

VIABILIDADE ECONÔMICA E FINANCEIRA DE UM SISTEMA FOTOVOLTAICO: O CASO DA CASA DO ESTUDANTE UNIVERSITÁRIO IV DA UFSM, CAMPUS FREDERICO WESTPHALEN

ALISSANA FOSS

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA - UFSM

DÉBORA SEBEN

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA - UFSM

LORIMAR FRANCISCO MUNARETTO

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA - UFSM

JULIO ARAUJO CARNEIRO DA CUNHA

UNIVERSIDADE NOVE DE JULHO UNINOVE

ALINE FERRAO CUSTÓDIO PASSINI

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA - UFSM

VIABILIDADE ECONÔMICA E FINANCEIRA DE UM SISTEMA FOTOVOLTAICO: O CASO DA CASA DO ESTUDANTE UNIVERSITÁRIO IV DA UFSM, CAMPUS FREDERICO WESTPHALEN - RS.

ALISSANA FOSS, DÉBORA SEBEN, LORIMAR FRANCISCO MUNARETTO, JULIO DA CARNEIRO DA CUNHA, ALINE FERRÃO CUSTÓDIO PASSINI

1. INTRODUÇÃO

As energias renováveis, também conhecidas como eletricidade verde, são aquelas oriundas de ciclos naturais e, portanto, são, praticamente, inesgotáveis, além de não alterar o balanço térmico do planeta. As energias renováveis são utilizadas de maneira sustentada, resultando no mínimo impacto ambiental (PACHECO, 2006).

Reis et al. (2012) explicam que a energia solar produzida por meio da instalação de um sistema fotovoltaico, é vista como uma tecnologia do futuro, pois depende de uma fonte limpa e inesgotável: o sol.

Conforme Loppnow (2018), a instalação de painéis fotovoltaicos traz inúmeros benefícios, tanto financeiro quanto ambiental, diminuindo o consumo de energia elétrica oriunda de hidrelétricas, e que possuem um elevado valor financeiro. “Casas e/ou empreendimentos que possuem energia solar fotovoltaica instalada podem gerar sua própria energia e não mais depender das geradoras e distribuidoras do país que podem, em algum momento, deixar de suprir toda a demanda do mercado”. Além disso, a geração de energia elétrica a partir da radiação solar, não emite dióxido de enxofre, óxidos de nitrogênio e dióxido de carbono, que representam efeitos nocivos à saúde humana, além de não contribuir com o aquecimento global (LOPPNOW, 2018).

De acordo com Brum (2013), quando se pensa no impacto que a falta de energia elétrica causa em hospitais e escolas, o uso de sistemas de emergências para gerar energia, se tornam cada vez mais necessários. Nesse contexto, o uso da energia solar fotovoltaica mostra-se como ideal por não poluir, ser compacta e possuir baixo custo de manutenção.

Para Dantas e Pompermayer (2008) o barateamento e o aumento da eficiência dos equipamentos disponíveis no mercado nos últimos anos favorecem o crescimento do uso de energia solar em residências.

Diante do exposto, o estudo teve como objetivo verificar a viabilidade econômica e financeira na captação de energia solar por meio de placas fotovoltaicas no bloco B da Casa do Estudante Universitário - CEU - IV, da Universidade Federal de Santa Maria - UFSM, campus Frederico Westphalen - FW.

A análise da viabilidade sob o aspecto econômico e financeiro se baseia no emprego de técnicas contábeis e financeiras para identificar qual a melhor forma de investimento entre as diversas alternativas existentes, sendo possível enxergar se existe rentabilidade, de quanto ela pode ser e se o investimento vai dar certo ou não. Os métodos mais comuns para a análise de investimento são: *Payback*, Valor presente líquido – VPL e Taxa interna de retorno – TIR (BONA, 2016).

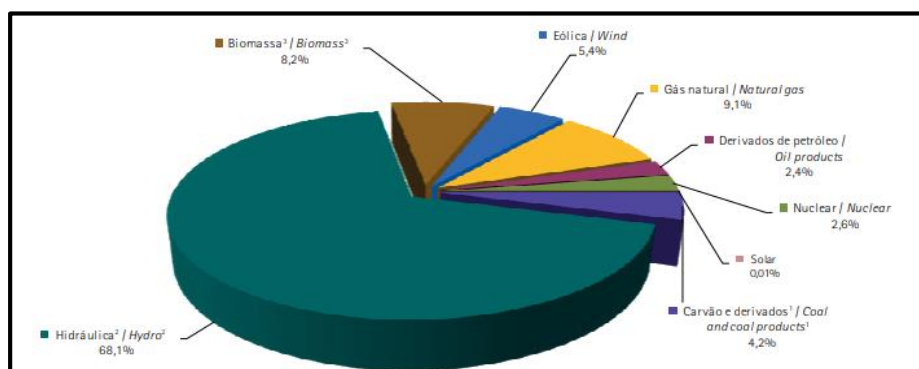
Além do capítulo da introdução, o segundo capítulo apresenta a revisão teórica, abordando assuntos como energia fotovoltaica no Brasil, sistemas fotovoltaicos e viabilidade econômica. No terceiro capítulo apresentam-se os procedimentos metodológicos utilizados na realização do estudo. No quarto capítulo apresentam-se os resultados do trabalho, contemplando cada etapa do estudo com as respectivas discussões, no quinto capítulo apresenta-se a conclusão e, por fim, as bibliografias utilizadas.

2. REVISÃO TEÓRICA

2.1 Energia Fotovoltaica no Brasil

No Brasil, a geração de energia fotovoltaica, mesmo mantendo incentivos governamentais com diversas formas de financiamentos, ainda se encontra na fase inicial, pois, a maior parte da energia elétrica é extraída de usinas hidrelétricas. A Figura 1 apresenta um gráfico da oferta de energia elétrica no Brasil, com base no Balanço Energético Nacional – BEN, do ano de 2016.

Figura 1 – Gráfico de Oferta interna de Energia Elétrica por Fonte



Fonte: EPE, 2017.

