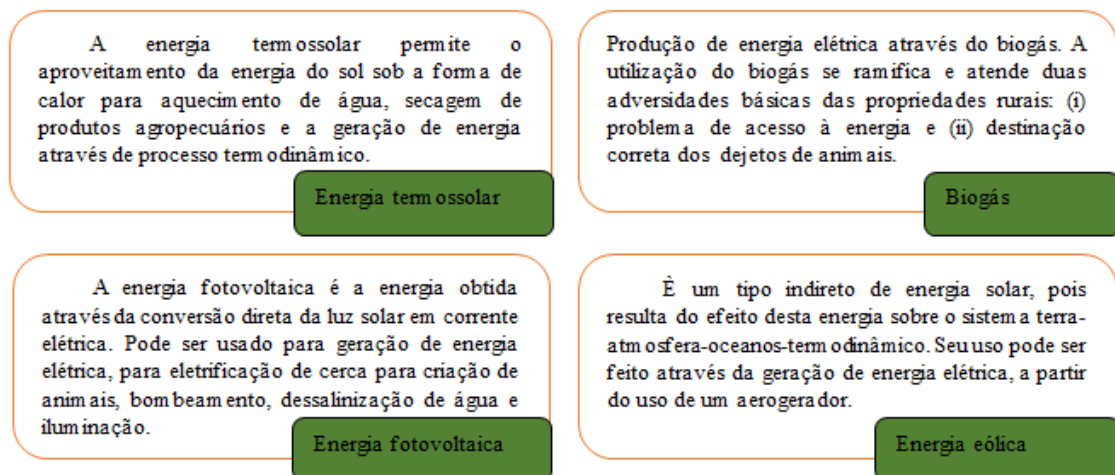
### 2.6.2. Energia renovável como pilar do desenvolvimento rural sustentável

A adoção de energia alternativa tem sido almejada desde a década de 1970, ocasionada, sobretudo, pela eclosão da crise do petróleo. Como reflexos muitos países iniciaram a busca por fontes alternativas de modo a diminuir sua dependência pela importação de combustíveis fósseis (SIMAS; PACCA, 2013). “Uma das principais motivações observadas hoje no discurso em apoio às energias renováveis em nível mundial é a busca pelo desenvolvimento sustentável” (SIMAS; PACCA, 2013, p. 100).

Para Uczai (2012, p. 24) “as fontes renováveis podem contribuir para o desenvolvimento social e econômico, acesso à energia, segurança energética, mitigação das mudanças climáticas e redução de problemas ambientais e de saúde causados pela poluição do ar, alcançando assim, todas as dimensões do desenvolvimento sustentável”.

Entre as principais vantagens da energia renovável, destaca-se: a promoção à geração distribuída, a universalização do acesso à energia e a melhoria no desenvolvimento regional e local, principalmente, em zonas rurais (SIMAS; PACCA, 2013). Além disso, este tipo de energia pode ser implantado em quaisquer lugares do mundo, haja vista não haver centralização de recursos, como acontece com o petróleo (SIMAS; PACCA, 2013). Sua produção e aplicação no meio rural podem ocorrer de diversas maneiras (Figura 8).

**Figura 8 - Formas de utilização da energia renovável no âmbito rural**



Fonte: Elaborada pela autora a partir de Ortiz (2005).



De acordo com as informações mencionadas acima, observa-se que qualquer atividade rural pode se beneficiar com o uso de energia renovável, em termos financeiros, ambientais e sociais, visto que, esta tecnologia apresenta “benefícios como a redução do impacto ambiental e a geração de emprego e renda” (CARSTENS; CUNHA, 2019, p. 401), assim como, proporciona maior lucratividade ao produtor, pois há economia com insumo de energia elétrica.

A partir desse contexto, salienta-se a necessidade de se considerar a utilização de energia renovável nos debates sobre desenvolvimento. Entretanto, para que sua massificação possa ocorrer no meio rural faz-se necessário a promoção de estímulos advindos de políticas públicas, dado que “o incentivo à criação de uma rede de produção de energias alternativas renováveis é uma necessidade indiscutível para o desenvolvimento sustentável” (UCZAI, 2012, p.14).

### 3. MÉTODOS E TÉCNICA DE PESQUISA

Neste capítulo são abordados os procedimentos metodológicos que foram utilizados para o alcance dos objetivos propostos nesta pesquisa. A seguir são descritos os tipos e classificações da metodologia empregada, bem como, as definições trazidas por diversos autores.

#### 3.1. TIPO E DESCRIÇÃO DA PESQUISA

Esta pesquisa foi realizada a partir de um estudo de caso. As informações foram coletadas através de uma entrevista semiestruturada realizada com um avicultor integrado, mediante o uso de um questionário contendo perguntas abertas. A partir desses dados foram efetuados orçamentos com empresas de energias renováveis. Os dados obtidos tanto na entrevista, assim como nos orçamentos, foram tratados a partir da análise textual discursiva, pois esse método permite que os dados coletados sejam organizados de forma categórica.

De acordo com Moraes e Galiuzzi (2006, p. 129), a análise textual discursiva consiste em:

Um processo que se inicia com uma unitarização em que os textos são separados em unidades de significado. Estas unidades por si mesmas podem gerar outros conjuntos de unidades oriundas da interlocução empírica, da interlocução teórica e das interpretações feitas pelo pesquisador. Neste movimento de interpretação do significado atribuído pelo autor exercita-se a apropriação das palavras de outras vozes para compreender melhor o texto. Depois da realização desta unitarização, que precisa ser feita com intensidade e profundidade, passa-se a fazer a articulação de significados semelhantes em um processo denominado de categorização. Neste processo reúnem-se as unidades de significado semelhantes, podendo gerar vários níveis de categorias de análise.

De posse desses dados organizados, construiu-se planilhas de custos e fluxos de caixa para então aplicar as ferramentas de viabilidade econômica e realizar a análise comparativa entre os dois tipos de produção de energia (fotovoltaica e biogás). As técnicas utilizadas para a análise de viabilidade estão detalhadas no item 3.5 desta seção.

#### 3.2. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

O estudo foi desenvolvido em uma propriedade rural localizada no município de Dourados, Mato Grosso do Sul, região Centro-Oeste do Brasil (Figura 9).

**Figura 9** - Localização de Dourados, Mato Grosso do Sul, Brasil



Fonte: Adaptado de IBGE (2017).

O produtor atualmente é integrado a um dos frigoríficos existentes no município, possui quatro aviários em sistema *Dark House* (Figura 10) de modal (150 m x16 m) com área de 2400 m<sup>2</sup> por aviário, totalizando em 9.600 m<sup>2</sup>, com capacidade para alojar 140.000 unidades de pintos por lote, sendo alojado em média de seis lotes ao ano.

**Figura 10** - Aviário *Dark House*: divisões internas e externas



Fonte: Elaborada pela autora (2019).

O processo operacional da propriedade demanda de um consumo expressivo de energia elétrica que decorre, principalmente, da utilização do sistema de produção automatizado, sendo esta a principal motivação para que o avicultor busque novas

alternativas de produção de energia elétrica, pois o gasto com este insumo representa em média 37% dos custos operacionais anuais da propriedade.

### 3.3. CARACTERÍSTICA DO SISTEMA FOTOVOLTAICO A SER IMPLANTADO

O projeto a ser implantado pelo produtor foi definido considerando-se a 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), a partir da Normativa n.º 482/2012.

A alocação do equipamento será efetuada no solo, conforme preferência do produtor. Além disso, optou-se pelo solo em função de este sistema demandar de um custo de investimento inicial maior (em torno de 10 a 15% a mais) quando comparado à instalação no telhado, dessa forma, existindo a viabilidade econômica para o projeto instalado no solo, deduz-se que há viabilidade para a instalação na parte aérea. Este maior custo (instalação no solo) decorre da necessidade de gastos adicionais para sua instalação como: estrutura de fixação direta sobre o solo, terraplanagem e cerca de proteção.

O projeto é composto por uma estrutura de suporte metálica mediante configuração padrão. Foi estimada a utilização de uma área total de 1500 m<sup>2</sup>, sendo a área de instalação das placas de 1138,80m<sup>2</sup>. Serão usados 438 módulos fotovoltaicos com competência de 330 Watts cada, fabricados com silício multicristalino.

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, seja em formato gráfico ou através de relatórios de produção enviado por correio eletrônico, ou por aplicativo instalado em seu celular. Os dados são gravados e armazenados através de informações captadas pelos inversores.

### 3.4. CARACTERÍSTICA DO SISTEMA DE BIOGÁS A SER IMPLANTADO

O projeto a ser implantado foi definido através da quantidade de cama de frango produzida ao ano (720 toneladas, considerando-se a criação de seis lotes ao ano) e do tipo de material original da cama, casca de arroz e maravalha, representando assim os dois mais usuais na produção de frangos de corte no Brasil.

A partir daí foram estipulados os parâmetros básicos para o projeto do biodigestor tais como: i) o local de implantação; ii) o volume diário de material orgânico a ser processado; iii) o modelo de biodigestor a ser utilizado; iv) o tamanho da lagoa; v) o tipo de sistema de captação de água; vi) a quantidade de biogás produzido, etc. conforme detalhamento realizado na sequência:

- Local a ser instalado: o sistema foi projetado para ser instalado à distância de 100 metros dos aviários, facilitando assim a operação de carga do biodigestor e o uso do biogás;
- Volume de material orgânico a ser processado: de acordo com a produção total de cama de frangos estimou-se um total de duas toneladas diárias para a composição do substrato a ser utilizado para fermentação no biodigestor;
- Modelo de biodigestor: o modelo proposto foi o Canadense- Geomembrana de PVC denominado Vinimanta, sendo este definido através de orientação de empresas fabricantes de biodigestores;
- Lagoa: o projeto inclui uma lagoa para estocagem de biofertilizante com capacidade de 1.000 m<sup>3</sup>, a ser esvaziada a cada 15 dias. Sua aplicação na pastagem será realizada a partir de um sistema de fertirrigação com placa solar (carretel com mangueira) que funcionará por meio do uso de uma moto bomba elétrica (a biogás);
- Sistema de captação de água: as camas de frango que servirão como substratos para a fermentação no biodigestor deverão ser diluídos em água até que alcancem a concentração de sólidos em torno de 4 a 5%, permitindo, dessa forma, o fluxo deste material no interior do biodigestor, além de garantir condição de anaerobiose. Com base nas concentrações de ST (sólidos totais) das camas, estimou-se que a cama proveniente da casca de arroz precisará em média de 35 a 40 m<sup>3</sup> de água diariamente, enquanto a de maravalha de 33 a 37 m<sup>3</sup> de água para a formação dos substratos.

Com base nestas demandas, foi prevista a captação de água das chuvas para confecção das cargas. A estimativa da quantidade a ser coletada foi definida a partir do índice

pluviométrico do município de Dourados (1414 mm) (INMET, 2019) e da área disponível para captação das chuvas (telhados dos aviários) sendo possível captar em média 3.400 m<sup>3</sup> de água ao ano.

O sistema de captação de água será formado por: 6 caixas d'água com volume individual de 20.000 litros de armazenamento, calha semicircular de PVC, suporte de fixação, abraçadeira, bocal terminal, caixa de passagem e condutor de evacuação. Sua instalação ocorrerá em localização estratégica de modo a eliminar a utilização de moto bomba para o transporte da água captada até o biodigestor.

- Construção de galpão para armazenamento da cama de frango: foi incluída no projeto a aquisição de um galpão de estrutura metálica para armazenamento da cama de frango (630m<sup>2</sup>). Ao desalojar o lote de frango, o produtor irá retirar a cama do aviário e armazenar nesse galpão onde, diariamente, será retirado em torno de 2 toneladas desta cama para ser preparada a carga que entrará no biodigestor.

- Quantidade de biogás a ser gerado: A produção de biogás é dependente do teor de material orgânico presente no resíduo, sendo assim, quanto maior for a contribuição de excretas e restos de ração nas camas, maiores serão as produções de biogás. Para maior acurácia dos dados de produção as camas de frango utilizadas neste estudo tiveram determinadas as suas concentrações de sólidos totais (ST) e sólidos voláteis (SV), conforme metodologia da APHA (2012).

Com base nos teores de ST foram previstas as diluições dos substratos para a fermentação e com base nos SV estimados os rendimentos de biogás. A cama de frango formada por casca de arroz foi proveniente da criação de 10 lotes, enquanto a de maravalha de 3 lotes, resultando assim em teores de SV de 76,3% e 74,2%, respectivamente. Assim, para estimativa das produções de biogás foram considerados os seguintes potenciais de produção: 262,8 e 279,5 l/kg de SV adicionado ao biodigestor para as camas de casca de arroz e maravalha, respectivamente, com base nos dados de Palhares (2004). Na Tabela 6 é possível visualizar os dados técnicos do projeto.

