

UNIEVANGÉLICA – CAMPUS CERES

CURSO DE ENGENHARIA CIVIL

**KAIQUE MATIAS ALVES OLIVEIRA
NAYARA MATIAS MAGALHÃES**

**ANALISE DA VIABILIDADE ECONÔMICO FINANCEIRA DO SISTEMA DE
ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA**

PUBLICAÇÃO Nº:

CERES / GO

2020

**KAIQUE MATIAS ALVES OLIVEIRA
NAYARA MATIAS MAGALHÃES**

**ANALISE DA VIABILIDADE ECONÔMICO FINANCEIRA DO SISTEMA DE
ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA**

PUBLICAÇÃO N°:

**TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO SUBMETIDO AO CURSO DE
ENGENHARIA CIVIL DA UNIEVANGÉLICA**

ORIENTADOR: Me JANAINÉ MÔNICA DE OLIVEIRA SOUSA

CERES / GO: 2020

FICHA CATALOGRÁFICA

OLIVEIRA, KAIQUE MATIAS ALVES; MAGALHÃES, NAYARA MATIAS.

Análise da viabilidade econômico financeira do sistema de energia solar fotovoltaica, Goiás, 2020, 18P, 297 mm (ENC/UNI, Bacharel, Engenharia Civil, 2020). TCC – UniEVANGÉLICA. Curso de Engenharia Civil.

1. Energia Solar

2. Energia Fotovoltaica

3. Fonte convencional

4. Sustentável

I. ENC/UNI

II. Bacharel em Engenharia Civil

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

OLIVEIRA, K. M. A.; MAGALHÃES, N. M. (2020). Estudo comparativo de custos entre energia solar fotovoltaica e fontes convencionais. Trabalho de Conclusão de Curso em Bacharelado em Engenharia Civil – UniEVANGÉLICA, Ceres, GO, 18P, 2020.

CESSÃO DE DIREITOS

NOME DO AUTOR: Kaique Matias Alves Oliveira e Nayara Matias Magalhães

TÍTULO DA DISSERTAÇÃO DE TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO: Estudo comparativo de custos entre energia solar fotovoltaica e fontes convencionais.

GRAU: Bacharel em Engenharia Civil

ANO: 2020

Kaique Matias Alves
Rua 01, Quadra 08, Lote 10, Setor Lago Primavera
Cep: 76630-000 - Itaberaí/GO- Brasil

Nayara Matias Magalhães
Rua G, Quadra 12, Lote nº 101, Setor Santa
Terezinha Cep: 76310-000- Rialma/GO- Brasil

**KAIQUE MATIAS ALVES OLIVEIRA
NAYARA MATIAS MAGALHÃES**

**ANALISE DA VIABILIDADE ECONÔMICO FINANCEIRA DO SISTEMA DE
ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA**

**TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO SUBMETIDO AO CURSO DE
ENGENHARIA CIVIL DA UNIEVANGÉLICA COMO PARTE DOS REQUISITOS
NECESSÁRIOS PARA A OBTENÇÃO DO GRAU DE BACHAREL.**

APROVADO POR:

**JANAINE MÔNICA DE OLIVEIRA SOUSA, Mestre (UniEVANGÉLICA – Campus
Ceres)
(ORIENTADORA)**

**Charles Lourenço de Bastos, Mestre (UniEVANGÉLICA– Campus Ceres)
(EXAMINADOR INTERNO)**

**Vitor Magalini Zago de Sousa, Mestre
(EXAMINADOR EXTERNO)**

CERES/GO, 19 de junho de 2020.

ANALISE DA VIABILIDADE ECONÔMICO FINANCEIRA DO SISTEMA DE ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA

Kaique Matias Alves Oliveira¹
Nayara Matias Magalhães²
Janaine Mônica de Oliveira Sousa³

RESUMO

O sol é uma fonte intensa e inesgotável de energia, o que atrai a atenção para uma maneira de se aproveitar dessa fonte transformando-a em energia elétrica, por meio de um sistema chamado sistema de energia solar fotovoltaico. Foi realizado um estudo de caso em três projetos, sendo dois comerciais e um residencial, de tipo *On grid*, no qual o sistema é diretamente conectado a rede de distribuição elétrica. Para a análise da viabilidade econômico-financeira, foram considerados o *payback* descontado, índice de lucratividade, valor presente líquido e a taxa interna de retorno. O presente estudo teve como objetivo realizar essa análise como uma alternativa para redução de custos e diversificação energética de forma sustentável. Os resultados obtidos revelaram a viabilidade dos projetos de tipo *On grid*, graças à redução de custos, ao elevado retorno do valor investido e benefícios gerados ao meio ambiente.

