

VIABILIDADE ECONÔMICA DA UTILIZAÇÃO DE ENERGIA SOLAR EM SISTEMAS DE PRODUÇÃO HIDROPONICA

Economic viability of solar energy in hydroponic production systems

*Sulma Vanessa Souza
Régio Marcio Toesca Gimenes*

VIABILIDADE ECONÔMICA DA UTILIZAÇÃO DE ENERGIA SOLAR EM SISTEMAS DE PRODUÇÃO HIDROPONICA

Economic viability of solar energy in hydroponic production systems

Sulma Vanessa Souza
Régio Marcio Toesca Gimenes

Resumo: Objetivou-se investigar a viabilidade econômico-financeira do uso de energia solar fotovoltaica em sistemas de produção hidropônica na cidade de Dourados, Mato Grosso do Sul, Brasil. Como critério de avaliação da viabilidade econômica do projeto foram utilizadas as técnicas do Valor Presente Líquido (VPL), Taxa Interna de Retorno (TIR), Taxa Interna de Retorno Modificada (TIRM), Índice de Valor Presente (IVP) e Payback Descontado (PBd), a partir da determinação de uma taxa Mínima de Atratividade de 9,1060% ao ano para o produtor rural. O investimento inicial para a implantação do projeto foi estimado em R\$ 95.855,00 a ser desembolsado no ano zero e um valor adicional de R\$ 19.864,35 a ser desembolsado no ano 16. A análise de viabilidade apresentou um VPL de R\$ 109.261,83, TIR de 20,90%, TIRM de 16,80%, VAE de R\$ 11.137,96, (IVP) 1,94 e PBd de 6,17 anos, dessa forma, constatou-se que a implantação do projeto é economicamente viável.

Palavras-chave: Cultivo hidropônico. Energia Fotovoltaica. Viabilidade econômica.

Abstract: The objective of this study was to investigate the economic and financial viability of the use of photovoltaic solar energy in hydroponic production systems in the city of Dourados, Mato Grosso do Sul, Brazil. As a criterion for evaluating the economic viability of the project, the techniques of Net Present Value (NPV), Internal Rate of Return (IRR), Internal Rate of Return (TIRM), Present Value Index and Discounted Payback), from the determination of a Minimum Attractiveness rate of 9.1060% per year for the rural producer. The initial investment for the implementation of the project was estimated at R \$ 95,855.00 to be disbursed in year zero and an additional amount of R \$ 19,864.35 to be disbursed in year 16. The feasibility analysis presented a NPV of R \$ 109,261 , 83, TIR of 20.90%, TIRM of 16.80%, VAE of R \$ 11,137.96, (IVP) 1.94 and PBd of 6.17 years, in this way, it was verified that the implementation of the project is economically feasible.

Keywords: Hydroponic cultivation. Photovoltaics. Economic viability.

JEL: Q14

INTRODUÇÃO

A hidroponia vem se tornando ao longo dos anos uma alternativa promissora de produção, uma vez que esse sistema de cultivo, além de gerar produtos de maior qualidade e de grande aceitação no mercado, contribui diretamente para a redução dos impactos ambientais (COSTA; JUNQUEIRA, 2000, POTRICH et al., 2012).

Nesse sistema de produção as plantas são cultivadas dentro de estufas sem uso da terra, ou seja, o solo é substituído por uma solução aquosa, (solução nutritiva) cujo objetivo é a manutenção e o desenvolvimento do cultivo (CRISTIE, 2014).

Esta técnica permite que se obtenha uma maior quantidade de produto em um ciclo menor de tempo quando comparado com a agricultura convencional, além de possibilitar que uma mesma espécie de planta possa ser cultivada repetidamente (MUÑOZ, 2010).

Para Alshrouf (2017, p. 250) a hidroponia torna-se uma alternativa de produção eficaz, uma vez que consegue promover “a autossustentabilidade de forma ambientalmente amigável, pois utiliza apenas 10% dos recursos hídricos quando comparado aos métodos convencionais”.

Desta maneira, parece haver amplas possibilidades para a expansão do cultivo hidropônico, todavia existem determinadas características do cultivo que podem ser consideradas como empecilhos, como o alto custo de investimento inicial e o elevado gasto com insumos de energia (MUÑOZ, 2010). O aumento do preço desse insumo tem sido um fator negativo para a expansão da hidroponia, haja vista esse sistema de produção ser dependente da eletricidade (LUZ, et al., 2008). Para Omaye (2016) isso pode revelar-se como um fator prejudicial aos países em desenvolvimento, onde o valor da eletricidade é considerado elevado, portanto, faz-se necessário a adoção de fonte renováveis de energia como alternativa para reduzir tais custos.

A popularização desta forma de geração de energia ocorreu principalmente em função da diminuição dos custos de produção de módulos fotovoltaicos ao longo dos últimos anos, enquanto sua eficiência aumentou consideravelmente (SANDWELL, et al., 2016). Além de ser considerado uma energia limpa e apresentar vida útil superior a vinte e cinco anos, este sistema possui uma instalação relativamente simples. Nessa perspectiva, percebe-se que diversas vantagens atestam favoravelmente a utilização de energia solar fotovoltaica, seja do ponto de vista elétrico, ambiental como também socioeconômico (ABSOLAR, 2016).

Diante do exposto, o presente estudo tem como objetivo investigar a viabilidade econômico-financeira do uso de energia solar fotovoltaica em sistemas de produção hidropônica na cidade de Dourados, Mato Grosso do Sul, Brasil.

2 HIDROPONIA

“A hidroponia significa o trabalho com água (hidro = água, ponos = trabalho), em que as plantas não entram em contato com o solo, sendo, simplesmente, produzidas em soluções nutritivas, que são preparadas cuidadosamente para nutrir a planta, circulando entre suas raízes” (ALBERONI, 1998, p. 10). Esse sistema é considerado nos dias de hoje como uma técnica moderna de produção, sendo utilizada principalmente para o cultivo de hortaliças (SEIBERT, et al., 2014).

Cristovão (2017) destaca que a hidroponia permite um maior controle sobre a produção, onde o produtor, além de adquirir produtos de alta qualidade e durabilidade num ciclo menor de tempo consegue produzir uma maior quantidade num espaço físico menor.

Para Pandoja Neto et.al. (2016) essa técnica de produção tende a auxiliar na resolução de problemas referente ao uso racional de água assim como na diminuição da contaminação do solo. Além disso, o sistema hidropônico permite que se cultive em ambientes até então ditos como não agricultáveis, como áreas secas ou urbanas (OMAYE, 2016).

Pandoja Neto et. al., (2016) salientam que essa técnica tende a ser uma fonte promissora de renda para agricultores de base familiar. No entanto há certas peculiaridades deste sistema de cultivo que necessitam ser observados, tais como: alto custo de investimento inicial, assim como necessidade de mão de obra treinada para o manejo adequado do sistema (LEITE, et. al., 2016).

