

Viabilidade e sustentabilidade da energia solar fotovoltaica na habitação em Porto Velho

Ana Cláudia Barroso

Paulo Saldanha de Azevedo Filho

Resumo

O presente estudo teve por objetivo, levantar a viabilidade e sustentabilidade de um sistema fotovoltaico em uma residência, para isto foi utilizado um orçamento de um sistema para fins de estudo e análise dos resultados. Para isto, procurou-se analisar os aspectos econômicos quanto à implantação do sistema em uma residência com consumo médio de 500 kW. O procedimento utilizado foi o estudo de caso, realizando a comparação das propostas de financiamento do sistema, tendo como base de cálculo o valor montante R\$ 42.898,80 referente a 60 parcelas de R\$ 714,98, o qual foi submetido a Análise de Custo-Benefício (ACB). Utilizando como indicadores o Valor Presente Líquido (VPL), a Taxa Interna de Retorno (TIR) e a Relação Benefício-Custo (B/C), e para aferir a sua sustentabilidade utilizou-se da pegada ecológica, a qual medi o impacto de um determinado projeto no meio ambiente. A presente análise foi realizada em uma residência em Porto Velho, RO, onde a família é composta por três pessoas, que habitam uma área construída equivalente a 90 m² quadrados. A pesquisa foi realizada a partir de um orçamento para um sistema on-grid, sistema este que é ligado à rede da concessionária de energia. Após a análise dos dados foi possível identificar a viabilidade econômica do sistema, pois no período de 25 anos, o valor previsto corresponderá a uma quantia equivalente a R\$ 101.451,21 (cento e um mil, quatrocentos e cinquenta e um reais e vinte e um centavos). Porém ao realizar a análise da pegada ecológica os dados apresentarão um déficit no saldo ecológico, com este resultado é comprovado a insustentabilidade do sistema para uma residência nestes padrões aqui descrito.

Palavras-chaves: Energia Fotovoltaica. Sustentabilidade. Viabilidade.

Abstract

The present study aimed to raise the viability and sustainability of a photovoltaic system in a residence, for which a budget of a system was used for the purpose of studying and analyzing the results. The purpose of this study was to analyze the economic aspects of the implementation of the system in a residence with an average consumption of 500 kW. The procedure used was the case study, comparing the financing proposals of the system, based on the calculation Amount of R \$ 42,898.80 related to 60 installments of R \$ 714.98, which was submitted to Cost-Benefit Analysis (CBA). Using as indicators the Net Present Value (NPV), the Internal Rate of Return) and the Benefit-Cost Ratio (B / C), and to measure its sustainability was used the ecological footprint, which measured the impact of a given project on the environment. The present analysis was carried out in a residence in Porto Velho, RO, where the family is composed of three people, who inhabit a constructed area equivalent to 90 square meters. The research was done from a budget for an on-grid system, this system that is connected to the utility's grid. After analyzing the data, it was possible to identify the economic viability of the system because in the period of 25 years, the estimated value will correspond to an amount equivalent to R \$ 101,451.21 (one hundred and one thousand, four hundred and fifty one reais and twenty one cents). However, when performing the analysis of the ecological footprint, the data will present a deficit in the ecological balance, with this result is proved the unsustainability of the system for a residence in these patterns described here.

Keywords: Photovoltaic. Sustainability. Viability.

Introdução

A humanidade vem utilizando-se dos recursos finitos que a terra nos oferece, este processo evolutivo que tem consumido consideravelmente o meio ambiente, a busca pelo progresso desenfreado e de novas tecnologias muito consumiu de nossas reservas. Com isso, tem se buscado o reequilíbrio das atividades humanas a partir do uso da tecnologia a favor do ambiente. A energia elétrica é fundamental no processo evolutivo de uma sociedade, quanto maior o nível de industrialização, maior a necessidade de geração da mesma.

Teixeira (2009) afirma que a energia solar é uma fonte alternativa e inesgotável, com um grande potencial para aproveitamento. No século XIX, o físico francês Alexandre Edmond Becquerel observou pela primeira vez o efeito fotovoltaico, quando realizava algumas experiências com eletrodos, criou a primeira placa de energia solar no ano de 1839.