Palavras-chave: Energia solar. Sistema fotovoltaico. Sustentável. Viabilidade econômico-financeira.

¹ Discente do curso de Engenharia Civil do Centro Universitário de Anápolis (UniEVANGÉLICA) – Campus Ceres. E-mail: kaiquematias_a_o@hotmail.com

² Discente do curso de Engenharia Civil do Centro Universitário de Anápolis (UniEVANGÉLICA) – Campus Ceres. E-mail: naymatias93@gmail.com

³ Mestre, professor do curso de Engenharia Civil do Centro Universitário de Anápolis (UniEVANGÉLICA) – Campus Ceres. E-mail: monica.janaine@gmail.com

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	7
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	8
3 METODOLOGIA	12
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	14
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	16
6 REFERÊNCIAS.....	17

1 INTRODUÇÃO

Com o constante crescimento populacional e desenvolvimento tecnológico, a demanda por energias se intensifica, logo fontes de energias não renováveis utilizadas em grande escala poderão se esgotar em algumas décadas. Para a produção de energias convencionais é necessário o uso de máquinas rotativas, tais como turbina e gerador que necessitam de uma rotina de manutenção mais complexa, além da poluição sonora durante o seu funcionamento. Para a construção de uma hidrelétrica são causados danos irreversíveis a fauna e flora, muitas espécies morrem por falta de alimento ou exposição aos predadores além de danos causados à vegetação local que tem que ser retirada para sua execução (GOMES, 2016). Por esse motivo vem sendo realizados esforços para busca de novas alternativas nageração de energia de forma sustentável.

A energia solar fotovoltaica é a conversão de energia solar em eletricidade, sendo uma fonte de energia limpa, pois para seu funcionamento não há emissões de gases indesejáveis, e é uma fonte renovável devido à natureza inesgotável do Sol (BRITO, 2006).

O sistema de energia solar fotovoltaico é composto por um ou mais módulos fotovoltaicos e por um conjunto de componentes como baterias, controladores de carga, inversores e outros equipamentos de proteção. Os componentes podem variar de acordo de acordo com que é exigido no projeto de dimensionamento. Os módulos são capazes de gerar energia elétrica em corrente contínua assim permitindo alimentar somente cargas que necessitam de corrente contínua, entretanto a maioria das cargas utilizadas é de energia alternada sendo assim necessário o uso de inversores. Leva-se em consideração o controle de frequência, amplitude e índices de distorções harmônicas (BRAGA, 2008).

A aquisição da energia solar fotovoltaica não só trás benefícios sustentáveis como também econômicos, possibilitando a produção da própria energia seja residencial ou comercial, com a aquisição dos painéis solares. Algumas taxas da fonte convencional causam instabilidade de valor aplicada aos boletos, enquanto a energia solar trás para o proprietário, independência e um consumo mínimo. Segundo Braga (2008), o valor investido é retornado em poucos anos com a redução na conta de energia; a vida útil dos painéis pode chegar a superar 25 anos. De acordo com a Resolução Normativa 482/12 da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL, 2012), quando o consumo for maior do que a geração, há um desconto na tarifa, podendo chegar até 95% de economia.