Denota-se por meio da Figura 1, que 68,1% da energia produzida é hidráulica, 9,1% provem de gás natural, 8,2% é produzida por meio de biomassa, 5,4% da energia elétrica vem da eólica, 4,2% provem de carvão e derivados, 2,6% é produzida por fonte nuclear, 2,4% provem de derivados de petróleo, enquanto que a energia solar representa 0,01% da energia produzida no Brasil. De acordo com Caires (2014), a energia solar não aparece como fonte significativa de energia, pois, mesmo com usina solar no país, o custo dos equipamentos de sistemas fotovoltaicos ainda é elevado.

2.2 Sistemas Fotovoltaicos

Sistema fotovoltaico é um sistema de conversão da radiação solar em energia elétrica, constituído por um gerador, um condicionador de potência e um local para armazenamento (CRESESB, 2004).

Segundo Cresesb (2006), a classificação do sistema fotovoltaico é feita em três categorias distintas: sistemas isolados, híbridos e interligados à rede. Esses sistemas possuem uma configuração básica, que é a maneira que o sistema irá se comportar, com a necessidade de existir uma unidade de controle de potência e uma unidade de armazenamento, as quais são interligadas ao usuário e ao painel fotovoltaico.

2.2.1 Sistemas isolados

Também conhecidos como sistemas autônomos são, conforme Alvarenga (2006), desconectados e independentes da rede elétrica, e alimentam um aglomerado de cargas, sendo que a única fonte energética é a própria radiação solar, convertida em eletricidade por meio dos módulos fotovoltaicos. Esse tipo de sistema fornece energia elétrica em corrente elétrica,

alternada ou ambas. Porém, é necessário o uso de baterias para armazenar a energia produzida.

Nesse sistema, o painel solar gera a energia elétrica que abastece as baterias, transformando a radiação solar em corrente elétrica contínua. Os controladores de carga garantem o correto abastecimento das baterias, evitando sobrecargas ou descargas profundas, além de aumentar a vida útil das mesmas. O banco de baterias armazena a energia elétrica, para que essa seja utilizada em momentos em que não há radiação solar ou outras fontes de energia. Já o inversor solar, tem a função de transformar a corrente contínua (CC) em corrente alternada (AC) e manter a tensão (Volts) (CRESESB, 2008).

2.2.2 Sistemas conectados à rede

São caracterizados por fornecer energia elétrica à rede da concessionária local. Operam como pequenas usinas elétricas, injetando a energia em um sistema maior. Por usar o próprio sistema elétrico da concessionária para “armazenar” a insolação, não há necessidade de instalação de equipamentos que armazenam a energia elétrica gerada (ALVARENGA, 2006).

De acordo com Villalva (2015, *apud* Mauad et al., 2017), os sistemas fotovoltaicos conectados à rede elétrica trabalham em conformidade com a rede elétrica, em locais que já possuem energia elétrica. Segundo Jannuzi (2009), os sistemas conectados à rede apresentam duas configurações, conhecidos como sistemas distribuídos e centralizados.

Os sistemas distribuídos fornecem energia para o local em que foi instalado, contudo, caso o sistema fotovoltaico não seja suficiente para atender a demanda necessária, o consumidor pode contar com a rede de distribuição de eletricidade convencional. Ainda, no caso de o sistema produzir mais energia do que o necessário, a mesma pode ser enviada à rede pública, a fim de gerar benefícios econômicos para o gerador. (JANNUZI, 2009).

2.2.3 Sistemas híbridos

Conforme Alvarenga (2006), em sistemas híbridos é necessário uma fonte complementar à fonte solar, para isso, são usados motogeradores e aerogeradores. Cada uma das fontes energéticas participa de um determinado percentual da energia elétrica produzida, o qual é calculado em função de diversas variáveis, como: níveis locais de insolação, velocidade dos ventos, disponibilidade, custos de combustíveis, níveis de confiabilidade, entre outros, cada qual passando por uma análise econômica criteriosa.

Esses sistemas são usualmente complexos e necessitam de controles mais sofisticados para integrar os vários geradores dentro de uma estratégia operacional criteriosa que otimize o uso das fontes. Portanto, são mais utilizados em aplicações de maior porte, com maior necessidade de energia e produzem eletricidade, normalmente, em corrente alternada (ALVARENGA, 2006). A instalação de sistemas fotovoltaicos, tanto isolados, conectados à rede ou híbridos, depende, principalmente, da disponibilidade de recursos energéticos e/ou da aplicação de cada um (SILVA, 2015).

2.3 Viabilidade econômica e financeira

2.3.1 Análise de Investimentos

Para uma empresa, fazer um investimento é comprometer o capital, de diversas maneiras, de forma durável, com o intuito de manter ou melhorar a situação financeira (GALESNE et. al., 1999). De acordo com Souza e Clemente (2008), “Um investimento é um

desembolso feito visando gerar um fluxo de benefícios futuros, usualmente superior a um ano”. A decisão de se realizar um investimento de capital é parte de um procedimento que envolve a avaliação e a geração de variadas alternativas para atender as especificações técnicas do próprio investimento (SOUZA E CLEMENTE, 2008). Para decidir se o investimento a ser realizado é viável, são utilizadas algumas técnicas, entre as quais, o VPL, VP, TIR, *Payback*.

2.3.2 Valor Presente Líquido (VPL)

Conforme Filho e Kopittke (2010), o Valor Presente Líquido oferece sugestões para a aptidão para investimentos, considerando uma taxa mínima de atratividade (TMA), sendo essa, a taxa que o investidor pode aplicar seus recursos, de maneira segura e garantida.

De acordo com Neto (2007), o método VPL é obtido através da diferença de valor presente dos benefícios, também chamados de pagamentos, e o valor presente do fluxo de caixa inicial, conhecido como investimento, empréstimo e financiamento, ou seja, representa a diferença das entradas e saídas de caixa (FILHO E KOPITTKKE, 2010).