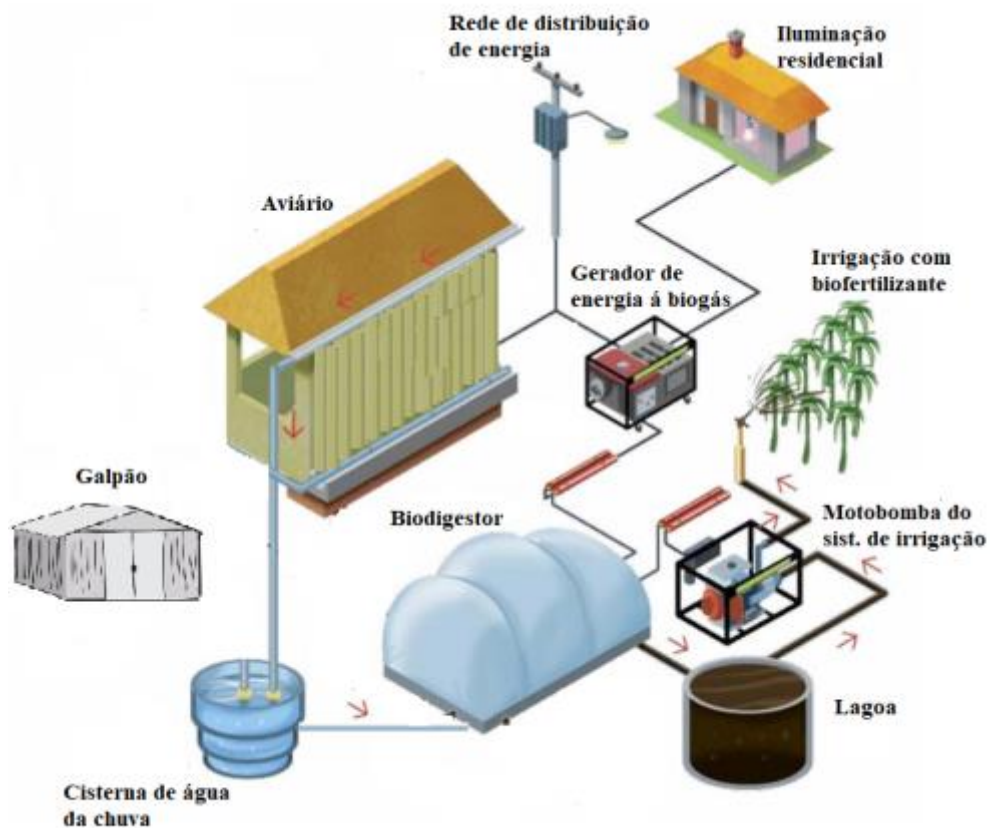
**Tabela 6-** Dados técnicos do projeto de biogás a ser implantado

Descrição	Tipo de cama de frango	
	Casca de Arroz	Maravalha
Número de Galpões	4	4
Número de lotes ao ano	6	6
Quantidade de cama de frango ao ano (toneladas)	720	720
Sólidos Totais (S.T)	91%	84%
Rendimento de Biogás (ao dia)	365m <sup>3</sup>	336m <sup>3</sup>
Rendimento de Energia Elétrica (ao dia)	238 kWh	219 kWh
Rendimento de Biofertilizante em R\$ ao ano	R\$121.666,67	R\$121.666,67

Fonte: Elaborada pela autora (2020).

A partir da definição das informações descritas na Tabela 6 foi possível dimensionar o grupo gerador adequado a ser utilizado, dado que toda energia produzida pelo sistema será disposta na rede elétrica da concessionária de energia local. A composição do projeto a ser implantado é apresentado na Figura 11.

**Figura 11** - Composição do projeto a ser implantado: galpão, captação de água, biodigestor, lagoa e sistema de irrigação



Fonte: Adaptado de SuperRede (2012).

### 3.5. TÉCNICAS DE AVALIAÇÃO DE INVESTIMENTOS DE CAPITAL

Para efetuar o estudo da viabilidade econômica do uso de energia fotovoltaica considerou-se um horizonte de tempo de exploração de 25 anos, em relação ao biogás, a vida útil do projeto foi estimado em 15 anos. Em ambos os projetos (fotovoltaica e biogás) os investimentos serão aplicados integralmente no ano zero.

O estudo de viabilidade econômica foi realizado em três etapas. i) elaboração do fluxo de caixa incremental para o produtor, ii) determinação da Taxa Mínima de Atratividade e iii) aplicação das técnicas de avaliação de investimentos, cujo detalhamento é apresentado nos itens a seguir:

a) Taxa Mínima de Atratividade (TMA): consiste em uma taxa a ser alcançada por determinado projeto de investimento para que o mesmo seja viável economicamente (REBELATTO, 2004). Para Casarotto Filho e Kopittke (2010, p. 97) “ao se analisar uma proposta de investimento deve ser considerado o fato de o investidor estar perdendo a oportunidade de auferir retorno pela aplicação do mesmo capital em outro projeto”; dessa forma, é pertinente que se efetue o cálculo da TMA para que a decisão sobre investir ou não seja tomada.

b) Valor Presente Líquido (VPL): é considerada uma técnica sofisticada de orçamento de capital sendo utilizado com o propósito de determinar o valor presente dos pagamentos futuros descontados em uma taxa apropriada (GITMAN, 2010). De acordo com Helfert (1997, p. 195), o VPL:

Indica se um investimento, durante a sua vida econômica, atingirá a taxa de retorno aplicada no cálculo. Já que os resultados do valor presente dependem de prazos e oportunidades de ganhos estabelecidas, um valor presente líquido indica que os fluxos de caixa gerados pelo investimento durante sua vida econômica permitirão: recuperar o dispêndio original (como também qualquer dispêndio de capital ou recuperações futuras consideradas na análise); obter o padrão de retorno desejado sobre o saldo pendente; e fornece uma base de apoio ao valor econômico excedente.

Para Brom e Balian (2007), existem regras básicas que devem ser consideradas para se aceitar ou não um projeto: se o VPL for  $> 0$ , o projeto deve ser aceito, uma vez que os retornos oferecidos cobrirão o capital investido e oferecerão um ganho líquido ao investidor. Se o VPL for  $= 0$ , o projeto de investimento apresenta-se indiferente, dado que o retorno apenas cobrirá o capital investido (GITMAN, 2010). Se o VPL for  $< 0$ , rejeita-se o projeto de investimento, haja vista o retorno se quer cobrir o capital investido. Seu cálculo é realizado a partir da fórmula abaixo:



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

Onde:

FC<sub>t</sub> = fluxo (benefício) de caixa de cada período;

TMA = Taxa Mínima de Atratividade

I<sub>0</sub> = investimento previsto no momento zero;

I<sub>t</sub> = valor do investimento previsto em cada período subsequente.

c) Taxa Interna de Retorno (TIR): a TIR é um índice que mensura a rentabilidade do investimento almejado através de uma unidade de tempo (MOTTA; CALÔBA, 2002). Por meio desta técnica, para que determinado projeto possa ser aceito a TIR deve ser maior que a TMA, caso a TIR seja menor, o projeto é tido como inviável e no caso da TIR ser igual a TMA, é indiferente para o produtor investir seus recursos no projeto (ROSS et al., 2013). A TIR pode ser obtida pela seguinte expressão de cálculo:

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

Onde:

I<sub>0</sub> = montante do investimento no momento zero (início do projeto);

I<sub>t</sub> = montantes previstos de investimento em cada momento subsequente;

TMA = Taxa Mínima de Atratividade;

FC = fluxos previstos de entradas de caixa em cada período de vida do projeto (benefícios de caixa).

d) Índice de Lucratividade (IL): este método aponta a relação entre o valor presente dos fluxos de caixa e o desembolso inicial do investimento, ou seja, identifica o ganho auferido por unidade monetária investida. Por este critério, o projeto é considerado como viável quando seu valor for superior a 1 e deve ser rejeitado se o índice for inferior a 1 (BRAGA, 2011; HAWAWINI; VIALLET, 2009). Seu cálculo pode ser feito com o auxílio da seguinte relação:

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

e) Razão Benefício/Custo (B/C): este 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:

$$B/C = \frac{VB(i)}{VC(i)} \quad (4)$$

Onde:

B/C = relação Benefício/Custo;

VB (i) = valor presente à 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) Taxa Interna de Retorno Modificada (TIRM): esta ferramenta é considerada como uma versão aperfeiçoada da TIR. Ela permite que sejam suprimidas as incertezas matemáticas e consequentes eventualidades da existência de mais de uma taxa em fluxos de caixa não convencionais (SOUZA et al., 2019). Dessa forma, “a TIRM é superior à TIR como indicador da “verdadeira taxa de retorno ou taxa de retorno de longo prazo de um projeto” (BRIGHAM et al., 2001, p.436). Seu cálculo é obtido pela fórmula abaixo:

$$TIRM = \frac{\sum_{j=0}^n \left[ \frac{Y_j}{(1+TR)^{n-j}} \right]}{\sum_{j=0}^n \left[ \frac{C_j}{(1+TMA)^j} \right]} = (1 + TIRM)^n \quad (5)$$

Onde:

Yj = Fluxo de caixa positivo no período j;

Cj = Fluxo de caixa negativo no período j;

TR = Taxa de Reinvestimento;

TMA= Taxa Mínima de Atratividade.

g) *Payback* Descontado (PBd): apresenta a viabilidade econômica do investimento em unidade de tempo. Segundo Souza (2003, p. 74), “o período de *Payback* é um indicador que mostra o prazo de retorno do investimento total de recursos financeiros, aplicados no empreendimento. Esse método é útil na análise de projetos para a mensuração do risco”. Brom e Balian (2007, p. 23) citam a regra de decisão pela metodologia do período de *Payback*:

Parte-se do princípio de que o investidor não aceita um retorno mais longo do que um certo limite de tempo por ele estabelecido, ou seja, há um tempo máximo aceitável de retorno para o seu investimento. Esse “tempo máximo” não é estabelecido a partir de nenhum critério geral ou técnico, sendo, portanto, um parâmetro arbitrário gerado pelo investidor.

Diferentemente do *Payback* simples, o PBd considera o valor do dinheiro no tempo (SOUZA et al., 2019). O PBd é determinado pela fórmula seguinte:

$$\text{Payback} = \text{mínimo } \{j\} \sum_{k=1}^j \frac{FC_k}{(1+TMA)^k} \geq FC_0 \quad (6)$$

Onde:

$FC_k$  = Fluxo de caixa do projeto no tempo  $k$ ;

TMA = Taxa Mínima de Atratividade

$FC_0$  = Fluxo de caixa do projeto no tempo zero.

h) Valor uniforme anual equivalente (VAUE): consiste em apresentar uma série uniforme anual equivalente aos custos e receitas do investimento mediante o uso da TMA (KOPITTKKE; CASAROTTO FILHO, 2000), ou seja, aponta o quanto um determinado investimento tende a lucrar anualmente a mais do que sua Taxa Mínima de Atratividade (KOPITTKKE; CASAROTTO FILHO, 2000). Seu cálculo é realizado mediante o uso da expressão:

$$VAUE = \sum_{t=1}^n \frac{FC_t}{(1+TMA)^t} \times \frac{TMA \times (1+TMA)^t}{(1+TMA)^t - 1} \quad (7)$$

Onde:

$FC_t$  = fluxo de caixa do projeto;

TMA = Taxa Mínima de Atratividade;

$n$  = tempo de vida do projeto.

Por esse método o projeto é tido como economicamente viável se o valor encontrado for positivo, indicando que os benefícios periódicos são maiores que seus custos (REZENDE; OLIVEIRA, 2001).

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nesta seção são apresentados os resultados obtidos mediante a análise de viabilidade econômica realizada. Para isto, foi preciso efetuar um levantamento dos investimentos iniciais necessários à implantação dos respectivos projetos; estimar os custos, as despesas e as receitas da produção; determinar a TMA e aplicar as ferramentas de viabilidade econômica. Os cálculos e métodos utilizados são detalhados nas subseções abaixo.

### 4.1. SISTEMA DE PRODUÇÃO DE ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA

#### 4.1.1. Investimentos fixos para instalação do sistema solar fotovoltaico

Os investimentos iniciais deste projeto envolvem a construção de um sistema fotovoltaico no solo, sua instalação, terraplanagem do terreno, cerca, para raios, etc., conforme detalhamento exposto no Quadro 2.

**Quadro 2** - Investimento fixo para a instalação do sistema solar fotovoltaico

<b>Descrição</b>	<b>Valores em R\$</b>
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	
Connector MC4 multi-contact UR PV-KBT4/6II-UR acoplador fema	
Connector 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	
ART de projeto e execução	
Acompanhamento junto à distribuidora	
Monitoramento do sistema via web	
Despesas operacionais com mão de obra para instalação do projeto	
<b>Subtotal</b>	<b>R\$ 536.436,58</b>
Estrutura para instalação no solo (Cerca, suporte, sapatas de concretos, etc)	
Para raios, aterramento e casa de força	
limpeza e terraplanagem	
Terra nua (1500m <sup>2</sup> ou 0,15 hectare)	
<b>Subtotal</b>	<b>R\$ 66.090,63</b>
<b>Investimento total</b>	<b>R\$ 602.527,21</b>

Fonte: Elaborada pela autora (2019).

De acordo com as informações descritas no Quadro 2, observa-se que os investimentos iniciais necessários para a construção do projeto totalizam em R\$ 602.527,21. Caso o produtor opte em realizar a instalação do projeto na parte aérea do aviário o valor de investimento será de R\$ 548.436,58, neste caso, sendo desconsiderados os gastos com estrutura para instalação no solo, valor da terra nua, limpeza e terraplanagem, em função destes custos serem necessários apenas para a instalação do sistema no solo (esses gastos totalizam em R\$ 54.090,63). A instalação do sistema de para raios foi considerado em ambos os projetos (instalação no solo e instalação no telhado), sendo seu valor estimado em R\$ 12.000,00.

#### **4.1.2. Estimativas dos custos, despesas e receitas**

Os custos e despesas de acordo com Hoss et al. (2008, p. 76), “representam os sacrifícios de recursos com os quais a entidade se obriga a arcar direta ou indiretamente para a obtenção de receitas”. As estimativas dos custos, despesas e receitas deste projeto foram efetuadas para o período de um ano de produção, a partir dos seguintes elementos:

- Limpeza dos painéis: conforme orientação da empresa que irá instalar o projeto, a limpeza deve ser realizada em média duas vezes ao ano, sendo utilizada água, sabão e esponja. Essa limpeza tem como objetivo manter a eficiência do sistema fotovoltaico, pois a poeira e as folhas que caem reduzem a absorção solar das placas.
- Custos de operação e manutenção: para obter o valor deste custo considerou-se a taxa de 1% ao ano. Essa taxa utilizada está de acordo com 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.
- Imposto sobre a propriedade territorial rural- ITR: pago pelo produtor anualmente, foi considerado apenas o valor proporcional à área que será instalado o projeto.
- 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 duas horas por limpeza. Os encargos foram estimados a partir do percentual de 41,59% (CONAB, 2010). Considerou-se o piso salarial do trabalhador rural de Mato Grosso do Sul de R\$ 1.061,90, vigente para o ano de 2019 (FAMASUL, 2019).