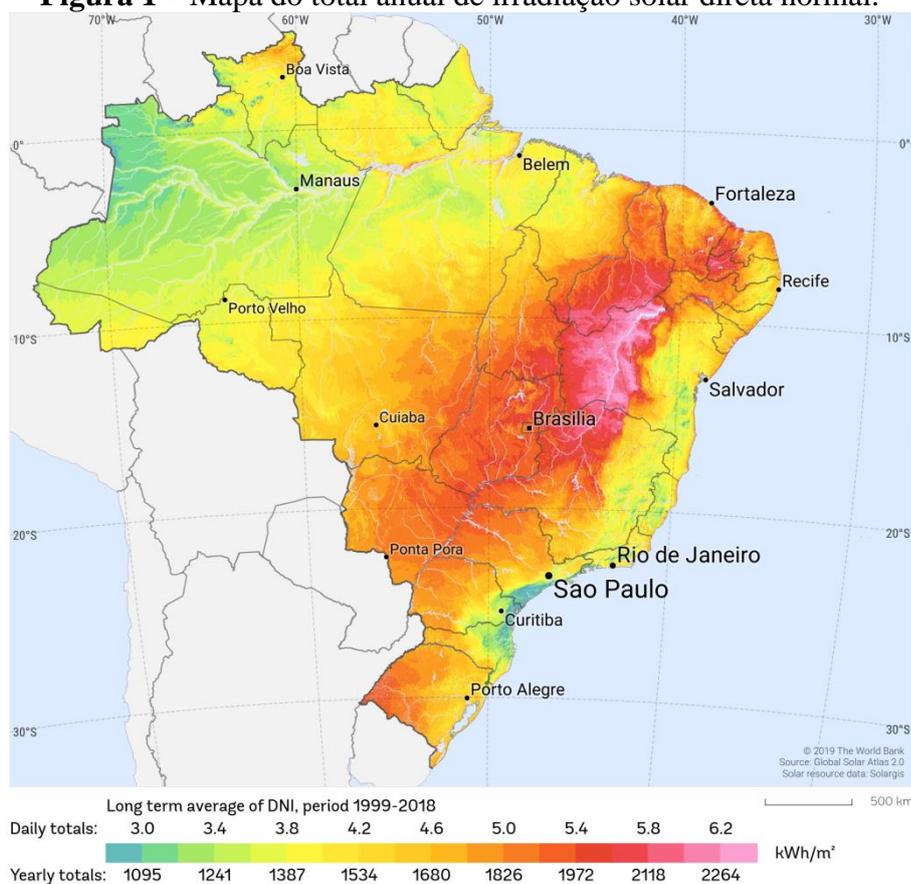
O presente artigo apresenta um estudo sobre um meio alternativo como solução para atender a oferta de demanda de energia, convertendo a energia solar em energia elétrica quealém de cooperar com o desenvolvimento sustentável, também é mais economicamente viável. Com a energia solar é possível haver redução de 50% até 95% na fatura, mas para isso há um grande investimento nos equipamentos, podendo levar de 4 a 9 anos para o retorno do investimento, dependendo de cada projeto (SANTOS, 2018). Foram também realizados estudos sobre a viabilidade econômica financeira do projeto de energia solar, para esta análise realizou-se pesquisas entre projetos comerciais e residenciais de sistemas já instalados e em produção de energia. Analisou-se os dados obtidos para se ter a conclusão se a fonte de energia solar fotovoltaica seria uma alternativa viável ou não.

A viabilidade econômica e financeira dos projetos foi realizada livre dos impostos, sendo estes cobrados de acordo com as diretrizes de cada região. Este artigo apresenta informações sobre os impostos, taxas, sistema de compensação de energia da energia solar fotovoltaica. Os impostos e taxas a ser cobrados são ICMS, PIS, COFINS, Iluminação pública, bandeiras tarifárias. Esses impostos serão cobrados somente no retorno dos créditos ou quando for necessário receber energia da distribuidora, caso o sistema não produza energia suficiente ao que está sendo consumido.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

O Brasil possui grande potencial energético se tratando de energia solar, sendo o segundo país que mais recebe irradiação solar, perdendo somente para a Austrália. Por se localizar próximo a linha do equador, o país possui alta capacitação de energia solar em grande escala, onde segundo Ferreira, 2016, a irradiação global pode variar de 4,25kWh/m² até 6,5kWh/m² por dia, e em qualquer parte do território variam de 1500 à 2500 kWh/m²/ano, que pode ser analisado na Figura 1 (Global Solar Atlas, 2019), superiores aos da maioria dos países da Europa, como Alemanha que varia de 900 a 1250 kWh/m²/ano.

Figura 1 – Mapa do total anual de irradiação solar direta normal.



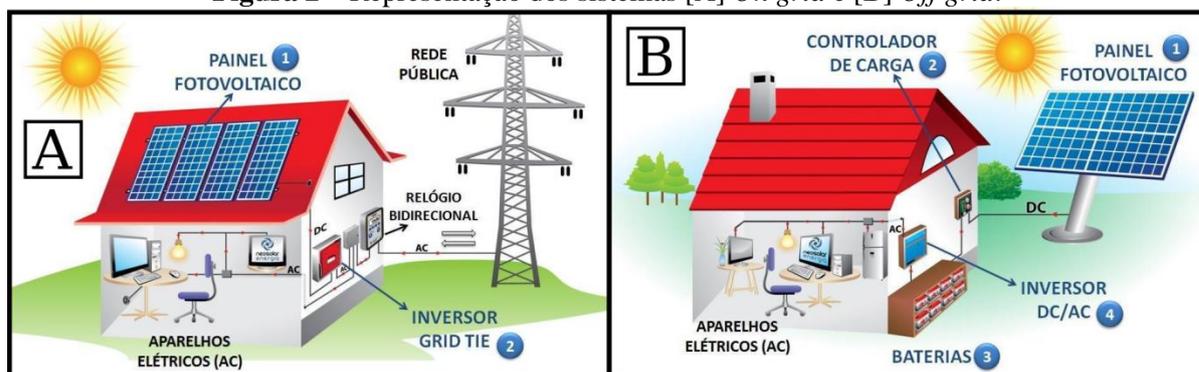
Fonte: Alterado de Global Solar Atlas (2019).