2.3.3 Taxa Mínima de Atratividade (TMA)

De acordo com Neto (1992), na escolha do melhor investimento é preciso a definição prévia da taxa de retorno exigida, ou seja, a taxa de atratividade econômica do projeto. A taxa de atratividade constitui-se no parâmetro de avaliação dos projetos e a meta econômica mínima a ser alcançada. Na técnica de valor presente líquido, a taxa de atratividade é o percentual de desconto dos fluxos de caixa (NETO, 1992).

2.3.4 Taxa Interna de Retorno (TIR)

A TIR é a taxa de juros, ou descontos, que iguala o valor presente das entradas com o valor presente das saídas, após um determinado tempo (NETO, 2007). O método TIR determina o cálculo da taxa que zera o valor presente dos fluxos de caixa das alternativas, quando o investimento TIR resulta em valor maior que a TMA, os investimentos são rentáveis e, em seguida, passam por análise (FILHO E KOPITTKKE, 2010).

2.3.5 *PayBack*

De acordo com Filho e Kopittke (2010), o método *PayBack* abrange o tempo necessário para que o valor das parcelas anuais seja igual ao investimento inicial. Esse método é classificado como simples, o qual não considera o dinheiro no tempo em que é investido, além de não ser muito utilizado, e descontado, tendo um valor mais confiável, é mais utilizado, pois garante ao investidor o tempo necessário para se ter retorno do investimento inicial (FILHO E KOPITTKKE, 2010).

3. METODOLOGIA

O estudo apresenta uma abordagem quanti-qualitativo. Para Creswell (2007, p. 3), “um estudo tende a ser mais qualitativo do que quantitativo ou vice-versa. A pesquisa de métodos mistos se encontra no meio deste *continuum* porque incorpora elementos de ambas as abordagens qualitativa e quantitativa”.

Quanto aos objetivos, o estudo é do tipo exploratório. De acordo com Gil (2002) o estudo exploratório visa proporcionar maior proximidade com o problema, a fim de torná-lo

mais explícito ou a constituir hipóteses, desenvolvendo, esclarecendo e modificando ideias, sendo seu planejamento bastante flexível, possibilitando a consideração dos mais variados aspectos relativos ao fato estudado.

Quanto aos procedimentos técnicos de coleta de dados, o estudo apresenta pesquisa do tipo bibliográfica. Para Pinsonneault e Kraemer (1993), a coleta de dados é descrita como a obtenção de dados ou informações em relação as características, ações ou opiniões de pessoas, que representam uma população alvo.

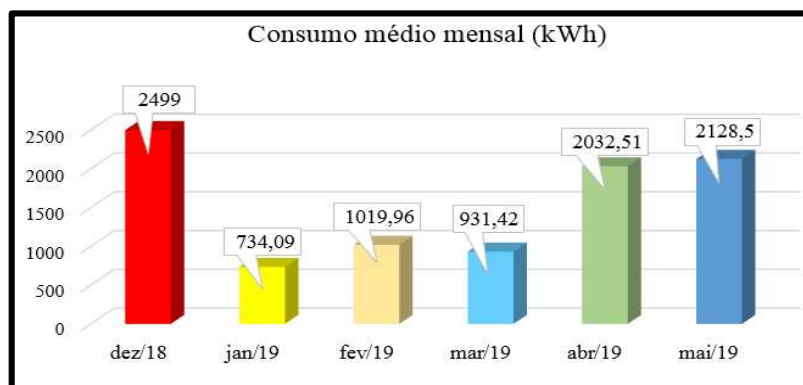
Por meio de questionários foram obtidas as informações necessárias para o sistema fotovoltaico, como a potência dos módulos solares e dos inversores, a quantidade dos mesmos e todos os equipamentos restantes, e as condições de financiamento. Conforme Cervo e Bervian (2002, p. 48), questionário “refere-se a um meio de obter respostas às questões por uma fórmula que o próprio informante preenche”. A CEU IV, bloco B, está situada na UFSM, *campus* FW, localizada na Linha Sete de Setembro, BR 386 km 40, no município de FW. Possui 18 apartamentos, distribuídos em uma área total de, aproximadamente, 340m², e 36 moradores discentes.

4. APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS

4.1 Consumo de energia

Após a realização das leituras nos medidores de energia situados no *hall* de entrada do o bloco B, da CEU IV, no período de dezembro/2018 a maio/2019 foi possível identificar a quantidade de kWh de energia consumida por mês pelos moradores do respectivo bloco. A figura 8 apresenta graficamente o consumo de energia mensal da CEU IV, de dezembro de 2018 a maio de 2019.

Figura 2 – Consumo médio mensal (kWh)



Fonte: Autores.

É importante salientar que a leitura do mês de janeiro corresponde ao consumo de kWh do mês de dezembro, assim como a leitura de fevereiro, corresponde ao mês de janeiro e assim por diante. Observa-se que nos períodos de férias dos discentes (metade de dezembro a início de março), se constata menor consumo de energia (kWh), devido a presença de poucos moradores na CEU IV. A figura 2 não apresenta os valores de consumo de kWh do bloco B dos meses antecedente a dezembro/2018, visto que os respectivos meses apresentaram o mesmo consumo de kWh, devido a média estimada.

4.1.1 Projeção de consumo de energia

A partir da leitura do medidor de cada apartamento, realizada no mês de dezembro/2018, foi possível projetar o valor gasto em energia do bloco B da CEU IV. O valor de 1 (um) kWh foi obtido por meio de análise da fatura de energia da UFSM *campus* FW, do mês de abril/2019. O valor mensal de energia do bloco B da CEU IV é de, aproximadamente, R\$ 1.724,03, resultando em um gasto de R\$ 20.688,41 por ano. Esses resultados são apresentados na tabela 1.

Com o valor acumulado de kWh identificado na leitura dos medidores realizada no mês de dezembro/2018 pôde-se encontrar a média de kWh por mês, a estimativa de consumo por ano e o valor pago de energia por apartamento, conforme a tabela 1.