No Brasil, vem se utilizando deste processo para geração de energia limpa, com alterações da Normativa nº 687 de 24 de novembro de 2015, pela Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL, 2015). O Brasil cresceu quase 500%, comparando-se a anos anteriores a esta normativa. No estado da Bahia foi instalado um sistema de energia limpa em um condomínio do Programa Minha Casa Minha Vida, e tem surtido um resultado satisfatório. De toda energia gerada, 50% é direcionada a rede convencional da concessionária de energia local, com rendimento anual de 2,2 Milhões, todo o investimento feito no local com a implantação do sistema se pagará em um período de 48 meses.

A necessidade de se gerar energia com o intuito de atender a demanda nas indústrias e na habitação em geral, surge da necessidade de buscar novas alternativas para geração de energia limpa, uma vez que com as mudanças climáticas que vem acontecendo, tem atingido de forma direta as hidrelétricas em nosso país, responsáveis por 70% da geração de energia consumida hoje.

É diante deste contexto que surge o seguinte questionamento: A energia solar fotovoltaica para uma habilitação em Porto Velho é viável e sustentável? Desta forma, este estudo propõe-se a descrever o sistema de energia solar fotovoltaica para uma habilitação em Porto Velho; verificar a sustentabilidade do sistema e demonstrar a viabilidade do mesmo.

Revisão de literatura

Sustentabilidade e Desenvolvimento sustentável

A sustentabilidade tem se tornado um dos principais diferenciais para empresas que buscam se destacar junto à sociedade, onde procura torna-se competitiva, tendo como umas de suas prioridades gerar lucros de forma ecologicamente correta, estando em equilíbrio com o meio ambiente. A constante busca para diminuir os impactos causados na produção de bens e a manutenção do meio ambiente, tem movido empresas a se adequarem ao novo perfil do consumidor, que tem optado por consumir e adquirir produtos gerados de forma responsável e ecologicamente corretos. Para Tachizuwa (2007), a transformação e a influência ecológica nos negócios se fazem sentir de maneira crescente e com efeitos econômicos de forma mais profundas. Barbieri (2016) sugere que os recursos naturais são bens e serviços originais ou primários dos quais todos os demais dependem.

Fica claro, que há a necessidade da exploração da matéria prima e insumos, porém de forma responsável e controlada, uma vez que o ser humano é parte integrante do sistema natural, onde encontra-se inteiramente envolvido.

Para Ferreira (1998, p. 67), “o padrão de fabricação e consumo que caracteriza o atual estilo de desenvolvimento tende a consolidar-se no espaço das cidades e estas se tornam o foco principal na definição de estratégias e políticas de desenvolvimento”. Criar estratégias para evoluir de forma equilibrada, hoje se torna um grande dilema, para grandes organizações e instituições governamentais, pois, o retorno do investimento de ações sustentáveis é lento e seu custo elevado.

Como menciona Barbieri (2016), na conferência de Estocolmo em 1972 surge o conceito de energia limpa, com o propósito de alcançar três propósitos apontados, os quais se complementam, lançar menos resíduos no meio ambiente, consumir menos recursos naturais e produzir menos resíduos, objetivando a preservação dos não renováveis.

A Comissão de Brundtland, realizada em abril de 1987, após uma avaliação de 10 anos da Conferencia de Estocolmo, foi publicado um relatório intitulado, “Nosso Futuro Comum”, o qual conceitua desenvolvimento sustentável como “o desenvolvimento que encontra as necessidades atuais sem comprometer a habilidade das futuras gerações de atender suas próprias necessidades” (CMMAD/ONU, 1991).

