

ESTUDO DA VIABILIDADE TÉCNICA E ECONÔMICA-FINANCEIRA DA USINA SOLAR DA UFERSA - CAMPUS ANGICOS/RN

*Gabriel Francisco CostaFreire

**Valquiria Melo Souza Correia

Resumo

O Sol é uma imensa estrela do sistema solar que emana exorbitante quantidade de energia diariamente, uma fonte inesgotável de energia, com a qual podem ser usados meios tecnológicos como a tecnologia fotovoltaica para obtenção de eletricidade, tendo uma fonte de energia renovável e limpa. Atualmente o Brasil passa por uma estiagem jamais vista nos últimos 90 anos, ocasionando impactos econômicos e ambientais. A região Nordeste tem grande propensão para instalações de usinas solares pelo fato de passar boa parte do ano sem chuvas e por apresentar uma forte e quase constante densidade de irradiação solar. O presente artigo tem como objetivo fazer um estudo da viabilidade técnica e econômica-financeira da implementação de uma usina solar *on-grid* na Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), campus Angicos — a qual se mostra com grande poder atrativo devido à sua benéfica localização no semi-árido potiguar — visando reduzir custos com eletricidade, fazendo com que destine este valor para outras áreas da instituição. Após a observação de estudo, encontramos um payback simples estimado em 3,76 anos, VPL no valor de R\$5.631.211,50 e o TIR de 28% e foi adotada a taxa de TMA de 7,75% com embasamento na taxa selic, portanto, o projeto se apresenta economicamente viável.

Palavras-chave: Informativo de viabilidade econômico-financeira. Energia Solar. Consumo de eletricidade. Usina solar fotovoltaica. Crise hídrica.

1 INTRODUÇÃO

O consumo de energia ao redor do planeta terra vem crescendo cada vez mais no decorrer dos anos e este consumo sempre esteve relacionado ao desenvolvimento socioeconômico mundial. Com a presença da globalização e do capitalismo, a demanda por serviços e produtos está cada vez mais forte e para atender tais desejos de seus consumidores acaba-se tendo o aumento de produção, fazendo com que empresas procurem posições de destaque no mercado (BRITO, 2016).

Para atender toda esta produtividade é necessária uma grande quantidade de energia, a qual advém de fontes tradicionais, como as fontes hidráulicas — das quais o Brasil ainda é muito refém — e que compõem grande parte da sua matriz energética (CASTELLANELLI et al., 2008).

Com comprovações científicas de que os combustíveis fósseis têm grande impacto negativo como emissão de CO₂, degradando o meio ambiente e os ecossistemas, verifica-se grande avanço da sustentabilidade nos dias atuais, que busca meios de produção de energia limpa e renovável para que se tenha impactos positivos e seja possível mitigar os impactos negativos no meio ambiente, portanto, a utilização da energia fotovoltaica é um dos vários caminhos para atender aos objetivos da sustentabilidade. (DRUMM et al., 2014).

O fato de que o Brasil atualmente passa pela sua pior crise hídrica já registrada na história em seus últimos 90 anos faz com que haja o encarecimento da energia, com bandeiras tarifárias cada vez mais altas, com o objetivo de forçar a população a economizar energia e conscientizar o consumo adequado. Este encarecimento advém da ligação das termoeletricas e da importação de energia de países vizinhos, isto força a população a procurar meios alternativos de produção de energia e uma delas é a energia solar (AGÊNCIA BRASIL, 2021).

O Brasil é um país rico em todos os sentidos possíveis quando se trata de energias renováveis, o Brasil possui as maiores reservas de silício do mundo, que pode usar em benefício próprio na produção de placas fotovoltaicas. A região Nordeste do Brasil, por apresentar grandes irradiações solares, é considerada o grande epicentro, atrativo das usinas solares, voltado para instalações residenciais e institucionais na qual possa gerar sua própria energia. A região Nordeste é a região onde fica localizada a Universidade Federal Rural do Semi-Árido – Campus Angicos, na qual faremos um estudo que tem como objetivo reduzir o impacto dos custos com energia elétrica, através de investimentos em sua usina solar, neste momento difícil que o país atravessa com crises hídricas e elevado valor no consumo de energia (SANTOS et al., 2019).

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Placas Fotovoltaicas

O módulo fotovoltaico que é o componente do sistema de geração de energia solar responsável por captar as irradiações solares, transformando-as em eletricidade, é de suma importância para o atual momento que vivemos, devido à escassez da principal matéria-prima do país que é a água, a qual forma nossa principal matriz energética nacional que são as hidrelétricas, e também devido à busca de vivermos em um mundo mais sustentável, no qual se pretende reduzir as emissões de CO₂ na atmosfera. Os módulos fotovoltaicos são compostos por materiais semicondutores, normalmente é utilizado o silício, componentes químicos, no qual capta a irradiação solar provocando a agitação dos elétrons no material condutor, são captados por um campo elétrico e dessa maneira gerando eletricidade.