O país tem grande capacidade de receber energia solar em até mesmo seu ‘pior lugar’ tendo produção 40% superior em relação à Alemanha. A implantação de painéis de energia solar fotovoltaica é uma opção para substituir o meio convencional de geração de energia, pois a sustentabilidade é um dos pilares da sua utilização, sem deixar de lado a redução de custos em produzir a própria energia (ALDO SOLAR, 2019).

Há três tipos de sistemas fotovoltaicos: sistema *On grid*, *Off grid* e Híbrido. O sistema *On grid* trata-se de um sistema interligado a rede, sendo desnecessário o uso de armazenamento em baterias, pois toda energia gerada é entregue a rede pública. Para esse procedimento são utilizados inversores especiais que devem satisfazer severas exigências de qualidade e segurança. O sistema *Off grid* ou como conhecido no Brasil, sistema isolado é um sistema autônomo e independente da rede elétrica, podendo ou não utilizar um sistema de armazenamento de energia. São totalmente fotovoltaicos e não apresentam fontes de energia

complementares à conversão de energia provida pelos módulos solares. Ambos os sistemas citados anteriormente podem ser observados na Figura 2 abaixo. O sistema Híbrido conta com mais de uma fonte de energia integrada, associando o uso de outras fontes de energia geradoras ao sistema fotovoltaico. Essas combinações podem ser por geradores eólicos, diesel, gás, gasolinas e outros combustíveis que assegurem a carga da bateria na ausência do sol (FERREIRA, 2016).

Figura 2 – Representação dos sistemas [A] *On grid* e [B] *Off grid*.



Fonte: Adaptado de NeoSolar (2020).

Todos os projetos analisados são do tipo de sistema *On grid*, ou seja, conectados a rede pública. Em todos os sistemas de energia conectados a rede pública é cobrada a taxa mínima de acordo com a disponibilidade com a taxa de iluminação pública. Esse valor varia conforme a fase a que você está conectado (ANEEL, 2010). Além dessas taxas ainda podem ser cobradas outras como bandeiras amarela e vermelha, e impostos como PIS e Cofins.

No Brasil, o Distrito Federal e mais 26 estados incluindo Goiás possuem isenção de ICMS para energia solar, mediante as diretrizes do Convênio ICMS 16/2015, de autoria do Conselho Nacional de Política Fazendária (Confaz). Mas há algumas regras para essa isenção, em 22 de abril de 2015, o convênio 16/2015 tomou como base para a sua elaboração e aplicabilidade as regras do segmento de geração de distribuída em vigor na época, constantes na Resolução Normativa 482 de 2012.

Toda energia usada e não consumida pelo consumidor é injetada na rede da distribuidora e concedida a esta como um empréstimo gratuito, sendo então devolvida ao consumidor na forma dos créditos energéticos. No momento que o sistema não produz energia, ou quando o sistema não é capaz de gerar energia suficiente para o consumidor, a energia faltante continua vindo pela rede elétrica da distribuidora. A energia injetada a rede publica volta em forma de crédito, e ao retornar a unidade consumidora é cobrado a taxa de ICMS estabelecido de acordo com as diretrizes do estado (BLUESOL, 2018). Para os projetos localizados no estado de Goiás é cobrado alíquota de 17% do ICMS. PIS e COFINS são tributos federais que de acordo com a Lei Federal 13.169/15 foram isentos da energia solar injetada a rede publica em todo país (CENÁRIO SOLAR, 2019).

Em 2015 a Aneel criou as bandeiras tarifárias, onde são definidas em três modalidades sendo elas a bandeira verde, amarela e vermelha. Essas bandeiras indicam se há ou não acréscimo no valor final da fatura. Bandeira vermelha e amarela é cobrado assim como os outros impostos ICMS, PIS e Cofins (ANEEL, 2015). Somente encima dos créditos e da energia elétrica utilizada em momentos que o sistema não está produzindo energia solar. As bandeiras tarifárias funcionam de acordo com as características do Quadro 1 a seguir:

