Recital

Revista de Educação,
Ciência e Tecnologia de Almenara/MG.

ANÁLISE DE VIABILIDADE ECONÔMICA PARA IMPLANTAÇÃO DE ENERGIA FOTOVOLTAICA RESIDENCIAL NA CIDADE DE JOÃO PESSOA/PB

Economic feasibility analysis of residentia lphotovoltaic energy implantation in the city of João Pessoa/PB

Matheus Melo SILVA
Universidade Federal da Paraíba
peusou@gmail.com

Paulo ROTELLA JUNIOR
Universidade Federal da Paraíba
paulo.rotela@gmail.com

Rogério PERUCHI
Universidade Federal da Paraíba
rsp@academico.ufpb.br

Luiz Célio Souza ROCHA
Instituto Federal do Norte de Minas Gerais-Campus Almenara
luizrochamg@hotmail.com

Giancarlo AQUILA
Universidade Federal de Itajubá
giancarlo.aquila@yahoo.com

DOI: https://doi.org/10.46636/recital.v3i2.156

Resumo

A energia solar fotovoltaica é uma das principais alternativas de energia renovável do mundo. Sua capacidade de renovação infinita e o barateamento nos últimos anos das placas solares, aliado ao aumento das tarifas de energia elétrica no Brasil, fez com que nos últimos anos a energia solar ganhasse bastante força. Este trabalho tem por objetivo analisar a viabilidade econômica da instalação de um sistema de geração fotovoltaica conectado à rede de distribuição para uma residência localizada no município de João Pessoa, no estado da Paraíba. Para isso, foi analisado o cenário atual de ofertas e oportunidades desse sistema, foi dimensionado um sistema de geração fotovoltaica para uma residência, a partir de dados como tarifa, consumo local diário, potência dos módulos, tipos de fixação e considerados valores climáticos da região. Para a análise de viabilidade, foram empregados métodos, como: o Valor Presente Líquido, a Taxa Interna de Retorno e o Payback Descontado. Por fim, verificou-se a viabilidade do sistema em residências, e que, à medida que os valores de tarifas elétricas aumentam, o sistema torna-se cada vez mais viável.

Palavras-chave: Mini e Microgeração. Painéis Fotovoltaicos. Energia Solar. Valor Presente Líquido.

Abstract

The photovoltaic solar energy is one of the main renewable energy alternatives in the world. Solar energy has been gaining strength due to its renewability, the decrease in prices of solar panels and the increase of electricity cost in Brazil in the last years. The aim of this work is to analyze the economic feasibility of the installation of a photovoltaic generation system connected to the distribution network for a residence located in the in the city of João Pessoa, in the state of Paraíba. The current scenario of offers of this type of system was analyzed and a photovoltaic generation system was designated for a home, considering data such as price, daily local consume, power of modules, types of fixation and climate conditions of the region. For the feasibility analysis, the methods used were: the Net Present Value, the Internal Rate of Return and the Discounted Payback. Finally, the viability of the system in homes was verified, and as the price of electricity increases, solar energy becomes an option.

Keywords: Mini and Microgeneration. Photovoltaic Panels. Solar Energy. Net Present Value.

INTRODUÇÃO

Ao longo das últimas décadas, líderes mundiais de diversos países têm discutido questões relacionadas ao desenvolvimento sustentável, seja por motivos econômicos ou sociais, substancialmente devido ao impacto ambiental que foi intensificado, principalmente durante a revolução industrial. Assim, sendo realizados algumas conferências no decorrer dos anos relacionadas ao meio ambiente, como, por exemplo, a conferência de Estocolmo realizada no ano de 1972.

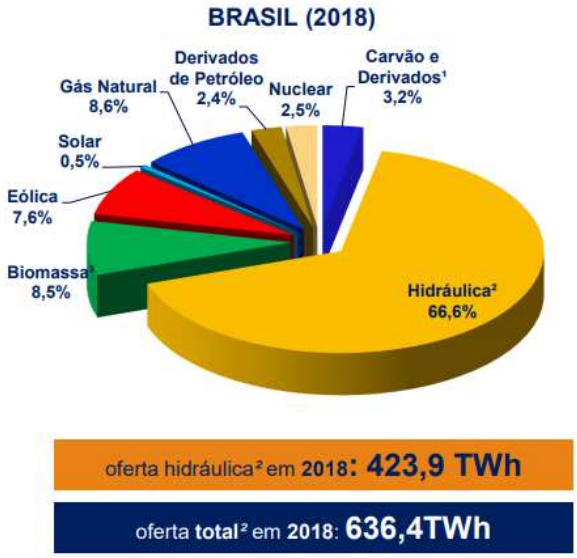
O desenvolvimento sustentável, segundo a Comissão Mundial sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento (Brasil, 2001), é definido como a utilização dos recursos naturais suprindo a necessidade da geração presente, sem comprometer as gerações futuras de suprir suas próprias necessidades. Essa questão é de extrema importância, pois põe em risco o futuro do planeta,

que, embora abundante em recursos, se utilizado demasiadamente, corre-se o risco de extinguir tais recursos.

Portanto, temas como energia verde ou energia limpa têm sido bastante debatidos nos últimos anos, tanto no meio acadêmico como em rodas de conversas entre amigos. A energia verde trata-se praticamente de fontes de energias renováveis (FER), isto é, são fonte de energias em teoria inesgotáveis.Vale destacar que, embora a energia nuclear seja uma fonte de energia limpa, ela não é renovável, portanto, sendo a exceção à regra.

Dentro das Energias consideradas renováveis têm-se: a hidráulica, a solar, a eólica, a geotérmica, a maremotriz, entre outras. No Brasil, a eletricidade é majoritariamente derivada das hidrelétricas, cerca de 66,6%, considerando importação (BEN, 2019) como pode ser visto na Figura 1.

Figura 1 – Distribuição elétrica brasileira.



Fonte: BEN (2019).

As hidrelétricas dependem do volume de água a disposição e, em períodos de chuva, a produção das hidrelétricas se eleva e o contrário também se aplica; a escassez e o baixo volume dos rios afetam negativamente a produção de energia oriundo das hidrelétricas, como por exemplo, na crise hídrica de 2014 e 2015 em São Paulo. Segundo Marengo *et al.* (2015), a crise hídrica é a combinação de baixos índices pluviométricos somado ao grande crescimento da demanda de água, a ausência de planejamento para a administração adequada do recurso hídrico e a ausência de consciência coletiva dos consumidores brasileiros em relação ao uso racional da água. Ainda, é comumente delineada pela união de diversos fatores, incluindo a falta do gerenciamento dos recursos hídricos e a escassez de chuva, como visto em 2001. Nesse aspecto, o Brasil necessita utilizar outras fontes de geração de energia, visando suprir a falta desses recursos, utilizando-se normalmente as termoelétricas, gerando custo maiores, que, posteriormente, são repassados aos consumidores.