2.1.1 Desenvolvimento Histórico das Placas Fotovoltaicas

A primeira pessoa a descobrir o efeito fotovoltaico foi o físico francês Alexandre Edmond Becquerel em 1839. Na pesquisa Edmond pôde analisar que em placas metálicas, de prata ou platina, mergulhadas em um eletrólito, produziam uma pequena diferença de potencial quando expostas à radiação solar. A primeira célula fotovoltaica foi criada no ano de 1883, por Charles Fritts. Em 1877 dois americanos, G. Adams e R. E. Day, aproveitaram as propriedades fotocondutoras para desenvolverem o primeiro dispositivo sólido na produção de eletricidade através da radiação solar.

Mesmo com grandes descobertas feitas pelo físico Alexandre Edmond Becquerel, foram necessários avanços tecnológicos para ser criada a primeira célula solar em escala industrial, a qual foi produzida no ano de 1953 pelo físico Gerald Pearson, químico Calvin Fuller e o engenheiro Daryl Chapin nos laboratórios Bell em New Jersey, Estados Unidos da América. Calvin Fuller desenvolveu o processo de dopagem do silício, no qual se introduz impurezas em cristais de silício, que tinha como objetivo controlar as propriedades elétricas (RAGNINI, 2018).

2.2 Orientações Conceituais e Legais

A energia elétrica obtida através da usina solar é enquadrada como geração distribuída (GD), este método de obtenção de energia elétrica tem ajudado o Brasil a desafogar seu sistema elétrico.

A geração distribuída (GD) é dividida em dois sistemas, de acordo com o Art. 1º presente na Resolução Normativa Nº 687 datada de 24 de novembro de 2015, que são a: microgeração e a minigeração na qual são definidas como (ANEEL, 2015):

- I – Microgeração distribuída: central geradora de energia elétrica, com potência instalada menor ou igual a 75 kW e que utilize cogeração qualificada, conforme regulamentação da ANEEL, ou fontes renováveis de energia elétrica, conectada na rede de distribuição por meio de instalações de unidades consumidoras.
- II – Minigeração distribuída: central geradora de energia elétrica, com potência instalada superior a 75 kW e menor ou igual a 3 MW para fontes hídricas ou menor ou igual a 5 MW para cogeração qualificada, conforme regulamentação da ANEEL, ou para as demais fontes renováveis de energia elétrica, conectada na rede de distribuição por meio de instalações de unidades consumidoras.

Já a Resolução Normativa de Nº 482 da ANEEL é que situa a área do âmbito legislativo, a qual explica que se a geração de energia for superior ao consumo de energia elétrica da unidade, ela ganha um “crédito de energia elétrica”, este crédito poderá ser abatido nos meses seguintes, caso o consumo seja maior que a geração ou em unidades que tenha o mesmo titular, desde que esteja na mesma área de concessão. Este crédito tem validade de 60 meses para ser abatido (ANEEL, 2012). Vale salientar que mesmo com a geração suprimindo todo consumo, não é possível zerar a fatura, pelo fato de que seu sistema de geração está conectado à rede de distribuição, ele pagará seu valor equivalente ao sistema elétrico da concessionária, de acordo com resolução normativa (ANEEL, 2012).

Vale esclarecer alguns conceitos que estarão presentes no decorrer do trabalho: Watt (W) é a quantidade de energia elétrica que cada equipamento elétrico pode consumir, por unidade de tempo e seus múltiplos. Quilowatt-pico (kWp) é a potência elétrica obtida a partir do efeito fotovoltaico em módulos agrupados em arranjos. Kilowatts hora (kWh) é a energia consumida ou produzida no intervalo de determinada hora, unidade de volume de energia.

2.3 Indicadores de Viabilidade Técnica e Econômica do Sistema Fotovoltaico

Existem cálculos informativos adequados para se ter embasamento para que o projeto seja viável e estimar o custo deste investimento, levando a observar o tempo que será necessário para ter retorno do investimento feito na usina, fazendo o dimensionamento adequado. Alguns destes cálculos que irão dar uma estimativa de investimento são o Payback Simples, Valor Presente Líquido (VPL) e a Taxa Interna de Retorno (LIZOTE et al., 2014).

O Payback nos permite ter, através de cálculos, a base de tempo que irá levar para que o investimento seja pago, nos permite saber o tempo necessário para se obter retorno do investimento (MOTTA et al., 2009).

$$Payback = \frac{Investimento}{FC}$$

Onde:

Investimento = Valor Investido

FC = Fluxo de Caixa (R\$)

O valor presente líquido (VPL) é uma equação matemática que ocorre ao longo da vida do projeto, que tem como objetivo fazer a soma recorrente dos valores presentes nos fluxos de caixas, utilizando tanto os lados positivos quanto os negativos. Esta métrica é de suma importância na tomada de decisão sobre o investimento em projetos.

$$VPL = \sum_{n=1}^{n=N} \frac{FC_t}{(1+i)^n}$$

Onde:

FCj = Valores de entrada e saída no decorrer de cada período de tempo

(R\$). FC0 = Valor investimento inicial (R\$) j = Período de tempo (Anos) i = taxa de desconto projetado (a.a.)

