

ESTUDO DE VIABILIDADE ECONÔMICO-FINANCEIRO DA ENERGIA FOTOVOLTAICA NO ESTADO DO CEARÁ: UMA ANÁLISE COMPARATIVA

Michel da Silva Lima

Resumo: mesmo com o aumento e investimentos na área da energia fotovoltaica, é muito difícil ver em residências familiares geradores dessa natureza. O Presente artigo parte de uma análise econômico-financeira da viabilidade de sua instalação em residências localizadas no estado do Ceará, partindo de dois cenários 1 considerando valores de investimento a vista e outro analisando o imposto que a ANEEL quer incrementar para geração de energia. Para suporte teórico e contextual foi utilizado artigos e dissertações sobre o assunto, além de análise de estudiosos e teóricos da área que trabalham em algum órgão governamental voltado para economia e/ou energia. A Taxa interna de Retorno (TIR) foi o método utilizado para comprovar a hipótese, com auxílio do Excel para otimizar os cálculos, onde demonstrou que para um período de 5 anos é viável a instalação de usinas geradoras de energia solar, na qual a residência tenha um consumo de a partir de 298,08 kWh, com tudo pode ser até menos, no entanto o retorno vai demorar mais tempo. O mesmo também inviabilizou a o projeto se caso a resolução da ANEEL for aprovada incidindo uma taxa de 42% a 60% no valor da geração.

Palavras-chave: fotovoltaica ; renovável; investimento

1. INTRODUÇÃO

A muito tempo a energia elétrica se tornou um item de necessidade básica, e seu consumo, se torna cada vez maior com o passar dos anos. Como no Brasil boa parte da produção energética provém de hidrelétricas, e as mesmas dependem das condições hídricas do local, em períodos de estiagem de chuvas, a baixa dos rios resulta na procura por outras formas de gerar energia, como por exemplo as termoelétricas, que é uma forma cara de se produzir energia elétrica a partir da queima de combustíveis fósseis para gerar calor, causando assim um aumento no custo do processo, ao qual, vai ser distribuído para a população em forma de taxas[1].

Outro ponto importante a se focar, são as questões da preservação ambiental, que virou pauta de grande importância no mundo, pois os impactos gerados não afetam apenas os locais de emissão, mais sim todo o planeta. Para que isso ocorra foi criado um tratado entre os países a fim de reduzir esses impactos, assim, existem fiscalizações do próprio estado e de órgãos intergovernamentais, que garantem a execução do mesmo. Logo os países têm que se esforçar para desenvolver boas práticas limpas para implementar e suprir totalmente o consumo por completo de forma sustentável

Uma das formas que vem tendo bom crescimento dentro do mercado é a energia provinda do sol, uma fonte sustentável e infinita que está à disposição do planeta na qual o nosso país tem grande potencial para geração em praticamente todas as suas regiões [2] . No entanto, o Brasil ainda não é um país em que sua população faz uso veementemente dessa fonte de energia, principalmente em residências familiares. Sua grande maioria são utilizadas apenas por grandes indústrias e empresas que tem um custo energético maior em relação a uma casa de família, o que deixa dúvidas em relação a sua eficiência econômica para pequenos consumidores.

A esse ponto, em meados de 2019 a energia solar já não é tão nova no Brasil, afinal ela está presente a muito tempo em nosso meio, no entanto, só em 2012 começou a ser mais falada e incentivado o seu uso.

Fato que na atualidade a mesma já deveria estar bem madura na cabeça da população, que ainda se encontra bem desconfiada dos seus benefícios, principalmente financeiros, logo em um país onde a capacidade consumida não chega nem perto da de produção[3].

O provável é que existe um receio por parte da população, pois se faz necessário fazer um investimento inicial alto, com uma proposta de recebimento de lucro após um período. A falta de programas de incentivos para que o consumidor fique mais seguro em contratar o serviço é uma das principais alavancas que torno um setor desvalorizado dentre as outras energias.

No presente artigo vai ser analisado até que ponto a instalação de um sistema de geração de energia fotovoltaica é viável ou não, partindo do ponto de vista econômico de um consumidor situado no estado do

Ceará que deseja reduzir seus gastos com eletricidade sem comprometer seu consumo mensal. Para isso vai ser levado em consideração um padrão para o consumo necessário da residência que poderá ser definido pela quantidade de aparelhos hipotéticos utilizados por uma família durante o mês e as taxas impostas pela companhia energética da região ENEL (ente nazionale per l'energia elétrica), assim como o valor do investimento. Também se faz necessário mostrar tabelas que demonstrem valores que viabilizem esse projeto ou não, incrementando situações diversas de consumo e tentando aproximar um possível tempo para retorno do investimento.

A metodologia utilizada para os resultados e discursões vai ser a ferramenta TIR (taxa interna de retorno), que é a medida relativa expressa em percentual que mostra o quanto rende um investimento, considerando a mesma periodicidade do mesmo, no qual vai ser usado o Excel a fim de otimizar os cálculos. Dessa forma vai ser utilizado o padrão conforme descrito, com um valor igual ao consumo anual gasto com energia elétrica, considerando os custos fixos a fim de mostrar um retorno de fluxo durante 5 anos.