Para Muñoz (2010), a produção em escala comercial exige que o produtor detenha conhecimento técnico, bem como uma boa compreensão dos princípios produtivos, sendo de vital importância que o mesmo se atente aos detalhes, principalmente no que se refere a preparação de fórmulas e controle de fitossanidade.

Na visão de Rodrigues et. al., (2017) esse sistema de cultivo é dependente do uso de energia elétrica, sendo necessário em alguns casos a aquisição de geradores, além disso, havendo a queda de energia, esta pode acarretar danos às culturas (JENSEN, 1999). Rodrigues et. al., (2017) ainda reitera que por ser considerada uma prática nova em alguns lugares, é comum ocorrer situações inusitadas, para a qual não há uma solução imediata.

Frente a tais empecilhos, torna-se de grande primazia que o produtor tenha ciência das técnicas e procedimentos desse tipo de plantio, assim como efetue estudos na intenção de obter informações sobre a viabilidade econômica do empreendimento a ser implantado (RICHETTI et al., 2011).

3 ENERGIA SOLAR

Nos últimos anos, a questão energética traz à tona novas discussões quanto a necessidade da utilização de fontes renováveis de energia, dentre essas fontes destaca-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, denominada de energia fotovoltaica.

3.1 Panorama mundial da energia fotovoltaica

A energia solar fotovoltaica é definida como sendo a energia gerada através da conversão direta da radiação solar em eletricidade. Isto ocorre mediante o uso de um dispositivo denominado de célula fotovoltaica que opera utilizando o princípio do efeito fotoelétrico ou fotovoltaico (IMHOFF, 2007).

Esta energia (V), é considerada como uma das mais crescentes indústrias a nível mundial, no cenário atual, é apontado como o maior potencial de redução de custos entre todas as fontes de energia renováveis (SAMPAIO; GONZÁLES, 2017; CHOWDHURY, et al, 2014).

O mercado mundial fotovoltaico vem crescendo expressivamente, atingindo, em 2015, a capacidade total instalada de 227 GWp² (IEA, 2016), sendo que, nesse mesmo ano a China passou a liderar o mercado constituindo-se como a maior produtor mundial de energia fotovoltaica com uma capacidade total instalada de 43,5 GWp, seguida pela Alemanha com 39,7 GWp e pelo Japão com 34,4 GWp (IEA, 2015).

Estima-se que nos países desenvolvidos o valor investido em energia solar atinja 88,7 bilhões de dólares, enquanto nos países em desenvolvimento o investimento situe-se ao redor de 51,7 milhões de dólares (WANDERLEY, 2013).

Conforme entendimento de Nascimento (2017), “Os países que mais desenvolveram a energia solar fotovoltaica contaram, de forma geral, com políticas de incentivo a essa tecnologia”. Para Wanderley (2013, p. 39) “o mercado solar fotovoltaico estabeleceu-se em alguns países em virtude de uma política de tarifa que propiciou preços mais baixos”. Na Alemanha e nos Estados Unidos, por exemplo, “as pessoas recebem subsídios para projetos solares, sejam residenciais, comerciais ou industriais” (WANDERLEY, 2013, p. 29).

No caso do Japão, mediante o mecanismo criado pelo governo japonês (denominado de *feed-in-tariff*) foi possível obter um expressivo crescimento na geração de energia solar fotovoltaica. Seu marco legal impõe que seja comprada energia de fontes renováveis, mediante pagamento de uma tarifa prêmio especificado (HAHN, 2014).

Embora o setor fotovoltaico tenha tido progressos ao longo dos últimos anos, a aplicação global de tecnologias fotovoltaicas em grande escala, ainda carece de maior desenvolvimento, principalmente na busca de redução de custos ao longo da cadeia de valor (GRAU et al., 2012).

3.2 Energia solar fotovoltaica e o panorama brasileiro

O Brasil apresenta um grande potencial na produção de energia solar, pelo fato de, atualmente, dispor de um dos maiores índices de irradiação solar a nível mundial (ANEEL, 2002). A incidência solar no país é superior a países como Alemanha e Espanha, líderes em capacidade instalada de geração distribuída fotovoltaica (EPE, 2014), enquanto no Brasil, a radiação solar varia entre 1.500 e 2.500 kWh/m² em qualquer região do território, países Europeus apresentam níveis entre 900 e 1.250 kWh/m² (EPE, 2012).

Entretanto, a capacidade instalada do Brasil apresenta-se pouco expressiva quando comparada a dos vinte maiores produtores mundiais, todos possuem uma capacidade instalada acima de 1 GWp, enquanto a do Brasil, em 2016, foi apenas de 81MW (MME, 2017).

Dada a necessidade de estímulo para impulsionar o desenvolvimento da energia solar nos últimos anos, o país iniciou seu processo de inclusão da energia solar fotovoltaica em sua matriz elétrica. O ponto de partida foi a Chamada de Pesquisa e Desenvolvimento (P&D), implantada pela ANEEL em agosto de 2011, tendo como objetivo 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 dos projetos (ABINEE, 2012).

Outra resolução recente apresentada pela ANEEL estabelece o uso de “um sistema de compensação de energia segundo o qual eventuais excessos da produção com relação ao consumo se transformam em créditos (kWh), que poderão ser aproveitados pelo consumidor nas próximas faturas da concessionária” (ABINEE, 2012, p.43).

No aspecto tributação, o estado brasileiro, mediante homologação da lei n° 13.169, aprovou a isenção do pagamento de PIS e CONFINS sobre energia injetada na rede (AMARAL; 2016).

A partir dos incentivos concedidos, observa-se uma perspectiva positiva para o Brasil. Nos últimos anos, o país tem presenciado um expressivo crescimento na adoção desse tipo de geração de energia, haja vista vários projetos com uso de painéis

fotovoltaicos estarem em operação no país (BERTICELLI, et al., 2017). Observa-se inclusive, a implantação de fábricas de módulos fotovoltaicos no território brasileiro, como a Globo Brasil, instalada no interior de São Paulo com capacidade para produzir 180MW ano e a Sunew, fabricante de módulos fotovoltaicos orgânicos (AMARAL, 2016).

Para GCEE (2012) o país possui pontos favoráveis à inserção de uma indústria fotovoltaica, pois, além de dispor de uma das maiores reservas mundiais de quartzo (mineral de onde o silício é extraído), o Brasil possui indústrias de beneficiamento do silício. “Atualmente cerca de 90% dos painéis fotovoltaicos produzidos no mundo são compostos por células de silício monocristalino ou policristalino” (EPE, 2012, p. 17).

“Apesar do grande número de incentivos para desenvolvimento da geração solar fotovoltaica e dos resultados obtidos nos últimos anos, ainda há muito que precisa ser feito para que a fonte solar se consolide na matriz energética nacional (NASCIMENTO, 2017, p.22).