Apurados os custos e despesas, estimou-se em separado a depreciação, cujo tratamento contábil, segundo Neves e Viceconti (2000, p. 67) visa garantir a recomposição de

ativos que apresentam “desgaste ou perda da capacidade de utilização (vida útil) de bens tangíveis ou físicos pelo uso por causas naturais, ou por obsolescência tecnológica”, logo essa perda deve ser contabilizada, na intenção de que não haja distorção no valor imobilizado da propriedade.

- Depreciação: para o cálculo da depreciação considerou-se o valor residual para os equipamentos cuja durabilidade é superior ao horizonte da vida útil do projeto (25 anos) 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. Para os itens com vida útil igual ou inferior ao horizonte dos projetos o valor residual foi desconsiderado, estimando-se, desta forma, um valor para a depreciação anual de R\$32.714,43.

- Formação da receita: considerou-se o rendimento dos painéis, assim, como a porcentagem de reajuste médio anual de energia para os próximos 25 anos (vida útil do projeto); essa escolha considerou a garantia do sistema fotovoltaico informado pelos fornecedores. 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.

#### **4.1.3. Fluxo de caixa**

Para este projeto utilizou-se o fluxo de caixa incremental (Tabela 7), pois, se pretende utilizar a substituição da energia demandada na propriedade pela energia gerada a partir do investimento em painéis fotovoltaicos. Esse tipo de investimento deve ser avaliado mediante elaboração de fluxos de caixa relevantes cujos principais elementos constituem-se da “saída de caixa incremental (investimento) e das entradas resultantes e subsequentes” (GITMAN, 2010, p.329). Portanto, esse tipo de projeto tende a se pagar a partir da economia auferida com o insumo- energia elétrica.

Considerou-se que a aquisição e instalação das estruturas deste projeto serão realizadas através de recursos próprios. De acordo com a Tabela 7, é possível observar que o fluxo de caixa foi constituído pela estimativa das receitas, dos custos, dos investimentos, dos benefícios/custos, do imposto de renda, da depreciação e do fluxo de caixa do produtor.

**Tabela 7 - Fluxo de caixa incremental da geração de energia solar fotovoltaica**

<b>ANO</b>	<b>Ano 0</b>	<b>Ano 1</b>	<b>Ano 10</b>	<b>Ano 20</b>	<b>Ano 25</b>
<b>1. Benefício Total</b>	<b>0,0</b>	<b>R\$ 149.119,92</b>	<b>R\$ 330.075,33</b>	<b>R\$ 798.054,24</b>	<b>R\$ 1.240.915,12</b>
1.1 R. dos painéis <sup>1</sup>	0,0	99.30 %	93.22%	86.89 %	83.89 %
1.2 G.E (kWh/ano) <sup>2</sup>	0,0	225.939	212.097	197.709	190.886
<b>2. Custo Total</b>	<b>0,0</b>	<b>R\$ 39.795,71</b>	<b>R\$ 39.795,71</b>	<b>R\$ 39.795,71</b>	<b>R\$ 39.795,71</b>
2.1 L. dos painéis <sup>3</sup>	0,0	R\$ 82,00	R\$ 82,00	R\$ 82,00	R\$ 82,00
2.2 M.O para limp. <sup>4</sup>	0,0	R\$ 25,06	R\$ 25,06	R\$ 25,06	R\$ 25,06
2.3 C. op. e manutenção <sup>5</sup>	0,0	R\$ 5.364,37	R\$ 5.364,37	R\$ 5.364,37	R\$ 5.364,37
2.4 Seguro	0,0	R\$ 1.609,31	R\$ 1.609,31	R\$ 1.609,31	R\$ 1.609,31
2.5 ITR <sup>6</sup>	0,0	R\$ 0,54	R\$ 0,54	R\$ 0,54	R\$ 0,54
2.6 Depreciação	0,0	R\$ 32.714,43	R\$ 32.714,43	R\$ 32.714,43	R\$ 32.714,43
<b>3. Investimento</b>	<b>R\$ 602.527,21</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>R\$ 8.046,55</b>
<b>4. Benefício- Custo</b>	<b>0,0</b>	<b>R\$ 109.324,21</b>	<b>R\$ 290.279,62</b>	<b>R\$ 758.258,53</b>	<b>R\$ 1.201.119,41</b>
<b>5. Imp. de Renda</b>	<b>0,0</b>	<b>R\$ 8.201,60</b>	<b>R\$ 18.154,14</b>	<b>R\$ 43.892,98</b>	<b>R\$ 68.250,33</b>
<b>6. Depreciação</b>	<b>0,0</b>	<b>R\$ 32.714,43</b>	<b>R\$ 32.714,43</b>	<b>R\$ 32.714,43</b>	<b>R\$ 32.714,43</b>
<b>7. F.C do produtor<sup>7</sup></b>	<b>-R\$ 602.527,21</b>	<b>R\$ 133.837,04</b>	<b>R\$ 304.839,91</b>	<b>R\$ 47.079,98</b>	<b>R\$ 1.173.630,06</b>

Nota: (1) Rendimento dos painéis. (2) Geração de energia ao ano. (3) Limpeza dos painéis. (4) Mão de obra utilizada para limpeza dos painéis. (5) Custo de operação e manutenção. (6) Imposto Territorial Rural. (7) Fluxo de Caixa do Produtor.

Fonte: Elaborada pela autora (2020).

Observa-se que a receita produzida pelo sistema fotovoltaico é de R\$ 149.119,92 para o primeiro ano do projeto e de R\$ 1.240.915,12 para o último ano. Os custos e despesas se mantiveram constantes ao longo da vida útil do projeto, sendo de R\$ 39.795,71, assim sendo, a diferença entre benefício e custo foi de R\$ 109.324,21 para o primeiro ano e de R\$ 1.201.119,41 para o vigésimo quinto ano. Dessa forma, o fluxo de caixa do produtor para os períodos supracitados foram: de R\$ 133.837,04 (1º ano) e de R\$ 1.173.630,06 (25º ano).

Além do investimento inicial a ser realizado no ano zero (R\$ 602.527,21), no ano 16 deverá ser realizado um segundo aporte que corresponde a 15% (R\$ 80.465,49) do investimento, para a troca dos inversores. Este novo aporte irá acarretar ao término da vida útil do projeto (25 anos) em um valor residual de R\$ 8.046,55 ao produtor.

## 4.2. SISTEMAS DE PRODUÇÃO DE BIOGÁS A PARTIR DE CAMA DE FRANGO

### 4.2.1. Investimentos fixos para instalação do sistema de produção de biogás

Os investimentos iniciais deste projeto envolvem a construção de um biodigestor, de uma lagoa com capacidade para armazenar 1000m<sup>3</sup> de dejetos, a instalação de um sistema de captação de água da chuva, a construção de um galpão para armazenamento da cama de frango, entre outros. Conforme detalhamento realizado na Tabela 8.

**Tabela 8 - Investimento fixo para a instalação do sistema de produção de biogás**

<b>INVESTIMENTO FIXO</b>	<b>TOTAL</b>
<b>Sistema de Biodigestor</b>	
Geomembrana (vinibiodigestor), lagoa para estocagem de biofertilizante com capacidade de 1.000 m <sup>3</sup> , queimador do biogás excedente, purificador de biogás, sistemas de válvulas, sistema completo de tubulação, sistema completo de recirculação, projeto e ART (anotação de responsabilidade técnica) do projeto.	R\$ 327.860,00
Subtotal	R\$ 327.860,00
<b>Construção, terraplanagem e assessoria.</b>	
Grupo Gerador 120 Kva	R\$ 150.000,00
Terraplanagem e obra civil	R\$ 38.000,00
Sistema de coleta de água de chuva	R\$ 17.632,98
Construção de cerca em torno do sistema Vinibiodigestor	R\$ 33.135,35
Construção de cobertura para bomba	R\$ 450,00
Galpão estrutura metálica- para armazenamento da cama de frango ( 630m <sup>2</sup> )	R\$ 120.651,00
Mão de obra	R\$ 30.000,00
Assessoria e projeto para conectar o sistema à rede elétrica da distribuidora de energia	R\$ 3.000,00
Subtotal	R\$ 401.204,23
<b>Sistema de Fertiirrigação</b>	
Carretel enrolador com painel solar e aspersor (mangueira 300 metros)	R\$ 53.000,00
Moto bomba 25 CV (elétrica)	R\$ 18.000,00
Trator	0,00
Subtotal	R\$ 71.000,00
<b>Terra nua (m<sup>2</sup>) 2.630m<sup>2</sup></b>	R\$ 9.205,00
Subtotal	R\$ 9.205,00
<b>Total</b>	<b>R\$ 800.934,33</b>

Fonte: Elaborada pela autora (2020).

Além do custo de implantação do projeto, foram considerados os custos com os trâmites junto à distribuidora de energia elétrica do município onde o projeto será instalado (R\$ 3.000,00). Os investimentos iniciais necessários para a construção do respectivo projeto totalizaram em R\$ 800.934,33. No projeto considerou-se a utilização de um trator, entretanto, seu valor de aquisição não foi estimado (Tabela 8), dado que os avicultores, em geral, já possuem este equipamento para fazer a manipulação da cama de frango nos aviários.

#### **4.2.2. Estimativas dos custos, despesas e receitas**

Os custos, despesas e receitas foram determinados para o período de um ano, a partir dos seguintes elementos:

- Mão de obra (MO) e encargos: considerou-se a MO utilizada para alimentar diariamente o biodigestor e realizar sua manutenção (tempo estimado para efetuar essas duas tarefas são de duas horas), assim como monitorar a aplicação do biofertilizantes na plantação e limpeza do carretel. A aplicação ocorrerá a cada 15 dias. Os encargos foram estimados a



partir do percentual de 41,59% (CONAB, 2010). Considerou-se o piso salarial do trabalhador rural de Mato Grosso do Sul de R\$ 1.061,90, vigente para o ano de 2019 (FAMASUL, 2019).

- Custos de manutenção: para obter o valor desse custo considerou-se R\$ 0,05 por kWh produzido pelo projeto, conforme orientação técnica advinda do fornecedor do biodigestor.

- Custo com óleo diesel: efetuou-se a estimativa dos custos com óleo diesel a ser usado no trator que irá realizar diariamente o deslocamento da cama de frango do galpão até o biodigestor. O tempo necessário para a realização dessa tarefa é de duas horas.

- Seguro Operacional: provisão para danos imprevistos (parciais ou totais) ao produtor. Essa taxa está referenciada na CONAB (2010), sendo de 0,75% ao ano.

- Imposto sobre a propriedade territorial rural- ITR pago pelo produtor anualmente. Foi considerado apenas o valor proporcional à área que será instalado o projeto.

- Depreciação: considerou-se o valor residual dos equipamentos cuja durabilidade é superior ao horizonte da vida útil do projeto e que possam ser reutilizados ou vendidos ao término do projeto. O cálculo da depreciação foi realizado pelo método linear. Sendo estimado o valor anual da depreciação de R\$ 28.086,17.

- Formação das receitas: a receita foi estimada a partir de dois itens: produção de biogás e de biofertilizantes. A receita oriunda do biogás foi determinada mediante estimativa da capacidade de produção de kWh ao ano e pelo preço de energia elétrica praticada no país (Sistema de Bandeiras Tarifárias). Quanto ao biofertilizante, foi estimada a partir das concentrações de Nitrogênio (N), Fósforo (P) e Potássio (K) na sua composição e foram considerados os preços dos fertilizantes químicos comercializados contendo estes nutrientes e comercializados em escala industrial.

#### **4.2.3. Fluxo de caixa**

Assim como no projeto de energia solar fotovoltaica, para este projeto optou-se pelo uso do fluxo de caixa incremental (Tabela 9 e 10). Conforme observado na Tabela 9, verifica-se que o valor estimado do investimento inicial foi de R\$ 800.934,33 para implantação do biodigestor (produção de biogás para ambas as camas de frango) a ser adquirido através de recursos próprios.

**Tabela 9 - Fluxo de caixa incremental da geração de biogás a partir de casca de arroz**

ANO	Ano 0	Ano 1	Ano 5	Ano 10	Ano 15
<b>1. Benefício Total</b>	<b>0,0</b>	<b>R\$ 179.472,57</b>	<b>R\$ 179.472,57</b>	<b>R\$ 179.472,57</b>	<b>R\$ 179.472,57</b>
1.1 Quant. de kWh prod. <sup>6</sup>	0,0	86.870,00	86.870,00	86.870,00	86.870,00
1.2 Receita- energia elétrica	0,0	R\$ 57.805,90	R\$ 57.805,90	R\$ 57.805,90	R\$ 57.805,90
1.3 Receita- Biofertilizante	0,0	R\$ 121.666,67	R\$ 121.666,67	R\$ 121.666,67	R\$ 121.666,67
<b>2. Custo Total</b>	<b>0,0</b>	<b>R\$ 74.436,40</b>	<b>R\$ 74.436,40</b>	<b>R\$ 74.436,40</b>	<b>R\$ 74.436,40</b>
2.1 M.O biodigestor <sup>7</sup>	0,0	R\$ 4.573,28	R\$ 4.573,28	R\$ 4.573,28	R\$ 4.573,28
2.2 M.O biofertilizante <sup>8</sup>	0,0	R\$ 451,06	R\$ 451,06	R\$ 451,06	R\$ 451,06
2.3 Custo de manutenção	0,0	R\$ 4.343,50	R\$ 4.343,50	R\$ 4.343,50	R\$ 4.343,50
2.4 Óleo diesel	0,0	R\$ 26.499,00	R\$ 26.499,00	R\$ 26.499,00	R\$ 26.499,00
2.5 Cons. de kWh- moto bomba <sup>9</sup>	0,0	R\$ 6.654,30	R\$ 6.654,30	R\$ 6.654,30	R\$ 6.654,30
2.6 Seguro	0,0	R\$ 3.828,14	R\$ 3.828,14	R\$ 3.828,14	R\$ 3.828,14
2.7 ITR <sup>10</sup>	0,0	R\$ 0,94	R\$ 0,94	R\$ 0,94	R\$ 0,94
2.8 Depreciação	0,0	R\$ 28.086,17	R\$ 28.086,17	R\$ 28.086,17	R\$ 28.086,17
<b>3. Investimento</b>	<b>R\$ 800.934,33</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>R\$ 72.133,87</b>
<b>4. Benefício – Custo</b>	<b>0,0</b>	<b>R\$ 105.036,18</b>	<b>R\$ 105.036,18</b>	<b>R\$ 105.036,18</b>	<b>R\$ 105.036,18</b>
<b>5. Imposto de Renda</b>	0,0	R\$ 9.870,99	R\$ 9.870,99	R\$ 9.870,99	R\$ 9.870,99
<b>6. Depreciação</b>	<b>0,0</b>	<b>R\$ 28.086,17</b>	<b>R\$ 28.086,17</b>	<b>R\$ 28.086,17</b>	<b>R\$ 28.086,17</b>
7. F.C. do Produto <sup>11</sup>	<b>-R\$ 800.934,33</b>	<b>R\$ 123.251,36</b>	<b>R\$ 123.251,36</b>	<b>R\$ 123.251,36</b>	<b>R\$ 195.385,22</b>

Nota: (6) Quantidade de kWh produzido pelo biodigestor ao ano. (7) Mão de obra utilizada para alimentar o biodigestor e realizar sua limpeza. (8) Mão de obra utilizada para aplicar o biofertilizante e realizar a limpeza do carretel. (9) Consumo de kWh utilizado para o funcionamento da moto bomba do sistema de fertirrigação ao ano. (10) Imposto Territorial Rural. (11) Fluxo de Caixa do Produtor.