A Taxa Interna de Retorno (TIR) consiste na análise para uma tomada de decisão do investimento através do fluxo de caixa descontado. Ela tem como objetivo a funcionalidade da taxa de desconto para se igualar ao VPL de uma oportunidade de investimento zero. Taxa de Retorno que a empresa obterá se aplicar determinado valor de investimento no projeto e receber as entradas de caixas previstas (BRITO, 2020).

$$\sum_{t=0}^n \frac{FC_t}{(1+TIR)^t} = 0$$

Onde:

FCt = Fluxo de caixa n

= Período total

TIR = Taxa interna de retorno t

= Cada período

3 MÉTODO DA PESQUISA

O presente trabalho tem como objetivo fazer um estudo de caso na Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA) – campus Angicos, na cidade de Angicos no estado do Rio Grande do Norte e foi composto por pesquisas bibliográficas. Os dados alusivos às condições de irradiação solar relacionados a épocas do ano foram extraídos do site do Laboratório de Modelagem e Estudos de Recursos Renováveis de Energia (LABREN). Os dados que compõem o consumo de energia da universidade foram coletados de faturas da COSERN, que é a

concessionária distribuidora de energia elétrica no estado, as faturas foram disponibilizadas pelo setor administrativo do campus. Foram utilizadas as faturas dos doze meses do ano de 2019. Mas, com o intuito de trazer para dentro do cenário atual e ambientação da pesquisa, devido aos reajustes de preços e tarifas provocadas pela crise energética atual (2021), foram utilizadas as tarifas de uma fatura do mês de junho de 2021. No que se diz respeito ao projeto de instalação da usina fotovoltaica, todos os dados que compõem esta pesquisa e do dimensionamento foram fundamentados na pesquisa de viabilidade elaborado por uma empresa privada, reconhecida no mercado de instalações de usinas fotovoltaicas, e os dados foram disponibilizados pela empresa para o estudo.

Portanto, elaborou-se tabelas e gráficos dos dados coletados e a partir disto foram realizados os devidos cálculos indicadores de viabilidade econômica-financeira. Utilizou-se pesquisas bibliográficas para avaliar e comparar com os índices econômicos obtidos.

4 RESULTADO DA PESQUISA

4.1 Características da área de estudo

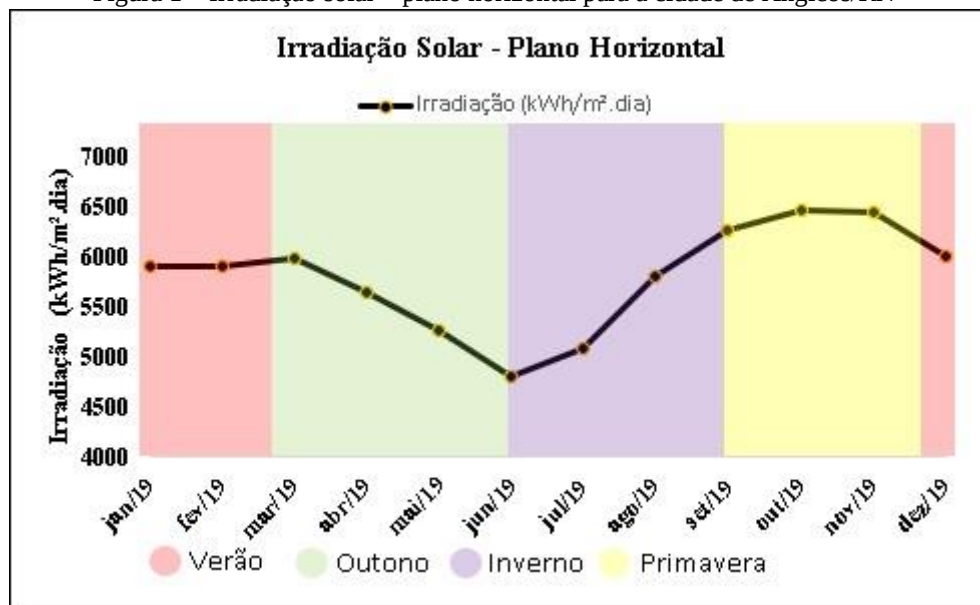
A área de estudo fica localizada na região semiárida no interior do estado do Rio Grande do Norte, mais especificamente na cidade de Angicos, na Universidade Federal Rural do Semi-Árido - *campus* Angicos, nas coordenadas geográficas -5,3918, -36,3656. Utilizaremos o site do LABREN para obter a irradiação solar. O site (de forma on-line) divide o estado do Rio Grande do Norte em quadrantes, e a cidade de Angicos se encontra no quadrante 50673. Os dados da Tabela 1 têm como função expor os dados indicados graficamente nas Figuras 1 e 2.