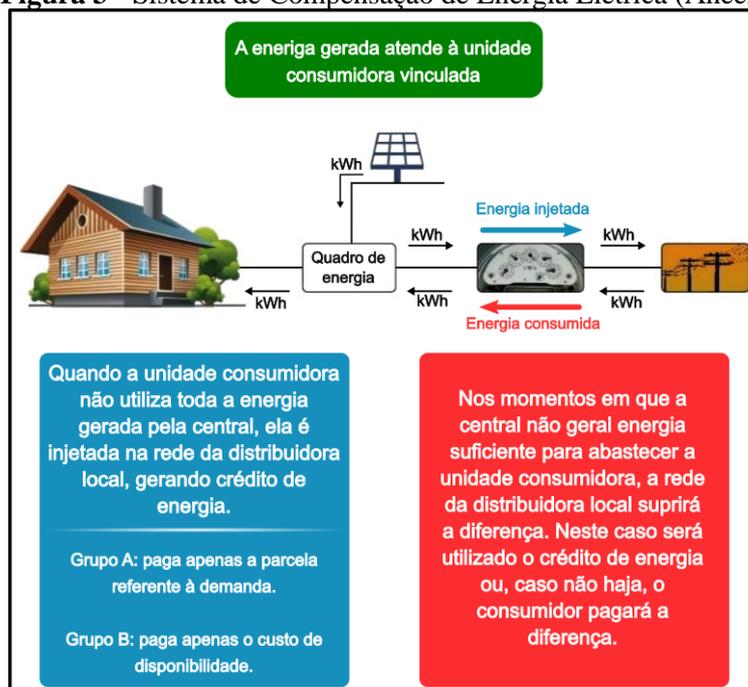
Quadro 1 – Bandeiras tarifárias.

Bandeiras Tarifárias	Condições	Acréscimos
Bandeira verde	Condições favoráveis para a produção de energia	Não sofre acréscimos
Bandeira amarela	Condições menos favoráveis para a produção de energia	Acréscimo de R\$ 0,01343 para cada quilowatt-hora (kWh) consumidos
Bandeira vermelha patamar 1	Condições críticas para a produção de energia	Acréscimo de R\$ 0,04169 para cada quilowatt-hora kWh consumido
Bandeira vermelha patamar 2	Condições ainda mais críticas para a produção de energia	Acréscimo de R\$ 0,06243 para cada quilowatt-hora kWh consumido

Fonte: Próprios autores (2020).

A Resolução Normativa nº 482/2012 traz uma importante inovação, ela permite um Sistema de Compensação de Energia, permitindo que a energia gerada a mais do que consumida seja injetada na rede pública e assim gerando créditos de energia. A rede distribuidora armazena a energia injetada até que a unidade consumidora necessite desta energia, caso seu sistema não esteja produzindo energia solar suficiente como é consumida e assim é necessário o uso dos créditos. Essa situação acontece devido ao sistema de energia solar não estar recebendo energia solar suficiente, como em período noturno, tempo nublado e horários de picos de energias excessivos (ANEEL, 2012). A Figura 3 é um representativo do método de compensação de energia.

Figura 3 - Sistema de Compensação de Energia Elétrica (Aneel).



Fonte: Adaptado de Aneel (2012).

Se em um ciclo de faturamento de energia injetada na rede for maior que a energia consumida, o consumidor receberá um crédito em energia (kWh) na próxima fatura. Caso contrário, o pagará apenas a diferença entre a energia consumida e a gerada. Nesta ocasião o consumidor ainda poderá pagar impostos (ICMS e PIS/COFINS) que são baseados de acordo com cada estado. Havendo excedente de energia injetada que não tenha sido compensada no ciclo de faturamento corrente, a distribuidora utilizará essa diferença positiva para abater o consumo medido em outras unidades consumidoras de mesmo titular com o mesmo CPF ou CNPJ ou em meses subsequentes.

3 METODOLOGIA

Para elaboração da pesquisa foram realizados estudos através de revisão bibliográfica e estudo de caso sobre o sistema de energia solar fotovoltaica, viabilidade, composição de seu sistema e seus benefícios ambientais. A análise da viabilidade econômico-financeira do sistema foi realizada através de dados obtidos por proprietários dos sistemas de energia solar e consultores da empresa ILUMISOL, especializada em vendas de sistemas de energia solar fotovoltaica, da qual todos os proprietários adquiriram os produtos. Para a análise da viabilidade econômico-financeira da energia solar fotovoltaica foi observado o *payback* descontado, valor presente líquido (VPL), índice de lucratividade (IL) e taxa interna de retorno (TIR). Com o objetivo de analisar os dados obtidos para se ter a conclusão da viabilidade do sistema de energia solar fotovoltaica.