3.3 Oportunidades e barreiras da geração de energia fotovoltaica no Brasil

No cenário atual, conforme Ramos et al. (2010) a tecnologia fotovoltaica é tida como uma alternativa energética promissora. Dada sua característica específica, é considerada uma fonte abundante, permanente e renovável, portanto é importante que se conheça as vantagens e desvantagens que este sistema apresenta.

Para Berticelli et al. (2017) o sistema de produção de energia solar fotovoltaica apresenta diversas vantagens, principalmente no que tange aos fatores ambientais como também do ponto de vista operacional. Sob o aspecto ambiental, verifica-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), contribui para diversificação da matriz, aumento da segurança no fornecimento, redução de perdas e alívio de transformadores e alimentadores (BERTICELLI et al., 2017).

Com relação a benefícios socioeconômicos, a produção de energia solar fotovoltaica contribui com a geração de empregos locais, o aumento da arrecadação e o aumento de investimentos (ABSOLAR, 2016). Estima-se que esse mercado seja o maior gerador de empregos renováveis do mundo, criando em média de 25 a 30 empregos diretos (ABSOLAR, 2016).

Esse sistema de produção de energia pode ser uma excelente alternativa para levar energia elétrica a famílias e pequenos produtores rurais. Sendo considerada também “a solução mais barata para a eletrificação de grandes propriedades rurais formadas por sistemas elétricos dispersos” (BARBOZA, et al., 2016; RAMOS, et al., 2010, p. 315).

Outra vantagem a ser mencionada, são os benefícios econômicos, uma vez que, geralmente, os únicos custos desse sistema concentram-se no desembolso inicial de recursos destinados a aquisição e instalação do equipamento, haja vista os painéis demandarem pouca manutenção, além disso, o prazo do retorno deste investimento vem diminuindo ao longo dos anos, dada a evolução tecnológica (RAMOS, et al., 2010).

Entretanto, há certos obstáculos para a implantação e difusão desses sistemas no Brasil, tais como, “altos custos dos equipamentos; alto custo de investimento custo, falta de informação por parte dos consumidores; setor energético controlado; falta mão-de-obra qualificada; ausência de uma política de incentivo adequada (WANDERLEY, 2013).

Shimura et al. (2016) salientam que, embora os custos da produção de energia fotovoltaica tenha diminuído consideravelmente, ainda é considerado caro, quando

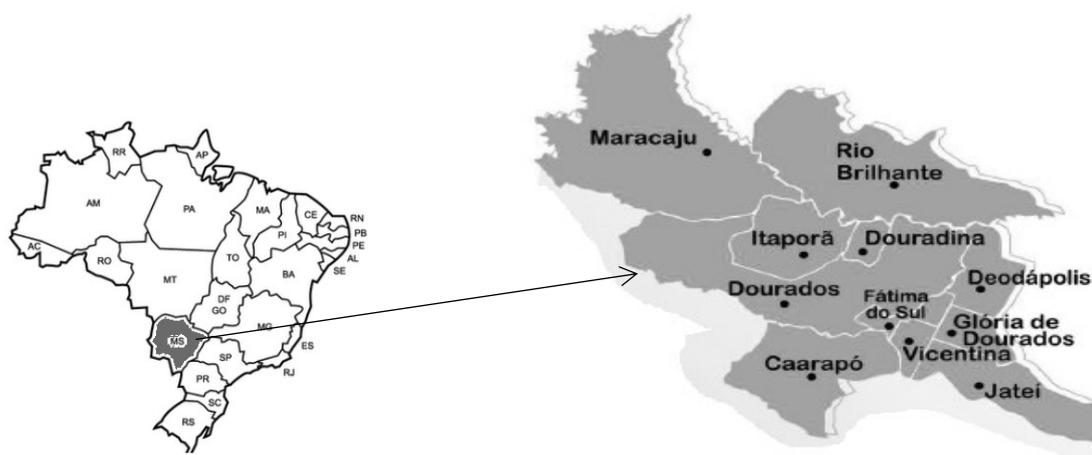
comparado aos meios convencionais de geração de energia, acarretando, dessa forma, uma competição desleal neste mercado.

Para Santos e Jabbour (2013, p.974) “o Brasil está atrasado cerca de 20 anos no domínio de tecnologias, se comparado aos países do Primeiro Mundo”, sendo necessário um melhor envolvimento entre os centros de pesquisa e as empresas além de ajustes algumas barreiras legais (SANTOS; JABBOUR, 2013). Nascimento (2017) evidencia a necessidade da realização de campanhas de orientações aos consumidores frente às vantagens advindas da instalação do micro e minigeração distribuída, haja vista a geração solar fotovoltaica ser uma atividade de prática recente no país.

4 MATERIAIS E MÉTODOS

A pesquisa caracteriza-se como quantitativa, quanto aos fins, é possível classificar como exploratória, realizada por meio de um estudo de caso. As pesquisas exploratórias na visão de Gil (2008, p. 27) “têm como principal finalidade desenvolver, esclarecer e modificar conceitos e ideias, tendo em vista a formulação de problemas mais precisos ou hipóteses pesquisáveis para estudos posteriores. O estudo foi desenvolvido no Sítio Santa Clara, distrito de Indápolis, situado no município de Dourados (figura 1), nas coordenadas geográficas: latitude: 22° 13' 16" S, e longitude: 54° 48' 20" W, na altitude de 450 metros em relação ao nível médio do mar.

Figura 1- Localização de Dourados, Mato Grosso do Sul, Brasil.



Fonte: Adaptado de IBGE, 2016; SEMADE, 2015.

As fontes de dados usados na pesquisa se constituem basicamente de dados primários, sendo coletados entre os meses de março e abril de 2018.

4.1 Sistema de produção hidropônico

A área total da propriedade é de 6 hectares, sendo que, a estufa hidropônica ocupa uma área de 0,5 hectare, cuja área interna é de 2.475 m², conforme ilustrado na Figura 2. O produtor possui sete estufas geminadas do tipo arco, com estrutura composta de perfis de aço galvanizado e de eucalipto tratado. A cobertura das estufas foi feita com filme plástico Ginegar difusor. A propriedade possui um sistema de irrigação automático, todavia quando o clima ambiente está com temperatura acima

de 28°C, além deste sistema, o produtor utiliza também o sistema por nebulização, visto que, em dias muito quentes as plantas demandam uma maior quantidade de água.

A produção da estufa, objeto deste estudo, é composta por quatro hortaliças folhosas (alface-crespa, agrião, couve manteiga e rúcula) e três hortaliças condimentos (coentro, salsa e hortelã). O produtor utiliza a técnica de cultura de fluxo laminar de nutrientes denominado *Nutrient Film Techniquet (NTF)*, sendo, atualmente o sistema mais utilizado comercialmente (POTRICH, et al, 2012), neste sistema a solução nutritiva é armazenada em um reservatório, com bombeamento para a parte superior do leito de cultivo (bancada) passando pelos canais e recolhida, na parte inferior do leito, retornando ao tanque novamente.