Energia solar fotovoltaica

O Brasil é um país que está em pleno estado de desenvolvimento industrial, tendo como necessidade primária, a geração de energia. Nos últimos anos algumas regiões têm sofrido com a estiagem, que ano após anos se repetem, este fenômeno natural, tem elevado o custo da energia distribuída pelo Estado, uma vez que as hidrelétricas perdem sua capacidade de geração de energia, sendo elas responsáveis por 70% da energia gerada no país (DACHERY; SEVERGNINI; BARBISAN, 2010). Com o agravamento deste fenômeno cada vez mais comum no país a busca por novos meios de geração de energia limpa se faz necessário.

A utilização da energia solar seria um meio para diminuir os impactos ambientais, aumentar a produção de energia, inclusão social, pois possibilitaria atingir comunidades isoladas, tanto geograficamente quanto socialmente, o que hoje inviabiliza a utilização destes recursos é seu alto custo. Muito se questiona sobre o seu custo e se o investimento neste tipo de energia compensa. Se olharmos de forma isolada a primeira resposta que teremos é que fica caro. Utilizar da energia que o sol nos oferece, tem sido visto como uma das alternativas para geração de energia limpa. O sol é uma fonte de energia inesgotável, segundo estudo de científicos “a energia solar incidente sobre a superfície terrestre seja da ordem de 10 mil vezes o consumo energético mundial” (ANEEL, 2015).

Conforme, Galdino e Pinho (2014, p. 50), energia solar fotovoltaica é a energia que provem da transformação da luz em eletricidade (efeito fotovoltaico), utilizando-se da célula fotovoltaica, (um dispositivo fabricado com material semicondutor), responsável direta no processo fotovoltaico, o da conversão. As tecnologias que se aplicam na produção destas células e módulos fotovoltaicos classificam-se em três gerações. A primeira geração movimenta 85% do mercado, por se tratar de uma tecnologia firmada e confiável e apresenta um alto grau de eficiência. A segunda geração é chamada de filmes finos. Comparada à primeira esta tem menor eficiência, com pouco destaque no mercado. A terceira geração passa por teste de produção e, por estar em fase de desenvolvimento e pesquisa, sua produção se dá em pequena escala.

Em 24 de novembro de 2015, a Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) publica a resolução normativa Nº 687, que traz alterações nos procedimentos de distribuição de energia elétrica no país, a qual vem regulamentar o acesso à micro e mini geradores esta medida vem possibilitar a integração ao sistema de distribuição pública. São consideradas micro geradoras as unidades geradoras com potência menor ou igual a 75 kW, e mini

geradores aqueles que possuem potência instalada a 75 kW e menor ou igual a 3 MW, para fontes hídricas e demais fontes renováveis (ANEEL, 2015).

Metodologia

A pesquisa realizou um levantamento de preço de um sistema fotovoltaico para uma residência com consumo de 470 kW/m. Na ocasião foi realizado este tomada de preço por meio de um orçamento, o qual se deu em uma empresa prestadora do serviço no estado de Rondônia. Em seguida foi realizada a análise dos dados os quais foram tabulados com o uso do Excel, para demonstração dos resultados obtidos nesta pesquisa. Os dados tabulados foram analisados a partir de duas metodologias: A Análise Custo-Benefício (para verificar a viabilidade do empreendimento) e a Pegada Ecológica (para verificar a sustentabilidade do empreendimento).

A Análise Custo-Benefício (ACB) um método utilizado de avaliação do impacto econômico líquido de um projeto público. A avaliação de um investimento estabelece parâmetros de viabilidade, com o objetivo de proporcionar o retorno adequado aos proprietários desse capital, permitindo avaliar alternativas (SOARES, 2006). A mensuração dos reflexos financeiros para a ACB se dá por meio de três indicadores: Valor Presente Líquido (VPL), Taxa Interna de Retorno (TIR) e Relação Benefício-Custo (B/C).

O Valor Presente Líquido, assim como o nome próprio indica, trata-se da concentração de todos os valores esperados de um fluxo caixa na data zero. Segundo Hoffmann (1987) é encontrado aplicando a fórmula:

$$VPL = \sum_{j=0}^n \frac{R_j - C_j}{(1+i)^j} - I$$

Sendo:

R_j = receitas do período j;

C_j = custos do período j;

i = taxa de juros.