Para o cálculo de viabilidade econômico-financeira foram utilizadas planilhas eletrônicas do pacote Microsoft Office Excel. Para se obter os resultados esperados foram inseridos dados como investimento do projeto, fluxo de caixa anual e taxa mínima de atratividade (TMA).

Foram analisados três projetos de diferentes atividades onde já foi instalado o sistema de energia solar fotovoltaico, que serão identificados como projetos A, B e C. O projeto A trata-se de um prédio comercial e residencial ao qual pertence a uma rede de *fast-food*, um consultório odontológico, dois apartamentos no pavimento superior e também um condomínio. O projeto B trata-se de uma residência de consumo mediano. O projeto C é um supermercado. Os projetos A e C se encontram na cidade de Ceres – GO enquanto o projeto B se encontra na cidade de Rio Verde – GO. Todos os projetos possuem o sistema *On grid*, em que os painéis e inversores que compõem o sistema são conectados diretamente na rede e produzem energia suficiente para seu próprio abastecimento.

Cada projeto possui um sistema de energia solar fotovoltaico com diferentes componentes onde foram dimensionados a partir da energia consumida. No Quadro 2 abaixo são apresentados os componentes do sistema de energia fotovoltaico da cada projeto.

Quadro 2 - Componentes do sistema de energia solar fotovoltaico.

Componentes do sistema de energia solar fotovoltaico			
	Projeto A	Projeto B	Projeto C
Tipo de sistema	<i>On grid</i>	<i>On grid</i>	<i>On grid</i>
Quantidade de módulos de silício policristalino	277	8	250
Quantidade de inversores	2	1	2
Quantidade de controladores de carga	1	1	1
Quantidade de baterias	0	0	0

Nota: Além dos componentes citados acima, todos os sistemas são compostos por cabos, parafusos, chaves, fusíveis e disjuntores, componentes que devem ser apropriados para operar em corrente contínua.

Fonte: Próprios autores (2020)

Foram utilizadas fórmulas lógicas em uma planilha eletrônica (Microsoft Excel) para o cálculo. Onde foram inseridos os dados adquiridos na pesquisa de estudos de caso e fórmulas para se chegar à conclusão da existente, ou não, viabilidade do projeto.

Foi calculada a análise de viabilidade econômica financeira dos três projetos, onde primeiramente foi inserido o valor do investimento de cada projeto e em seguida o fluxo de caixa de cinco anos, com esses dados foi possível obter valor presente (VP). O fluxo de caixa é o movimento de entradas e saídas de todo dinheiro gerado pelo projeto.

O cálculo de viabilidade econômico-financeira se deu observando entre quatro características. O *payback* descontado que aborda um método de análise capaz de evidenciar o tempo necessário para se recuperar um investimento inicial (MOURA, 2015). O valor do investimento somado com o VP de cada ano irá apresentar o tempo de retorno do valor investido no projeto. O IL é o VP dividido pelo investimento inicial. De acordo com Alexandre Neto (1992) o índice de lucratividade acima de 1,0 indica um VPL maior que zero, revelando que o projeto é economicamente atraente.

O VPL é o resultado da somatória do VP de cada projeto menos o valor do investimento. Espera-se que o VPL apresente um valor positivo assim significa que o projeto retorna a TMA. Um investimento que retorna um valor negativo não é viável de se executar. A TIR é a taxa que faz o VPL se igualar a zero, que é o retorno de fato do projeto. Essa taxa representa a taxa de desconto (taxa de juros), que se iguala em um único momento os fluxos de entradas com os de saída, onde se leva todos de caixa no momento zero (Alexandre Neto, 1992).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise de viabilidade dos três projetos foi realizada utilizando planilhas formuladas no Excel, onde primeiramente inseriu-se o investimento de cada projeto e posteriormente o fluxo de caixa anualmente. Foi considerada a taxa de atratividade de 10% onde que o projeto para ser atrativo deveria ter uma porcentagem maior que 10% ao ano para saber se seriam viáveis os investimentos (Alexandre Neto, 1992). Os resultados de cada projeto podem ser observados no Quadro 3.

Quadro 3 – Resultado de análise de viabilidade econômica financeira dos projetos A, B e C.