4.2 Característica do sistema fotovoltaico a ser implantado

Os sistemas fotovoltaicos são classificados em sistemas, autônomos, híbridos e interligados à rede. Para este estudo, o sistema a ser implantado é denominado Sistema Fotovoltaico Conectado à Rede (SFCR), ou seja, toda energia produzida é injetada na rede instantaneamente. 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.

A alocação prevista será feita diretamente no telhado, com estrutura de suporte metálica mediante configuração padrão, sendo utilizada uma área de 107 m². Os módulos fotovoltaicos utilizados no projeto possuem 325 Watts de potência, dimensões de 1,0 x 1,94 m, produzido de silício multicristalino. O inversor (equipamento que sincroniza a energia gerada com o padrão da rede pública e controla a conexão do sistema) fica conectado aos módulos que, juntos, constituem os principais equipamentos do sistema.

Além disso, o sistema é composto por um Monitoramento WEB da geração de energia, cujo objetivo principal é o de permitir que o produtor monitore o funcionamento do sistema na intenção de que este possa analisar a geração, tanto em formato gráfico como através de um relatório de produção por e-mail. Os dados são gravados e armazenados através de informações captadas nos inversores.

Optou-se pela instalação aérea em virtude de suas vantagens em relação as demais possibilidades de instalação, por exemplo, a instalação no solo, cujo custo de instalação seria maior e não permitindo uma melhor customização do espaço.

4.3 Técnicas de avaliação de investimentos de capital

O estudo de viabilidade econômica foi realizado em duas etapas. A primeira etapa consistiu na elaboração do fluxo de caixa do projeto de investimento, cujo benefício líquido estimado, se refere a economia de energia elétrica obtida na produção hidropônica, pela implementação de um sistema de geração de energia fotovoltaica. Na segunda etapa, como proposto pela teoria de finanças, aplicou-se técnicas de avaliação de investimentos, cujo detalhamento é apresentado nos itens a seguir:

a) Taxa Mínima de Atratividade (TMA): é considerada como uma taxa mínima a ser alcançada pelo projeto de investimento para que o mesmo não seja rejeitado. De acordo com Casarotto Filho e Kopittke (2008) “a TMA é a taxa a partir da qual o investidor considera que está obtendo ganhos financeiros”. Kassai, et al. (2007) afirmam que a TMA é taxa de desconto utilizada para descontar os fluxos de caixa do

projeto de investimento quando o analista busca identificar sua viabilidade por meio de técnicas de avaliação mais elaboradas, tais como o Valor Presente Líquido (VPL) e a Taxa Interna de Retorno (TIR).

Neste estudo, optou-se pela utilização do Modelo CAPM Ajustado Híbrido (AH-CAPM) de Pereio (2001) para a estimativa da TMA. Este modelo foi o escolhido porque "ajusta o prêmio de mercado global 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), atenuando os efeitos da volatilidade dos mercados emergentes, o que dificulta a mensuração dos betas e prêmios de mercado, componentes na formulação do Modelo CAPM, na sua versão original.

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

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

Em que: TMA = custo do capital próprio; Rf_g = taxa livre de risco global; R_c = Risco país; βC_{LG} = Beta do país; β_{GG} = Beta desalavancado médio de empresas comparáveis no mercado global; R_{MG} = Retorno do mercado global; R^2 = Coeficiente de determinação.

b) Valor Presente Líquido (VPL): é apontando como uma técnica sofisticada de orçamento de capital, sendo utilizado com o propósito de determinar a diferença entre o valor presente dos pagamentos futuros descontados em uma taxa apropriada e o desembolso inicial requerido pelo projeto de investimento (GITMAN, 2010). Um VPL positivo significa que o projeto de investimento é viável para a taxa de desconto utilizada, caso contrário o projeto deve ser rejeitado. Este método é considerado o indicador mais usado em análise de viabilidade econômica de projetos de capital (REZENDE; OLIVEIRA, 2001). Para o cálculo do VPL utiliza-se a seguinte fórmula:

$$VPL = \sum_{j=1}^n \frac{R_j}{(1+i)^j} - \sum_{j=1}^n \frac{C_j}{(1+i)^j} \quad (2)$$

Em que: VPL = valor presente líquido; R_j = Receitas no período j ; C_j = Custos no período j ; i = taxa de desconto; j = período de ocorrência de R_j e C_j ; n = duração do projeto em períodos de tempo.

c) Taxa Interna de Retorno (TIR): é a taxa de desconto que iguala o valor presente dos fluxos de entrada de caixa com o investimento inicial associado a um projeto, ou seja, iguala o VPL de uma oportunidade de investimento à zero (GITMAN, 2010). Na visão do autor, é considerado economicamente atraente o projeto que venha apresentar uma TIR maior ou igual à TMA. A TIR pode ser obtida pela seguinte expressão de cálculo:

$$\sum_{j=1}^n \frac{R_j}{(1+TIR)^j} - \sum_{j=1}^n \frac{C_j}{(1+TIR)^j} = 0 \quad (3)$$

Em que: TIR = taxa interna de retorno; R_j = Receitas no período j ; C_j = Custos no período j ; j = período de ocorrência de R_j e C_j ; j = período de ocorrência de R_j e C_j ; n = duração do projeto em períodos de tempo.

d) Taxa Interna de Retorno Modificada (TIRM): na visão de Kassai et al. (2000), o método da TIRM é uma versão aperfeiçoada do método da TIR, que elimina as incertezas matemáticas consequentes da possibilidade de existência de várias raízes

nos fluxos de caixa não-convencionais e do pressuposto da TIR de que os fluxos de caixa intermediários serão necessariamente reinvestidos a própria TIR. A TIRM utiliza o mesmo princípio da taxa interna de retorno para classificação de seus resultados. Se a TIRM encontrada for maior que a TMA aceita-se o projeto, em caso contrário, recomenda-se rejeitar o projeto.

e) Valor Anual Equivalente (VAE): é a distribuição uniforme do VPL do projeto de investimento transformado em parcelas periódicas e constantes entre os anos de vigência do investimento. Pelo critério do VAE, o projeto será percebido como economicamente viável se o valor encontrado for positivo, indicando que os benefícios periódicos são maiores do que seus custos (REZENDE; OLIVEIRA, 2001). A fórmula do VAE é dada, como segue:

$$VAE = \frac{VPL \cdot i}{1 - (1 + i)^{-n}} \quad (4)$$

Em que: VAE = valor anual equivalente; VPL = valor presente líquido; i = taxa de desconto; n = duração do projeto em períodos de tempo.

f) Índice de Valor Presente (IVP): Este método apresenta 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 esse 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).

g) Payback Descontado (PbD): apresenta a viabilidade econômica do investimento em unidade de tempo. De acordo com Bruni (2008) o payback descontado leva em consideração o valor do dinheiro no tempo, pois atualiza os fluxos futuros de caixa a uma taxa de atratividade, trazendo os fluxos a valor presente, para então calcular o período de recuperação do capital investido.