Tabela 1 – Projeção do gasto de energia - CEU IV

	Apto 1	Apto 2	Apto 3	Apto 4	Apto 5	Apto 6	Apto 7	Apto 8
Tempo de moradia (meses)	21	20	20	21	20	20	21	21
Medição (12/2018)	3.818,41	3.954,31	2.377,01	1.436,55	1.899,11	2.704,46	3.231,05	1.866,90
Média de consumo mensal (kWh/mês)	181,83	197,72	118,85	68,41	94,96	135,22	153,86	88,9
Estimativa de consumo no ano em (kWh)	2.181,95	2.372,59	1.426,21	820,89	1.139,47	1.622,68	1846,31	1.066,80
Valor do kWh (R\$)	0,69	0,69	0,69	0,69	0,69	0,69	0,69	0,69
Valor da despesa mensal com energia elétrica (R\$)	125,46	136,42	82,01	47,20	65,52	93,30	106,16	61,34

(conclusão)

Apto 9	Apto 10	Apto 11	Apto 12	Apto 13	Apto 14	Apto 15	Apto 16	Apto 17	Apto 18	Serviço	TOTAL
21	20	21	20	20	20	20	20	20	20	21	
5.463,52	3.620,36	3.318,55	2.112,75	1.626,08	1.811,16	1.867,80	3.383,87	1.940,90	1.461,82	3.138,01	51.032,62
260,17	181,02	158,03	105,64	81,30	90,56	93,39	169,19	97,05	73,09	149,43	2.498,60
3.122,01	2172,22	1.896,31	1.267,65	975,65	1.086,70	1120,68	2.030,32	1.164,54	877,09	1.793,15	29.983,20
0,69	0,69	0,69	0,69	0,69	0,69	0,69	0,69	0,69	0,69	0,69	
179,52	124,90	109,04	72,89	56,10	62,49	64,44	116,74	66,96	50,43	103,11	1.724,03

Fonte: Autores.

4.2 Radiação solar do município de FW

Para dimensionar um sistema fotovoltaico, é necessário considerar as variações de radiação solar do local onde o mesmo será instalado, visto que esses valores impactam no rendimento dos módulos, bem como a quantidade média diária de sol. A tabela 2 apresenta os valores de radiação no município de FW, RS, e a média dos mesmos.

Tabela 2 – Radiação solar média mensal em FW em kWh/m².dia

Radiação solar média mensal (kWh/m ² .dia)	
Janeiro	6,39
Fevereiro	5,90
Março	5,15
Abril	4,05
Mai	3,10
Junho	2,55
Julho	2,88
Agosto	3,75
Setembro	4,00
Outubro	5,19
Novembro	6,24
Dezembro	6,61
Média	4,65

Fonte: Adaptado de CRESESB, 2018.

Conforme a tabela 2 verifica-se que, no respectivo município, a média anual de radiação solar é de 4,65 Horas de Sol Pleno por dia, estando dentro da faixa de 4 a 4,75 kWh/m².dia que corresponde a radiação média do estado do Rio Grande do Sul. Os meses de novembro a janeiro apresentam maior incidência solar, acima de 6 horas diárias, enquanto os meses de junho e julho a menor incidência de sol, com menos de 3 horas diárias. De acordo com Fotaic Energia Solar (2017), a partir das Horas de Sol Pleno (HSP) é possível calcular a potência necessária do sistema fotovoltaico, por meio da equação a seguir:

$$Potência\ Total_{painéis} = \frac{Energia_{Geração}}{Tempo_{Exposição} \times \eta}$$

Onde:

$Energia_{Geração}$ = Energia consumida pelos moradores da CEU IV, em kWh/dia;

$Tempo_{Exposição}$ = Horas de Sol Pleno no município de localização;

η = Rendimento Global (80%).

Para o presente estudo a $Energia_{Geração}$ é de, aproximadamente, 2.499 kWh/mês, ou seja, 83,3 kWh/dia. Assim, encontra-se a potência necessária:

$$Potência\ Total_{painéis} = \frac{83,3}{4,65 \times 0,8}$$
$$Potência\ Total_{painéis} = 22,39\ kWp$$

A partir da potência total dos painéis, encontra-se a potência do inversor, considerando - 20% da potência do sistema fotovoltaico (FOTAIC ENERGIA SOLAR, 2017).

4.3 Equipamentos e valor do investimento

Após a identificação da insolação, foi possível verificar a capacidade mínima necessária para o sistema fotovoltaico, a fim de atender o consumo de energia dos moradores da CEU IV. A tabela 3 apresenta o orçamento das empresas e a relação de equipamentos do sistema fotovoltaico.

Tabela 3 – Orçamento dos equipamentos do sistema fotovoltaico

EMPRESA A		EMPRESA B	
Equipamentos	Quantidade	Equipamentos	Quantidade
Painéis fotovoltaicos - QCELLS 330Wp	90	Módulos fotovoltaicos – 330Wp	74
Inversor solar - Fronius Poli Power 25kW	1	Inversor Solar – 20kW	1
Cabos de ligação		Cabeamento CC e CA	
Estrutura de fixação		Estrutura de fixação	
Sistema de aterramento		Sistema de aterramento	
Dispositivos de segurança		Conectores	
Área do local	340m ²	Área necessária	158m ²
Valor total do sistema fotovoltaico	R\$ 98.930,00	Valor total do sistema fotovoltaico	R\$ 89.879,00
MÉDIA		R\$ 94.404,50	

Fonte: Autores.

O orçamento apresentado pela “empresa A” considerou um sistema com geração de energia de 3.030,43 kWh/mês e potência de 29,70 kWp, o qual apresenta uma estimativa de 124% de geração. Já o orçamento da “empresa B” considerou um potencial total do sistema fotovoltaico de 24,42kWp, gerando 2.532kWh/mês de energia. Para a realização do estudo foi considerada a média dos orçamentos fornecidos, ou seja, o investimento de R\$ 94.404,50, na instalação dos equipamentos.