Taxa Mínima de Atratividade: 10% a.a						
	<i>Payback</i> descontado	Índice de lucratividade			VPL	TIR
P1	4 anos e 4 meses	1,48			R\$124.316,75	13,8% a.a
P2	4 anos e 3 meses	1,56			R\$ 8.630,82	15,85% a.a
P3	4 anos e 2 meses	1,53			R\$190.440,99	15,31% a.a
Anuais	Projeto A	1	2	3	4	5
	Investimento	Fluxo de caixa 1º ano	Fluxo de caixa 2º ano	Fluxo de caixa 3º ano	Fluxo de caixa 4º ano	Fluxo de caixa 5º ano
	-R\$257.521,29	R\$ 63.505,00	R\$69.400,00	R\$ 75.769,00	R\$ 82.763,00	R\$90.402,00
VP	R\$381.838,00	R\$ 63.505,00	R\$69.400,00	R\$75.769,00	R\$ 82.763,00	R\$90.402,00
		-R\$194.016,00	-R\$124.617,00	-R\$48.847,00	-R\$33.915,00	R\$ 124.317,00
Anuais	Projeto B	1	2	3	4	5
	Investimento	Fluxo de caixa 1º ano	Fluxo de caixa 2º ano	Fluxo de caixa 3º ano	Fluxo de caixa 4º ano	Fluxo de caixa 5º ano
	-R\$15.363,87	R\$ 3.991,00	R\$ 4.359,00	R\$ 4.762,00	R\$ 5.201,00	R\$ 5.681,00
VP	R\$ 23.995,00	R\$ 3.991,00	R\$ 4.359,00	R\$ 4.762,00	R\$ 5.201,00	R\$ 5.681,00
		-R\$ 11.373,00	-R\$7.014,00	-R\$ 2.252,00	-R\$2.949,00	R\$ 8.631,00
Anuais	Projeto C	1	2	3	4	5
	Investimento	Fluxo de caixa 1º ano	Fluxo de caixa 2º ano	Fluxo de caixa 3º ano	Fluxo de caixa 4º ano	Fluxo de caixa 5º ano
	-R\$356.129,31	R\$ 94.049,00	R\$100.538,00	R\$108.50,00	R\$ 117.101,00	R\$ 126.379,00
VP	R\$ 546.570,00	R\$ 94.049,00	R\$100.538,00	R\$108.503,00	R\$ 117.101,00	R\$ 126.379,00
		-R\$262.080,00	-R\$161.542,00	-R\$53.038,00	-R\$64.062,00	R\$190.441,00

Fonte: Próprios autores (2020).

Os três projetos tiveram resultados positivos, todos tiveram retorno de investimento e geração de lucros. Em análise ao *payback* descontado os projetos levaram de 4 anos e 2 meses a 4 anos e 4 meses para se retornar o valor investido, levando em conta a vida útil mínima do sistema de 25 anos e ainda teria mais de 20 anos gerando lucros.

Levando em conta todos os resultados positivos para a análise da viabilidade econômico-financeira os projetos são viáveis para se investir. Os projetos não só obtiveram o retorno do valor investido como também foram capazes de gerar lucros muitos anos após o seu *payback*. Nesta análise leva-se em conta a taxa mínima de atratividade ao ano, como se o dinheiro investido fosse depositado em uma alguma instituição financeira gerando 10% de lucro

ao ano, o dinheiro aplicado no sistema de energia solar poderia gerar um lucro superior ao investidor.

O estudo sobre o sistema foi realizado livre de impostos como ICMS, PIS e COFINS, bandeira vermelha, bandeira amarela e iluminação pública. Porém os impostos cobrados são menores e não muda sobre a viabilidade do sistema, como exemplo no projeto C, o projeto de energia solar foi implantado a menos de 5 anos já tendo descontado seu *payback*, assim retornando o valor do investimento e hoje gerando lucro para seu proprietário.

O IL deve ser maior que 1, para o projeto valer seu investimento. Quando $IL > 1$ entende-se que cada R\$ 1,00 investido você terá um retorno maior que seu investimento (Alexandre Neto, 1992). Quando $IL < 1$ já acontece o inverso, o projeto terá um retorno menor que seu investimento, sendo assim o projeto não é economicamente viável. Ao se analisar o IL no Quadro 3, os três projetos pode-se notar que o índice de lucratividade é maior que 1, portanto todos os projetos terão um retorno superior ao valor investido no sistema.

Ainda no Quadro 3, nota-se que os três projetos apresentam um VPL positivo, indicando que terão capacidade de gerar lucro. Caso um dos projetos apresentasse valor igual à zero indicaria que o projeto levaria alguns anos para pagar o seu investimento, mas não iria gerar lucro. Caso o projeto apresentasse valor negativo esse investimento não iria gerar lucro e sim prejuízos (PARMAIS, 2017).