Comparado a outros países, a geração de eletricidade por meio solar correspondeu apenas a 0,5% em 2018 (BEN, 2019), sendo utilizados meios de energia mais caros e menos limpos em sua maioria. Além disso, a cada ano aumenta a demanda por energia elétrica no Brasil.

A partir de 2012, a ANEEL (Agência Nacional de Energia Elétrica) regulamentou a chamada micro e minigeração. Assim, por meio da Resolução Normativa Nº482/2012, adotou-se o sistema de compensação de energia, em que é possível a conexão de um telhado solar com a rede elétrica pública por meio da UC (Unidade Consumidora), injetando o excesso de energia gerada na rede elétrica. O excedente injetado funciona como créditos de energia, possuindo validade de compensação em até 60 meses. A partir disso, possibilitou-se a instalação de painéis solares em residências, empresas e outros locais. Assim, analisar o investimento nesse tipo de energia torna-se essencial para auxiliar os consumidores em geral na decisão de implantar ou não essa fonte de energia em suas residências.

Em vista disso, este artigo tem como objetivo geral analisar a viabilidade econômica da implantação de um sistema de geração de energia elétrica por painéis fotovoltaicos em residências de médio porte na cidade de João Pessoa/PB.

1 REFERENCIAL TEÓRICO

1.1 ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA

A energia solar é a energia obtida do sol, que, devido a sua enorme temperatura e pressão, resulta em reações nucleares, sendo essas reações transformadas em energia em sua superfície, sucedendo a liberação em forma de calor e luz. A taxa emitida de energia pelo sol é aproximadamente constante há bilhões de anos com uma potência da ordem de 3,86x1026 W (ATLAS BRASILEIRO DE ENERGIA SOLAR, 2017).

Goetze (2017) aponta que o efeito fotovoltaico consiste em células compostas por materiais semicondutores, que dispõem da capacidade de gerar tensões e correntes elétricas ao serem expostos a luz do sol, sendo o silício o material mais utilizado.

Ao longo dos anos, essa tecnologia evoluiu, principalmente após a explicação do efeito fotoelétrico pelo físico Albert Einstein e, consequentemente, a evolução dos semicondutores e da microeletrônica. Impulsionado pelo período da chamada “corrida espacial”, entre os Estados Unidos da América e a União Soviética, surgiu, em 1954, a célula solar fabricada utilizando-se o silício, produzida pela Bell Laboratories. No período de um ano, eles produziram uma célula solar que possuía eficiência de 6% - valor surpreendente para a época (CHAPIN et al., 1954).

Nos anos 70, houve a crise mundial do petróleo, que estimulou a busca por energia renovável, tendo como resultado o interesse de empresas e consumidores pelo uso de energia solar em meio terrestre, como em casas e edifícios. Os governos começaram a incentivar a energia solar, dando-se início a era moderna da energia fotovoltaica (PERLIN, 1999).

Com o aumento do interesse na energia solar, além dos financiamentos governamentais e o crescimento da demanda das células fotovoltaicas ao longo dos anos, o preço das células fotovoltaicas caiu drasticamente - favorecendo, portanto, o uso comercial nos dias atuais (CEPEL – CRESESB, 2014).

1.2 DIMENSIONAMENTO DO SISTEMA FOTOVOLTAICO

Como visto anteriormente, este trabalho foca em analisar a implantação de um sistema fotovoltaico em residências. Para essa implantação, necessita-se de dimensionamento e planejamento. Assim, para que se possa dimensionar um sistema fotovoltaico (FV), é necessário entender que isso envolve diversos fatores que alteram a capacidade do sistema de atender ao que foi proposto por cada tipo de projeto. É necessário calcular alguns fatores que serão vistos ao longo do trabalho, como: a potência dos módulos, quantas placas fotovoltaicas serão necessárias para o projeto, qual material do telhado da residência, alguns fatores de perdas, o custo do projeto, entre outros fatores que afetam o sistema.

1.2.1 CUSTO DE DISPONIBILIDADE

Um dos fatores primordiais a respeito do dimensionamento fotovolvaico trata-se do custo de disponibilidade. A ANEEL é uma agência reguladora vinculada ao Ministério de Minas e Energia, possuindo como sua principal função o controle e o encargo de fiscalização, além de permissões e concessões a respeito dos serviços de energia elétrica no país.

Na seção V da Resolução Normativa Nº414/2010 da ANEEL, em seu artigo 98, tem-se a seguinte passagem a respeito do custo de disponibilidade:

> Art. 98. O custo de disponibilidade do sistema elétrico, aplicável ao faturamento mensal de consumidor responsável por unidade consumidora do grupo B, é o valor em moeda corrente equivalente a:
>
> I – 30 kWh, se monofásico ou bifásico a 2 (dois) condutores;
>
> II – 50 kWh, se bifásico a 3 (três) condutores; ou
>
> III – 100 kWh, se trifásico.
>
> § 1° O custo de disponibilidade deve ser aplicado sempre que o consumo medido ou estimado for inferior aos referidos neste artigo, não sendo a diferença resultante objeto de futura compensação.
>
> § 2° Para as unidades consumidoras classificadas nas Subclasses Residencial Baixa Renda devem ser aplicados os descontos no custo de disponibilidade, referentes ao consumo de energia elétrica definidos nesta resolução.
>
> § 3º Para as unidades consumidoras classificadas nas Subclasses Residencial Baixa Renda Indígena ou Residencial Baixa Renda Quilombola será concedido desconto integral para os casos previstos nos incisos I e II e no caso do inciso III será cobrado o valor em moeda corrente equivalente a 50 kWh (ANEEL, 2010, p. 98)

Portanto, para o planejamento de um sistema fotovoltaico, deve-se incluir o custo de disponibilidade nos cálculos.

Tabela 1 - Custo de disponibilidade

CONEXÃO	CUSTO DE DISPONIBILIDADE
Monofásico	30 kW/h
Bifásico	50 kW/h
Trifásico	100 kW/h

Fonte: autores (2020).