Uma análise mais profunda sobre a parte econômica em relação ao investimento inicial se torna um dos pontos chaves, onde podemos dá início com as contas de energia da distribuidora, pois nele tem inscrito muitas informações importantes, que vão ser fundamentais para desenvolvimento do mesmo, das quais podemos citar uma das principais que é as taxas impostas pela mesma, não no sentido da energia elétrica, mas do possível rendimento com a instalação do mesmo

O próprio site da Enel tem informações importante que vão ajudar a compreendermos o pensamento da empresa quanto ao uso da energia fotovoltaica e regras que são necessárias para a implantação de tal sistema, pois se faz necessário usar a rede da empresa para jogar de forma segura o restante da energia acumulada.

Com o estudado, temos uma forma de comprovar essa teoria, analisando e simulando um possível investimento para instalação de tal sistema, de forma, que estabeleça o se o valor vai compensar de forma significativa com o investimento inicial. Tem que ser visto alguns cenários atuais nos quais impostos podem ser cobrados pela geração. É necessário também analisar a renda e formas de compensar a situação, afinal, tal investimento deverá ser pago pelo mesmo de forma certa, ou seja, não adianta apenas instalar, o cliente em questão também terá que ter condições financeiras, assim o ideal é utilizar o valor que ele pagava com conta de luz, como renda para o investimento.

O site da ANEEL (Agência Nacional de Energia Elétrica), também tem muitas informações que vão contribuir, pois ela é o órgão que regulamenta esses processos de geração, de forma nacional, ou seja, todas as suas regras são obrigatórias para todas as distribuidoras.

Buscando essas situações, vai ser mostrado informações da capacidade de produção de energia fotovoltaica no Ceará, pois ela é muito importante, para levar em consideração na hora de desenvolver os possíveis problemas que podem afetar a confirmação desse artigo, de forma a tornar viável o uso em residências considerando uma determinada faixa de consumo.

2. DESENVOLVIMENTO

A energia solar é uma forma de obtenção praticamente infinita ao qual temos em nossas mãos, em (TOLMASQUIN, 2003) ele fala que tem duas formas de obtenção, a passiva e a ativa. Onde a passiva é mais utilizada em arquitetura bioclimática, que nada mais é que a harmonização de construções ao clima para promover uma melhor gestão dos recursos energéticos. E a ativa, que usa diretamente dispositivos para converter a erradicação solar em energia elétrica.[4]

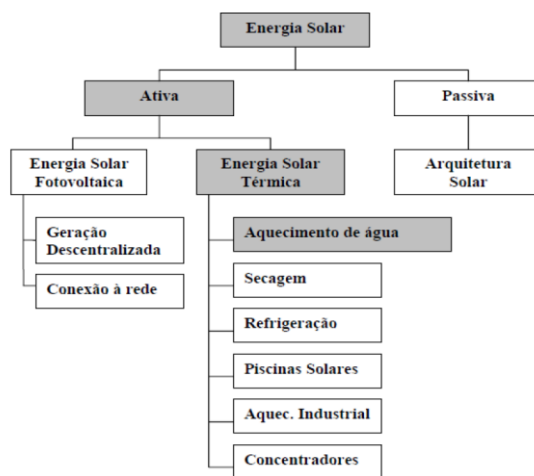


Figura 1. Fluxograma das Aplicações Práticas de Energia Solar. Fonte: TOLMASQUIM, 2003.

Partindo do ponto ativo, energia fotovoltaica trata-se basicamente na transformação da irradiação solar diretamente em energia elétrica a partir de um conjunto de células devidamente conectadas eletricamente e acondicionadas para resistir a exposição ao ar livre e intempérie. Essas células são fabricadas com um material condutor, normalmente o silício, que fazem uma interação entre células positivas e negativas gerando um campo magnético como uma bateria. Assim quando os fótons atingem uma célula, existem uma movimentação de elétrons das células negativas para as positivas gerando assim a energia[5].