5 RESULTADOS

5.1 Investimento fixo

O desembolso do projeto envolve a somatória de gastos com os seguintes elementos: módulo fotovoltaico, inversor, estrutura de alumínio e aço galvanizado, transformador, material elétrico, serviço de instalação do sistema, projeto, ART de projeto de execução, licença ambiental, honorário do engenheiro elétrico, acompanhamento junto a distribuidora de energia local, mão de obra para a instalação, e monitoramento do sistema via Web.

A aquisição dos materiais, assim como o projeto, implantação, monitoramento e regularização do projeto junto a distribuidora de energia local serão efetuados por uma empresa especializada localizada no próprio município onde será implantado o projeto. A área para instalação do sistema é de 107 metros quadrados, cujo investimento inicial será igual a R\$ 95.855,00.

Já estão inclusos no investimento fixo os valores obrigatórios de PIS, COFINS, ISS e IR, além de todos os encargos sociais e trabalhistas relativos a mão de obra necessária para a execução do respectivo projeto.

Para a elaboração do fluxo de caixa do projeto considerou-se um horizonte de tempo de exploração de vinte e cinco anos, cujo valor do desembolso ocorre em dois momentos, no ano zero, o desembolso de R\$ 95.855,00 e no ano 16, no valor de R\$ 19.864,35. Considerou-se também, uma potência instalada de 16,25 kWp e uma

capacidade de geração de energia elétrica de 24.324 kWh/ano (2.027 kWh, ao mês), conforme apresentado na Tabela 1.

Tabela 1. Fluxo de caixa do projeto.

Ano	Consumo (em kWh)	Produção do Sistema Fotovoltaico (em kWh)	Consumo sem Sistema Fotovoltaico (em R\$)	Consumo com Sistema Fotovoltaico (em R\$)	Benefício (R\$)	Investimento (em R\$)	Fluxo de Caixa Líquido (em R\$)	Fluxo de Caixa Acumulado (em R\$)
0	-	-	-	-	-	-95.855,00	-95.855,00	-95.855,00
1	25200	24324	18.089,77	861,42	17.228,35		17.228,35	-78.626,65
2	25200	24202	19.125,94	910,76	18.215,18		18.215,18	-60.411,47
3	25200	24081	19.971,31	951,01	19.020,29		19.020,29	-41.391,18
4	25200	23961	20.515,08	1.008,63	19.506,45		19.506,45	-21.884,73
5	25200	23841	21.650,36	1.167,38	20.482,99		20.482,99	-1.401,74
6	25200	23722	22.724,44	1.332,79	21.391,65		21.391,65	19.989,91
7	25200	23063	21.705,58	1.375,19	20.330,39		20.330,39	40.320,30
8	25200	23485	22.308,83	1.517,89	20.790,94		20.790,94	61.111,24
9	25200	23368	23.774,82	1.728,42	22.046,40		22.046,40	83.157,64
10	25200	23251	24.848,84	1.921,71	22.927,13		22.927,13	106.084,77
11	25200	23135	23.676,41	1.940,27	21.736,14		21.736,14	127.820,91
12	25200	23019	25.374,22	2.195,88	23.178,35		23.178,35	150.999,26
13	25200	22904	26.630,62	2.426,24	24.204,38		24.204,38	175.203,64
14	25200	22790	28.335,62	2.710,34	25.625,28		25.625,28	200.828,92
15	25200	22676	29.752,41	2.980,39	26.772,01		26.772,01	227.600,93
16	25200	22562	31.240,03	3.269,97	27.970,06	-19.864,35	8.105,71	235.706,64
17	25200	22449	32.802,03	3.580,31	29.221,72		29.221,72	264.928,36
18	25200	22337	34.442,13	3.912,74	30.529,39		30.529,39	295.457,75
19	25200	22226	36.164,24	4.268,65	31.895,58		31.895,58	327.353,33
20	25200	22114	37.972,45	4.649,54	33.322,91		33.322,91	360.676,24
21	25200	22004	39.871,07	5.056,96	34.814,11		34.814,11	395.490,35
22	25200	21894	41.864,62	5.492,58	36.372,04		36.372,04	431.862,39
23	25200	21784	43.957,85	5.958,17	37.999,69		37.999,69	469.862,08
24	25200	21675	46.155,75	6.455,57	39.700,17		39.700,17	509.562,25
25	25200	21567	48.463,53	6.986,78	41.476,76		41.476,76	551.039,01

Fonte: Elaborado pelos autores (2018).

De acordo com levantamento realizado a partir dos dados de consumo mensal de energia elétrica na propriedade que receberá o investimento, ao longo do ano de 2017, estima-se que a geração mensal do sistema seja capaz de gerar 2.027 kwh, a uma potência de 16,25 kwp, com um custo médio por kwh de R\$ 0,67, resultando em uma economia a partir da implantação do sistema fotovoltaico de R\$ 0,67 kwh.

5.2 Avaliação econômica

Para a aplicação das técnicas de avaliação propostas nos procedimentos metodológicos, faz-se necessário inicialmente definir a Taxa Mínima de Atratividade (TMA) que será utilizada para descontar os fluxos de caixa do projeto. A TMA neste estudo assumiu as seguintes premissas:

a) Taxa livre de risco global (Rf_g): esta taxa representa o retorno sobre um investimento livre de risco, neste caso, optou pela taxa de juros paga pelos títulos

emitidos do Tesouro do Governo dos Estados Unidos com prazo de resgate em 30 anos (T-Bonds). O valor utilizado para taxa de rendimento dos T - Bonds de 30 anos é de 2,88% ao ano, obtido em 30/10/2017 (<http://br.investing.com>);

b) Risco país (R_c): para estimar o risco país, utilizou-se o EMBI + Brasil. Mensurado pelo banco norte-americano JP Morgan, este indicador avalia os títulos da dívida externa brasileira. Segundo Teixeira e Cunha (2017, p. 6), "a cada 100 pontos expressos pelo EMBI + Brasil é pago uma sobretaxa, que funciona como um prêmio pelo risco, de 1% sobre os papéis dos Estados Unidos". Neste estudo, o valor utilizado para a taxa EMBI + Brasil é de 2,58% ao ano, sendo obtida em 30/10/2017 (<http://ipeadata.gov.br>);

c) Beta do país (β_{CLG}): o beta do país foi auferido mediante regressão entre o índice de mercado de ações locais e o índice de mercado global. Como índice de mercado de ações locais, utilizou-se a variação mensal do IBOVESPA, índice que representa a volatilidade do mercado acionário brasileiro, no período de setembro de 2012 a setembro de 2017 (<http://br.investing.com>). O MSCI ACWI (All Country World Index) foi escolhido para estimar o índice de retorno global. Este índice é divulgado pelo Morgan Stanley Capital International (<http://msci.com>) e mensura o desempenho do mercado acionário de 46 países (23 desenvolvidos e 23 emergentes). A variação mensal do MSCI ACWI, obviamente, pelo uso da regressão, foi coletada no mesmo período do índice IBOVESPA. O resultado do coeficiente angular (inclinação) desta regressão é de 1,1172;