A TIR, por definição, é a taxa que torna o VPL de um fluxo de caixa igual a zero. A taxa interna de retorno é indicada pela taxa i. Seu cálculo destina-se a encontrar um valor para (i) que torne a expressão citada anteriormente verdadeira. A regra para decidir se um projeto é atrativo financeiramente, utilizando-se a TIR, é bastante simples. Se TIR > TMA, então o projeto é viável, caso contrário o projeto será inviável (SOUZA; CLEMENTE, 1999). Conforme Hoffman (1987), a taxa interna de retorno é dada pela seguinte fórmula:

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

Sendo:

R_j = receitas do período j;

C_j = custos do período j;

I = investimento inicial;

TIR = Taxa interna de retorno.

A relação entre custo e benefício é definida como o quociente entre o valor atual do fluxo de benefícios econômicos a serem obtidos e o valor atual do fluxo de custos econômicos. É dada por (HOFFMANN, 1987):

$$B/C = \sum_{j=0}^n \frac{R_j}{(1 + i)^j} / \sum_{j=0}^n \frac{C_j}{(1 + i)^j}$$

Onde:

R_j = receitas do período j;

C_j = custos do período j;

i = taxa de juros.

A Pegada Ecológica é um instrumento de cálculo, proposto por Wackernagel e Rees (1996), com finalidade de dimensionar o espaço ecológico necessário que um sistema ou unidade utilizará para se sustentar. É uma ferramenta utilizada para contabilizar o processo de entrada e saída de energia e matéria de um sistema econômico, transformando-os em áreas, convertendo-os em área apropriada de água e terra que serão necessários para sustentar o sistema. Utiliza-se como unidade de medida para demonstrar a pegada ecológica o “hectare global”. É o espaço biologicamente produtivo com “produtividade média mundial”. Este elemento espacial faz da pegada ecológica, um poderoso instrumento pedagógico e comunicativo dos efeitos do consumo de recursos, aos usuários finais, logo, uma medida de fácil entendimento e explicação para a sustentabilidade de um ecossistema (SICHE; et. al., 2007).

Conforme Wackernagel e Rees (1996), ela utiliza áreas produtivas de terra e água imprescindíveis para produzir os recursos e assimilar a geração de resíduos de uma pessoa, uma cidade ou um país, levando-se em conta o estilo de vida, relacionado a localização geográfica. A pegada ecológica possibilita que se estabeleçam benchmarks (comparação de mecanismos, processos, objetos e resultados), comparações entre indivíduos, cidades e países, uma vez que contrasta a utilização (consumo) dos recursos pelas atividades humanas com o

que a natureza suporta, tornado possível visualizar os impactos no ambiente global se serão sustentáveis à longo prazo.

A Metodologia da Pegada Ecológica é realizada a partir do cálculo da biocapacidade, da pegada ecológica e do saldo ecológico. A fórmula para cálculo da biocapacidade é formada da seguinte fórmula:

$$B = \frac{A \times FE}{H}$$

Onde, (B) corresponde a biocapacidade, (A) área, (FE) fator de equivalência e (H) habitantes. O fator de equivalência é dado pela metodologia escolhida, neste caso para área construída. A biocapacidade se dá da comparação do resultado da pegada ecológica, caso ela seja menor que a pegada ecológica, o projeto não é sustentável. Pois indicará que a natureza não terá capacidade de produzir recursos naturais suficientes para o sistema implantado.

A pegada ecológica é dada pela fórmula:

$$PE = \frac{(C/P) \times FE}{H}$$

Para (PE) pegada ecológica, (C) consumo, (P) produção (FE) fator de equivalência e (H) habitantes. Para saber se a área em estudo é sustentável utiliza-se o saldo ecológico representado por:

$$SE = B - PE$$

Onde (SE) saldo ecológico, (B) biocapacidade e (PE) pegada ecológica. Caso o saldo seja negativo indica que os habitantes da área não são sustentáveis, apresentando um déficit ecológico. Caso contrário o estudo é apresentado como sustentável.