4.4 Despesas de manutenção

A manutenção se caracteriza como a “combinação de todas as ações técnicas e administrativas, incluindo as de supervisão, destinadas a manter ou recolocar um item em um estado no qual possa desempenhar uma função requerida” (ABNT – NBR 5462, 1994, p. 6). Para a consecução do estudo, foi utilizada a média a partir dos valores de ambas empresas para encontrar o valor da manutenção do respectivo trabalho, totalizando em R\$ 920,00 por ano, considerando que a manutenção é realizada a cada seis meses.

4.5 Financiamento do sistema fotovoltaico

Conforme Rosa (2017), um sistema fotovoltaico possui tempo de duração previsto de 25 anos. Para o presente estudo foram consideradas duas situações: com financiamento do investimento inicial e sem financiamento. Os valores das parcelas do financiamento foram apurados considerando a linha de crédito, o qual apresenta carência de 12 meses e prazo de pagamento (amortização do capital) de 7 anos. Para a determinação da viabilidade foi considerado o financiamento de 90% do valor do investimento, como apresentado na tabela 4.

Tabela 4 – Determinação do valor da prestação, valor amortizado, juros e saldo devedor do financiamento por meio da Tabela de Sistema de Amortização Constante - SAC.

Ano	Saldo Inicial (R\$)	Juros (R\$)	Amortização (R\$)	Prestação (R\$)	Saldo Final (R\$)
0					84.964,05
1	84.964,05	11.113,30		11.113,30	84.964,05
2	84.964,05	11.113,30	12.137,72	23.251,02	72.826,33
3	84.964,05	9.525,68	12.137,72	21.663,41	60.688,61
4	84.964,05	7.938,07	12.137,72	20.075,79	48.550,89
5	84.964,05	6.350,46	12.137,72	18.488,18	36.413,16
6	84.964,05	4.762,84	12.137,72	16.900,56	24.275,44
7	84.964,05	3.175,23	12.137,72	15.312,95	12.137,72
8	84.964,05	1.587,61	12.137,72	13.725,34	0,00

Fonte: Dados da pesquisa.

4.6 Viabilidade econômica e financeira.

Após identificar o valor da economia de energia com o sistema, valor do investimento e valor as parcelas de financiamento, foi possível analisar a viabilidade econômica e financeira do estudo, tanto com financiamento quanto sem financiamento, tendo em vista o tempo de uso do sistema de 25 anos.

4.6.1 Apuração dos resultados

A geração de energia inicia-se no ano 1 com valor estimado de 33.374,56 kWh/ano, como mostra a Tabela 6. Essa geração foi estimada a partir de uma média dos sistemas fornecidos nas propostas das empresas contatadas, como mostra a tabela 5.

Tabela 5 - Média Geração kWh/mês

EMPRESA	GERAÇÃO kWh/mês
A	3.030,43
B	2.532,00
MÉDIA	2.781,21

Fonte: Autores.

Quanto à depreciação (coluna Geração x Depreciação) do painel fotovoltaico, foi considerado uma eficiência de 80% no período de 25 anos, resultando em 1,25% ao ano de depreciação de geração, devido a exposição ao ambiente. Ao considerar um custo do kWh de R\$ 0,69, é possível obter a economia na tarifa de energia de, logo no primeiro ano, R\$ 23.028,45, ou seja, R\$ 1.919,04 mensalmente.

Tabela 6 – Energia gerada pelo sistema

Ano	Geração kWh	Geração x Depreciação	Custo kWh	Economia
0				
1	33.374,56	417,18	0,69	R\$ 23.028,45

2	32.957,38	411,97	0,69	R\$ 22.740,59
3	32.545,41	406,82	0,69	R\$ 22.456,33
4	32.138,59	401,73	0,69	R\$ 22.175,63
5	31.736,86	396,71	0,69	R\$ 21.898,43
6	31.340,15	391,75	0,69	R\$ 21.624,70
7	30.948,40	386,85	0,69	R\$ 21.354,39
8	30.561,54	382,02	0,69	R\$ 21.087,46
9	30.179,52	377,24	0,69	R\$ 20.823,87
10	29.802,28	372,53	0,69	R\$ 20.563,57
11	29.429,75	367,87	0,69	R\$ 20.306,53
12	29.061,88	363,27	0,69	R\$ 20.052,70
13	28.698,61	358,73	0,69	R\$ 19.802,04
14	28.339,87	354,25	0,69	R\$ 19.554,51
15	27.985,62	349,82	0,69	R\$ 19.310,08
16	27.635,80	345,45	0,69	R\$ 19.068,71
17	27.290,36	341,13	0,69	R\$ 18.830,35
18	26.949,23	336,87	0,69	R\$ 18.594,97
19	26.612,36	332,65	0,69	R\$ 18.362,53
20	26.279,71	328,50	0,69	R\$ 18.133,00
21	25.951,21	324,39	0,69	R\$ 17.906,34
22	25.626,82	320,34	0,69	R\$ 17.682,51
23	25.306,49	316,33	0,69	R\$ 17.461,48
24	24.990,15	312,38	0,69	R\$ 17.243,21
25	24.677,78	308,47	0,69	R\$ 17.027,67

Fonte: Autores.

Para encontrar o valor da geração de energia do sistema no primeiro ano, a média do sistema (2.781,21kWh/mês) foi multiplicada por 12 meses. Já para os anos seguintes, foi considerada a depreciação de 1,25% ao ano, e subtraído da geração do ano anterior. Para encontrar a economia gerada, a geração de kWh do ano foi multiplicada pelo valor de um kWh, obtido por meio de análise da fatura da energia.

4.6.2 Fluxo de caixa

Foram projetados os fluxos de caixa com financiamento e outro sem financiamento para avaliar a viabilidade econômica e financeira na aquisição do sistema fotovoltaico. A tabela 7 e tabela 8 apresentam o fluxo de caixa projetado para um período de 25 anos.