Fonte: Elaborada pela autora (2020).

Nota-se que a cama de frango de casca de arroz permite que sejam produzidos anualmente 86.870,00 kWh, enquanto a cama de maravalha produz 79.935,00 kWh ao ano (Tabela 5). Dessa forma, a receita estimada com energia elétrica ao ano foi de R\$ 57.805,90 (casca de arroz) e de R\$ 53.191,15 (maravalha), para ambas as camas a produção de biofertilizante resulta em uma receita de R\$ 121.666,67 ao ano.

Observa-se na Tabela 9 e 10 que a cama de maravalha obteve uma receita total (R\$ 174.857,82) menor, quando comparada ao da cama de casca de arroz (R\$ 179.472,57) devido à casca de arroz ter proporcionado maior produção de kWh em relação a maravalha. Isso ocorreu em função da cama de casca de arroz ser proveniente da criação de 10 lotes, enquanto a de maravalha de 3 lotes. Desse modo, a casca de arroz apresentou uma quantidade de material orgânico (que pode render biogás) maior do que a cama de maravalha, pois, quanto maior o grau de reutilização da cama, maior é a concentração de minerais, o que reflete no desempenho da digestão anaeróbia (PALHARES, 2004).

**Tabela 10** - Fluxo de caixa incremental da geração de biogás a partir da maravalha

ANO	Ano 0	Ano 1	Ano 5	Ano 10	Ano 15
<b>1. Benefício Total</b>	<b>0,0</b>	<b>R\$ 174.857,82</b>	<b>R\$ 174.857,82</b>	<b>R\$ 174.857,82</b>	<b>R\$ 174.857,82</b>
1.1 Quant. de kWh prod. <sup>12</sup>		79.935,00	79.935,00	79.935,00	79.935,00
1.2 Receita- energia elétrica	0,0	R\$ 53.191,15	R\$ 53.191,15	R\$ 53.191,15	R\$ 53.191,15
1.3 Receita- Biofertilizante	0,0	R\$ 121.666,67	R\$ 121.666,67	R\$ 121.666,67	R\$ 121.666,67
<b>2. Custo Total</b>	<b>0,0</b>	<b>R\$ 74.089,65</b>	<b>R\$ 74.089,65</b>	<b>R\$ 74.089,65</b>	<b>R\$ 74.089,65</b>
2.1 M.O biodigestor <sup>13</sup>	0,0	R\$ 4.573,28	R\$ 4.573,28	R\$ 4.573,28	R\$ 4.573,28
2.2 M.O biofertilizante <sup>14</sup>	0,0	R\$ 451,06	R\$ 451,06	R\$ 451,06	R\$ 451,06
2.3 Custo de manutenção	0,0	R\$ 3.996,75	R\$ 3.996,75	R\$ 3.996,75	R\$ 3.996,75
2.4 Óleo diesel	0,0	R\$ 26.499,00	R\$ 26.499,00	R\$ 26.499,00	R\$ 26.499,00
2.5 Cons. de kWh- moto bomba <sup>15</sup>	0,0	R\$ 6.654,30	R\$ 6.654,30	R\$ 6.654,30	R\$ 6.654,30
2.6 Seguro	0,0	R\$ 3.828,14	R\$ 3.828,14	R\$ 3.828,14	R\$ 3.828,14
2.7 ITR <sup>16</sup>	0,0	R\$ 0,94	R\$ 0,94	R\$ 0,94	R\$ 0,94
2.8 Depreciação	0,0	R\$ 28.086,17	R\$ 28.086,17	R\$ 28.086,17	R\$ 28.086,17
<b>3. Investimento</b>	<b>R\$ 800.934,33</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>R\$ 72.133,87</b>
<b>4. Benefício – Custo</b>	<b>0,0</b>	<b>R\$ 100.768,17</b>	<b>R\$ 100.768,17</b>	<b>R\$ 100.768,17</b>	<b>R\$ 100.768,17</b>
<b>5. Imposto de Renda</b>	<b>0,0</b>	<b>R\$ 9.617,18</b>	<b>R\$ 9.617,18</b>	<b>R\$ 9.617,18</b>	<b>R\$ 9.617,18</b>
<b>6. Depreciação</b>	<b>0,0</b>	<b>R\$ 28.086,17</b>	<b>R\$ 28.086,17</b>	<b>R\$ 28.086,17</b>	<b>R\$ 28.086,17</b>
7. F.C. do Produto <sup>17</sup>	<b>-R\$ 800.934,33</b>	<b>R\$ 119.237,16</b>	<b>R\$ 119.237,16</b>	<b>R\$ 119.237,16</b>	<b>R\$ 191.371,03</b>

Nota: (12) Quantidade de kWh produzido pelo biodigestor ao ano. (13) Mão de obra utilizada para alimentar o biodigestor e realizar sua limpeza. (14) mão de obra utilizada para aplicar o biofertilizante e realizar limpeza do carretel. (15) Consumo de kWh utilizado para o funcionamento da moto bomba do sistema de fertirrigação ao ano. (16) Imposto Territorial Rural. (17) Fluxo de Caixa do Produtor.

Fonte: Elaborada pela autora (2020).

#### 4.3. DETERMINAÇÃO DA TAXA MÍNIMA DE ATRATIVIDADE

De modo a efetuar o cálculo da taxa mínima de atratividade dos respectivos projetos, foi utilizado o modelo CAPM (Capital Asset Price Model), uma vez que este modelo estabelece uma relação entre o risco do investimento e seu retorno, cujo propósito é o de apurar para cada nível de risco assumido um retorno equivalente.

O Modelo CAPM foi desenvolvido a partir de diversos estudos, como os de: Markowitz (1959), Sharpe (1964), Lintner (1965) e Mossin (1966). Este modelo é considerado como o mais utilizado para a determinação do custo do capital próprio nos diversos países desenvolvidos, como também em mercados emergentes, como é o caso do Brasil (GARRÁN; MARTELANC, 2007; MACHADO, 2007, TEIXEIRA et al., 2013). A formulação básica do modelo é dada pela seguinte expressão de cálculo:

$$Ke = R_f + \beta(R_m - R_f) \quad (8)$$

Onde:

$Ke$  = custo de capital próprio;

$R_f$  = Taxa Livre de risco;

$\beta$  = Índice de risco não diversificável (risco sistêmico);

$R_m$  = Taxa de retorno de uma carteira representativa do mercado.

Para Teixeira e Cunha (2017) há limitações para a aplicação do Modelo CAPM em mercados emergentes, como a incapacidade dos preços dos ativos em expressarem as informações disponíveis sobre os mesmos, conforme constatado por Fama (1970). Dentre os fatores que limitam a eficiência nos mercados emergentes, segundo entendimento Teixeira e Cunha (2017), com base em Pereio (2001, p. 12), são:

- As bolsas de valores nos mercados emergentes tendem a ser pequenas em comparação ao PIB dos países emergentes e também possuem um pequeno número de empresas abertas;
- As bolsas de valores são altamente concentradas, o que diminui a liquidez dos papéis negociados, diminui a capacidade de diversificação dos investidores e cria possibilidade de manipulação de preços;
- Além disso, a aplicação direta do CAPM em mercados emergentes traz outros problemas, como a identificação de melhor tecnologia para a estimação os parâmetros do modelo.

No intuito de amenizar as limitações da aplicação do Modelo CAPM em mercados emergentes vários modelos foram ajustados no decorrer dos anos, dentre os quais, destaca-se o modelo de: Godfrey e Espinosa (1996); Lessard (1996); de Mariscal et al. (1999); Damodaran (2002); Assaf Neto (2008); CAPM Local (L-CAPM); CAPM Local Ajustado (AL-CAPM) e o CAPM Ajustado Híbrido (AH-CAPM), sendo os últimos três desenvolvidos por Pereio (2001).

Neste estudo optou-se pela utilização do Modelo CAPM Ajustado Híbrido (AH-CAPM) de Pereio (2001), para a estimativa da TMA, pois este modelo permite que o prêmio de mercado global seja ajustado “para o mercado interno por meio da 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).

O Modelo CAPM Ajustado Híbrido (AH-CAPM), apresenta-se pela seguinte expressão de cálculo:

$$TMA = Rf_g + R_c + \beta C_{LG} [\beta_{GG} (R_{MG} - Rf_g)] (1 - R^2) \quad (9)$$

Onde:

$TMA$  = Taxa Mínima de Atratividade;

$Rf_g$  = Taxa livre de risco global;

$R_c$  = Risco país;

$\beta C_{LG}$  = Beta do país;

$\beta_{GG}$  = Beta desalavancado médio de empresa comparáveis no mercado global;

$R_{MG}$  = Retorno do mercado global;  $R^2$  - Coeficiente de determinação.

Para a aplicação do modelo AH-CAPM foram utilizadas as seguintes premissas, detalhadas na Tabela 11:

**Tabela 11-** Diretrizes para o cálculo da TMA.

ÍNDICE	METODOLOGIA DE CÁLCULO	VALOR	FONTE/DATA COLETA
Rfg: Taxa Livre de Risco global	Retorno sobre o investimento livre de risco. Neste estudo utilizou o valor do T- BONDS (título emitido pelo Tesouro Americano) com prazo de resgate de 30 anos.	2,24%	<a href="http://br.investing.com">http://br.investing.com</a> em 21/01/2020
Rc: Risco país	Para o risco país utilizou-se a taxa EMBI + Brasil mensurado pelo banco norte- americano JP Morgan.	2,09%	<a href="http://ipeadata.gov.br">http://ipeadata.gov.br</a> em 21/01/2020
$\beta_{CLG}$ : Beta do país	Regressão entre o índice de mercado de ações locais (IBOVESPA) e o índice de mercado global (MSCI ACWI).	0,8536	MSCI ACWI - <i>Morgan Stanley Capital International</i> ( <a href="http://msci.com">http://msci.com</a> )
$\beta$ : Beta desalavancado	Beta desalavancado do setor <i>Farming/Agriculture</i> calculado por Aswath Damodaran.	0,63	<a href="http://pages.stern.nyu.edu">http://pages.stern.nyu.edu</a> em 21/01/2020.
$RMG$ : Retorno do mercado global	Como <i>proxy</i> do retorno do mercado global utilizou-se o MSCI ACWI – <i>All Country World Index</i> .	12,06%	<a href="http://msci.com">http://msci.com</a> de 2005 a 2019
Coef.de det. <sup>18</sup> ( $R^2$ ): ( <a href="http://ipeadata.gov.br">http://ipeadata.gov.br</a> )	Regressão entre a volatilidade das ações do mercado local (IBOVESPA) e variação do risco país (índice EMBI + Brasil).	0,0084	<a href="http://br.investing.com">http://br.investing.com</a> de 04/1994 a 01/2020

Nota: (18) Coeficiente de determinação.

Fonte: Elaborada pela autora (2020).

A partir das diretrizes propostas no Modelo AH-CAPM, obteve-se o valor da Taxa Mínima de Atratividade do produtor (TMA) com a seguinte aplicação:

$$TMA = 2,24\% + 2,09\% + 0,8536 [(0,63 \times (12,06\% - 2,24\%))] \times (1 - 0,0084) =$$

TMA = 9,57% ao ano. Os valores são descritos na Tabela 12.

**Tabela 12-** Cálculo do Custo de Capital do Produtor.

Custo de Capital do Produtor	
Taxa livre de risco global	2,24% a.a
Risco país	2,09 % a.a.
Beta do país	0,8536
Beta desalavancado	0,63
Retorno do mercado global	12,06 % a.a.
Coeficiente de determinação	0,0084
Taxa Mínima de Atratividade (TMA)	9,57% a.a

Fonte: Elaborada pela autora (2020).

#### 4.4. AVALIAÇÃO DO SISTEMA DE PRODUÇÃO DE ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA

Após a definição da TMA aplicou-se as técnicas de avaliação de investimento propostas nos procedimentos metodológicos deste estudo (VPL, TIR, IL, B/C e *Payback* Descontado), cujos resultados são detalhados na Tabela 13.

**Tabela 13** - Resultados dos indicadores de viabilidade econômica: energia solar fotovoltaica

<b>Técnica de avaliação</b>	<b>Resultado</b>
Valor Presente Líquido (VPL)	R\$ 2.411.518,46
Taxa Interna de Retorno (TIR)	31,53%
Índice de Lucratividade (IL)	5,00
Relação Benefício/Custo (B/C)	9,18
Taxa Interna de Retorno Modificada (TIRM)	15,13%
<i>Payback</i> Descontado (PBd)	5,63

Fonte: Elaborada pela autora (2020).