Resultados

Na ocasião para geração deste orçamento, utilizou-se da conta de energia de uma determinada residência a qual seu consumo médio de energia é de 470 kW/m, o valor corresponde do kW na ocasião corresponde a R\$ 0,648, o sistema fotovoltaico proposto para geração de energia para este projeto tem a capacidade de produção de 550 kW/m.

O sistema a ser instalado no telhado da residência contará com 12 módulos fotovoltaicos, 1 inversor solar fotovoltaico, 1 kit de estrutura para suspensão de 12 módulos FV, e 1 kit String box (equipamento de proteção que isola o sistema de produção de energia fotovoltaica para impedir o risco de propagação de acidentes elétricos), cabos, acessórios e conectores, a instalação se dará em uma área de 29 m², com um peso total de 279 kg, com produção anual prevista de 6.600 kW/a.

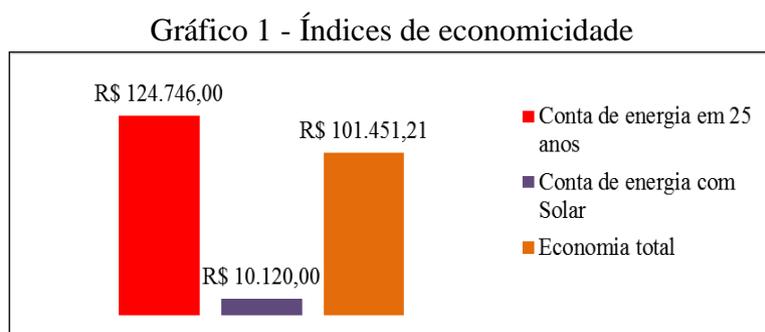
Análise da viabilidade

Para verificar a viabilidade do projeto, foi utilizado a ACB. Primeiramente são apresentadas as informações quanto ao orçamento (custos) e economia no pagamento de conta de energia (benefícios) referente à instalação de placas solares em uma habitação em Porto Velho. O valor orçamentado ficou no em R\$ 24.520,83 (vinte e quatro mil, quinhentos e vinte reais e oitenta e três centavos), podendo este valor ser parcelado em 12 vezes, pela loja, na ocasião apresentou-se as seguintes propostas de pagamento:

- R\$ 23.294,79 (vinte e três mil, duzentos e noventa e quatro reais e setenta e nove centavos) à vista;
- 36 parcelas no valor de R\$ 944,64 totalizando R\$ 34.007,04 (trinta e quatro mil, sete reais e quatro centavos);
- 60 parcelas de R\$ 714,98 no total de R\$ 42.898,80 (quarenta e dois mil, oitocentos e noventa e oito reais e oitenta centavos).

Para esta análise, será utilizado o valor de R\$ 42.898,80 com 60 parcelas.

Conforme o Gráfico 1, no período de 25 anos o sistema apresenta a economia com energia, que corresponderá a um valor previsto de R\$ 101.451,21 (cento e um mil, quatrocentos e cinquenta e um reais e vinte e um centavos).

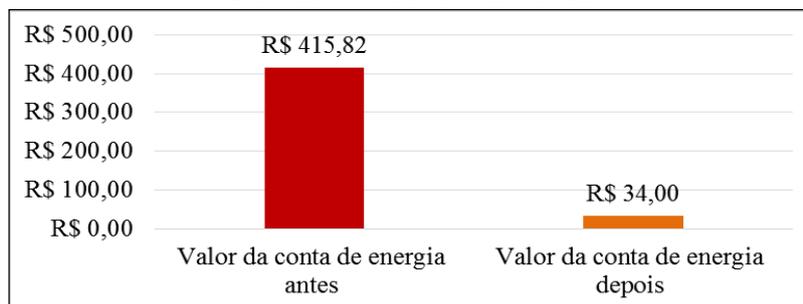


Fonte: EcoNorte Energia Solar, 2018

Após a implantação do sistema espera-se a economia mensal de R\$ 381,82 (trezentos e oitenta e um reais e oitenta e dois centavos), aproximadamente 92% do valor da energia que seria paga no modo convencional, o que implica em um valor mensal de R\$ 34,00 mensais, que corresponde a taxa de iluminação pública, pois considera-se que o sistema instalado suprirá a necessidade de consumo de energia da residência, tal como consta no Gráfico 2. Isto

considerando-se um consumo médio no valor de R\$ 415,82 para uma moradia com 3 pessoas. Considerou-se para fins de análise o valor de, R\$ 0,648 por kW.