RECITAL - Revista de Educação, Ciência e Tecnologia de Almenara, v. 3, n. 2, maio/ago. 2021.
ISSN: 2674-9270. Disponível em: http://recital.almenara.ifnmg.edu.br/index.php/recital

1.2.2 LEVANTAMENTO DO CONSUMO DE ENERGIA

A energia consumida por uma residência ou um sistema é calculada pela soma de todos aparelhos elétricos utilizados, com a potência utilizada por eles, e também com o tempo de utilização. O valor pode ser obtido também por meio de uma análise das faturas mensais (PINHO; GALDINO, 2014). Com isso, a energia consumida (*Econ*) é calculada pela seguinte equação:

$$E_{con} = \sum_{i=0}^{n} P * t[kWh] \quad (1)$$

em que a energia consumida é medida em quilo Watts-hora (kWh), a potência (*P*) em quilo watts (kW), o tempo (*t*) em horas (h) e "*n*" é o número de equipamentos que consomem energia na residência. Para a análise que será feita, será obtida o valor do consumo, por meio de registro históricos de uma residência modelo. Mediante a isso, será calculado o Consumo Médio Mensal (*CMM*), sendo o somatório ao longo dos 12 meses das faturas de energia relacionadas ao ano de 2019:

$$CMM = \sum_{01}^{12} (Consumo[kWh]) \quad (2)$$

1.2.3 ENERGIA DE COMPENSAÇÃO

A energia de compensação (*net metering*) é uma política de compensação, que se diferencia entre países, no qual a energia ativa injetada pela unidade consumidora (UC), que possua micro ou minigeração, é cedida como um empréstimo gratuito para a distribuidora local, sendo posteriormente compensada com consumo de energia elétrica ativa (ANEEL,2012), ou seja, a energia gerada é utilizada para abater o consumo de energia da residência. Sendo assim, é a diferença entre o Consumo Médio Mensal (CMM) e o valor de referência utilizado no Custo de Disponibilidade (*CD*).

$$E_c = CMM - CD \quad (3)$$

Para efeito de cálculo, definiu-se o mês como sendo de 30 dias, e, calculando a Energia de Compensação Diária (*ECdia*), temos:

$$E_{Cdia} = \frac{Ec}{30} \quad (4)$$

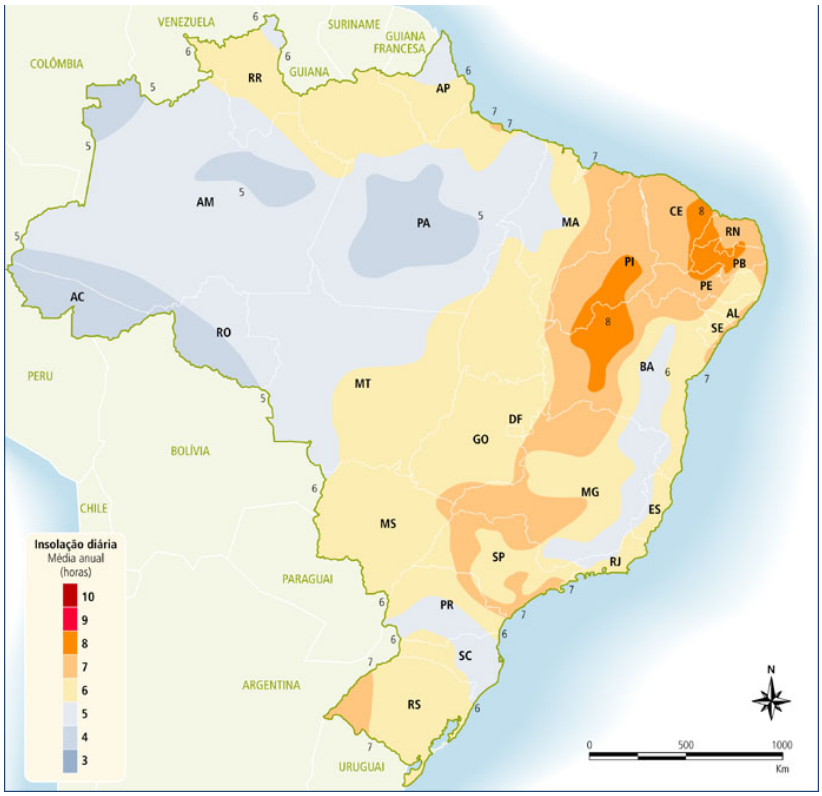
1.2.4 HORAS DE SOL PICO – HSP

O chamado de horas de sol pico (HSP), ou horas de sol pleno, indica o número de horas que teoricamente a radiação solar permaneceria igual (constante) a 1000W/m² (PINHO;

RECITAL - Revista de Educação, Ciência e Tecnologia de Almenara, v. 3, n. 2, maio/ago. 2020.
ISSN: 2674-9270. Disponível em: http://recital.almenara.ifnmg.edu.br/index.php/recital

GALDINO, 2014). Esse intervalo de tempo muda de acordo com a latitude, longitude, e condições climáticas e atmosféricas do local, como pode ser visto na Figura 2.

Figura 2 - Média anual de insolação diária no Brasil (horas)



Fonte: Adaptado de Atlas Solarimétrico do Brasil (2000).

1.2.5 POTÊNCIA PICO

De acordo com a CRESESB (2006), usualmente utiliza-se a potência pico para os valores de potência dos módulos fotovoltaicos. A potência pico permite uma comparação entre os valores de saídas dos painéis de diferentes fabricantes.

O cálculo da potência pico se dará pela fórmula:

$$P_P = \frac{E_{Cdia}}{HSP} \tag{5}$$

1.2.6 QUANTIDADE DE MÓDULOS FOTOVOLTAICOS

Segundo Oliveira (2018), a quantidade de módulo fotovoltaicos se dá pela divisão do valor da potência pico calculada pela potência dos módulos fotovoltaicos. Desse modo, essa quantidade é calculada pela equação 6.

$$N_M = \frac{P_P}{\frac{\wp}{1000}} \tag{6}$$

RECITAL - Revista de Educação, Ciência e Tecnologia de Almenara, v. 3, n. 2, maio/ago. 2021.
ISSN: 2674-9270. Disponível em: http://recital.almenara.ifnmg.edu.br/index.php/recital

1.3 INDICADORES PARA ANÁLISE DE VIABILIDADE

Para que se possa analisar a viabilidade econômica de investimentos e projetos em gerais, Silva (2005) atesta que utiliza-se a engenharia econômica, que utiliza métodos de análise os quais facilitam a escolha da melhor alternativa de investimento, como, por exemplo, o Método do Valor Presente Líquido (VPL), o Método do Valor Futuro Líquido (VFL), o Método do Valor Uniforme Líquido, o Método da Taxa Interna de Retorno (TIR), o índice de lucratividade, o *Payback*simples e o *Payback* Descontado.

Por haver diversas metodologias, a fim de obter a análise de viabilidade, necessita-se escolher os métodos que estejam em concordância com os objetivos do projeto. Assim, neste projeto será utilizado o Valor Presente Líquido (VPL), a Taxa Interna de Retorno (TIR) e o Payback Descontado.