Ao realizar a avaliação da viabilidade do investimento pelo método do Valor Presente Líquido (VPL), obteve-se um resultado de R\$ 2.411.518,46 o que aponta para a viabilidade deste investimento, pois se observa que ao final do projeto a soma dos ganhos descontados é relativamente maior quando comparado ao montante a ser desembolsado para sua implantação. Esse resultado corrobora com os obtidos por Primieri (2019) e Arcano et al., que foram respectivamente de: R\$ 47.208,31 e R\$ 108.934,00.

A TIR obtida foi de 31,53% evidenciando a viabilidade do projeto, dado que a TIR demonstrou-se superior a TMA de 9,57% ao ano. Outros estudos encontraram atratividade no investimento na produção de energia fotovoltaica ao analisar a TIR, como de Rodrigues et al., (2017), Mohammadi et al., (2018) e Bourahla et al. (2019).

Quanto ao Índice de Lucratividade, foi obtido um valor de 5,00; assim sendo, o projeto deve ser aceito posto que, pela regra geral, quando o IL for maior que 1 o projeto é viável (BORDEAUX- RÊGO, et al., 2013). A relação B/C resultou em 9,18 o que reforça a viabilidade, uma vez que, o valor de B/C quando superior a 1 representa geração de riqueza (SOUZA; CLEMENTE, 2012).

A Taxa Interna de Retorno Modificada foi calculada com o intuito de encontrar uma taxa mais realista para o projeto, diante disso, obteve-se uma TIRM de 15,13%, o que reafirma a aceitabilidade do respectivo projeto, pois a taxa é superior à TMA.

Pelo método do *Payback* Descontado o projeto apresentou-se como viável, posto que, o investimento será recuperado em 5,63 anos, tempo relativamente curto quando comparado à vida útil do projeto (25 anos). Caso o produtor opte pela instalação na parte aérea do aviário, o retorno do investimento se dará em 4,48 anos. Dessa forma constata-se que esse investimento apresenta um risco relativamente baixo, visto que, o risco do projeto aumenta à medida que o *Payback* se aproxima do final do horizonte de planejamento (SOUZA; CLEMENTE, 2012). Por outro lado, o estudo de Primieri (2019) indicou um *Payback* descontado de 19 anos, bem superior ao verificado neste estudo.

A partir da análise dos resultados auferidos mediante o uso das técnicas de viabilidade econômica supracitadas constata-se a que o uso de energia fotovoltaico é viável economicamente. Silva (2017), por sua vez, 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.

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) apontam o alto custo de investimento como uma barreira a ser superada no Brasil, dessa forma, sendo necessário a promoção “de incentivos financeiros e oportunidades mais atraentes para os investidores” (CARSTENS; CUNHA, 2019, p. 396).

Em consonância, Faria Júnior et al. (2017) e Garlet et al. (2019, p.7) salientam a necessidade de se criar “um ambiente colaborativo com o envolvimento de empresas do setor fotovoltaico, governo, instituições financeiras, pesquisadores e comunidade” de modo a superar as atuais barreiras a promoção e expansão da energia solar fotovoltaica no país.

#### 4.5. AVALIAÇÃO DO SISTEMA DE PRODUÇÃO DE BIOGÁS A PARTIR DE CAMA DE FRANGO

Os resultados dos indicadores de viabilidade econômica estão descritos na Tabela 14. Este cenário apontou a utilização de biogás na avicultura de corte como uma solução viável, uma vez que os indicadores resultaram em valores positivos.

**Tabela 14 - Resultados dos indicadores de viabilidade econômica: biogás**

<b>Técnica de avaliação</b>	<b>Cama de casca de arroz</b>	<b>Cama de maravalha</b>
Valor Presente Líquido (VPL)	R\$ 178.304,15	R\$ 147.007,60
Taxa Interna de Retorno (TIR)	13,17%	12,55%
Índice de Lucratividade (IL)	1,22	1,18
Benefício Custo (B/C)	2,41	2,36
Taxa Interna de Retorno Modificada (TIRM)	11,05%	10,81%
<i>Payback</i> descontado (PDd)	10,65 anos	11,57 anos

Fonte: Elaborada pela autora (2020).

A produção de biogás apresentou VPL de R\$ 178.304,15 (cama de casca de arroz) e de R\$ 147.007,60 (cama de frango de maravalha), o que aponta para sua aceitabilidade, pois se observa que ambos VPLs resultaram em valores positivos (GITMAN, 2010). Em consonância Walekhwa et al. (2014) obteve VPL positivo em todos os cenários de planta de biogás analisados: capacidade de 8m<sup>3</sup> (VPL de \$ 4,535.00), 12m<sup>3</sup> (VPL \$ 6,998.00) e 16m<sup>3</sup> (VPL \$ 9,542.00).

Por outro lado, o estudo de Felca et al. (2018) resultou em VPL negativo para todos os projetos de uso de energia da biodigestão de lodo analisados: Varginha (-\$ 4,742,583,82), Porto Alegre (-\$ 3,423,288.55), Santa Rita do Sapucaí ( -\$ 1,309,624.94), Itajubá- sem aquecimento (-\$ 3,594,339.32) e Itajubá- com aquecimento ( -\$ 3,519,693.60).

Quanto a Taxa Interna de Retorno obteve-se TIR de 13,17% ao ano para a produção de biogás a partir da casca de arroz e de 12,55 % para o uso da maravalha. Esses resultados constata a viabilidade de ambos os projetos, dado que as TIRs expressam valores superiores a TMA de 9,57% ao ano (BRUNI; FAMÁ, 2012), sendo assim, conforme entendimento de Kreuz et al. (2008), esse cenário em que a TIR permanece superior a TMA, investir no projeto tende a gerar mais ganho ao produtor do que deixar o dinheiro investido à TMA.

Em relação ao Índice de Lucratividade, foi obtido um valor de 1,22 (casca de arroz) e de 1,18 (maravalha), assim sendo, ambos os projetos podem ser aceitos, dado que IL foi maior que 1 (ASSAF NETO, 1992). A utilização da relação B/C apontou a viabilidade do uso da cama de casca de arroz (B/C de 2,41) e de maravalha (B/C de 2,36) para a produção de biogás, haja vista ambas terem auferidos valores de B/C superior a 1 (SILVA et al., 2014).

O cálculo da Taxa Interna de Retorno Modificada resultou em TIRM de 11,05% (casca de arroz) e de 10,81% (maravalha), pelo cálculo desse índice os projetos são viáveis, posto que, ambas as taxas apresentam-se superiores à TMA. Em relação ao *Payback*



Descontado, para ambos os projetos, há viabilidade sendo o retorno de 10,65 anos (casca de arroz) e de 11,57 anos (maravalha).

Esta pesquisa considerou todos os encargos advindos da mão de obra utilizada para o correto funcionamento do projeto, custo com terra nua e custo com aplicação de biofertilizante (mão de obra, manutenção e energia para utilização do equipamento), Ali e Al-Sa'ed (2018) enfatizam para a necessidade de se considerar estes custos de modo a se estabelecer parâmetros reais para o estudo da viabilidade econômica.

Como premissa inicial deste estudo considera que o avicultor necessite adquirir todos os equipamentos (Tabela 3). Caso o produtor já possua a estrutura para armazenar a cama de frango (exemplo, algum galpão ocioso na propriedade) o tempo de retorno do projeto será de 7,16 anos (casca de arroz) e de 7,90 anos (maravalha). Considerando-se que, além do galpão ele já possua um sistema de fertirrigação o retorno tende a ser de 4,88 anos (casca de arroz) e de 5,54 anos (maravalha).

Estudos como o de Sarmiento et al. (2015) e de Ali e Al-Sa'ed (2018) utilizando *Payback* simples apresentaram um tempo de retorno de investimento relativamente menor: de 3,26 anos e de 3 anos, entretanto, ambos consideraram as receitas advindas do biofertilizante, mas não pontuaram os custos de aplicação deste biofertilizante (mão de obra para aplicação, equipamento a ser utilizado para essa aplicação, assim como gasto advindo para o funcionamento deste equipamento) na estimativa de seus fluxos de caixa. Sendo estes custos considerados nesta pesquisa (Tabela 9 e 10).

Já Capatan et al. (2012) em seu estudo sobre produção de biogás através de dejetos de equinos, consideraram nas entradas do fluxo de caixa as receitas com vendas de energia elétrica e crédito de carbono, em que, 94% da geração de suas receitas são provenientes da comercialização desses créditos, todavia, o autor não elencou em seu investimento fixo o custo para registro e formalização do projeto mediante órgão competente de modo a torna-se apto a executar a venda de crédito de carbono.

Assim sendo, ao considerar-se a receita produzida pelo biofertilizante e/ou comercialização do crédito de carbono é essencial que sejam considerados todos os custos e despesas geradas pelo projeto, a fim de se evitar um período de *Payback* que não condiz com a realidade do investimento.

A partir dos resultados obtidos mediante aplicação das ferramentas de análise de viabilidade econômica constata-se que a utilização de biodigestor em propriedade avícola é viável economicamente. Resultados de estudos sobre biogás realizados na Uganda

(WALEKHWAA et al., 2014) e no Paquistão (AMJID et al., 2011; ANSARI et al., 2011) apontaram a viabilidade econômica da produção de biogás para o país.

Entretanto, o estudo desenvolvido por Engler et al., (2012) apresenta-se inviável para a planta de biogás no Texas (EUA), caso seja considerado apenas os benefícios advindos da substituição de energia elétrica, sendo, portanto, necessário considerar a substituição de fertilizantes. Já Govender et al. (2019, p. 154) constataram a “inviabilidade do projeto, atribuída principalmente aos altos custos de capital”.

De acordo com Lonnqvist et al. (2018) os desafios para a implantação deste tipo de projeto tende a ser mais intenso em países em desenvolvimento, haja vista a ausência de política institucional, como o de apoio financeiro (PATINVOH; TAHERZADEH, 2019).

Para Marçal et al. (2016) essas políticas necessitam contemplar linhas de financiamento que não se restrinja apenas em fornecer, somente, recursos para a aquisição do equipamento, mas também, proporcione capacitação de modo a possibilitar aos interessados “condições para o domínio das técnicas de manejo do equipamento, bem como sua manutenção, para que se obtenha o máximo proveito possível dessa tecnologia” (MARÇAL et al., 2016, p.150).

#### 4.6. ANÁLISE COMPARATIVA DOS PROJETOS: ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA E BIOGÁS

Conforme observado na análise de viabilidade econômica realizada anteriormente, constata-se que o projeto de produção de energia solar fotovoltaica e o de produção de biogás são viáveis na produção de frango de corte, todavia, em função de ambos os projetos possuírem vida útil distinta, sendo de 25 anos para a energia solar fotovoltaica e de 15 anos para a geração de biogás, as técnicas de análise de viabilidade utilizada (Tabelas 13 e 14) não são capazes de apontar dentre os dois, qual é o mais viável, mediante a isso, aplicou-se a técnica do Valor Anual Uniforme Equivalente (VAUE) que permite realizar esta comparação (Tabela 15).

**Tabela 15** - Aplicação da técnica do Valor Anual Equivalente Uniforme

Tipo de energia renovável		Resultado
Energia solar fotovoltaica		R\$ 246.842,85
Biogás	Casca de arroz	R\$ 22.869,86
	Maravalha	R\$ 18.855,67

Fonte: Elaborada pela autora (2020).

A partir dos resultados apresentados na Tabela 15 nota-se que ambos os projetos são aceitáveis, haja vista o VAUE obtido tanto na análise econômica da produção de energia solar fotovoltaica (R\$ 246.842,85) como na geração de biogás (cama de frango de casca de arroz e de maravalha) terem demonstrado resultados positivos. Dentre os dois, o mais recomendado é o de produção de energia solar fotovoltaica, pois obteve maior valor de VAUE quando comparado ao obtido pela geração de biogás (REZENDE; OLIVEIRA, 2001).

A implantação de um sistema de produção de energia solar torna-se mais viável à realidade do produtor em função de não demandar de muita mão de obra para seu funcionamento, após sua instalação é necessário apenas que um funcionário realize a limpeza dos painéis em torno de duas horas, em média de duas vezes ao ano.

Já o projeto de biogás necessita de uma mão de obra diária (duas horas por dia) para retirar a cama de frango do galpão e colocá-lo no biodigestor, além disso, a cada 15 dias há a necessidade de M.O para realizar a aplicação do biofertilizante (mudar o carretel de lugar conforme necessidade e efetuar sua limpeza) dessa forma, enquanto o custo com M.O no projeto de energia solar é de R\$ 25,06 ao ano, no biogás esse custo é de R\$ 5.024,34, valores estimados a partir de um salário mensal de R\$ 1.061,90, conforme detalhamento realizado na subseção 4.2.2.

Outro custo que onera o projeto de biogás (Tabela 9 e 10) é o gasto com óleo diesel para realizar a alimentação diária do biodigestor, sendo este responsável por 34,14% dos custos operacionais totais. Além disso, o sistema de geração de biogás demanda da utilização de equipamentos com alto custo, como motobomba, sistema de captação de água, sistema de irrigação, além dos biodigestores, o que reflete no custo final do investimento.

Embora o projeto de produção de energia solar fotovoltaica tenha apresentado melhor viabilidade, antes de o produtor definir entre um e outro projeto (já que ambos são viáveis) necessita definir o objetivo real para a adoção do sistema de energia renovável: deseja somente produzir a energia para sua propriedade, ou além da energia necessita dar um fim correto aos dejetos das aves, caso o propósito seja a segunda opção a produção de energia a partir do biogás tende a ser a melhor opção.

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A adoção de energias renováveis (fotovoltaica e biogás) para produção de frango de corte apresentou um bom potencial de viabilidade econômica. Esses sistemas de produção de energia, além de permitir a redução considerável do principal problema enfrentado atualmente pelo avicultor (alto custo com energia elétrica), promovem benefícios ambientais.

Conforme identificado na pesquisa, dentre às duas opções, a produção de energia solar fotovoltaica demonstrou ser a opção mais viável ao produtor, pois demanda de custo relativamente baixo quando comparado ao da produção de biogás. Entretanto, a escolha entre um e outro deve ser realizada mediante o objetivo que este produtor almeja (apenas produzir energia elétrica, ou, além disso, promover o tratamento ambientalmente adequado para o dejetos das aves), caso o propósito seja a opção mais ampla (vantagens econômicas e ambientais) a produção de energia elétrica a partir do biogás atenderá este objetivo.