Para se analisar a TIR de um projeto deve se levar em conta a TMA em que a porcentagem do projeto deve ser superior ao TMA para se tornar um projeto atraente para o investidor. Em análise aos dados obtidos pode-se notar que os três projetos são superiores a 10%, confirmando sua viabilidade de investimento.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Após a análise econômico-financeira e estudo de caso dos três projetos selecionados para composição do trabalho, foi revelada, a partir dos dados obtidos, a viabilidade da implantação do sistema em todos os casos devido à redução de custos e ao elevado retorno financeiro, além dos benefícios ao meio ambiente.

O estudo realizado sobre investimento da implantação no sistema de energia solar fotovoltaica comprovou que sua utilização pôde gerar lucros ao longo de vinte anos, já que o tempo de retorno do investimento foi pouco mais de quatro anos em todos os projetos, totalizando assim os vinte e cinco anos mínimos de funcionamento dos painéis.

6 REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELETRICA. **Bandeiras Tarifárias**[online] São Paulo, 24 de novembro de 2015. Disponível em: <https://www.aneel.gov.br/bandeiras-tarifarias>. Acesso em: 24 maio de 2020.

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELETRICA. **Energia Solar** [online] São Paulo, 2012. Disponível em [http://www2.aneel.gov.br/aplicacoes/atlas/pdf/03-Energia_Solar\(3\).pdf](http://www2.aneel.gov.br/aplicacoes/atlas/pdf/03-Energia_Solar(3).pdf). Acesso em: 24 maio 2020.

ALDO SOLAR. **ENERGIA SOLAR: como calcular o tamanho de um projeto fotovoltaico?** Paraná – Maringá, 2019.

ALEXANDRE NETO, A. **Os Métodos Quantitativos De Análise De Investimentos** [online]. São Paulo, 6 de outubro de 1992. Disponível em http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-92511992000300001. Acesso em: 10 maio 2020.

BLUESOL. **Isenção de ICMS Para Energia Solar [INFOGRÁFICO SUPREMO]** [online]. São Paulo, 11 jul 2018. Disponível em: <https://blog.bluesol.com.br/infografico-isencao-de-icms-para-energia-solar>. Acesso em: 10 maio 2020.

BRAGA, R. P. **Energia solar fotovoltaica: fundamentos e aplicações**. Rio de Janeiro – UFRJ, 2008.

BRITO, C. B. **Energia fotovoltaica: Conversão de Energia Solar em Eletricidade**. Lisboa, Portugal – Faculdade de Ciências da Faculdade de Lisboa, 2008.

CENÁRIO SOLAR. **Legislação e Tributos na Geração de Energia Solar Fotovoltaica** [online]. Rio de Janeiro, 24 jan 2019. Disponível em: <https://cenariosolar.editorabrasilenergia.com.br/legislacao-e-tributos-na-geracao-de-energia-solar-fotovoltaica>. Acesso em: 10 maio 2020.

FERREIRA, R.D.E., **METODOLOGIA DE APLICAÇÃO EFICIENTE DE ENERGIA SOLAR EM RESIDÊNCIAS**. Rio de Janeiro - UFRJ, 2016.

GLOBAL SOLAR ATLAS [online] 2019. Disponível em: <https://globalsolaratlas.info/download/brazil>. Acesso em: 20 ago. 2019.

GOMES, D. P. **Impactos Socioambientais na Construção de Usinas Hidrelétricas** – Juína - MT – Instituto Superior de Educação do Vale do Juruena MT, 2016.

MOURA, G.D. **Análise da viabilidade econômico-financeira da energia solar fotovoltaica em uma Instituição de Ensino Superior do Sul do Brasil** – Foz do Iguaçu – Unochapecó-PR – 2015.

NEOSOLAR. **Sistema de energia solar e seus componentes** [online]. São Paulo, SP. Disponível em <https://www.neosolar.com.br/aprenda/saiba-mais/sistemas-de-energia-solar-fotovoltaica-e-seus-componentes>. Acesso em: 20 ago. 2019.

PARMAIS. **Como Fazer Análise de Viabilidade Econômica e Financeira** [online]. São Paulo, 18 abr 2017. Disponível em: <https://www.parmais.com.br/blog/como-fazer-analise-de-viabilidade-economica-e-financeira>. Acesso em: 10 maio 2020.

RESOLUÇÃO NORMATIVA N° 414, de 9 de Setembro de 2010. RN 414/10: Estabelece as condições gerais de fornecimento de energia elétrica de forma atualizada e consolidada. Brasília, 2010.

RESOLUÇÃO NORMATIVA N° 482, de 17 de Abril de 2012. RN 482/12: 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, 2012.

SANTOS, E. K. **Diretrizes para a concepção de projetos de sistema fotovoltaico conectado à rede em residências de médio padrão na cidade de Pato Branco – Paraná.** – UTFPR-PB, 2018.