1.3.1 VALOR PRESENTE LÍQUIDO – VPL

O método VPL tem como finalidade determinar um valor no instante inicial a partir de um fluxo de caixa formado de uma série de receitas e despesas (HIRSCHFELD, 2016). Segundo Brom e Balian (2007), o VPL pode ser calculado segundo a equação 7.

$$VPL = \sum_{t=1}^{n} \frac{FC_t}{(1+i)^t} - FC_0 \tag{7}$$

em que o *FCt* é o fluxo de caixa de cada período *t* em reais, *i* é a Taxa Mínima de Atratividade (TMA) esperada pelo investidor e *n* é o período estimado do projeto. Um VPL equivalente a zero indica que o investidor recuperou completamente o capital investido, considerando uma apropriada taxa de desconto (ARNOLD; YILDIZ, 2015).

1.3.2 TAXA INTERNA DE RETORNO – TIR

De acordo com Groppelli e Nikbakht (2010), a TIR é a taxa de desconto que leva o VPL de um investimento a igualar-se a zero. Com isso, para o cálculo da TIR, basta igualar a equação utilizada no VPL à zero.

$$\sum_{t=1}^{n} \frac{FC_t}{(1+i)^t} - FC_0 = 0 \tag{8}$$

Portanto, os investimentos com o resultado TIR maior que o valor da TMA são considerados rentáveis e são passíveis de análise (CASAROTTO; KOPITTKE, 2010).

RECITAL - Revista de Educação, Ciência e Tecnologia de Almenara, v. 3, n. 2, maio/ago. 2020.
ISSN: 2674-9270. Disponível em: http://recital.almenara.ifnmg.edu.br/index.php/recital

1.3.3 PAYBACK DESCONTADO

O *payback* simples é puramente o tempo de recuperação de um investimento. Contudo, Santos (2001) analisa que uma alternativa para reduzir a imprecisão do tempo de retorno do critério do *payback* simples é ponderar os fluxos de caixa pelo seu valor presente. A essa alternativa dá-se o nome de *payback* descontado.

2 METODOLOGIA / MATERIAIS E MÉTODOS

A pesquisa científica é o resultado de um exame minucioso realizado com o objetivo de resolver um problema, recorrendo a procedimentos científicos. O presente trabalho possui abordagem quantitativa e qualitativa. A natureza da pesquisa é pesquisa aplicada, pois gera uma análise, um processo e um produto. Segundo Malhotra (2006), a pesquisa quantitativa é a metodologia de pesquisa que busca mensurar os dados e, usualmente, aplica-se em forma de análise estatística. No presente estudo, ainda que não possua cálculo estatístico para analisar os dados, ele pode ser apontado como quantitativo, porque a análise dos dados está fundamentada em números. O procedimento da pesquisa será dado em forma de estudo de caso.

Para a análise e estudo do projeto, observou-se faturas de energias elétrica de uma residência da cidade de João Pessoa/PB no ano de 2019. A residência adotada como modelo possui quatro moradores, com um uso mensal de cerca de 330 kW (quilo-watt) de energia por mês.

Além disso, o estudo seguiu a análise referindo-se ao período de 25 anos, prazo de duração da garantia dos módulos fotovoltaicos e de demais equipamentos do sistema, conforme as especificações técnicas dos fabricantes.

Para a análise da viabilidade econômica do presente estudo, foi estimada a TMA pelo método do Custo Médio Ponderado de Capital (WACC), para que pudesse ser analisados o VPL considerando a taxa de desconto no fluxo de caixa, a TIR e o payback descontado. Considerou-se também as taxas de reajuste anual para a tarifa e os custos anuais de manutenção e depreciação do sistema fotovoltaico.

3 RESULTADOS

3.1 CÁLCULO DO QUANTITATIVO DE MÓDULOS FOTOVOLTAICOS

Para o estudo, foi escolhida a região nordeste, mais especificamente dados que representem uma residência na cidade de João Pessoa/PB. Essa escolha se deu pelo fato de que o autor perceber o quanto, ao longo dos anos nessa região, o custo de energia vem sendo aumentado consideravelmente, assim como e a escassez de alternativas existentes na região. O tipo de conexão adotada, que pode ser visto na tabela 1, é a trifásica. Com isso, o custo de disponibilidade para o projeto é de 100 kW/h.

O consumo médio mensal foi calculado com base no histórico de consumo de uma residência de quatro pessoas.

RECITAL - Revista de Educação, Ciência e Tecnologia de Almenara, v. 3, n. 2, maio/ago. 2021.
ISSN: 2674-9270. Disponível em: http://recital.almenara.ifnmg.edu.br/index.php/recital

Tabela 2 – Histórico de consumo elétrico de 2019 em kWh.

Mês (2019)	Consumo (kWh)
Janeiro	331
Fevereiro	319
Março	342
Abril	333
Maio	332
Junho	351
Julho	306
Agosto	310
Setembro	336
Outubro	340
Novembro	325
Dezembro	301

Fonte: autores (2020).

O consumo médio calculado é de aproximadamente 330 kWh. Assim, calculando a Energia de Compensação (Ec) pela equação 3, temos:

$$E_c = CMM - CD$$

Dividindo esse valor por 30, obtém-se a Energia de Compensação Diária (ECdia), como visto na equação 4.

Como visto anteriormente, para se obter o máximo de captação da irradiação solar no painel fotovoltaico, é necessário fazer uma análise local. Consultando o HSP de inclinação 0º ou horizontal, com bases nos dados da *NationalAeronauticsand Space Administration* (NASA), têm-se na tabela abaixo os valores do HSP.

Tabela 3 – HSP para inclinação de 0º

Inclinação	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
0º	5,82	5,98	6,03	5,35	4,76	4,24	4,41	5,2	5,63	5,92	6,19	6,1

Fonte: autores (2020).

Partindo para o cálculo do fator de correção do HSP, consultando o IEC (*International Electrotechnical Commission*) – 60904, verifica-se o fator de correção para o HSP a partir da latitude. Em se tratando da região nordeste, especificamente João Pessoa, a latitude obtida é de aproximadamente -7,11. Somando-se ao o fato de a inclinação do telhado ser de 15º, os fatores de correção do HSP são:

Tabela 4 – Fator de correção do HSP para latitude de - 7º

Lat -7	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Fator 15º	0,95	0,95	0,99	1,04	1,07	1,08	1,06	1,03	0,99	0,95	0,91	0,89

Fonte: autores (2020).

Multiplica-se o valor do HSP à 0º com o fator de correção, para uma latitude de -7 e com um telhado à 15º, obtendo o valor de HSP:

Tabela 5 – HSP corrigido para 15º

Inclinação	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
15º	5,53	5,68	5,97	5,56	5,09	4,58	4,67	5,36	5,57	5,62	5,63	5,43

Fonte: autores (2020).