Gráfico 2 - Economia mensal



Fonte: EcoNorte Energia Solar, 2018

A Tabela 1 apresenta o Fluxo de Caixa para 25 anos, visto que este é o tempo de depreciação do equipamento. O valor de R\$ 4.581,84 referente ao benefício anual refere-se à economia mensal de R\$ 381,82 (Gráfico 2) multiplicado por 12 meses. Já os valores nos custos de R\$ 8.579,76 nos 5 primeiros anos refere-se à proposta de R\$ 42.898,80 dividido em 60 parcelas.

Não foi possível destacar os valores separados de cada equipamento em virtude de se tratar de um orçamento para implantação, no valor acima citado, estão os custos de equipamentos, a instalação e taxas, que serão pagas nos órgão de competência para homologação do projeto junto a concessionária que presta serviço de distribuição de energia elétrica e outros, e também a engenheiros responsáveis pelas respectivas áreas envolvidas no processo. O detalhamento dos valores, somente ocorrerá quando da contratação do projeto, por meio da nota fiscal.

Tabela 1- Fluxo de caixa do empreendimento para 60 parcelas

Período	Benefícios	Custo	Fluxo
Investimento	-	R\$ 0,00	R\$ 0,00
Ano 1	R\$ 4.581,84	R\$ 8.579,76	-R\$ 3.997,92
Ano 2	R\$ 4.581,84	R\$ 8.579,76	-R\$ 3.997,92
Ano 3	R\$ 4.581,84	R\$ 8.579,76	-R\$ 3.997,92
Ano 4	R\$ 4.581,84	R\$ 8.579,76	-R\$ 3.997,92
Ano 5	R\$ 4.581,84	R\$ 8.579,76	-R\$ 3.997,92
Ano 6	R\$ 4.581,84	R\$ 0,00	R\$ 4.581,84
Ano 7	R\$ 4.581,84	R\$ 0,00	R\$ 4.581,84
Ano 8	R\$ 4.581,84	R\$ 0,00	R\$ 4.581,84
Ano 9	R\$ 4.581,84	R\$ 0,00	R\$ 4.581,84
Ano 10	R\$ 4.581,84	R\$ 0,00	R\$ 4.581,84
Ano 11	R\$ 4.581,84	R\$ 0,00	R\$ 4.581,84
Ano 12	R\$ 4.581,84	R\$ 0,00	R\$ 4.581,84
Ano 13	R\$ 4.581,84	R\$ 0,00	R\$ 4.581,84
Ano 14	R\$ 4.581,84	R\$ 0,00	R\$ 4.581,84

Ano 15	R\$ 4.581,84	R\$ 0,00	R\$ 4.581,84
Ano 16	R\$ 4.581,84	R\$ 0,00	R\$ 4.581,84
Ano 17	R\$ 4.581,84	R\$ 0,00	R\$ 4.581,84
Ano 18	R\$ 4.581,84	R\$ 0,00	R\$ 4.581,84
Ano 19	R\$ 4.581,84	R\$ 0,00	R\$ 4.581,84
Ano 20	R\$ 4.581,84	R\$ 0,00	R\$ 4.581,84
Ano 21	R\$ 4.581,84	R\$ 0,00	R\$ 4.581,84
Ano 22	R\$ 4.581,84	R\$ 0,00	R\$ 4.581,84
Ano 23	R\$ 4.581,84	R\$ 0,00	R\$ 4.581,84
Ano 24	R\$ 4.581,84	R\$ 0,00	R\$ 4.581,84
Ano 25	R\$ 4.581,84	R\$ 0,00	R\$ 4.581,84