Tabela 7 – Fluxo de caixa com financiamento

(continua)

	Ano 0	Ano 1	Ano 2	Ano 3	Ano 4	Ano 5	Ano 6	Ano 7	Ano 8	Ano 9	Ano 10			
Resultado economia de energia		23.028,45	22.740,59	22.456,33	22.175,63	21.898,43	21.624,70	21.354,39	21.087,46	20.823,87	20.563,57			
(-) Investimento (R\$)	-94.404,50													
(+) Depreciação (R\$)		3.776,18	3.776,18	3.776,18	3.776,18	3.776,18	3.776,18	3.776,18	3.776,18	3.776,18	3.776,18			
(+) Liberação Financiamento (R\$)	84.964,05													
(-) Pagamento dos juros (R\$)		11.113,30	11.113,30	9.525,68	7.938,07	6.350,46	4.762,84	3.175,23	1.587,61					
(-) Parcela do financiamento (R\$)			12.137,72	12.137,72	12.137,72	12.137,72	12.137,72	12.137,72	12.137,72					
(-) Manutenção (R\$)		920,00	920,00	920,00	920,00	920,00	920,00	920,00	920,00	920,00	920,00			
Resultado (R\$)	- 9.440,45	14.771,33	2.345,75	3.649,11	4.956,02	6.266,44	7.580,32	8.897,63	10.218,31	23.680,05	23.419,75			
(conclusão)														
Ano 11	Ano 12	Ano 13	Ano 14	Ano 15	Ano 16	Ano 17	Ano 18	Ano 19	Ano 20	Ano 21	Ano 22	Ano 23	Ano 24	Ano 25
20.823,87	20.052,70	19.802,04	19.554,51	19.310,08	19.068,71	18.830,35	18.594,97	18.362,53	18.133,00	17.906,34	18.133,00	17.461,48	17.243,21	17.027,67
3.776,18	3.776,18	3.776,18	3.776,18	3.776,18	3.776,18	3.776,18	3.776,18	3.776,18	3.776,18	3.776,18	3.776,18	3.776,18	3.776,18	3.776,18
920,00	920,00	920,00	920,00	920,00	920,00	920,00	920,00	920,00	920,00	920,00	920,00	920,00	920,00	920,00
23.680,05	22.908,88	22.658,22	22.410,69	22.166,26	21.924,89	21.686,53	21.451,15	21.218,71	20.989,18	20.762,52	20.989,18	20.317,66	20.099,39	19.883,85

Fonte: Autores.

Tabela 8 – Fluxo de caixa sem financiamento

(continua)

	Ano 0	Ano 1	Ano 2	Ano 3	Ano 4	Ano 5	Ano 6	Ano 7	Ano 8	Ano 9	Ano 10			
Resultado economia de energia		23.028,45	22.740,59	22.456,33	22.175,63	21.898,43	21.624,70	21.354,39	21.087,46	20.823,87	20.563,57			
(-) Investimento (R\$)	-94.404,50													
(+) Depreciação (R\$)		3.776,18	3.776,18	3.776,18	3.776,18	3.776,18	3.776,18	3.776,18	3.776,18	3.776,18	3.776,18			
(-) Manutenção (R\$)		920,00	920,00	920,00	920,00	920,00	920,00	920,00	920,00	920,00	920,00			
Resultado do fluxo de caixa (R\$)	-94.404,50	25.884,63	25.596,77	25.312,51	25.031,81	24.754,61	24.480,88	24.210,57	23.943,64	23.680,05	23.419,75			
(conclusão)														
Ano 11	Ano 12	Ano 13	Ano 14	Ano 15	Ano 16	Ano 17	Ano 18	Ano 19	Ano 20	Ano 21	Ano 22	Ano 23	Ano 24	Ano 25
20.306,53	20.052,70	19.802,04	19.554,51	19.310,08	19.068,71	18.830,35	18.594,97	18.362,53	18.133,00	17.906,34	17.682,51	17.461,48	17.243,21	17.027,67
3.776,18	3.776,18	3.776,18	3.776,18	3.776,18	3.776,18	3.776,18	3.776,18	3.776,18	3.776,18	3.776,18	3.776,18	3.776,18	3.776,18	3.776,18
920,00	920,00	920,00	920,00	920,00	920,00	920,00	920,00	920,00	920,00	920,00	920,00	920,00	920,00	920,00
23.162,71	22.908,88	22.658,22	22.410,69	22.166,26	21.924,89	21.686,53	21.451,15	21.218,71	20.989,18	20.762,52	20.538,69	20.317,66	20.099,39	19.883,85

Fonte: Autores.

A partir dos resultados da economia anual de energia, foram adicionados os valores da depreciação do investimento de R\$ 3.776,18 ao ano, o valor do financiamento bancário e dos equipamentos, deduzidos os valores dos juros do financiamento, amortização e despesa de manutenção, para a apuração do resultado do fluxo de caixa.

4.6.3 Análise da viabilidade da instalação do sistema fotovoltaico

4.6.3.1 Valores da TMA, VPL e TIR.

A tabela 9 apresenta os resultados para as condições apresentadas, tanto com financiamento quanto sem financiamento.

Tabela 9 – TMA, VP, TIR e VPL

COM FINANCIAMENTO		SEM FINANCIAMENTO	
TMA	12%	TMA	12%
VPL	R\$ 100.762,49	VPL	R\$ 188.736,08
TIR	97,50%	TIR	26,25%
VPL – INVESTIMENTO = R\$ 91.322,04		VPL – INVESTIMENTO = R\$ 94.331,58	

Fonte: Autores.

A partir dos resultados do fluxo de caixa, foi possível identificar o Valor Presente (VP), de R\$ 100.762,49 para o caso de investimento com financiamento e R\$ 188.736,08 sem financiamento. Para o cálculo do VPL, foi considerado a TMA de 12%, tanto com uso do financiamento quanto sem financiamento. Os resultados demonstram à TIR de 97,50% com financiamento e 26,25% sem financiamento para aquisição do sistema fotovoltaico.