Com esses dados, pode-se calcular a Potência Pico Preliminar, a partir da equação 5 e do valor do ECdia = 7,667 kWh/dia. Calcula-se o Pp para cada mês do ano:

Tabela 6 – Valores de potência pico para os meses do ano

Mês	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Pp (kWp)	1,39	1,35	1,28	1,38	1,51	1,67	1,64	1,43	1,38	1,36	1,36	1,41

Fonte: autores (2020).

Para calcular a quantidade de módulos FV preliminares, é necessário analisar a potência do módulo que será instalada, por meio de aspectos como preço e eficiência. Após análise, foi escolhida a potência de 340W (valor do Wp) para o módulo FV. Calculando-se isso pela equação 6 para cada valor de Pp obtido, verifica-se que o mês que necessita de maior quantidade de módulos fotovoltaicos é o mês de junho. Assim, arredondando o valor, constata-se a necessidade de 5 módulos fotovoltaicos na análise preliminar.

Tabela 7 – Quantidade preliminar de módulo fotovoltaicos

Mês	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Quant.	4,08	3,97	3,78	4,05	4,43	4,92	4,82	4,21	4,05	4,01	4,00	4,15

Fonte: autores (2020).

O desempenho de um sistema fotovoltaico é influenciado por alguns aspectos, como a temperatura, o sombreamento, a tecnologia dos painéis, entre outros. Na tabela 8, é possível verificar que, dependendo do tipo de estrutura de fixação do painel, há uma diferença na temperatura, sendo necessário um cálculo de ajuste compensando a Potência Pico.

Tabela 8 – Diferença de temperatura em diferentes tipos de fixação

Tipo de Fixação	Diferença de Temperatura (ΔT)
Estrutura Totalmente Elevada (solo)	+22 ºC
Laje ou Telhado (com espaço/inclinação)	+28 ºC
Sobre o Telhado (com ventilação)	+29 ºC
Integrado (sem ventilação)	+32 ºC

Fonte: autores (2020).

RECITAL - Revista de Educação, Ciência e Tecnologia de Almenara, v. 3, n. 2, maio/ago. 2021.
ISSN: 2674-9270. Disponível em: http://recital.almenara.ifnmg.edu.br/index.php/recital

Usualmente os painéis são instalados sobre o telhado com ventilação, ou seja, ΔT= +29ºC, assim ajusta-se a temperatura para o cálculo pela fórmula a seguir:

$$T_{cal} = T_{amb} + (\Delta T - T_{ref}) \quad (9)$$

A temperatura de referência (T_{ref}) é retirada de dados dos fabricantes, sendo que o valor é de 25ºC. O valor médio da temperatura ambiente (T_{amb}) para o mês de junho de 2019, com base no climate data, é de 26,3ºC.

Com a temperatura calculada, é necessário um ajuste da diferença característica em relação ao valor nominal. Ao analisar alguns fabricantes, o valor do coeficiente da temperatura pico (CWp) é de aproximadamente -0,37%.Portanto, a diferença característica em relação ao valor nominal é calculada multiplicando-se a T_{cal} pelo coeficiente.

$$\Delta c = T_{cal} * C_{\wp} \quad (10)$$

Assim, o rendimento de potência do módulo fotovoltaico, em condições reais de operação, é inferior às condições padrões de testes, sendo 100% mais a diferença característica em relação ao valor nominal.

$$R = 100\% + \Delta c \quad (11)$$

Após calcular o valor do rendimento real do módulo fotovoltaico, deve-se compensar o valor calculado da Potência Pico. Como o módulo escolhido é de 340W, multiplicando-se pelo rendimento, têm-se 301,88W.

Retornando à equação 6, e utilizando-se a potência real, deve-se recalcular a quantidade de módulos FV para o mês de junho.

$$Nm = \frac{Pp}{\frac{\wp}{1000}}$$

Arredondando o valor obtido, a nova quantidade de módulos fotovoltaicos é de 6 módulos.

Para fim do trabalho, foram considerados alguns valores para perdas:

Tabela 9 – Perdas de energia em módulos fotovoltaicos

Perdas	Porcentagem
Sombreamento parcial	5%
Mismatch	2%
Sujeira	2%
Cabeamento	2%
Potência STC	2%
Total	13%

Fonte: autores (2020).

O fator de desempenho das perdas consideradas é 100% menos as perdas, e, portanto, é de 87% (*Ep*). A equação 12 mostra o cálculo da energia gerada, que leva em consideração o fator de desempenho, a eficiência média do inversor, o valor do HSP corrigido, a quantidade de painéis

RECITAL - Revista de Educação, Ciência e Tecnologia de Almenara, v. 3, n. 2, maio/ago. 2020.
ISSN: 2674-9270. Disponível em: http://recital.almenara.ifnmg.edu.br/index.php/recital

e a potência pico compensada, sendo, portanto, a eficiência média do inversor interativo de 98,4% (η).

$$Eg = Nm * \wp * \eta * Ep * HSP \quad (12)$$

Voltando ao começo de todo o cálculo, têm-se que o ECdia é 7,667 kWh/dia e a Energia gerada (Eg) é de 7,101 kWh/dia, e têm-se uma diferença de 0,566 kWh/dia. Para calcular a nova quantidade de módulos que compense a energia faltante, é necessário calcular a potência pico compensada para a energia faltante. Dessa forma:

$$Pca = \frac{E_{faltando}}{HSP_{corrigida}} \quad (13)$$

Também é necessário calcular o valor real, considerando o rendimento do inversor e as perdas.

$$Ppv = \frac{P_{CA}}{\eta * Ep} \quad (14)$$

Retornando a equação 6, calcula-se agora a quantidade de módulos adicionais que serão necessários ao sistema para compensar a energia faltante.

$$Nm = \frac{Ppv}{\frac{\wp}{1000}} \quad (15)$$

$$Nm \cong 0{,}478 \text{ módulos FV.}$$

Como no cálculo da Energia Gerada foi utilizado o valor de 6 módulos FV, somando com 0,478 módulos, e arredondando para cima esse valor, chega-se à conclusão que são necessários pelo menos 7 módulos fotovoltaicos, consideradas as perdas de diversos tipos, para que a residência seja atendida suficientemente ao longo dos anos.

3.2 GERADOR FOTOVOLTAICO

Para o estudo, foi adotado um sistema de gerador fotovoltaico de 2,07kWp da fabricante WEG, o kit do gerador, que custa em torno de R$ 10.000,00 e é composto dos seguintes materiais.