Tabela 1 – Dados da irradiação obtidos do LABREN

Irradiação solar diária média mensal [kWh/m ² .dia]			
Plano Horizontal		Plano Inclinado	
Mês/Ano	Irradiação (kWh/m ² . dia)	Mês/Ano	Irradiação (kWh/m ² . dia)
jan/19	5916	jan/19	5691
fev/19	5909	fev/19	5779
mar/19	5982	mar/19	5973
abr/19	5649	abr/19	5768
mai/19	5265	mai/19	5478
jun/19	4812	jun/19	5048
jul/19	5085	jul/19	5314
ago/19	5814	ago/19	5988
set/19	6269	set/19	6299
out/19	6479	out/19	6365
nov/19	6445	nov/19	6222

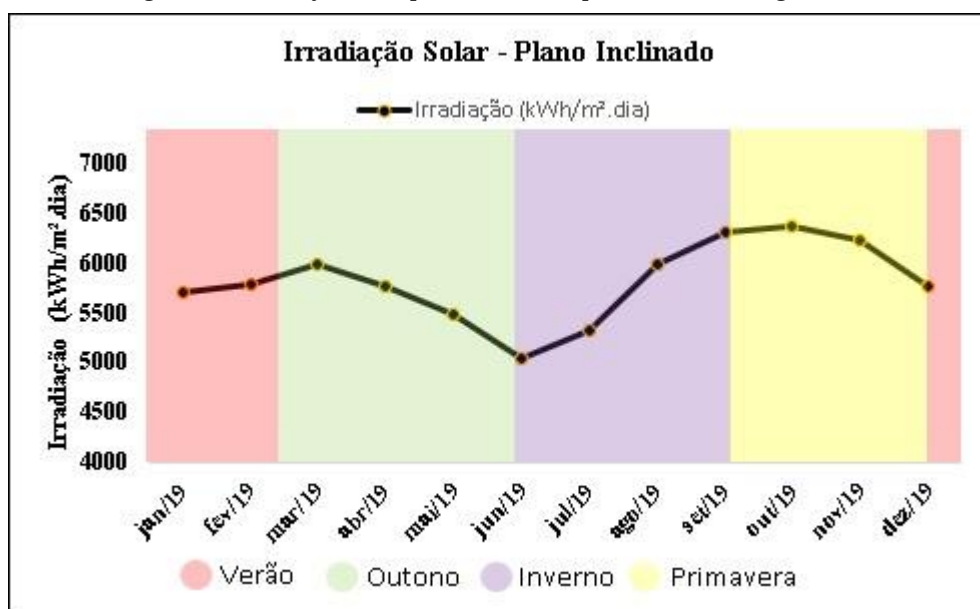
Fonte: Adaptado de Pereira et al. (2017).

Figura 1 – Irradiação solar – plano horizontal para a cidade de Angicos/RN



Fonte: Adaptado de Pereira et al. (2017).

Figura 2 – Irradiação solar plano inclinado para cidade de Angicos/RN



Fonte: Adaptado de Pereira et al. (2017).

4.2 Perfil do consumo de energia

A representação do consumo de energia da UFERSA - *campus* Angicos está sendo descrita na tabela 2 e apresentada graficamente na figura 3, cujos dados foram obtidos através das faturas de energia do ano de 2019. Por se tratar de uma universidade pública federal, a unidade consumidora é diferente de uma residencial, a unidade consumidora trata-se de um grupo

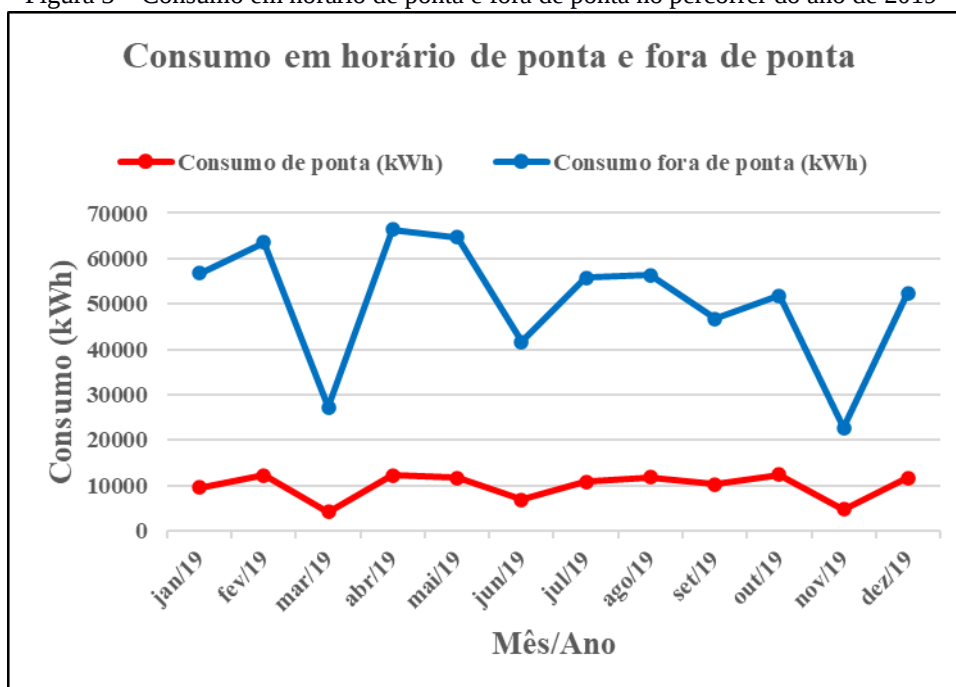
pertencente ao grupo de alta tensão A4 na qual se refere ao poder público, tem tensão trifásica, com tarifa horo-sazonal verde com uma demanda contratada de 1,35GW. Portanto, na tabela estará presente o perfil de consumo do ano de 2019. Podemos observar que alguns meses houve consumo em bandeiras distintas, cada bandeira tarifária é representada pela cor representada na tabela abaixo