Os resultados demonstram VPL positivo de R\$ 91.322,04 com o uso de financiamentos e de R\$ 94.331,58 sem o uso de financiamentos. Nesta perspectiva não se evidencia variação significativa com o ou sem o uso de financiamento para a aquisição do equipamento.

4.6.3.2 PayBack

A Tabela 10 apresenta o tempo necessário para o retorno do investimento, considerando o fluxo de caixa de cada ano, apresentado anteriormente, tanto para o caso com financiamento quanto sem financiamento.

Tabela 10 – Resultado do Fluxo de Caixa e Payback

Ano	Fluxo de caixa (com financiamento)	PayBack	Fluxo de caixa (sem financiamento)	PayBack
0		94.404,50		94.404,50
1	14.771,33	- 79.633,17	25.884,63	- 68.519,87
2	2.345,75	- 77.287,42	25.596,77	- 42.923,10
3	3.649,11	- 73.638,31	25.312,51	- 17.610,59
4	4.956,02	- 68.682,29	25.031,81	7.421,22
5	6.266,44	- 62.415,85	24.754,61	32.175,83
6	7.580,32	- 54.835,53	24.480,88	56.656,72
7	8.897,63	- 45.937,90	24.210,57	80.867,29
8	10.218,31	- 35.719,59	23.943,64	104.810,94
9	23.680,05	- 12.039,54	23.680,05	128.490,99

10	23.419,75	11.380,21	23.419,75	151.910,74
11	23.680,05	35.060,26	23.162,71	175.073,45
12	22.908,88	57.969,14	22.908,88	197.982,33
13	22.658,22	80.627,36	22.658,22	220.640,54
14	22.410,69	103.038,05	22.410,69	243.051,24
15	22.166,26	125.204,31	22.166,26	265.217,50
16	21.924,89	147.129,20	21.924,89	287.142,38
17	21.686,53	168.815,72	21.686,53	308.828,91
18	21.451,15	190.266,87	21.451,15	330.280,06
19	21.218,71	211.485,58	21.218,71	351.498,77
20	20.989,18	232.474,76	20.989,18	372.487,95
21	20.762,52	253.237,28	20.762,52	393.250,46
22	20.989,18	274.226,45	20.538,69	413.789,15
23	20.317,66	294.544,11	20.317,66	434.106,80
24	20.099,39	314.643,50	20.099,39	454.206,19
25	19.883,85	334.527,34	19.883,85	474.090,04

Fonte: Autores.

Os resultados indicam que são necessários 9,51 anos para recuperar o investimento inicial de R\$ 94.404,50, para a hipótese de financiamento. Enquanto que para a hipótese de não ser feito financiamento, são necessários, 3,70 anos para obtenção do retorno do investimento no equipamento.

Os resultados de viabilidade econômica do presente estudo foram semelhantes aos resultados de outros trabalhos, como: “Análise da viabilidade econômico-financeira da energia solar fotovoltaica em uma Instituição de Ensino Superior do Sul do Brasil” (DASSI et al., 2015), com retorno do investimento inicial de R\$ 544.799,40 em 8 anos; “Projeto de Sistemas Fotovoltaicos conectados à Rede Elétrica” (CAMARGO, 2017), o qual apresentou cerca de 6 anos para ter retorno do investimento de R\$ 107.898, 27.

5 CONCLUSÃO

O estudo teve por objetivo analisar a viabilidade econômica e financeira da instalação de um sistema fotovoltaico na CEU - IV, bloco B. Por meio de consulta em empresas do setor de energia solar foram verificados os equipamentos necessários e os valores gastos na instalação do sistema fotovoltaico no valor médio de investimento de R\$ 94.404,50. Analisando-se o investimento inicial necessário para implantação do sistema de geração fotovoltaica na CEU IV, bloco B, conclui-se que é uma fonte energética totalmente viável, pois os resultados das análises apontaram uma economia anual de energia, logo no primeiro ano de R\$ 23.028,45.

Na avaliação econômica e financeira realizada por meio dos métodos de *Payback* simples, do VPL e TIR, sinalizou a viabilidade econômica do projeto com um retorno financeiro do investimento em 9,51 anos, para o cenário com financiamento e 3,70 anos sem a utilização de financiamentos na aquisição do equipamento, tornando-se mais viável a aquisição do sistema fotovoltaico sem a realização de empréstimo.

De uma forma geral, a energia solar conectada à rede deve ser encarada como uma fonte geradora de energia complementar diante das barreiras ainda existentes. No entanto, é uma produção de energia elétrica limpa e que beneficia o meio ambiente. Para novos estudos sugere-se estender o estudo de viabilidade aos blocos de sala de aula e laboratórios da própria universidade e, posteriormente, para todos os *campi* UFSM.