Ao optar-se pela geração de energia solar fotovoltaica faz-se necessário que o produtor antes de definir entre um ou outro fornecedor do sistema fotovoltaico não considere apenas o menor custo entre os diversos orçamentos realizados, mas se atente a qualidade dos materiais a serem utilizados, assim como a reputação da empresa que irá realizar a implantação do projeto. É de essencial importância que se opte por fornecedores que sejam referências no setor de atividade, para que havendo necessidade de alguma manutenção, ele possa oferecer esta assistência técnica, dado que as garantias oferecidas são estendidas por um prazo de 25 anos.

Por outro lado, ao definir-se pela produção de biogás, o produtor deve também ficar atento à qualidade do equipamento que irá utilizar para aplicar o biofertilizante, dado que esta escolha pode inviabilizar o projeto. Inicialmente neste estudo havia previsão de utilização de um tanque chorumeira acoplado a um trator, todavia, em função do elevado consumo do óleo diesel e de mão de obra (para aplicar o biofertilizante) que inviabilizava o projeto, optou-se em considerar a utilização de um sistema de fertirrigação, mediante o uso de um gerador elétrico. Esse equipamento além de não consumir óleo diesel, necessita de pouca mão de obra para seu funcionamento.

De modo geral, verifica-se que o Brasil possui um ambiente oportuno à produção de energia renovável, neste caso, solar fotovoltaica e biogás, entretanto, a sua adoção no meio rural ainda é tímida e isso decorre do elevado custo de investimento inicial. Assim sendo, para que esse tipo de tecnologia possa se intensificar no meio rural, é de essencial importância que

sejam adotadas políticas de apoio e incentivos governamentais, para que os produtores possam realizar investimentos desta natureza.

Dada à relevância do tema “sustentabilidade energética no âmbito rural” e, considerando-se o desenvolvimento de estudos sobre energias híbridas (utilização do sistema eólico-fotovoltaico) instiga-se a elaboração de pesquisas direcionadas a analisarem a viabilidade econômica deste tipo sistema (solar fotovoltaica + biogás) em propriedades rurais.

## REFERÊNCIAS

ABINEE- Associação brasileira da indústria elétrica e eletrônica. **Propostas para Inserção da Energia Solar Fotovoltaica na Matriz Elétrica Brasileira**. 2012. Disponível em: <<http://www.abinee.org.br>>. Acesso em: 18 abr. 2019.

ABIOGÁS. **Proposta de programa nacional do biogás e bi metano - CNBB**. 2015.

ABPA- Associação brasileira de proteína animal. **Relatório anual 2017**. 2017. Disponível em: <<http://abpa-br.com.br>>. Acesso em: 30 jan. 2019.

ABRADEE- Associação brasileira de distribuidores de energia elétrica. 2017. Disponível em: <<https://www.abradee.org.br/>> Acesso em: 22 fev. 2020.

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.

ABSOLAR- Associação brasileira de energia solar fotovoltaica. 2017. Disponível em: <<http://www.absolar.org.br/>>. Acesso em: 22 dez. 2018.

ADEGBEYE, M. J. et al. Sustainable agriculture options for production, greenhouse gasses and pollution alleviation, and nutrient recycling in emerging and transitional nations - An overview. **Journal of cleaner production**, [S.l.], v.242, p. 1-21, 2019. Doi: 10.1016/j.jclepro.2019.118319.

AGRAER- Agência de desenvolvimento agrário e de desenvolvimento rural. Disponível em: <<http://www.agraer.ms.gov.br/>>. Acesso em: 15 jul. 2019.

AKILA, V. et al. Biogas and biofertilizer production of marine macroalgae: An effective anaerobic digestion of *Ulva* sp. **Biocatalysis and agricultural biotechnology**, [S.l.], v. 18, p. 1-9, 2019. Doi: 10.1016/j.bcab.2019.101035.

ALBINO, L. F. T.; TAVERNARI, F. C. **Produção e manejo de frangos de corte**. Viçosa: UFV, 2008

ALI, R.; AL-SA'ED, R. Economic Feasibility of a Biogás System in a Small Palestinian Poultry Farm. **Advances in science, technology and innovation**, p.1541-1543, 2018. Doi: 10.1007/978-3-319-70548-4\_448.

AMJID, S. S.; BILAL, M. Q.; NAZIR, M. S; HUSSAIN, A. Biogas renewable energy resource for Pakistan. **Renewable and sustainable energy reviews**, [S.l.], v. 15, p. 2833- 2837, 2011. Doi: 10.1016/j.rser.2011.02.041.

ANSARI, S. H.; KHAN, M. S.; HAIDER, M. S.; AHMAD, A.; AHMED, M. A. A study on economic feasibility of biogas plant for a small town. **Science international**, Lahore, v. 23, p. 325-326, 2011.

ANEEL- Agência nacional de energia elétrica. **Micro e Minigeração Distribuída: Sistema de Compensação de Energia Elétrica**. 2. Ed. Brasília: ANEEL, 2016. 31 p. (Cadernos temáticos ANEEL). Disponível em: < <http://www.aneel.gov.br/>>. Acesso em: 29 abr. 2018.

\_\_\_\_\_. **Resolução Normativa nº 482, de 17 de Abril de 2012**. 2012. Disponível em: < <http://www.aneel.gov.br/>>. Acesso em: 29 abr. 2019.

APHA- American public health association. **Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater**, ed. 22, Washington, 2012.

- AQUINO, G. T. de; BRONDANI, F. M. M.; ALVES-SOUZA, R. A.; GERON, V. L.M. G. O uso do biogás no âmbito rural como proposta de desenvolvimento sustentável. **Revista Científica da Faculdade de Educação e Meio Ambiente**, [S.l.], v. 5, n. 1, p. 140-149, 2014.
- ARAÚJO, M. J. **Fundamentos de Agronegócio**. SP: Atlas 2009.
- ARCANO, L.; MARCELINO, J. A.; BRISTOL, V. M.; GUIMARÃES FILHO, L. P.; YAMAGUSHI, C. K. Estudo da sustentabilidade para implementação de um sistema fotovoltaico para geração de energia elétrica em aviário tipo Dark House. **Custos e @gronegócio** [online], v. 14, n. 4, 2018.
- ARSHAD, M. et al. Electricity generation from biogas of poultry waste: An assessment of potential and feasibility in Pakistan. **Renewable and sustainable energy reviews**, [S.l.], v. 81, p. 1241–1246. Doi: 10.1016/j.rser.2017.09.007.
- ASSAF NETO, A. **Finanças Corporativas e Valor**. 3. ed. São Paulo: Atlas, 2008.
- \_\_\_\_\_. Os métodos quantitativos de análise de investimentos. **Cadernos de estudo**, São Paulo, n. 6, 1992. Doi: 10.1590/S1413-92511992000300001.
- AZIZ, N. I. H. A.; HANAFIAH, M. M.; GHEEWALAB, S. H. A review on life cycle assessment of biogas production: Challenges and future perspectives in Malaysi. **Biomass and bioenergy**, [S.l.], v. 122, p.361-374, 2019. Doi: 10.1016/j.biombioe.2019.01.047.
- BALDIN, V. **Geração de energia na avicultura de corte a partir da cama de aviário**. 2013. 137f. dissertação (Mestrado em Engenharia Elétrica) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica, Pato Branco, 2013.
- BANCO DO BRASIL. **Crédito de carbono**. 2019. Disponível em:< <https://www.bb.com.br>>. Acesso em: 20 dez. 2019.
- BARBOSA, G. S.; DRACH, P. R.; CORBELLA, O. D. A Conceptual Review of the Terms Sustainable Development and Sustainability. **International Journal of social sciences**, [S.l.], v. 3, n. 2, p.1-15, 2014.
- BARBOSA, G.; LANGER, M. Uso de biodigestores em propriedades rurais: uma alternativa à sustentabilidade ambiental. **Unoesc & Ciência – ACSA**, Joaçaba, v. 2, n. 1, p. 87-96, 2011.
- BARREIRA, P. **Biodigestores: energia, fertilidade e saneamento para a zona rural**. Ícone, 2011.
- BAZEN, E. F.; BROWN, M. A. Feasibility of solar technology (photovoltaic) adoption: A case study on Tennessee’s poultry industry. **Renewable energy**, [S.l.], v.4, n. 3, p. 748–754. 2009. Doi: 10.1016 / j.renene.2008.04.003.
- BEZERRA, K. L. P. Uso de biodigestores na suinocultura. **Revista eletrônica nutritime**, [S.l.], v. 11, n.5, p. 3714– 3722, 2014.
- BIZAWU, K.; AGUIAR, P. L. M. de. Energias renováveis e desenvolvimento sustentável: desafios e perspectivas para os países emergentes. **Conpedi law review**, Uruguai. v.2, n. 4, p. 394-411. 2016.
- BLEY JÚNIOR. C.; GALIKIN, M. **Agroenergia da Biomassa Residual: Perspectivas Energéticas, Socioeconômicas e Ambientais**. Foz do Iguaçu: Technopolitik, 2009. 2ª ed. 140 p. Disponível em:< <https://www.itaipu.gov.br/sites/default/files/publicacoes/biomassRev.pdf>>. Acesso em: 01 fev. 2019.
- BLUE SOL. **Energia solar**. 2017. Disponível em:<<https://blog.bluesol.com.br/sistema-fotovoltaico-conectado-a-rede-on-grid/>>. Acesso em: 13 dez.2019.

BORDEAUX-REGÔ, R.; PAULO, G. P.; SPRITZER, I. M. de P. A.; ZOTES, L. P. **Viabilidade Econômico-Financeira de Projetos**. 4ª ed. Rio de Janeiro: FGV, 2013.

BOURAHLA, N. A.; BENGHANEM, N.; DOUMBIA, M.; BOUZEBODJA, H. **The economic feasibility analysis of generated photovoltaic energy in the USTO campus**. PRZEGLĄD ELEKTROTECHNICZNY, ISSN 0033-2097, R. 95 NR 5/2019, p.147-152. 2007. Disponível em:< <http://www.red.pe.org.pl/articles/2019/5/35.pdf>>. Acesso em: 02 out. 2019.

BRAGA, R. **Fundamentos e técnicas de administração financeira**. São Paulo: Atlas, 2011.

BRASIL. **Decreto nº 58.659, de 4 de dezembro de 2012** - programa paulista de biogás. 2012.

BRASIL. **Lei nº 6361, de 18 de dezembro de 2012** - política estadual de gás natural renovável - gnr. 2012.

BRIGHAM, E. F.; GAPENSKI L. C.; EHRHARDT M. C. **Administração financeira: teoria e prática**, São Paulo: Atlas, 2001

BROM, L. G.; BALIAN, J. E. A. **Análise de investimentos e capital de giro: Conceitos e aplicações**. São Paulo: Saraiva, 2007.

BRUNI A. L.; FAMA, R. **Gestão de custos e formação de preços**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2012.

BÜCKER, F. et al. Fish waste: An efficient alternative to biogas and methane production in an anaerobic mono-digestion system. **Renewable energy**, [S.l.], v. 147, p. 798- 805. 2019. Doi: 10.1016/j.renene.2019.08.140.

BUENO, L. G. de F. **Avaliação da eficiência energética e do conforto térmico em instalações de frango de corte**. 2004. 86f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) - Faculdade de engenharia Agrícola, Unicamp, Campinas, 2004.

BULAK, P. et al. Biogas generation from insects breeding post production wastes. **Journal of cleaner production**, [S.l.], v.344, p. 1-8, 2019. Doi: 10.1016/j.jclepro.2019.118777.

CANEVER, M. D. et al. **A cadeia produtiva de frango de corte no Brasil e na Argentina**. Concórdia: EMBRAPA-CNPISA, 1997.

CAPATAN, D. C.; CAPATAN, A.; ROSSET, N. R.; HARZER, J. H. Análise da viabilidade financeira da produção de biogás através de dejetos de equinos. **Custos e @gronegocio**, [online], v.8, n. 4, 2012.

CARLETTI FILHO, P. T. **Divisão de custos e alinhamento estratégico de uma cadeia de suprimentos integrada verticalmente: o caso do frango brasileiro**. 2005. 156 f. Dissertação (Mestrado em Ciências)- Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2005.

CARSTENS, D. D. do S.; CUNHA, S. K. da. Challenges and opportunities for the growth of solar photovoltaic energy in Brazil. **Energy policy**, [S.l.], v.125, p. 396–404, 2019. Doi: 10.1016/j.enpol.2018.10.063.

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

\_\_\_\_\_. **Análise de Investimentos**. 10 ed. São Paulo: Atlas, 2008.



CHEN, Y. et al. Household biogas use in rural China: A study of opportunities and constraints. **Renewable and sustainable energy reviews**, [S.l.], v.14, n.1, p. 545-549, 2010. Doi: 10.1016/j.rser.2009.07.019.

COLATTO, L.; LANGER, M. Biodigestor: resíduo sólido pecuário para produção de energia. **Unoesc & Ciência: ACET**, Joaçaba, v. 2, n. 2, p. 119-128, 2011.

COMISSÃO MUNDIAL SOBRE MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO. **Nosso futuro comum**. 2. ed. Rio de Janeiro: Fundação Getúlio Vargas, 1992.

CONAB- Companhia Nacional de Abastecimento. **Custo de produção agrícola: A metodologia da Conab**. Brasília: Conab, 2010. 60 p Disponível em:< <https://www.conab.gov.br>>. Acesso em: 20 jul. 2019.

CORAM, A.; KATZNER, D. W. Reducing fossil-fuel emissions: Dynamic paths for alternative energy-producing Technologies. **Energy economics**, [S.l.], v. 70, p. 179-189, 2018. Doi: 10.1016/j.eneco.2017.12.028.

DAMODARAN, A. **Investment Valuation**. New York: John Wiley & Sons, 2002.

DIAS, C. L. A. de; CASTELO BRANCO, D. A.; AROUCA, M. C.; LOUREIRO LEGEY, L. F. Performance estimation of photovoltaic technologies in Brazil. **Renew energy**. [S.l.], v.114, p. 367-75. 2017. Doi: 10.1016/j.renene.2017.07.033.