Tabela 2 – Consumo de energia elétrica da UFERSA, *campus* Angicos, ano de 2019

Mês/Ano	Consumo de ponta (kWh)		Consumo de ponta total (kWh)	Consumo fora de ponta (kWh)		Consumo fora de ponta total (kWh)	Média de Consumo (kWh)	Total de consumo (kWh)	Valor da fatura (R\$)
jan/19	5331,3	4294,5	9625,77	27430,6	19628,7	47059,32	50469,68333	56685,09	R\$ 44.535,99
fev/19	5543	6695,9	12238,8	21550,2	29728	51278,22	50469,68333	63517,02	R\$ 50.219,53
mar/19	4141,2		4141,2	23108,82		23108,82	50469,68333	27250,02	R\$ 23.343,91
abr/19	12214,23		12214,23	54147,24		54147,24	50469,68333	66361,47	R\$ 49.746,32
mai/19	11652,48		11652,48	52976,91		52976,91	50469,68333	64629,39	R\$ 50.569,01
jun/19	6882,75		6882,75	34708,59		34708,59	50469,68333	41591,34	R\$ 34.779,54
jul/19	5847,5	4987,5	10834,95	23118	21851	44968,98	50469,68333	55803,93	R\$ 47.633,87
ago/19	6771,5	5089,1	11860,59	24439,2	20092,2	44531,34	50469,68333	56391,93	R\$ 45.797,21
set/19	10204,53		10204,53	36465,87		36465,87	50469,68333	46670,4	R\$ 42.813,85
out/19	5459,4	6877,1	12336,43	18827,8	20588,4	39416,16	50469,68333	51752,59	R\$ 46.278,52
nov/19	4736,76		4736,76	17940,09		17940,09	50469,68333	22676,85	R\$ 25.880,88
dez/19	5180,7	6436,7	11617,41	17347,1	23341,6	40688,76	50469,68333	52306,17	R\$ 49.388,72
Total	118345,9			487290,3				605636,2	R\$ 510.987,35

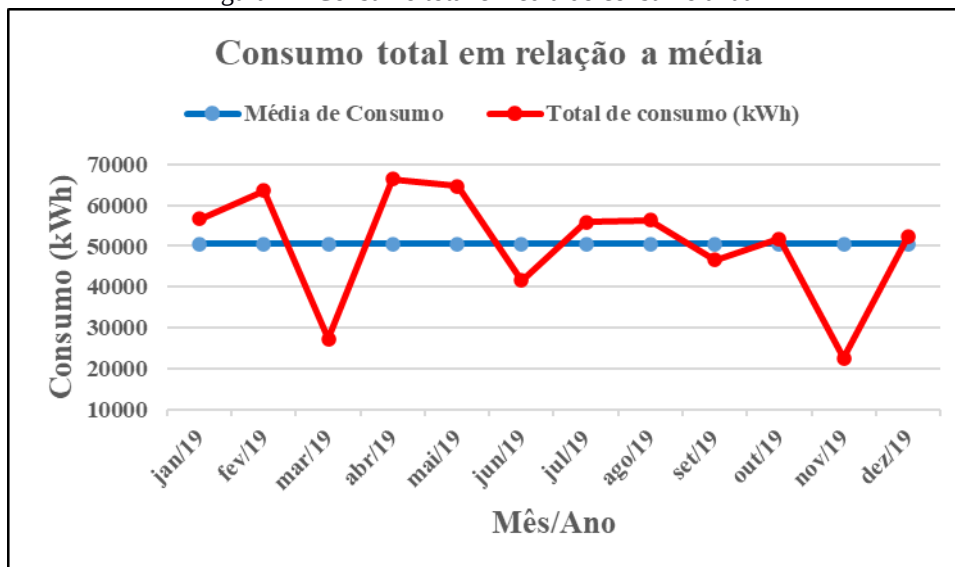
Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

Figura 3 – Consumo em horário de ponta e fora de ponta no decorrer do ano de 2019



Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

Figura 4 – Consumo total e média do consumo anual



Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

Na Figura 4 podemos ler que a média de consumo no ano de 2019 foi de 50469,68 kWh, com a média de fatura anual na casa dos R\$42.582,25. Este custo anual equivale a R\$510.987,35. Podemos ver que o consumo sofre uma oscilação no decorrer do ano, que acontece devido aos períodos letivos e período de férias dos alunos, no qual o consumo diminui.