REFERÊNCIAS

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, NBR 5462. Confiabilidade e maneabilidade. 1994. Disponível para download em: https://kupdf.net/queue/nbr-5462-tb-116-confiabilidade-e-maneabilidade_58fbd9f8dc0d609527959e81_pdf?queue_id=-1&x=1556416184&z=MTM4LjIxOS4yNTIuODI=. Acesso em: 27/04/2019.
- ALVARENGA, C. A. Energia Solar. Lavras: UFLA/FAEPE, 2006.
- BONA, A. Conheça os métodos de análise de investimentos. 2016. Disponível em: <https://andrebona.com.br/ana-lise-de-investimentos/>. Acesso em: 03/11/2018.
- BRUM, T. S. Projeto de Uso de Energia Fotovoltaica como Fonte Emergencial. Rio de Janeiro: UFRJ/ Escola Politécnica, 2013.
- CAIRES, S. M. P. Estudo sobre posicionamento de placas fotovoltaicas. Vitória da Conquista, 2014.
- CERVO, A. L. BERVIAN, P. A. Metodologia científica. 5 ed. São Paulo: Prentice Hall, 2002.
- CRESESB – Centro de Referência para Energia Solar e Eólica Sérgio de Salvo Brito. Manual de Engenharia para Sistemas Fotovoltaicos. 2004. Disponível em: http://www.cresesb.cepel.br/publicacoes/download/Manual_d_e_Engenharia_FV_2004.pdf. Acesso em: 24/09/2018.
- CRESESB – Centro de Referência para Energia Solar e Eólica Sérgio de Salvo Brito. Energia Solar Princípios e Aplicações. 2006. Disponível em: http://www.cresesb.cepel.br/download/tutorial/tutorial_solar_2006.pdf. Acesso em: 23/09/2018.
- CRESESB – Centro de Referência de Energia Solar e Eólica Sérgio de Salvo Brito. Componentes de um sistema fotovoltaico. 2008. Disponível em: http://www.cresesb.cepel.br/index.php?section=com_content&lang=pt&cid=341. Acesso em: 02/11/2018.
- CRESESB – Centro de Referência de Energia Solar e Eólica Sérgio de Salvo Brito. Potencial Solar – SunData. 2018. Disponível em: http://www.cresesb.cepel.br/index.php?section=sun_data&. Acesso em: 24/05/2019.
- CRESWELL, J. W. Projeto de pesquisa: métodos qualitativos, quantitativos e mistos. 2. ed. Porto Alegre: Artmed, 2007.
- DANTAS, S.G., POMPERMAYER, F. M. Viabilidade econômica de sistemas fotovoltaicos no Brasil e possíveis efeitos no setor elétrico. Brasília: Ipea, 2018. (Texto para Discussão, n. 2388).
- EPE. Balanço Energético Nacional 2017. Ministério de Minas e Energia, Brasília, 2017. Disponível em: https://ben.epe.gov.br/downloads/Relatorio_Final_BEN_2017.pdf. Acesso em: 02/10/2018.
- FILHO, N. C. HOPITTKKE, B. H. Análise de Investimentos: matemática financeira, engenharia econômica, tomada de decisão, estratégia empresarial. 11 ed. – São Paulo: Atlas, 2010.
- FOTAIC ENERGIA SOLAR. Dimensionamento Sistema Solar Fotovoltaico Passo a Passo. 2017. Disponível em: https://www.youtube.com/watch?v=i5NG_wHAodk&t=10s&fbclid=IwAR0MwAAemdeqG1AuRvDwxg4HsDysVHbGUbTWvIQysMvblSMsFs9AmSShcfg. Acesso em 24/05/2019.
- GALESNE, A.; FENSTERSEIFER, J. E.; LAMB, R. Decisões de investimentos da empresa. São Paulo: Atlas, 1999.
- GIL, A. C. Como elaborar projetos de pesquisa. - 4. ed. - São Paulo: Atlas, 2002. Disponível em: http://www.urca.br/itec/images/pdfs/modulo%20v%20-%20como_elaborar_projeto_de_pesquisa__antonio_carlos_gil.pdf. Acesso em 07/10/2018.
- JANNUZZI, G.M. Sistemas fotovoltaicos conectados à rede elétrica no Brasil: panorama da atual legislação. Campinas: Instituto para o Desenvolvimento de Energias Alternativas na América Latina, 2009. n 1, p 1-53. Disponível em: http://www.fem.unicamp.br/~jannuzzi/documentos/RELATORIO_PROJETO_2_FINAL.pdf. Acesso em: 06/11/2018.
- LOPPNOW, S. Energia Solar: um caminho para a sustentabilidade. 2018. Disponível em: <http://autossustentave.l.com/2018/03/energia-solar-caminho-para-sustentabilidade.html>. Acesso em: 30/09/2018.

- MAUAD, F. F.; FERREIRA, L. C.; TRINDADE, T. C. G. Energia Renovável no Brasil: Análise das principais fontes renováveis brasileiras. São Carlos: EESC/USP, 2017.
- NETO, A. A. Matemática financeira e suas aplicações. 9. ed. 3. reimpr. – São Paulo: Atlas, 2007.
- NETO, A. A. Os métodos quantitativos da análise de investimentos. 1992. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/cest/n6/n6a01.pdf>. Acesso em: 04/11/2018.
- PACHECO, F. Energias Renováveis : Breves Conceitos. Conjuntura e Planejamento, n. 149, p. 4–11, 2006.
- PINSONNEAULT, A. KRAEMER, K. L. Survey research in management information systems: na assesment. Journal of Management Information System, 1993. Disponível em: http://borders.arizona.edu/classes/mis696a/resources/readings/PinsonneaultKraemer-1993-JMIS-SurveyResearchMethodologyInMIS_AnAssessment.pdf. Acesso em: 15/10/2018.
- REIS, L. B. dos; FADIGAS, E. A. F. A; CARVALHO, C. E. Energia, Recursos Naturais e as práticas do Desenvolvimento Sustentável. 2 ed. rev. e atual. Barueri, SP: Manole, 2012.
- ROSA, R. S. Origem do Sistema Fotovoltaico Conectado à Rede. 2017. Disponível em: <http://www.csenergiasolar.com.br/blog/sistema-fotovoltaico-conectado-a-rede---sfcr-on-grid>. Acesso em: 12/09/2018.
- ROSA, M. Conheça 10 linhas de financiamento para energia solar. 2017. Disponível em: <https://ciclovivo.com.br/planeta/energia/conheca-10-linhas-de-financiamento-para-energia-solar-no-brasil/>. Acesso em: 28/04/2019.
- SILVA, G. T. M. M. da. Dimensionamento e Análise de Viabilidade Econômica de Usina Fotovoltaica em Nova Iguaçu – RJ. Rio de Janeiro: UFRJ/ Escola Politécnica, 2015.
- Solares – Soluções em Sistemas Elétricos Fotovoltaico. 2017. Disponível em: <https://www.energiasolares.com.br/2017/05/17/>. Acesso em: 12/09/2018.
- SOUZA, A.; CLEMENTE, A. Decisões Financeiras e Análise de Investimentos: fundamentos, técnicas e aplicações. São Paulo: Atlas, 2008.