d) Beta desalavancado de empresas comparáveis no mercado global (β): para desalavancar o beta médio de um grupo de empresas comparáveis (DAMODARAN, 2002), utiliza-se a seguinte equação: $\beta_{NA} = \left\{ \beta_A / \left[1 + (1 - t) \times \left(\frac{D}{E} \right) \right] \right\}$, sendo: β_A – beta alavancado; t – alíquota de imposto de renda; D – valor do capital de terceiros ou passivo oneroso; E – capital próprio. Após a obtenção do beta desalavancado (β_{NA} , alavanca-se o beta para a nova estrutura de capital $\left(\frac{D}{E} \right)$, a partir da aplicação da equação: $\beta_A = \left\{ \beta_{NA} \times \left[1 + (1 - t) \times \left(\frac{D}{E} \right) \right] \right\}$, onde β_A é o beta alavancado. Nesse estudo foi utilizado o beta desalavancado do setor Farming/Agriculture $\beta_A = 0,59$, calculado por Aswath Damodaran (<http://pages.stern.nyu.edu>) e obtido em 30/10/2017.

e) Retorno do mercado global (R_{MG}): como Proxy do retorno do mercado global utilizou-se o MSCI ACWI - All Country World Index (<http://msci.com>), para tanto, apurou-se o retorno médio anual do período 2012 a 2016, cujo valor é de 10,3180% ao ano;

f) Coeficiente de determinação (R^2): é calculado a partir da regressão entre a volatilidade das ações do mercado local, neste estudo identificada pela variação mensal do índice IBOVESPA (<http://br.investing.com>), contra a variação do risco país, dado pela variação mensal do índice EMBI + Brasil (<http://ipeadata.gov.br>), no período de setembro de 2012 a setembro de 2017. O valor apurado para o coeficiente de determinação a partir da regressão proposta no Modelo AH-CAPM é de 0,2747.

A partir das premissas do Modelo AH-CAPM e dos dados e informações obtidas e descritas nos parágrafos anteriores, obtêm-se o valor da TMA com a seguinte aplicação:

$$TMA = 2,88\% + 2,58\% + 1,1172[0,59(10,3180\% - 2,88\%)](1 - 0,2747) =$$

$$TMA = 9,0160\% \text{ ao ano.}$$

Após a definição da TMA, aplicou-se as técnicas de avaliação de investimento, cujos resultados são apresentados na Tabela 2.

Tabela 2 - Critérios de avaliação econômica.

Valor Presente Líquido (VPL)	R\$ 109.261,83
Taxa Interna de Retorno (TIR)	20,90%
Taxa Interna de Retorno Modificada (TIRM)	16,80%
Valor Anual Equivalente (VAE)	R\$ 11.137,96
Índice de Valor Presente (IVP)	1,94
Payback Atualizado (PA)	6,17

Fonte: Elaborado pelos autores (2018).

O valor apurado para o VPL (R\$ 109.261,83) é positivo, portanto, por este critério de avaliação o projeto é viável. Segundo Gitman (2010) quando o VPL apresenta um valor maior do que zero, o projeto deve ser aceito, posto que um VPL positivo indica que a propriedade obterá um retorno financeiro maior do que o custo de seu capital.

A TIR apresentou como resultado 20,90% ao ano, portanto, uma taxa superior a TMA, determinada em 9,0160% ao ano, o que reforça a viabilidade já identificada pelo VPL. De acordo com Kassai et al. (2007), um projeto é considerado economicamente atraente quando a TIR mostrar-se superior à TMA.

A TIRM foi calculada com o propósito de encontrar uma taxa mais realista no que refere ao reinvestimento dos fluxos de caixa intermediários. Neste caso aceita-se a premissa de que estes fluxos possam ser reinvestidos no mínimo ao custo de financiamento do projeto, cuja oferta é dada pela empresa a taxa de 15,25% ao ano. A partir desta premissa o valor da TIRM foi calculado em 16,80% ao ano. Na visão de Kassai et al. (2000), a TIRM apresenta resultado de fácil entendimento e interpretação quando comparado com a TIR, dessa forma, permite uma melhor comparação com as diversas taxas do mercado. No projeto em análise, como a TIRM (16,80 ao ano) apresenta-se superior a TMA (9,0160% ao ano), reforça-se, juntamente com os demais resultados até então apurados, sua viabilidade.

Conforme visualiza-se na Tabela 2, o VAE do projeto é de R\$ 11.137,96, indicando que o projeto é viável. O VAE é o cálculo que possibilita a distribuição uniforme do VPL entre os anos de vigência do projeto (BRASIL, 2004), portanto sendo positivo, aponta para sua viabilidade.

Quanto ao IVP obteve-se um valor de 1,94. Para Braga (2011) se o valor for maior do que um que significa que a proposta deve ser aceita, por outro lado, sendo menor que um, deve ser rejeitado. Diante disso, consta-se que o investimento deve ser aceito.

Com o propósito de se conhecer o tempo necessário para recuperar o investimento efetuou-se o cálculo do Payback descontado. Nessa perspectiva, o projeto fotovoltaico apresentou-se como favorável, pois o investimento será recuperado em 6,17 anos, período de tempo relativamente curto quando comparado como a vida útil do projetos (25 anos). Na visão de (Kassai et. al, 2007) esse método é considerado mais eficaz do que o payback tradicional uma vez que, proporciona uma análise mais apurada.

A partir do uso dessas ferramentas de análise, confirma-se a viabilidade econômico-financeira do projeto fotovoltaico, haja vista os valores apresentados subsidiarem a recomendação do investimento.

6. DISCUSSÃO

A produção de energia fotovoltaica para a utilização em cultivo hidropônico demonstrou-se viável ao produtor, apresentando um VPL de R\$ 109.261,83. Altoé et al (2017) em sua pesquisa sobre a viabilidade da implantação de um sistema de energia

solar em uma propriedade da zona rural também obteve resultados satisfatórios quanto a implantação desse projeto tanto com recursos próprios quanto com financiamento bancário à taxas subsidiadas. Segundo o autor, o apoio do governo é de vital relevância, sendo necessário este auxílio em todas as etapas da implantação deste tipo de projeto, não se limitando apenas à subsidiar os financiamentos, mas também cursos de capacitação, diminuição da carga tributária para os equipamentos, assim como, na divulgação dessa tecnologia.

De acordo com Cabral e Viera (2012), apesar do custo de investimento ser alto, os benefícios advindos desse tipo de produção (alcance de áreas isoladas, a geração de empregos, a não emissão de gases de efeito estufa e a diminuição de impactos ambientais) superam seus respectivos custos.