O consumo total de energia no ano de 2019 foi de 605636,20kWh, porém para trazer para dentro da realidade e dar uma margem de segurança quanto ao dimensionamento do projeto da usina solar, iremos trazer o consumo total para fora de ponta, fazendo a soma entre os valores totais de consumo na ponta (P) que é de 118345,9kWh e consumo fora de ponta (FP) que é 487290,3kWh. A partir destes valores chegamos à razão entre ambos que é de 1,64. Isto significa que para 1kWh em horário de ponta equivale a 1,64kWh no horário fora de ponta. Desta maneira pode calcular que:

$$\begin{aligned} \text{Anual} &= T \times P + FP \\ \text{Anual} &= 1,64 \times 118345,9 + 487290,3 \\ \text{Anual} &= 682016,64 \text{ kWh} \end{aligned}$$

Com este consumo trazer para fora de ponta podemos fazer um dimensionamento que traga mais segurança na hora de projetar. Se observarmos, o consumo de ponta possui a maior taxa monetária no valor do papel de energia, que se dá pelo fato de compensação do kWh no horário de ponta. Vale ressaltar que a empresa que tem concessão da distribuição de energia no estado toma como horário de ponta o período das 17:30 às 20:30 em dias úteis.

4.3 Projeto da Instalação da usina solar

Os dados de dimensionamento para a usina fotovoltaica se encontram na tabela 3. Estes valores se encontram de acordo com a demanda do cliente que é a instituição federal, uma empresa privada reconhecida no mercado e especializada no dimensionamento e instalação de

usinas geradoras, ela quem foi responsável por fazer todo dimensionamento do projeto de uma usina que suprisse a necessidade de consumo da instituição.

Tabela 3 – Valores do dimensionamento da usina fotovoltaica

Projeto da Usina Fotovoltaica	
Potência da usina fotovoltaica	388,49 kWp
Investimento	R\$ 2.199.860,60
Geração anual	726570,34 kWh
Geração média mensal	60547,52833 kWh
Irradiação média mensal	5,81 kWp

Fonte: Elaborado pelo autor. (2021).

A usina contará com uma potência de 388,49 kWp, a qual é suficiente para gerar 726570,34 kWh por ano, a qual é suficiente para suprir 100% da demanda da UFRSA - *campus* Angicos. Usinas geradoras de energia têm uma vida útil estimada de 25 anos, ela poderá ser instalada ao lado do bloco de sala dos professores, a área estimada de ocupação da usina é de 2000 m². Com esta potência instalada de 388,49 kWp estima-se que ela produza 60547,52 kWh por mês, acima da média de consumo sem a usina, que é de 50469,68 kWh.

A eficiência de geração das placas fotovoltaicas cai em média cerca de 0,7% no decorrer de seus 25 anos de vida útil (PORTAL SOLAR, 2020). Portanto, na coluna “geração projetado pela usina”, os dados sofreram uma degradação de 0,7% ao passar dos anos apontado na Tabela 4.

Tabela 4 – Estudo da viabilidade econômico-financeira da instalação da usina fotovoltaica na UFRSA - *campus* Angicos

Viabilidade econômico-financeiro da usina fotovoltaica projetada para UFRSA - <i>campus</i> Angicos						
Ano	Consumo total anual (kWh)	Geração projetado pela usina (kWh)	Tarifa equivalente (FP)	Fatura (R\$)	Fluxo de caixa (R\$)	Acumulado (R\$)
0	-	-	-	R\$ 472.396,24	-R\$ 2.199.860,60	-
1	605636,2	726570,34	R\$ 0,78	R\$ 472.396,24	R\$ 566.724,87	-R\$ 1.633.135,73
2	605636,2	721484,35	R\$ 0,80	R\$ 484.508,96	R\$ 577.187,48	-R\$ 1.055.948,26
3	605636,2	716433,96	R\$ 0,83	R\$ 501.466,77	R\$ 593.207,32	-R\$ 462.740,94
4	605636,2	711418,92	R\$ 0,86	R\$ 519.018,11	R\$ 609.671,79	R\$ 146.930,85
5	605636,2	706438,99	R\$ 0,89	R\$ 537.183,74	R\$ 626.593,23	R\$ 773.524,07
6	605636,2	701493,91	R\$ 0,92	R\$ 555.985,18	R\$ 643.984,32	R\$ 1.417.508,39
7	605636,2	696583,46	R\$ 0,95	R\$ 575.444,66	R\$ 661.858,11	R\$ 2.079.366,50