EMBRAPA- Empresa brasileira de pesquisa agropecuária. **Estatísticas. Brasil. Frangos de corte**. 2019. Disponível em:< <https://www.embrapa.br> >. Acesso em: 25 jun. 2019.

\_\_\_\_\_. 2017. Disponível em:< <https://www.embrapa.br> >. Acesso em: 25 jun. 2019.

ENGLER, C. R.; JORDAN, E. R.; MCFARLAND, M. J.; LACEWELL, R. D. **Economics and Environmental Impact of Biogas Production as a Manure Management Strategy**, 2012. Disponível em:< <http://tammi.tamu.edu/Engler2.pdf>>. Acesso em: 20 jan. 2019.

EPE- EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. **Relatório Síntese: ano base 2017**. Rio Janeiro: 2018, 62 p. Disponível em:< <http://www.epe.gov.br>>. Acesso em: 28 dez. 2019.

\_\_\_\_\_. **O potencial do biogás: oportunidades e desafios**. Foz do Iguaçu: 2018, 18p. Disponível em:< <http://www.epe.gov.br>>. Acesso em: 30 dez. 2019.

\_\_\_\_\_. **Inserção da Geração Fotovoltaica Distribuída no Brasil – Condicionantes e Impactos**. Rio de Janeiro: 2014, 64p. (Nota Técnica DEA 19/14). Disponível em:< <http://www.epe.gov.br>>. Acesso em: 28 dez. 2019.

\_\_\_\_\_. **Análise da Inserção da Geração Solar na Matriz Elétrica Brasileira**. Rio de Janeiro: 2012, 64p. (Nota técnica EPE). Disponível em:< <http://www.epe.gov.br>>. Acesso em: 28 dez. 2019.

ESPÍNDOLA, C. J. Trajetórias do progresso técnico na cadeia produtiva de carne de frango do Brasil. **Revista Geosul**, Florianópolis, v. 27, n. 53, p. 89-113, 2012.

FAMA, E. F. Efficient Capital Markets: A Review of Theory and Empirical Work. **Journal of finance**, New York, v.25, n.2, p.383-417, 1970. DOI: 10.2307/232548.

FAMASUL- Federação da agricultura e pecuária de Mato Grosso do Sul. Disponível em:< <https://portal.sistemafamasul.com.br/> >. Acesso em: 15 dez. 2019.

FAPESP- Fundação de amparo à pesquisa do Estado de São Paulo. **Um futuro com energia sustentável: iluminando o caminho**. 2010. Disponível em: <  
<http://www.fapesp.br/publicacoes/energia.pdf>>. Acesso em: 15 jul. 2019.

FARIA, J. R. 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**, [S.l.], v.75, p.469–75. 2017. Doi:10.1016/j.rser.2016.10.076.

FELCA, A. T. A.; BARROS, R. M.; TIAGO FILHO, G. L.; SANTOS, I. F. S.; RIBEIRO, E. M. Analysis of biogas produced by the anaerobic digestion of sludge generated at wastewater treatment plants in the South of Minas Gerais, Brazil as a potential energy source. **Sustainable cities and society**, [S.l.], v.41, p. 139–153, 2018. Doi: 10.1016/j.scs.2018.04.035.

FEIL; A. A.; SCHREIBER, D. Sustentabilidade e desenvolvimento sustentável: desvendando as sobreposições e alcances de seus significados. **Caderno Ebape**, Rio de Janeiro, v. 14, n.3, 2017.

FERRAREZ, A. H. **Análise econômica da instalação de planta biointegrada de biogás para geração de energia limpa e adubo orgânico em granjas avícolas**. 2009. 146f. Dissertação (Pós-graduação em Engenharia Agrícola) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2009.

FERREIRA, A. et. al. Economic overview of the use and production of photovoltaic solar energy in Brazil. **Renewable and sustainable energy reviews**, [S.l.], v. 81, p. 181–191, 2018. Doi: 10.1016/j.rser.2017.06.102.

FORNARI, E. **Manual prático de agroecologia**. São Paulo: Aquariana, 2002, 240p.

FREITAS, F. F. et al. The Brazilian market of distributed biogas generation: Overview, technological development and case study. **Reviews of renewable and sustainable energy**, [S.l.], v. 101, p146-157. 2019. Doi:10.1016/j.rser.2018.11.007.

GARLET, T. B. et al. Paths and barriers to the diffusion of distributed generation of photovoltaic energy in southern Brazil. **Renewable and sustainable energy reviews**, [S.l.], v. 111, p. 157–169. 2019. Doi: 10.1016/j.rser.2019.05.013.

GARRÁN, F. T.; MARTELANC, R. Metodologias em uso no Brasil para determinação do custo de capital próprio. In: ENCONTRO DA ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE PROGRAMAS DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ADMINISTRAÇÃO, 31., 2007, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: ENANPAD, 2007.

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

GODFREY, S.; ESPINOSA, R. A practical approach to calculating costs of equity for investments in emerging markets. **Journal of applied corporate finance**, [S.l.], v. 9. n. 3, p. 80-89, 1996. Doi: 10.1111/j.1745-6622.1996.tb00300.x.

GOLDEMBERG, J.; PALETTA, F. C. **Energias Renováveis: Série Energia e Sustentabilidade**. São Paulo: Blucher, 2012. 110 p.

GOMES, A. C. A.; ROCHA, M. M.; GALVÃO, A. da S.; ALBINO, P. M. B. Incentivos para a viabilização do biogás a partir dos resíduos da pecuária leiteira no Estado de Minas Gerais. **Desenvolvimento e meio ambiente**, Paraná, v. 30, p. 149-160. 2014.

GOVENDER, I.; THOPIL, G. A.; INGLES-LOTZ, R. Financial and economic appraisal of a biogas to electricity project. **Journal of cleaner production**, [S.l.], v. 214, p. 154-165, 2019. Doi: 10.1016/j.jclepro.2018.12.290.

HAACK, S.C.; OLIVEIRA, G. G. de. Análise de Viabilidade Econômica e Financeira de Projetos Sustentáveis no Setor Energético: Estudo de Caso para Implantação de Biodigestores no Semiárido Baiano. **Revista econômica do Nordeste**, Fortaleza, v. 44, n. especial, p. 363-382, 2013.

HARLOW, J.; GOLUB, A.; ALLENBY, B. A review of utopian themes in sustainable development discourse. **Sustainable development**, [S.l.], v. 21, n. 4, p. 270-80, 2013. Doi: 10.1002/sd.522.

HAWAWINI, G.; VIALLET, C. **Finanças para executivos - gestão para criação de valor**. Cengage Learning. São Paulo, 2009.

HELFAND, S. M.; REZENDE, G. C. **Mudanças na distribuição espacial da produção de grãos, aves e suínos no Brasil: o papel do Centro-Oeste**. Rio de Janeiro: IPEA, 1998. (Texto para discussão; n. 611).

HELFERT, E. A. **Técnicas de análise financeira: Um guia prático para medir o desempenho dos negócios**. Porto Alegre: Artmed, 1997.

HERNANDES, R.; CAZETTA, J. O.; MORAES, V. M. B. de. Frações nitrogenadas, glicídicas e amônia liberada pela cama de frangos de corte em diferentes densidades e tempos de confinamento. **Revista brasileira de zootecnia**, Viçosa, v. 31, n. 4, p.1795-1802, 2002.

HONÓRIO, M. O. **Estimativa de crédito de carbono da produção e queima do biogás proveniente de dejetos suínos: estudo de caso**. 2009. 93f. Mestrado (Engenharia Química)- Centro Tecnológico, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2009.

HOSS, O.; CASAGRANDE, L. F.; DAL VESCO, D. G.; METZNER, C. M. 2008. **Contabilidade: Ensino e Decisão**. São Paulo: Atlas.

IBGE- Instituto brasileiro de geografia e estatística. 2017. Disponível em <https://www.ibge.gov.br>. Acesso em: 24 abr. 2018.

INMET- Instituto nacional de meteorologia, 2019. Disponível em: < <http://www.inmet.gov.br/portal/>>. Acesso em: 22 dez. 2019.

JEFFREY KUO, C. F.; LEE, Y. W.; LAZUARDI UMAR, M.; YANG, P. C. Dynamic modeling, practical verification and energy benefit analysis of a photovoltaic and thermal composite module system. **Energy conversion and management**, [S.l.], v.154, p. 470-481, 2017. Doi: 10.1016/j.enconman.2017.11.036.

JESUS JÚNIOR, C. de; PAULA, S. R. L. de; ORMOND, J. G. P.; BRAGA, N. M. **A cadeia da carne de frango: tensões, desafios e oportunidades**. **BNDES Setorial**, Rio de Janeiro, n. 26, p. 191-232, 2007. Disponível em: < [https://web.bndes.gov.br/bib/jspui/?locale=pt\\_BR](https://web.bndes.gov.br/bib/jspui/?locale=pt_BR)>. Acesso em: 22 fev. 2020.

KAGEYAMA, A. Desenvolvimento rural: conceito e medida. **Cadernos de ciência & tecnologia**, Brasília, v. 21, n. 3, p. 379-408. 2004.

KAMP, L. M.; FORN, E. B. Ethiopia's emerging domestic biogas sector: Current status, bottlenecks and drivers. **Renewable and sustainable energy reviews**, [S.l.], v. 60, p.475-488, 2016. Doi: 10.1016 / j.rser.2016.01.068.

KHALIL, M.; BERAWI, M. A.; HERYANTO, R.; RIZALIE, A. Waste to energy technology: The potential of sustainable biogas production from animal waste in Indonesia. **Renewable and sustainable energy reviews**, [S.l.], v.105, p. 323-331. 2019. Doi: 10.1016/j.rser.2019.02.011.

KOPITTKE, H. B.; CASAROTTO FILHO, N. **Análise de Investimentos**. São Paulo: Atlas, 2000.

KREUZ, C. L.; SOUZA, A.; CLEMENTE, A. Custos de produção, expectativas de retorno e de riscos do agronegócio mel no planalto norte de Santa Catarina. **Custos e @gronegócio**, [online], v.4, n.1, p. 46-61, 2008.

LESSARD, D. Incorporating country risk in the valuation of offshore project. **Journal of applied corporate finance**, [S.l.], v.9, n. 3, p.52-63, 1996. Doi: 10.1111/j.1745-6622.1996.tb00298.x.

LINDSEY, T. C. Sustainable principles: common values for achieving sustainability. **Journal cleaner production**, [S.l.], v. 19, n. 5, p. 561-65, 2011. Doi:10.1016/j.jclepro.2010.10.014.

LINTNER, J. The valuation of risk assets and the selection of risky investments in stock portfolios and capital budgets. **Review of economics and statistics**, [S.l.], v. 47, n. 1, p. 13-37, 1965.

LOCHYŃSKA, M.; FRANKOWSKI, J. The biogas production potential from silkworm waste. / **Waste management**, [S.l.], v. 79, p. 564–570, 2018. Doi: 10.1016/j.wasman.2018.08.019.

LONNQVIST, T. et al. Large-scale biogás generation in Bolivia e A stepwise reconfiguration. **Journal of cleaner production**, [S.l.], v.180, 494–504. Doi: 10.1016/j.jclepro.2018.01.174.

LORA, E. E. S.; VENTURINI, O. J. **Biocombustíveis**. Rio de Janeiro: Interciência, 2012. 1.200 p.

MACHADO, M. R. R. Fluxo de Caixa Descontado: metodologias e critérios adotados na determinação da taxa de desconto. In: SEMINÁRIO DE ADMINISTRAÇÃO, 10., 2007, São Paulo. **Anais...** São Paulo: SEMEAD, 2007. p.1-15.

MAFACIOLLI, D. **Produção de biogás através do processo de digestão anaeróbica utilizando dejetos de aves de postura com suplementação de glicerina bruta**. 2012. 73f. Monografia (Bacharel em Engenharia Ambiental) - Centro Universitário UNIVATES, Lajeado, 2012.

MAPA- Ministério da agricultura, pecuária e abastecimento. **Plano Nacional de Agroenergia 2006-2011**. 2. ed. Brasília: Embrapa informação tecnologia, 2006, 110p.

\_\_\_\_\_. **Instrução Normativa nº 06**. 2001. Disponível em:< <http://www.agricultura.gov.br/>>. Acesso em: 19 nov. 2019.

MARÇAL, N.; SANTOS, A. dos; MARÇAL, N.; LUCENA, S. R. Gestão ambiental: tecnologia sustentável para o desenvolvimento no sertão Paraibano. **Revista de gestão e sustentabilidade ambiental**, Florianópolis, v. 4, n. 2, p. 139 - 159, 2016.

MARKOWITZ, H. **Portfolio Selection: Efficient Diversification of Investment**. Cowles Foundation Monograph, n. 16. New York: John Wiley E Sons, Inc, 1959.

MARIN, D. B.; VELOSO, A. V.; MATTIOLI, M. C.; SOARES, J. F. Avaliação sustentável de biogás em unidade de produção de suínos e seu reaproveitamento energético. **Revista agrogeoambiental**, Pouso Alegre, v. 10, n.4, p.113-125, 2018. Doi: 10.18406/2316-1817v10n420181247.

MARISCAL, J. O.; HARGIS, K. **A long-term: perspective on short-term risk**. Goldman Sachs Investment Research, 26 out, 1999.

MATHERI, A. N.; NDIWENI, S. N.; M. BELAID, M.; MUZENDA, E.; HUBERT, R. Optimising biogas production from anaerobic co-digestion of chicken manure and organic fraction of municipal solid waste. **Renewable and sustainable energy reviews**, [S.l.], v. 80, p. 756-764, 2017. Doi: 10.1016/j.rser.2017.05.068.

MICHELIS, I. (Coord.); GORDIN, M. H. de O. **Avicultura**. Campo Grande: UFMS, 2004, 158 p. (Cadeias produtivas de Mato Grosso do Sul, v. 1).

MIZUSAKI, M. Y. **Território e reestruturação produtiva na avicultura**. 1 ed. Dourados: UFGD, 2009, 354 p.