Fonte: da pesquisa

A Tabela 2 apresenta os indicadores financeiros para cada uma das propostas, onde seus respectivos valores, os quais serão utilizados para a Análise Custo-benefício. Foi considerado para o cálculo do VPL e TIR a Taxa Selic de 6,5% anual, a mais recente. Após análise dos dados aqui expostos é possível constatar a viabilidade do projeto de instalação de placas de energia solar fotovoltaica. Com relação ao VPL, tem-se que a proposta à vista apresenta uma maior vantagem em relação às demais.

Nota-se também que as três propostas apresentadas, mostram um bom retorno financeiro, quando comparado a TIR à TMA, que neste caso a Selic¹ é 6,5%, o que torna o investimento atraente. Sendo que ao analisar a TIR da proposta à vista tem-se que está proposta apresenta maior vantagem, uma vez que a TIR é maior que a TMA de 6,5 %.

Tabela 2 - Indicadores Financeiros para cada uma das propostas

Indicadores	60 parcelas	36 parcelas	À vista
VPL	20.233,99	25.866,45	34.015,68
TIR	9%	11%	17%
B/C	1,57	1,86	2,56

Fonte: da pesquisa

Para concluir, na Relação Benefício-Custo os valores para as propostas apresentadas exibem resultados maiores que 1, o que indica que independe da forma de pagamento, o investimento na execução deste sistema aqui apresentado é viável, apesar disso, a proposta para pagamento à vista, comparada às demais formas de pagamento, apresenta melhor Relação Custo-Benefício.

A Relação Benefício-Custo indica que para cada R\$ 1,00 investido na proposta de 60 parcelas, há uma economia efetiva de R\$ 0,57, já para a proposta à vista, para cada R\$ 1,00 investido, há uma economia de R\$ 1,56, sendo este o projeto o que possui a maior viabilidade.

¹ A taxa SELIC (Sistema Especial de Liquidação e de Custódia) é um índice pelo qual as taxas de juros cobradas pelos bancos no Brasil se balizam.

Análise da sustentabilidade

Já a sustentabilidade foi verificada a partir dos resultados da Pegada Ecológica do projeto. A Tabela 3 apresenta o resultado da biocapacidade do sistema, a pegada ecológica e saldo ecológico, indicando o impacto do projeto no meio ambiente, isto é, o quanto se utilizará de terra e água para implantação do sistema.

Para o cálculo foi considerado um fator de equivalência de 2,51, referente à área construída. Foi considerada ainda uma moradia no tamanho de 90 m² de área construída e atendida pelo projeto de energia solar fotovoltaica onde mora uma família com 3 indivíduos. Conforme, mencionado anteriormente, considerou-se um consumo mensal de energia de 470 kW que ao ano fica em 5.640 kW.

Tabela 3 - Biocapacidade, Pegada Ecológica e Saldo Ecológico

Categoria	Valores
Área atendida (ha)	0,009
Fator de Equivalência	2,51
Quantidade de moradores	3
Consumo dos moradores (kW/ano)	5.640
Produtividade do projeto (kW/ha)	6.600
Biocapacidade (ha/pessoa)	0,008
Pegada Ecológica (ha/pessoa)	0,715
Saldo Ecológico	-0,707

Fonte: da pesquisa

Por fim, considerando que o saldo ecológico é negativo, o sistema solar fotovoltaico não é sustentável para esta residência, pois indica que os moradores da residência consomem mais do que a capacidade de regeneração do meio ambiente, caracterizando um déficit ecológico.

Conclusão

A energia solar fotovoltaica vem crescendo consideravelmente no mundo e no Brasil, tem sido vista como uma das alternativas viáveis para geração de energia. Enumeras pesquisas vem acontecendo com o objetivo de aumentar sua produtividade na captação dos recursos oferecidos pelo sol. Após análises dos dados comprovou-se que economicamente este projeto é viável, considerando que seu retorno financeiro ocorre em médio prazo, quando comparada a TIR com a Taxa Selic, que medi a viabilidade da implantação do sistema, nas

três modalidades de pagamento analisadas o resultado é satisfatório, e ainda apresenta um ótimo custo-benefício que torna o projeto rentável.