8	605636,2	691707,37	R\$ 0,98	R\$ 595.585,22	R\$ 680.227,98	R\$ 2.759.594,48
9	605636,2	686865,42	R\$ 1,02	R\$ 616.430,70	R\$ 699.107,71	R\$ 3.458.702,18
10	605636,2	682057,36	R\$ 1,05	R\$ 638.005,78	R\$ 718.511,44	R\$ 4.177.213,62
11	605636,2	677282,96	R\$ 1,09	R\$ 660.335,98	R\$ 738.453,72	R\$ 4.915.667,34
12	605636,2	672541,98	R\$ 1,13	R\$ 683.447,74	R\$ 758.949,51	R\$ 5.674.616,85
13	605636,2	667834,19	R\$ 1,17	R\$ 707.368,41	R\$ 780.014,15	R\$ 6.454.631,00
14	605636,2	663159,35	R\$ 1,21	R\$ 732.126,30	R\$ 801.663,44	R\$ 7.256.294,45
15	605636,2	658517,23	R\$ 1,25	R\$ 757.750,72	R\$ 823.913,61	R\$ 8.080.208,06
16	605636,2	653907,61	R\$ 1,29	R\$ 784.272,00	R\$ 846.781,34	R\$ 8.926.989,40
17	605636,2	649330,26	R\$ 1,34	R\$ 811.721,52	R\$ 870.283,75	R\$ 9.797.273,15
18	605636,2	644784,95	R\$ 1,39	R\$ 840.131,77	R\$ 894.438,48	R\$ 10.691.711,62
19	605636,2	640271,45	R\$ 1,44	R\$ 869.536,38	R\$ 919.263,62	R\$ 11.610.975,24
20	605636,2	635789,55	R\$ 1,49	R\$ 899.970,16	R\$ 944.777,78	R\$ 12.555.753,02
21	605636,2	631339,02	R\$ 1,54	R\$ 931.469,11	R\$ 971.000,09	R\$ 13.526.753,10
22	605636,2	626919,65	R\$ 1,59	R\$ 964.070,53	R\$ 997.950,19	R\$ 14.524.703,30
23	605636,2	622531,21	R\$ 1,65	R\$ 997.813,00	R\$ 1.025.648,30	R\$ 15.550.351,60
24	605636,2	618173,50	R\$ 1,71	R\$ 1.032.736,46	R\$ 1.054.115,17	R\$ 16.604.466,77
25	605636,2	613846,28	R\$ 1,76	R\$ 1.068.882,23	R\$ 1.083.372,14	R\$ 17.687.838,90

Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

Tabela 5 – Indicadores de viabilidade econômico-financeiro

Indicadores de Viabilidade Econômico-Financeiro	
TMA	7,75%
VPL	R\$ 5.631.211,50
TIR	28%
Payback Simples	3,76

Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

4.4 Viabilidade econômico-financeiro da instalação da usina fotovoltaica

A Taxa Mínima de Atratividade (TMA) é uma taxa de juros, a qual é utilizada para fazer a análise se o projeto será viável, qual será a taxa de remuneração mínima de um investimento para que seja possível a execução do projeto. Esta taxa pode ser estabelecida pela instituição. Neste caso, como não foi estabelecida, iremos utilizar a taxa selic, que se encontra em 7,75%. De acordo com o Banco Central do Brasil, esta taxa nos dará a informação se seria viável a execução do projeto ou se seria melhor o investimento na renda fixa, que seria um investimento de livre risco. Se o TIR apresentar valor excedente ao TMA isto quer dizer que vale o investimento no projeto da usina fotovoltaica; se o valor for menor que o TMA isto quer dizer que é mais viável fazer o investimento em renda fixa (BANCO CENTRAL DO BRASIL, 2021).

Com o estudo do payback simples, chegamos à conclusão de que o tempo de retorno estimado do investimento na usina seria de 3,76 anos. Isto mostra que o investimento teria retorno em um curto prazo de tempo, mostrando ser atraente e viável.

Outros indicadores foram analisados como exposto no trabalho, um deles é o VPL, no qual se obteve um valor de R\$ 5.631.211,50, desta maneira mostrando que o projeto é totalmente positivo e viável. Já o TIR (que foi outro indicador utilizado) mostrou um valor de 28% excedente ao TMA estipulado de 7,75%, reafirmando que o projeto é viável e positivo.

5 CONCLUSÕES

O presente estudo – que tinha como finalidade analisar a viabilidade da implantação de uma usina fotovoltaica, que fosse capaz de gerar e suprir toda demanda de consumo do *campus* e possibilitasse diminuir os custos com energia elétrica – apresentou possibilidades reais e viáveis de serem concretizadas.

Através dos indicadores de viabilidade econômico-financeira, o estudo mostrou resultados satisfatórios, que apontam ser possível a execução de tal investimento, reduzindo gastos que antes seriam destinados ao pagamento de altas faturas de consumo, além do fato de que após o pagamento do projeto, valores que seriam para efetuar o pagamento de tal consumo pode ser transferidos para outras áreas da universidade como melhorias e o bom funcionamento da instituição. Fica como recomendação o estudo de caso de como agir após o fim de vida útil do sistema, se é possível fazer alguma reciclagem do material, fazer um monitoramento no decorrer da vida útil do sistema para fazer um comparativo com os dados afirmados pelos fornecedores e análise para ver se está ocorrendo alguma perda de conversão.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA BRASIL. Brasil em Pauta discute os desafios da crise hídrica no país. EBC, 2021. Disponível em: <https://agenciabrasil.ebc.com.br/geral/noticia/2021-09/brasil-em-pautadiscute-os-desafios-da-crise-hidrica-no-pais>. Acesso em: out. 2021.

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA - ANEEL. **Resolução Normativa N° 482, de 17 de abril de 2012**. Estabelece as condições gerais para o acesso de microgeração e minigeração distribuída aos sistemas de distribuição de energia elétrica, o sistema de compensação de energia elétrica, e dá outras providências. Brasília: ANEEL, 2012.