Tabela 10 – Kit do gerador fotovoltaico

Quantidade	Material
7	Módulo Policristalino - 340 Wp
1	Inversor - SIW300H M020
2	Protetor surto CA SPW275-20
3	Conector MC4 6 mm²
50	Cabo CC Unipolar flexível NH 6 mm² Preto
50	Cabo CC Unipolar flexível NH 6 mm² Vermelho
1	Disjuntor CA MDW-B16-2 Bip.
2	Estrutura para telhado Cerâmico/Metálico/Fibrocimento

Fonte: autores (2020).

RECITAL - Revista de Educação, Ciência e Tecnologia de Almenara, v. 3, n. 2, maio/ago. 2021.
ISSN: 2674-9270. Disponível em: http://recital.almenara.ifnmg.edu.br/index.php/recital

3.3 ANÁLISE DOS RESULTADOS

Para analisar a viabilidade econômica da instalação de painéis FV em residências na cidade de João Pessoa, é necessária a utilização de métodos, como o VPL e TIR. Todavia, para o uso desses métodos é preciso estabelecer a TMA. No presente caso, a TMA será calculada pelo método do *WeightedAverageCostof Capital* (WACC).

De acordo com Ross (1997), a fórmula largamente apresentada e aceita por meios empresariais e acadêmicos para o cálculo do WACC, posterior aos impostos, é a seguinte:

$$WACC = \frac{E}{E+D} * R_E + \frac{D}{E+D} * R_D * (1 - Tc) \quad (16)$$

em que *E* é valor de mercado de capital próprio, ou porcentagem de capital próprio investido, o *D* é o valor de mercado da dívida da empresa, ou porcentagem de capital de terceiros investido. O R_E é o custo de capital, o R_D é o custo de dívida e o *Tc* é a taxa de imposto corporativa, no Brasil, adotada o valor médio de 34%.

Para o projeto, adotou-se a proporção de 80% de capital externo (*D*) e 20% de capital próprio (*E*).

De acordo com Damodaran (2010), o cálculo do R_E pode ser estabelecido com o uso do *Capital AssetPricingModel* (CAPM), que mensura o valor em termos de risco de mercado e converte em um retorno esperado, e é calculado pela seguinte fórmula:

$$R_E = R_f + \beta_{alavancado}(R_M - R_f) + R_B \quad (17)$$

em que para *Rf*, adotou-se 3,17%, que é o valor de Retorno médio dos títulos do Tesouro dos Estados Unidos da América (EUA) de 2018. Para o *Rm,* adotou-se o valor de 10,73%, que é o valor do prêmio por risco de mercado divulgado pela Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) em 2016, somando ao *Rf*. O *RB* é prêmio risco país, sendo adotado o valor de 2,62% divulgado pela ANEEL em 2016.

Para o *RD*, utiliza-se também o *Rf* e o *RB* já adotados no cálculo do *RE*, e o fator de Prêmio por Risco da Dívida (*pRisk*) para o setor de energia que, segundo dados da ANEEL de 2016, é de 3,37. Portanto, a TMA para a análise será de 11,82%.

Para o cálculo do VPL, será estruturado uma Projeção de Demonstração de Resultados (DRE), partindo de algumas análises e suposições.

Como a garantia para sistemas FV para grande parte das fabricantes é de cerca de 25 anos, verifica-se então os dados de tarifas, manutenções e depreciações analisando o fluxo de caixa ao longo desses anos.

A tarifa em outubro de 2019, em uma conta de energia da Energisa Paraíba SA, mostra o valor tarifário, inclusos os encargos e impostos de 0,798510 reais, para o público categorizado do tipo B. Adotou-se uma média de 5% de reajuste anual da tarifa ao longo dos 25 anos, e o reajuste foi calculado até o décimo sexto ano.

Adotou-se um valor de 0,8% de depreciação do sistema, e também um gasto de 20% do investimento em manutenção ao longo de 25 anos. A energia produzida leva a depreciação dos equipamentos. Os valores de manutenção foram supostos para que sua soma atingisse 20% do valor do projeto.

RECITAL - Revista de Educação, Ciência e Tecnologia de Almenara, v. 3, n. 2, maio/ago. 2020.
ISSN: 2674-9270. Disponível em: http://recital.almenara.ifnmg.edu.br/index.php/recital

Tabela 11 – DRE do projeto

Ano	Energia produzida R$	Tarifa elétrica R$	Receita de energia produzida R$	Manutenção anual R$	Fluxo de caixa R$	Fluxo de caixa descontado R$	***Payback* descontado R$**
0	**	**	**	**	-10.000,00	-10.000,00	-10.000,00
1	2.798,33	0,80	2.234,50	30,77	2.203,73	1.970,86	-8.029,14
2	2.775,95	0,84	2.327,45	33,85	2.293,60	2.051,24	-5.977,91
3	2.753,74	0,88	2.424,27	36,22	2.388,06	2.135,71	-3.842,20
4	2.731,71	0,92	2.525,12	38,75	2.486,37	2.223,63	-1.618,57
5	2.709,86	0,97	2.630,17	41,47	2.588,70	2.315,15	696,58
6	2.688,18	1,02	2.739,58	44,37	2.695,21	2.410,41	3.106,99
7	2.666,67	1,07	2.853,55	47,48	2.806,08	2.509,55	5.616,55
8	2.645,34	1,12	2.972,26	50,80	2.921,46	2.612,75	8.229,29
9	2.624,18	1,18	3.095,90	54,35	3.041,55	2.720,15	10.949,44
10	2.603,18	1,24	3.224,69	58,16	3.166,54	2.831,92	13.781,36
11	2.582,36	1,30	3.358,84	62,23	3.296,61	2.948,25	16.729,62
12	2.561,70	1,37	3.498,57	66,59	3.431,98	3.069,32	19.798,94
13	2.541,20	1,43	3.644,11	71,25	3.572,86	3.195,31	22.994,25
14	2.520,87	1,51	3.795,70	76,23	3.719,47	3.326,43	26.320,68
15	2.500,71	1,58	3.953,61	81,57	3.872,04	3.462,87	29.783,56
16	2.480,70	1,66	4.118,08	87,28	4.030,80	3.604,86	33.388,41
17	2.460,86	1,66	4.085,13	93,39	3.991,74	3.569,93	36.958,34
18	2.441,17	1,66	4.052,45	99,93	3.952,52	3.534,86	40.493,20
19	2.421,64	1,66	4.020,03	106,92	3.913,11	3.499,61	43.992,80
20	2.402,27	1,66	3.987,87	114,41	3.873,46	3.464,15	47.456,95
21	2.383,05	1,66	3.955,97	122,42	3.833,55	3.428,46	50.885,41
22	2.363,98	1,66	3.924,32	130,99	3.793,33	3.392,49	54.277,90
23	2.345,07	1,66	3.892,93	140,15	3.752,77	3.356,21	57.634,11
24	2.326,31	1,66	3.861,78	149,97	3.711,82	3.319,59	60.953,70
25	2.307,70	1,66	3.830,89	160,46	3.670,43	3.282,57	64.236,26
Total	63.636,72	33,83	85.007,78	2.000,00	83.007,78	74.236,26	628.816,55

Fonte: autores (2020).