\_\_\_\_\_, M. Y. Reestruturação produtiva na avicultura em Mato Grosso do Sul. **Geosul**, Florianópolis, v. 22, p. 135-154, 2007.

MMA- Ministério do meio ambiente. **Política Nacional de Resíduos Sólidos**. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br>>. Acesso em: 12 dez. 2018.

MME- Ministério de minas e energia. **Boletim mensal de monitoramento do setor elétrico**. Brasília: MME, 2017.

MOHAMMADI, K.; NADERI, M.; SAGHAFIFAR, M. Economic feasibility of developing grid-connected photovoltaic plants in the southern coast of Iran. **Energy**, [S.l.], v. 156, p. 17–31. 2018. Doi: 10.1016/j.energy.2018.05.065.

MORAES, R.; GALIAZZI, M. do C. Análise textual discursiva: processo reconstrutivo de múltiplas faces. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 12, n. 1, p. 117-128, 2006.

MOSSIN, J. Equilibrium in a capital Asset Market. **Econométrica**, v. 34, n. 4, p. 768-783, 1966.

MOTTA, R. R.; CALÔBA, G. M. **Análise de Investimentos**. São Paulo: Atlas, 2002.

NARUTO, D. T. **Vantagens e Desvantagens da Geração Distribuída e Estudo de Caso de um Sistema Solar Fotovoltaico Conectado à Rede Elétrica**. 2017. 97 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Elétrica) – Escola Politécnica, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2017.

NASCIMENTO, R. L. **Energia Solar no Brasil: Situação e Perspectivas**. Estudo Técnico. Brasília: Câmara dos deputados, 2017.

NASCIMENTO, R. dos S.; ALVES, G. M. Fontes alternativas e renováveis de energia no brasil: métodos e benefícios ambientais. **Revista Univap**, São José dos Campos, v. 22, n. 40, Edição Especial 2016.

NEOSOLAR. **Energia solar fotovoltaica**. 2017. Disponível em <<https://www.neosolar.com.br/>>. Acesso em: 29 dez. 2018.

NEVES, S. das; VICECONTI, P. E. V. **Contabilidade Avançada**. 9º ed. São Paulo: Editora Frase, 2000.

OLIVEIRA, O. G.; OLIVEIRA, R. H. de; GOMES, R. O. Energia solar: um passo para o crescimento. **Revista Eletrônica de Graduação do UNIVEM - REGRAD**, Marília, v. 10, n. 1, p 377-389, 2017.

ONU- Organização das nações unidas. **ONU estabelece três pilares para o desenvolvimento sustentável dos países: econômico, social e ambiental**. 2010. Disponível em:<<http://www.senado.gov.br>>. Acesso em 20 ago. 2019.

ORRICO JÚNIOR, M. A. P.; ORRICO, A. C. A.; LUCAS JÚNIOR; J. de. Compostagem dos resíduos da produção avícola: cama de frangos e carcaças de aves. **Engenharia agrícola**, Jaboticabal, v. 30, n.3, p.538-545, 2010.

ORTIZ, L. S. **Energias renováveis sustentáveis: uso e gestão participativa no meio rural** / Lúcia Schild Ortiz (coord.). – Porto Alegre: Núcleo Amigos da Terra/Brasil, 2005.

PALHARES, J. C. P. **Uso de Biodigestores para o tratamento da cama de frango: conceitos importantes para a produção de biogás**. Embrapa Suíno e Aves. Concórdia: Santa Catarina. 2006.

\_\_\_\_\_. **Uso da cama de frango na produção de biogás**. Concórdia - SC, 2004. (EMBRAPA-CNPSA. Circular Técnica, 41).

PATINVOH, R. J.; TAHERZADEH, M. J. Challenges of Biogas Implementation in Developing Countries. **Current Opinion in Environmental Science & Health**, [S.l.], v.12, p.30-37, 2019. Doi: 10.1016/j.coesh.2019.09.006.

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

PEREIRA, E. B.; MARTINS, F. R.; ABREU, S. L. de; RÜTHER, R. **Atlas Brasileiro de Energia Solar**. São José dos Campos: INPE, 2006.

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

QUEIROZ, R. de et al., Geração de energia elétrica através da energia hidráulica e seus impactos ambientais. **Revista do Centro de Ciências Naturais e Exatas – UFSM**, Santa Maria, v. 13 n. 13, p. 2774- 2784, 2013.

RAMOS, K. de J. B. et al. Carregador solar: energia solar fotovoltaica. **Revista de divulgação do Projeto Universidade Petrobras e IF Fluminense**, [S.l.], v. 1, p. 311-315 v. 1, p. 311-315, 2010.

RAMOS, P. Propriedade, estrutura fundiária e desenvolvimento (rural). **Estudos avançados**, São Paulo, v. 15, n. 43, 2001.

REBELATTO, D. A. N. **Projeto de Investimento**. 1. ed. Barueri, SP: Editora Manole, 2004. v. 01. 329p.

RELLA, R. Energia solar fotovoltaica no Brasil. **Revista de Iniciação Científica**, Criciúma, v. 15, n. 1, p. 28-38, 2017.

REVISTA CANAVIEIROS. Disponível em:< <https://www.revistacavieiros.com.br/edicoes>>. Acesso em: 12 dez. 2019.

REZENDE, J. L. P. de; OLIVEIRA, A. D. de. **Análise econômica e social de projetos florestais**. Viçosa: Editora UFV, 2001.

\_\_\_\_\_. **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.

RICHETTI, A.; SANTOS, A. C. O sistema integrado de produção de frango de corte em Minas Gerais: Uma análise sob a ótica da ECT. **Organizações rurais agroindustriais**. Lavras, v. 2, n. 2, p. 34-43, 2000.

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, p. 137-147, 2015.

RODRIGUES, W. O. P. **Cadeia produtiva do frango de corte no estado de Mato Grosso do Sul: uma análise de mercado**. 2014. 119f. Dissertação (Mestrado em Agronegócio) - Universidade da Região da Grande Dourados, Dourados, 2014.

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

RUPF, G. V.; BAHRI, P. A.; BOER, K. de; MCHENRY, M. P. Barriers and opportunities of biogas dissemination in Sub-Saharan Africa and lessons learned from, Tanzania, China, India, and Nepal. **Renewable and sustainable energy reviews**, [S.l.], v.52, p. 468-476, 2015.

SANTANA JUNIOR, J. R. de. Formação territorial da região da Grande Dourados: colonização e dinâmica produtiva. **Geografia**, Londrina, v. 18, n. 2, p. 89-107, 2009.

SANTOS, E. O. dos. **Administração financeira da pequena e média empresa**. São Paulo: Atlas, 2001.

SARMENTO, Z. R. S.; NAZARIO, C. A.S.; CARNEIRO, P. H. G.; NAZÁRIO, S. L. S. Aproveitamento do potencial energético da cama de frango para uso na atividade avícola. In: CONGRESSO NACIONAL DE EXCELÊNCIA EM GESTÃO, 11., 2015, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: Cneg & Inovarse, 2015. p. 1 - 15.

SCHMITT, C. J. **Sociedade, natureza e desenvolvimento sustentável: uma abordagem preliminar**. Porto Alegre: PPGS/UFRGS, março 1995. (Datilog.) U.S. DEPARTMENT OF AGRICULTURE. The basic principles of sustainable agriculture. Washington, D.C., 1991.

SEMAGRO- Secretaria de Estado de meio ambiente, desenvolvimento econômico, produção e agricultura familiar de MS. Disponível em:<<http://www.semagro.ms.gov.br/>>. Acesso em: 15 dez. 2018.

SFA/MS- Superintendência federal de agricultura de Mato Grosso do Sul. 2013. Disponível em:<<http://www.agricultura.gov.br/sfa/lista-sfas>>. Acesso em: 22 fev. 2019.

SHARPE, W. F. Capital Asset Prices: A Theory of Market Equilibrium under Conditions of Risk. **Journal of finance**, [S.l.], v.19, n.3, p.425-442, 1964. Doi: 10.1111/j.1540-6261.1964.tb02865.x

SHIMURA, S. et al. Production costs estimation in photovoltaic power plants using reliability. **Solar energy**, [S.l.], v.133, p.294–304, 2016.

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**, [S.l.], v. 109, p. 24–54, 2019. Doi: 10.1016/j.rser.2019.04.023.

SIF- Serviço de inspeção federal. **Consulta de abates por Estado**. 2019. Disponível em:<<http://www.agricultura.gov.br/assuntos/inspecao/produtos-animal/sif>>. Acesso em: 19 out. 2019.

- SIMAS, M.; PACCA, S. Energia eólica, geração de empregos e desenvolvimento sustentável. **Estudos avançados**, São Paulo, v. 27, n. 77, p. 99, 2013.
- SIMÕES, D. et al. Economical and financial analysis of aviaries for the integration of broilers under conditions of risk. **Ciências Agrotécnica**, Lavras, v.39, n.3, p.240-247, 2015.
- SILVA, H. W. da. Produção de biogás utilizando dejetos de vacas leiteiras – uma alternativa viável para redução de impactos ambientais. **Revista Técnico-Científica do CREA-PR**, Paraná, n.13, p.1-16, 2018.
- SILVA, A. A. L. da. **Sustentabilidade energética: um estudo da viabilidade econômica e financeira do uso de energia solar na avicultura**. 2017. 94f. Dissertação (Mestrado em Administração) - Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Cascável, 2017.
- SILVA, R. M. **Energia Solar no Brasil: dos incentivos aos desafios**. Brasília: Núcleo de Estudos e Pesquisas/CONLEG/Senado, 2015, 53 p. (Texto para Discussão, n. 166). Disponível em: <<https://www12.senado.leg.br/publicacoes>>. Acesso em: 22 fev. 2020.
- SILVA, D. A. L. et al. Análise de viabilidade econômica de três sistemas produtivos de carvão vegetal por diferentes métodos. **Revista árvore**, [online], v.38, n.1, p.185-193, 2014.
- SILVA, L. F. da; MACEDO, A. H. de. Um estudo exploratório sobre o crédito de carbono como forma de investimento. **Revista eletrônica em gestão, educação e tecnologia ambiental**, Cascável, n. 8, p. 1651-1669, 2012.
- 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. Economic viability for deploying hydroponic system in emerging countries: A differentiated risk adjustment proposal. **Land use policy**, [S.l.], v.83, p.357–369. 2019. Doi: 10.1016/j.landusepol.2019.02.020.
- SOUZA, A.; CLEMENTE, A. **Decisões financeiras e análise de investimentos: fundamentos, técnicas e aplicações**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2012.
- SOUZA, A. B. de. **Projetos de investimento de capital: elaboração, análise, tomada de decisão**. São Paulo: Atlas, 2003.
- STAUB, L.; SOUZA, T. V.; TON, A. P. S. Manejos para reutilização da cama aviária. **Scientific electronic archives**, [S.l.], v.5, n.10, p. 163-176, 2017.
- STEIL, L.; LUCAS JÚNIOR, J.; OLIVEIRA, R. A. Avaliação do uso de inóculos na biodigestão anaeróbica de resíduos de aves de postura, frangos de corte e suínos. **Engenharia agrícola**, Jaboticabal, v. 22, n 1, p. 146- 149, 2002.
- SUDECO- Superintendência do desenvolvimento do Centro Oeste. **Fundo Constitucional de Financiamento do Centro-Oeste– FCO**. 2016. Disponível em:< <http://www.sudeco.gov.br/>>. Acesso em: 24 ago. 2019.
- SUPER REDE. Disponível em:< <https://superbanco.wordpress.com/about/>>. acesso em: 10 jan. 2020.
- TCE- Tribunal de contas europeu. **Energias renováveis para um desenvolvimento rural sustentável: muitas sinergias possíveis, mas na sua maioria por explorar**. 2018. Disponível em:< [https://www.eca.europa.eu/Lists/ECADocuments/SR18\\_05/SR\\_Renewable\\_Energy\\_PT.pdf](https://www.eca.europa.eu/Lists/ECADocuments/SR18_05/SR_Renewable_Energy_PT.pdf)>. Acesso em: 30 dez. 2018.



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

TEIXEIRA, V. P. M.; CUNHA, M. F. da; MACHADO, C. A.. Avaliação de empresas no Brasil: análise da premissa Risco Brasil. IN: CONGRESSO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA EM CONTABILIDADE, 10., 2013. São Paulo. **Anais...**São Paulo: USP, 2013.

TOLMASQUIM, M. T.; GUERREIRO, A.; GORINI, R. Matriz energética brasileira: uma prospectiva. **Novos estudos – CEBRAP**, São Paulo, n. 79, p. 47-69, 2007.

UBABEF- União brasileira de avicultura. 2013. Disponível em: < [www.ubabef.com.br](http://www.ubabef.com.br)> . Acesso em: 27 jun. 2019.

UCZAI, P. **Energias Renováveis—Riqueza Sustentável ao Alcance da Sociedade**. Centro de Documentação e Informação—Câmara dos Deputados. Brasília, 2012.

UDOP. União dos produtores de bioenergia. **Produção de biogás no Brasil cresce 30% em um ano**. 2018. Disponível em:<<http://www.udop.com.br/>>. Acesso em: 23 dez. 2019.

WALEKHWA, P. N.; LARSB, D.; MUGISHAA, J. Economic Viability of Biogas Energy Production from Family-sized Digesters in Uganda. **Biomass and bioenergy**, [S.l.]. v. 70, p. 6-39, 2014. Doi: 10.1016/j.biombioe.2014.03.008.

WANG, H.; XU, J.; SHENG, L.; LIU, X. Effect of addition of biogas slurry for anaerobic fermentation of deer manure on biogas production. **Energy**, [S.l.], v. 165, p. 411-418, 2018. Doi: 10.1016/j.energy.2018.09.196.

ZAVADINACK, M. **Perspectiva da produção de biogás no estado do Paraná**. 2016. 45f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Engenharia Florestal) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2016.

ZEN, S. de. et al., **Evolução da avicultura no Brasil**. CEPEA-ESALQ/USP, n. 1. 2014. Disponível em:< <https://www.cepea.esalq.usp.br>>. Acesso em: 21 jul. 2019.