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA - ANEEL. **Resolução Normativa N° 687, de 24 de novembro de 2015**. Altera a Resolução Normativa n° 482, de 17 de abril de 2012, e os Módulos 1 e 3 dos Procedimentos de Distribuição - PRODIST. Brasília: ANEEL, 2015.

APPLEYARD, S. J. Simple photovoltaic cells for exploring solar energy concepts. **Physics Education**, v. 41, n. 5, p. 409-419, 1 set. 2006.

BANCO CENTRAL DO BRASIL. **Taxas de juros básicos - Históricos**. [2020]. Disponível em: <https://www.bcb.gov.br/controleinflacao/historicotaxasjuros>. Acesso em: out. 2021.

BRITO, P. O. B. de. **Dimensionamento de sistemas fotovoltaicos conectados à rede de distribuição: estudo de caso**. 2016. 82 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Elétrica) - Universidade Federal do Vale do São Francisco, Juazeiro, 2016.

BRITO, T. H. A. **Estudo da viabilidade econômica da instalação de energia solar fotovoltaica ligada à rede, no IFPB, Campus Isabel**. 2020. 15f. Monografia (Especialização em gestão ambiental de Municípios) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba, Princesa Isabel, 2020.

CASTELLANELLI, M. et al. Desempenho de motor ciclo diesel em bancada dinamométrica utilizando misturas diesel/biodiesel. **Engenharia Agrícola**, v. 28, n. 1, p. 145-153, fev. 2008.

DRUMM, F. C. et al. Poluição atmosférica proveniente da queima de combustíveis derivados do petróleo em veículos automotores. **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental**, v. 18, n. 1, p. 66-78, abr. 2014.

LIZOTE, S. A. et al. Análise de investimentos: um estudo aplicado em uma empresa do ramo alimentício. In: Simpósio de Excelência em Gestão e Tecnologia, 11., 2014, Rio de Janeiro. **Anais [...]**. Rio de Janeiro: Faculdades Dom Bosco, 2014. p. 1-14.

MOTTA, R. R. et al. **Engenharia econômica e finanças**. Rio de Janeiro: Ed. Elsevier, 2009.

PEREIRA, E. B.; MARTINS, F. R.; GONÇALVES, A. R.; COSTA, R. S.; LIMA, F. L.; RÜTHER, R.; ABREU, S. L.; TIEPOLO, G. M.; PEREIRA, S. V.; SOUZA, J. G. **Atlas brasileiro de energia solar**. 2. ed. São José dos Campos: INPE, 2017. 80p. Disponível em: <http://doi.org/10.34024/978851700089>.

PORTAL SOLAR. **Quanto tempo duram os painéis solares?** 2015. Disponível em: <https://bit.ly/2YEftKS>. Acesso em: out. 2021.

RAGNINI, G. **Análise da viabilidade técnica e econômica da instalação de telhas fotovoltaicas conectadas à rede de distribuição em novas residências eficientes**. 2018. 80f. Monografia (Graduação em Engenharia Elétrica) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2018.

SANTOS, L. P. G. et al. **Viabilidade Técnico-Econômica da utilização de energia solar na UNIVAST- Campus Juazeiro (BA)**. 2019. Artigo (Graduação Engenharia de Produção) – Universidade do Vale do São Francisco, Juazeiro, 2019.



ATA DE DEFESA DE TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

Aos doze dias do mês de novembro de 2021, reuniu-se banca examinadora para avaliar trabalho de conclusão de curso de Bacharelado em Ciência e Tecnologia - Integral intitulado: **ESTUDO DA VIABILIDADE TÉCNICA E ECONÔMICA-FINANCEIRA DA USINA SOLAR DA UFERSA - CAMPUS ANGICOS**, do(a) aluno(a) Gabriel Francisco Costa Freire, matriculado(a) sob o nº 2017020135, tendo como orientador(a) o/a Prof(a). Dr(a). Valquiria Melo Souza Correia. Pelos Professores/Membros da banca foi atribuído o resultado:

Orientador(a): Prof(a). Dr(a). Valquiria Melo Souza Correia – UFERSA/Campus Angicos

Assinatura: VALQUIRIA MELO SOUZA Assinado de forma digital por VALQUIRIA
CORREIA:85523992372 MELO SOUZA CORREIA:85523992372
Dados: 2021.11.12 18:02:32 -03'00'

Examinador(a): Prof(a). Dr(a). Francisco Edcarlos Alves Leite – UFERSA/Campus Angicos

Assinatura: FRANCISCO EDCARLOS Assinado digitalmente por FRANCISCO EDCARLOS ALVES LEITE 02529744416
CORREIA:02529744416 DN: CN=FRANCISCO EDCARLOS ALVES LEITE 02529744416, UFERSA -
Universidade Federal Rural do Semi-Árido, C=BR
Pessoa Física, e-mail=edcarlos@ufersa.br
Data: 2021.11.12 17:27:43-03'00'
Versão: 1.1.0

Examinador(a): Prof(a). Me(a). Marcilio Luís Viana Correia – UFERSA/Campus Angicos

Assinatura: Marcilio Luís Viana Correia.

O(a) aluno(a) foi **APROVADO** .
(aprovado/reprovado)