RECITAL - Revista de Educação, Ciência e Tecnologia de Almenara, v. 3, n. 2, maio/ago. 2021.
ISSN: 2674-9270. Disponível em: http://recital.almenara.ifnmg.edu.br/index.php/recital

Na tabela 11 e 12 (com ajuste na tarifa elétrica), verifica-se a projeção do fluxo de caixa para os 25 anos. Descontando o valor da TMA de 11,82% ao ano, nos valores do fluxo de caixa, foi possível calcular o fluxo de caixa descontado, que possibilitou o cálculo do *payback* descontado.

Tabela 12 – DRE com ajuste na tarifa elétrica

Ano	Energia produzida R$	Tarifa elétrica R$	Receita de energia produzida R$	Manutenção anual R$	Fluxo de caixa R$	Fluxo de caixa descontado R$	***Payback* descontado R$**
0	**	**	**	**	-10.000,00	-10.000,00	-10.000,00
1	2.798,33	0,80	2.234,50	30,77	2.203,73	1.970,86	-8.029,14
2	2.775,95	0,88	2.438,28	33,85	2.404,43	2.150,36	-5.878,79
3	2.753,74	0,97	2.660,65	36,22	2.624,44	2.347,11	-3.531,68
4	2.731,71	1,06	2.903,31	38,75	2.864,55	2.561,85	-969,83
5	2.709,86	1,17	3.168,09	41,47	3.126,62	2.796,23	1.826,40
6	2.688,18	1,29	3.457,02	44,37	3.412,65	3.052,03	4.878,43
7	2.666,67	1,41	3.772,30	47,48	3.724,82	3.331,22	8.209,65
8	2.645,34	1,56	4.116,33	50,80	4.065,53	3.635,92	11.845,57
9	2.624,18	1,71	4.491,74	54,35	4.437,39	3.968,48	15.814,05
10	2.603,18	1,88	4.901,39	58,16	4.843,23	4.331,44	20.145,49
11	2.582,36	2,07	5.348,39	62,23	5.286,16	4.727,57	24.873,06
12	2.561,70	2,28	5.836,17	66,59	5.769,58	5.159,90	30.032,97
13	2.541,20	2,51	6.368,43	71,25	6.297,18	5.631,75	35.664,71
14	2.520,87	2,76	6.949,23	76,23	6.872,99	6.146,72	41.811,43
15	2.500,71	3,03	7.583,00	81,57	7.501,42	6.708,74	48.520,17
16	2.480,70	3,34	8.274,56	87,28	8.187,28	7.322,12	55.842,30
17	2.460,86	3,34	8.208,37	93,39	8.114,98	7.257,46	63.099,76
18	2.441,17	3,34	8.142,70	99,93	8.042,77	7.192,89	70.292,64
19	2.421,64	3,34	8.077,56	106,92	7.970,64	7.128,37	77.421,01
20	2.402,27	3,34	8.012,94	114,41	7.898,53	7.063,89	84.484,90
21	2.383,05	3,34	7.948,84	122,42	7.826,42	6.999,39	91.484,29
22	2.363,98	3,34	7.885,25	130,99	7.754,26	6.934,86	98.419,15
23	2.345,07	3,34	7.822,16	140,15	7.682,01	6.870,24	105.289,39
24	2.326,31	3,34	7.759,59	149,97	7.609,62	6.805,50	112.094,90
25	2.307,70	3,34	7.697,51	160,46	7.537,05	6.740,60	118.835,50
Total	63.636,72	58,73	146.058,29	2.000,00	144.058,29	128.835,50	1.102.476,32

Fonte: autores (2020).

RECITAL - Revista de Educação, Ciência e Tecnologia de Almenara, v. 3, n. 2, maio/ago. 2020.
ISSN: 2674-9270. Disponível em: http://recital.almenara.ifnmg.edu.br/index.php/recital

Nota-se que, pelo *payback* descontado calculado e a TMA de 11,82% ao ano, o projeto tem uma recuperação do investimento inicial no período entre 4 e 5 anos.

Somando-se o financiamento no ano 0, com o valor total, do fluxo de caixa descontado ao fim dos 25 anos, calculou-se o VPL. Dessa forma, ao fim do vigésimo quinto ano, o VPL é de R$ 64.236,26.

4 DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

A produção de energia proveniente das células fotovoltaicas demanda componentes físicos e também um estudo prévio do local em que será aplicado, ou desenvolvido, o sistema que será adotado. Para efeito da análise, dimensionou-se o quantitativo de módulos fotovoltaicos, a potência desses módulos, o valor de investimento e, por fim, realizou-se uma análise de viabilidade.

A partir do fluxo de caixa calculado anteriormente, calculou-se a TIR, que para o projeto obteve-se o valor de 26%. É possível apontar que, com uma TMA de 11,82% ao ano, o projeto torna-se viável tanto em relação ao VPL quanto em função da TIR.

O aumento da tarifa pela distribuidora é regulamentado pela ANEELe leva em consideração vários fatores, porém, modificando, por exemplo, a porcentagem de reajuste anual para o valor de 10% ao ano. Pode-se verificar, na tabela 12, que, à medida que se aumenta a tarifa, o projeto torna-se cada vez mais viável. No caso, ao fim do vigésimo quinto ano o VPL é de R$ 118.835,50, e a TIR passa para o valor de 31% que é maior que a TMA de 11,82%.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O trabalho demonstrou todos os passos para um dimensionamento de um sistema FV para uma residência da cidade de João Pessoa, no estado da Paraíba. Partindo da análise do consumo elétrico da residência, do local e da região do projeto, constatou-se a necessidade de correções para determinados cálculos, pois, em um planejamento, deve-se considerar todos fatores que podem influenciar o resultado desejado. Mediante a isso, foram consideradas, no projeto, as questões referentes à inclinação dos painéis, o HSP, a questão das perdas de desempenho, a depreciação dos módulos e também a relação de fatores como a temperatura que também influencia no valor da potência real dos módulos FV.

O sistema adotado foi projetado e possui capacidade para atender toda a demanda da residência, gerando excedentes para a distribuidora de energia, que servem de créditos para períodos que não há, ou é insuficiente, a geração pelo sistema FV.

Através de critérios utilizados para a análise de viabilidade financeira, foi possível verificar a viabilidade do sistema de geração de energia via painéis solares.