Barbosa Filho *et al* (2015), ao realizar uma pesquisa sobre os impactos ambientais decorrentes da construção e exploração de usinas solares fotovoltaicas averiguou que, mesmo que esse sistema não emita poluentes em sua operação, ainda geram impactos ambientais a serem considerados. O impacto ambiental mais relevante do sistema fotovoltaico para geração de eletricidade ocorre durante sua fabricação e montagem.

Apesar disso, Cabral e Vieira (2012), afirmam que este tipo de geração de energia solar é uma alternativa de extrema relevância para a superação dos desafios de expansão da capacidade de geração de energia, principalmente em localidades isoladas, assim como para o meio rural, onde a rede convencional, geralmente, são de difícil acesso. Na visão de Altoé (2017), os sistemas solares fotovoltaicos são um importante avanço em direção a sustentabilidade e a autonomia energética, contribuindo para que a matriz brasileira se torne cada vez mais limpa.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A utilização de energia fotovoltaica para o cultivo hidropônico nas condições estudadas, apresentou um bom potencial de viabilidade econômica, uma vez que, além de ser considerado como uma energia limpa e renovável, permite que o produtor consiga minimizar consideravelmente seus custos com energia elétrica, um dos maiores empecilhos da produção hidropônica. Todavia, é pertinente aludir que antes de iniciar o investimento nesse sistema de energia, o produtor precisa ter muita cautela, visto que, esse sistema exige um investimento inicial razoavelmente alto.

Além disso, é necessário que o produtor ao optar entre um ou outro orçamento, não leve em consideração apenas o menor valor entre os orçamentos, mas se atente a qualidade dos materiais a serem utilizados (painel, inversores, entre outros.), a qualificação da mão de obra que irá instalar o sistema, assim como a reputação da empresa.

É de vital importância que se opte por empresas que sejam referência no ramo, para que, havendo necessidade de alguma manutenção a empresa esteja no mercado e prontamente a efetuar os devidos reparos, haja vista as garantias oferecidas pelas empresas serem a longo prazo.

De um modo geral, verificamos que a adoção de energia renováveis como a fotovoltaica são considerada como um importante avanço em direção a sustentabilidade energética, entretanto, para que haja a sua expansão faz-se necessário a implantação de políticas de apoio e incentivos a sua utilização, pois verificou-se, que, embora haja um interesse por parte dos produtores rurais em aderirem ao uso de energia fotovoltaica, observa-se que o alto custo de investimento ainda é considerado como uma barreira à massificação dessa forma de energia.

REFERÊNCIAS

ALBERONI, Robson de Barros. **Hidroponia**. São Paulo: Nobel, 1998.

ALSHROUF, Ali. Hydroponics, Aeroponics and Aquaponics compared to Conventional Cultivation. **American Journal of Scientific Research for Engineering, Technology and Sciences (ASRJETS)**, [SL], v. 27, n.1, p.247-255, jan.2017. Disponível em: < http://asrjetsjournal.org/index.php/American_Scientific_Journal/article/download/2543/1028>. Acesso em: 20 abr. 2018.

ALTOÉ, Josué et al. Viabilidade econômico-financeira na instalação de um sistema de energia solar fotovoltaica em uma propriedade rural. **Revista de Educação, Meio Ambiente e Saúde**, v. 7, n. 1, jan-mar 2017.

AMARAL, Ricardo César do. **Impacto técnico econômico da energia solar fotovoltaica em prédios públicos através da geração distribuída**. Mestrado em (Engenharia Elétrica)- Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, UFSM, 2016.

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA- ANEEL. 2002. Disponível em: < <http://www.aneel.gov.br>>. Acesso em: 29 abr. 2018.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA ELÉTRICA E ELETRÔNICA- ABINEE. **Propostas para Inserção da Energia Solar Fotovoltaica na Matriz Elétrica Brasileira**. 2012. Disponível em:< <http://www.abinee.org.br/informac/arquivos/profotov.pdf>>. Acesso em: 18 abr. 2018.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA -ABSOLAR. **Geração Distribuída Solar Fotovoltaica**. Encontro Nacional dos Agentes do Setor Elétrico – ENASE. Rio de Janeiro, 2016.

BARBOSA FILHO, Wilson Pereira et al. Expansão da energia solar fotovoltaica no brasil: impactos ambientais e políticas públicas. **R. gest. sust. ambient.**, Florianópolis, n. esp, p.628-642, dez. 2015.

BARBOZA, Luiz Gustavo Santos; DACROCE, Noeli Pedroso Dias; HOFER, Elza. Análise de viabilidade de implantação de um sistema de geração de energia fotovoltaica numa propriedade familiar rural: Um estudo com base no PRONAF Mais Alimentos. IN: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE GESTÃO DE PROJETOS, INOVAÇÃO E SUSTENTABILIDADE. 5., 2016, São Paulo. **Anais...** São Paulo: SINGEP, 2016.

BERTICELLI, Ritelli ; LAUXEN, Ricardo; BINATO, Alexandre; MASUTTI, Gustavo Corbellini; RODRIGUES, Luis Kaufmann. Energia Solar Fotovoltaica: Conceitos e Aplicações. IN: SEMINÁRIO DE PESQUISA CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA, v. 1, n. 1, 2017.

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

BRASIL, Haroldo Guimarães. **Avaliação Moderna de Investimentos**. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2004.

BRUNI, Adriano Leal. **Avaliação de Investimento**. São Paulo, Atlas, 2008.

CABRAL, Isabelle.; VIEIRA, Rafael. **Viabilidade econômica x viabilidade ambiental do uso de Energia fotovoltaica no caso brasileiro**: uma abordagem No período recente. 2012. Disponível em:< <http://www.ibeas.org.br/congresso/Trabalhos2012/X-003.pdf>>. Acesso em 29 mai. 2018.

CASAROTTO FILHO, Nelson; KOPITTE Bruno Hartmut. **Análise de Investimentos**. 10 ed. São Paulo; Atlas, 2008.

CRISTIE, Emerson. **Water and Nutrient Reuse within Closed Hydroponic Systems**. 2014. 91 f. Completion Work (Specialization) University of South Georgia, USA, 2014. Disponível em:< <https://digitalcommons.georgiasouthern.edu/etd/1096/>>. Acesso em: 24 abr. 2018.

CRISTÓVÃO, Edivaldo. Produção de legumes por hidroponia. **Jornal de Angola**. Luanda, 24 mar. 2017. Disponível em:< http://jornaldeangola.sapo.ao/reportagem/producao_de_legumes_por_hidroponia>. Acesso em: 02 nov. 2017

CENTRO DE GESTÃO E ESTUDOS ESTRATÉGICOS- CGEE. **Energia solar fotovoltaica no Brasil**: subsídios para tomada de decisão. Brasília (DF): Centro de Gestão e Estudos Estratégicos, 2010.