Quando analisado a pegada ecológica e a biocapacidade, o resultado do saldo ecológico apresenta o percentual de 0,707 negativo, o que torna o sistema fotovoltaico para a residência analisada insustentável ecologicamente, pois segundo os cálculos aqui apresentados, os moradores consomem da natureza recursos acima da biocapacidade do planeta, chegou-se a este resultado ao analisar os dados da pegada ecológica, os quais os índices são maiores que os da biocapacidade.

Ainda que o sistema possua viabilidade financeira e utilize de recursos naturais para geração do produto, a energia elétrica, com um retorno de investimento atraente, sua viabilidade ecológica torna-se insustentável, pois para via de regras da pegada ecológica, seus índices de aplicabilidade são baixos. Pois para que seja sustentável e essencial que a biocapacidade seja maior que a pegada ecológica.

Bibliografia

AGENCIA 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. **Diário Oficial [da República Federativa do Brasil]**, Brasília, v. 152, n. 230, seção 1, p. 45, 02 dez. 2015.

BARBIERI, J. C. **Gestão ambiental**. 4 ed. São Paulo: Saraiva, 2016.

COMISSÃO MUNDIAL SOBRE MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO (CMMAD). **Nosso futuro comum**. Rio de Janeiro: Fundação Getúlio Vargas, 1991.

DACHERY, J. M.; SEVERGNINI, K.; BARBISAN, A. O. Energia hidrelétrica: principal fonte energética do país e a UHE Foz do Chapecó. Joaçaba: **Unoesc & Ciência – ACET**, v. 1, n. 1, 2010.

FERREIRA, L. C. **A questão ambiental: sustentabilidade e políticas públicas no Brasil**. São Paulo: Boitempo, 1998.

GALDINO, M. A.; PINHO, J. T. **Manual de engenharia para sistemas fotovoltaicos**. Rio de Janeiro: CEPEL/CRESESB, 2014.

HOFFMANN, R. (Org). **Administração da empresa agrícola**. São Paulo: Pioneira, 1987.

SICHE, R.; et. al. Índices versus indicadores: precisões conceituais na discussão da sustentabilidade de países. Campinas: **Ambiente & Sociedade**, v. X, n. 2, 2007.

SOUZA, A.; CLEMENTE, A. **Decisões financeiras e análise de investimentos: fundamentos, técnicas e aplicações**. 3. ed. São Paulo: Atlas, 1999.

TACHIZUWA, T. **Gestão ambiental e responsabilidade social corporativa**. 4. ed. São Paulo: Atlas 2007.

TEIXEIRA, T. R. C. **Estudo de um Sistema Híbrido com Colectores Solares Termo-Fotovoltaicos Acoplados a um Termogerador Eléctrico**. Relatório de Dissertação. 115p. Porto: FEUP, 2009.

WACKERNAGEL, M.; REES, W. **Our ecological footprint: reducing humam impact on the earth**. 6. ed. Canada: New Society Plublishers, 1996.

Sobre os autores:

Ana Cláudia Barroso

Economista (UEG), Mestre em Desenvolvimento Regional e Agronegócio (UFT), Professora no Instituto Luterano de Ensino Superior de Porto Velho (ILES/ULBRA).

Paulo Saldanha de Azevedo Filho

Graduado em Administração pelo ILES/ULBRA de Porto Velho.

Artigo recebido em 17/01/2019

Aprovado em 26/03/2019

Como citar esse artigo:

BARROSO, Ana Cláudia; AZEVEDO FILHO, Paulo Saldanha. Viabilidade e sustentabilidade da energia solar fotovoltaica na habitação em Porto Velho. **Revista de Economia da UEG**. Vol. 14, N.º 2, jul/dez. 2018.