O VPL mostra, ao fim do vigésimo quinto ano, o valor positivo de R$ 64.236,26, e a TIR, por se encontrar em valor superior ao da TMA, revela que o projeto é viável e que a rentabilidade do projeto é maior do que a rentabilidade de um investimento de baixo risco.

Pelo *payback,* foi possível verificar que o tempo de retorno do investimento se dá em aproximadamente cinco anos. O que, se comparado ao tempo de vida útil do projeto, demonstra o quão viável esse projeto é.

Vale ressaltar a importância do cálculo da TMA a partir do método WACC, visto que uma mudança mínima no valor da TMA, em determinados projetos, pode inviabilizá-lo. Sendo assim, para a escolha do valor da TMA, utilizou-se o método do WACC, pois esse método serve de referência, indicando a eficácia do investimento ao longo do período analisado, assegurando o retorno do investimento.

Ainda, mesmo com as incertezas em relação ao custo de tarifa local da distribuidora, percebe-se que o aumento na tarifa pela distribuidora torna o projeto cada vez mais viável. Sendo assim, pode-se verificar que a inserção de projetos como esse em residências, contribuem cada vez mais com a menor dependência de sistemas de energias "não limpas", como as termoelétricas, por exemplo, auxiliando inclusive a utilização das hidrelétricas, pois diminui a demanda por esse tipo de energia.

Como recomendação para trabalhos futuros, no projeto atual, verificou-se a necessidade elétrica para uma residência modelo, em que se pode analisar a viabilidade do projeto, a partir de amostras aleatórias massivas, obtidas por sucessivas simulações de valores de consumo, utilizando-se e métodos de simulações estocásticas, como, por exemplo, o método de Monte Carlo. Ainda também, poderia ser analisada a viabilidade do projeto para as várias regiões do Brasil, realizando uma comparação levando em consideração clima, impostos, diferentes inclinações de instalações, bem como as diferentes estruturas de telhados e também o custo das tarifas regionais de energia elétrica.

REFERÊNCIAS

ANEEL - AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. **Geração Distribuída**. Brasília, DF. 2015. Disponível em: https://www.aneel.gov.br/geracao-distribuida/Acesso em: 05 jan. 2020.

ANEEL – AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. **Resolução Normativa nº 482.** Brasília, DF. 2012. Disponível em: http://www2.aneel.gov.br/cedoc/ren2012482.pdf Acesso em: 31 mar. 2020

ARNOLD, U.; YILDIZ, Ö. **Economic risk analysis of decentralized renewable energy infrastructures and a Monte Carlo Simulation approach.**Renewable Energy, 77:227–239, 2015.

BRASIL. PARÂMETROS CURRICULARES NACIONAIS – PCN. **Meio Ambiente e Saúde.**Ministério da Educação. Secretaria da Educação Fundamental. 3a. ed. Brasília, 2001.

BROM, L.; BALIAN, J. **Análise de investimentos e capital de giro:** conceitos e aplicações. 1 ed. São Paulo: Saraiva, 2007.

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

CEPEL-CRESESB. Centro de Referência para Energia Solar e Eólica Sérgio de Salvo Brito. **Energia Solar Fotovoltaica.** Disponível em: http://www.cresesb.cepel.br/index.php?section=com_content&lang=pt&cid=321. Acesso em: 17 fev. 2020.

CEPEL-CRESESB. Centro de Referência para Energia Solar e Eólica Sérgio de Salvo Brito. **Energia Solar Princípios e Aplicações.** Disponível em: http://www.cresesb.cepel.br/download/tutorial/tutorial_solar_2006.pdf. Acesso em: 31 mar. 2020.

CLIMATE DATA. **Clima João Pessoa.** Disponível em: https://pt.climate-data.org/america-do-sul/brasil/paraiba/joao-pessoa-4983/. Acessoem: 15 mar. 2020.

DAMODARAN, Aswath. **Applied Corporate Finance:** a user's manual. 3.ed. John Wiley & Sons, Inc: New York, 2010.

DAMODARAN, Aswath. **Equity Risk Premiuns (ERP):** Determinants, Estimation and Implication. Edição 2010.

GROPPELLI, A. A.; NIKBAKHT, E. **Administração Financeira.** Tradução de Célio Knipel Moreira. 3º ed. São Paulo: Saraiva, 2010.

HIRSCHFELD, H. **Engenharia econômica e análise de custos:** aplicações práticas para economistas, engenheiros, analistas de investimento e administradores. 7 ed. São Paulo: Atlas, 2016.

IEC 60904-1:2006, **Photovoltaic devices - part 1:** Measurement of photovoltaic current-voltage characteristics. 3, rue de Varembé, Genève, Switzerland.

MALHOTRA, Naresh K. **Pesquisa de marketing:** uma orientação aplicada. Tradução: Laura Cocco. 4. Ed. Porto Alegre: Bookman, 2006.

MARENGO, José A.; NOBRE, Carlos Afonso; SELUCHI, Marcelo Enrique; CUARTAS, Adriana; ALVES, Lincoln Muniz; MENDIONDO, Eduardo Mario; OBREGÓN, Guillermo; SAMPAIO, Gilvan. A seca e a crise hídrica de 2014-2015 em São Paulo. São Paulo: **Revista USP,** nº 106, 2015.

OLIVEIRA, L. H. **Dimensionamento de um sistema fotovoltaico residencial conectado à rede de energia elétrica.** Uberlândia – MG: UFU, 2018.

PEREIRA, E. B.; MARTINS, F. R.; GONÇALVES, A. R.; COSTA, R. S.; LIMA, F. J. L.; RÜTHER, R.; ABREU, S. L.; TIEPOLO, G. M.; PEREIRA, S. V.; SOUZA, J. G. **Atlas brasileiro de energia solar.** São José dos Campos: INPE, 2017.

PERLIN, J. **From space to earth: the story of solar electricity.** Michigan: AATEC Publications, 1999.

PINHO, João Tavares; GALDINO, Marco Antonio. **Manual de Engenharia para Sistemas Fotovoltaicos**. Rio de Janeiro. CEPEL-CRESESB, 2014. Disponível em: http://www.cresesb.cepel.br/publicacoes/download/Manual_de_Engenharia_FV_2014.pdf. Acesso em: 31 mar. 2020.

ROSS, S. A.; WESTERFIEL, R.; JORDAN, B. D. **Princípios de administração financeira.** Tradução de AntonioZorattoSanvicente. 2.ed. São Paulo, 1997.

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

SILVA, Edson Cordeiro da. **Como administrar o fluxo de caixa das empresas**. São Paulo: Atlas, 2005.

AGRADECIMENTOS

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes) e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo apoio financeiro para realização da pesquisa.

Recebido em: *4 de março 2021*

Aceito em: *18 de maio 2021*