CHOWDHURY, Sanjeeda et al. Importance of policy for energy system transformation: Diffusion of PV technology in Japan and Germany. **Energy Policy**, v.68, p. 285–293, 2014.

COSTA, Juliana S. et al. Diagnóstico do cultivo hidropônico de hortaliças na região do Distrito Federal. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 18, n. 1, p. 49-52, março 2000. DAMODARAN, Aswath. **Investment Valuation**. New York: John Wiley e Sons. 2002.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA- EPE. **Análise da Inserção da Geração Solar na Matriz Elétrica Brasileira**. Rio de Janeiro, maio/2012.

_____ **Inserção da Geração Fotovoltaica Distribuída no Brasil - Condicionantes e Impactos**, 2014.

GIL, Antônio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

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

GRAU, Thilo et al. Survey of photovoltaic industry and policy in Germany and China. **Energy Policy**, v. 51, p. 20–37, 2012.

HAHN, Edgar. **The Japanese Solar PV Market and Industry- Business Opportunities for European Companies**. EU- Japan Centre for Industrial Corporation, 2014.

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

IMHOFF, Johninon. **Desenvolvimento de Conversores Estáticos para Sistemas Fotovoltaicos Autônomos**. 2007. Dissertação (Mestrado em Engenharia Elétrica)- Escola de Engenharia Elétrica, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria. 2007.

INTERNATIONAL ENERGY AGENCY- IEA. **Snapshot of global photovoltaic markets**. Mary Brunisholz, IEA PVPS, 2016.

INTERNATIONAL ENERGY AGENCY- IEA. Disponível em: <http://www.iea.org/>. Acesso em 13 Maio de 2018

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA- IBGE. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/>. Acesso em: 29 abr. 2018.

JENSEN, Merle H.. Hydroponics worldwide. **Acta Horticulturae**, v. 481, n. 481, p. 719-729, 1999.

KASSAI, José Roberto et al. **Retorno de Investimentos: Abordagem Matemática e Contábil do Lucro Empresaria**. 3. ed. São Paulo: Atlas, 2007.

LEITE, Décio et al. Viabilidade econômica da implantação do sistema hidropônico para alface com recursos do PRONAF em Matão-SP. **iPecege**, Matão, v.2, n.1, p. 57- 65. 2016.

LUZ, Gean Lopes da et al. Consumo de energia elétrica e produção de alface hidropônica com três intervalos entre irrigações. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.38, n.3, p.815-818, 2008.

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

MUÑOZ, Héctor. **Manual of hydroponics. Home-Based Vegetable Production System**. (Guyana). 2010. Disponível em: <http://legacy.iica.int/Eng/regiones/caribe/guyana/IICA%20Office%20Documents/Hydroponics%20Manual/Hydroponics%20Manual.pdf>. Acesso em: 22 abr. 2018.

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

OMAYE, Chenin Treftz Stanley T. Hydroponics: potential for augmenting sustainable food production in non-arable regions. **Nutrition & Food Science**, v. 46, p. 67–684, 2016.

PANDOJA NETO, Raimundo de Almeida et al. Viabilidade econômica da produção de hortaliças em sistema Hidropônico em Cametá-PA. **Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável**, v.6, n.2, p.75-80, Junho, 2016.

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

POTRICH, Ani Caroline G. et al. Alface hidropônica: uma alternativa sustentável. **Enciclopédia Biosfera**, Centro Científico Conhecer, Goiânia, v.8, n.15; p. 36, 2012.

RAMOS, Karen de Jesus Barreto et al. Carregador solar: energia solar fotovoltaica. **Revista de divulgação do Projeto Universidade Petrobras e IF Fluminense**, v. 1, p. 311-315 v. 1, p. 311-315, 2010.

REZENDE, José Luiz Pereira de; OLIVEIRA, Antônio Donizette de. **Análise econômica e social de projetos florestais**. Viçosa: Editora UFV, 2001.

RICHETTI, Alceu et al. Viabilidade econômica da produção agroecológica de hortaliças no Sistema de Produção Agroecológica Integrada e Sustentável (PAIS) em Juti, Mato Grosso do Sul. **Cadernos de Agroecologia**, v.6, n.2, p.1-6, 2011.

RODRIGUES, Andréia Luiza de Moura; GARCIA, Leyla Rodrigues; MARTINS, Vitor William Batista. Análise do cultivo de hortaliças hidropônica: estratégias competitivas para produtores do Município de Redenção- Pará. IN: CONGRESSO TÉCNICO CIENTIFICO DE ENGENHARIA E DA AGRONOMIA, 74., 2017,Belém. **Anais...**Belém: CONTECC, 2017.

SAMPAIO, Priscila Gonçalves Vasconcelos et al. Photovoltaic solar energy: Conceptual framework. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, n. 74, p. 590–601, 2017.

SANDWELL Philip et al. Offgrid solar photovoltaic systems for rural electrification and emissions mitigation in India. **Sol Energy Mater Sol Cells**, v. 156, p. 147–156, 2016.

SANTOS, Juliane Barbosa dos; JABBOUR, Charbel José Chiappetta. Adoção da energia solar fotovoltaica em hospitais: revisando a literatura e algumas experiências internacionais. **Saúde Soc.**, São Paulo, v.22, n.3, p.972-977, 2013.

SEIBERT, Rosane Maria et al. Estudo de viabilidade econômico–financeira para implantação de uma estufa hidropônica em uma propriedade rural no interior de Santo Ângelo – RS. **Research Gate**, Santo Ângelo, v.2, n.3.p. 1-19. 2014.

SHIMURA, Sergio et al. Production costs estimation in photovoltaic power plants using reliability. **Solar Energy**, v.133, p.294–304, 2016.

TEIXEIRA, Vandlyni Paiva Martins; CUNHA, Moisés Ferreira 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.

WANDERLEY, Augusto César Fialho. 2013. **Perspectivas de Inserção da Energia Solar Fotovoltaica na Geração de Energia Elétrica no Rio Grande do Norte**. 2013. Dissertação (Mestrado em Engenharia Elétrica)- universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2013.

Submetido em 20/10/2018

Aprovado em 01/12/2018

Sobre o(s) Autor(es):

Sulma Vanessa Souza

Possui graduação em Administração, pós-graduada em gestão de pessoas. Tem experiência em Gestão do Agronegócio, com atuação em: análise de investimentos, gestão de pessoas e gestão pela qualidade total.

Email: souzavanessasvs@bol.com.br

Régio Marcio Toesca Gimenes

Economista, Contador, Especialista em Metodologia do Ensino Superior, Especialista em Análise e Planejamento Empresarial, Mestre em Administração de Empresas, Doutor em Administração de Empresas, Doutor em Engenharia de Produção e Sistemas (Controladoria de Gestão) e Pós-Doutor em Finanças Corporativas pela FEA/USP.

Email: regiogimenes@ufgd.edu.br