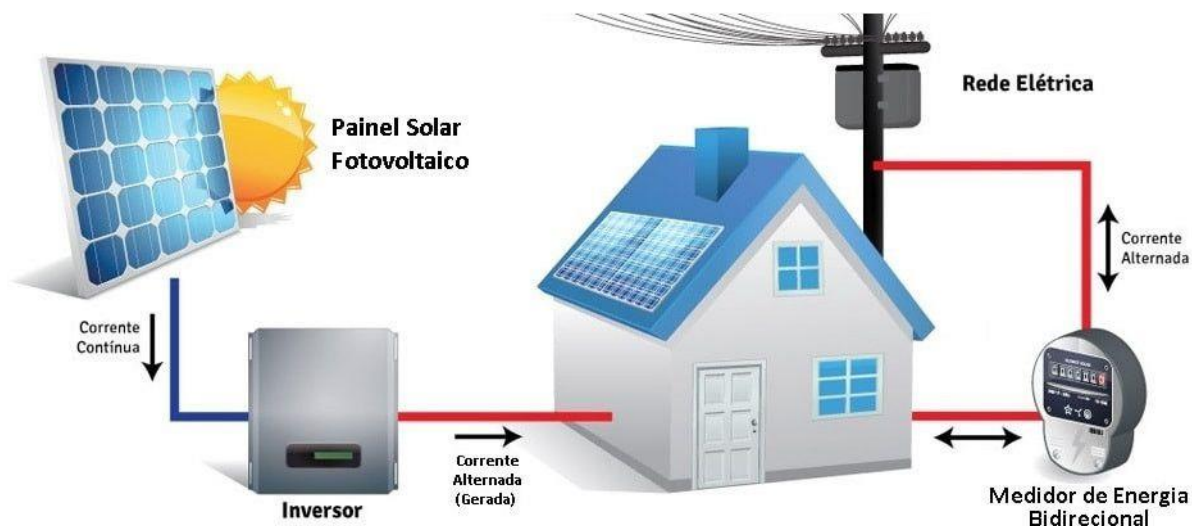


Figura 2. Modelo de geração de energia fotovoltaica (Disponível em: <https://portal.ifba.edu.br/jacobina/noticia/2019/placas-solares-sao-instaladas-no-campus-jacobina>)

Um ponto positivo a ser destacado para a energia fotovoltaica, é que não é necessário um alto índice solar para obtê-la, no entanto, a produção varia com a quantidade, em dias mais nublados a capacidade cai bastante, por isso são usadas baterias para suprir essa falta, isso em casos isolados, para quem tem disponibilidade da rede da distribuidora pode sempre suprir essa falta.

Outro detalhe socioambiental, é que para a construção de usinas fotovoltaicas, devido à baixa eficiência dos sistemas de conversão de energia, os mesmos devem abranger uma grande área a fim de tornar viável o projeto. No entanto, se formos analisar mais a fundo, vemos que a principal fonte de energia no Brasil, a hidrelétrica, também exige uma grande área inundada para a produção, ou seja a nível de comparação, ela acaba não sendo uma medida restritiva para o projeto, mas falando a nível residencial não teremos que nos preocupar com esse aspecto, pois a necessidade vai ser suprida por painéis em menor quantidade, normalmente instalados em cima das casas.

Além da obtenção fotovoltaica, existem também a energia heliotérmica, em que a radiação primeiro é transformada em energia térmica e posteriormente em elétrica. Para explicar melhor, alguns painéis captam a irradiação solar em um determinado ponto, a qual um líquido é aquecido, chegando a evaporar e movimentar turbinas[6]. A principal vantagem do uso da energia heliotérmica é, sem dúvida, a responsabilidade ambiental. Esse é um tipo de energia limpa e renovável que não gera, durante seu processo, emissão de gases poluentes para a atmosfera. Há quem aponte os custos iniciais de implantação do sistema heliotérmico como uma desvantagem, mas até esse aspecto pode ser superado, graças aos grandes avanços e financiamentos oferecidos por alguns bancos para quem deseja usufruir desse meio.

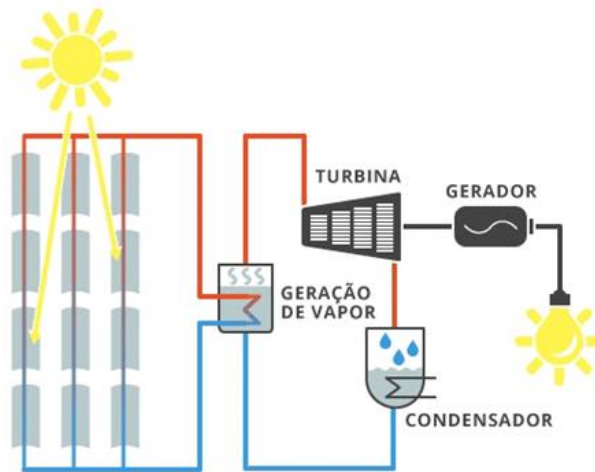


Figura 3. Modelo de geração de energia heliotérmica. (Disponível em: <https://www.portalsolar.com.br/blog-solar/energia-solar/energia-heliotermica-entenda-como-funciona.html>)

2.1. PRODUÇÃO DE ENERGIA NO BRASIL

Segundo a Administração de Informações sobre Energia (IEA) dos Estados Unidos da América (EUA) em 2017 o Brasil, era o oitavo maior consumidor de energia do mundo e o terceiro maior das américas , atrás apenas dos Estados Unidos e do Canadá[7].

O consumo total de energia primária no Brasil cresceu 28% na última década devido ao crescimento econômico. O petróleo e outros líquidos representaram cerca de 46% do consumo doméstico de energia do Brasil[7].

A capacidade instalada de geração em 2017 era cerca de 157 gigawatts (GW), segundo o Ministério de Minas e Energia [9], um aumento de 4,5 em relação a 2016. Em junho de 2017, o Brasil possuía 100 megawatts (MW) de energia fotovoltaica (PV) solar em seu mix de geração, acima dos 1 MW de cinco anos atrás. Até 2024, o governo espera que a capacidade solar global do Brasil ultrapasse 8 GW[7].

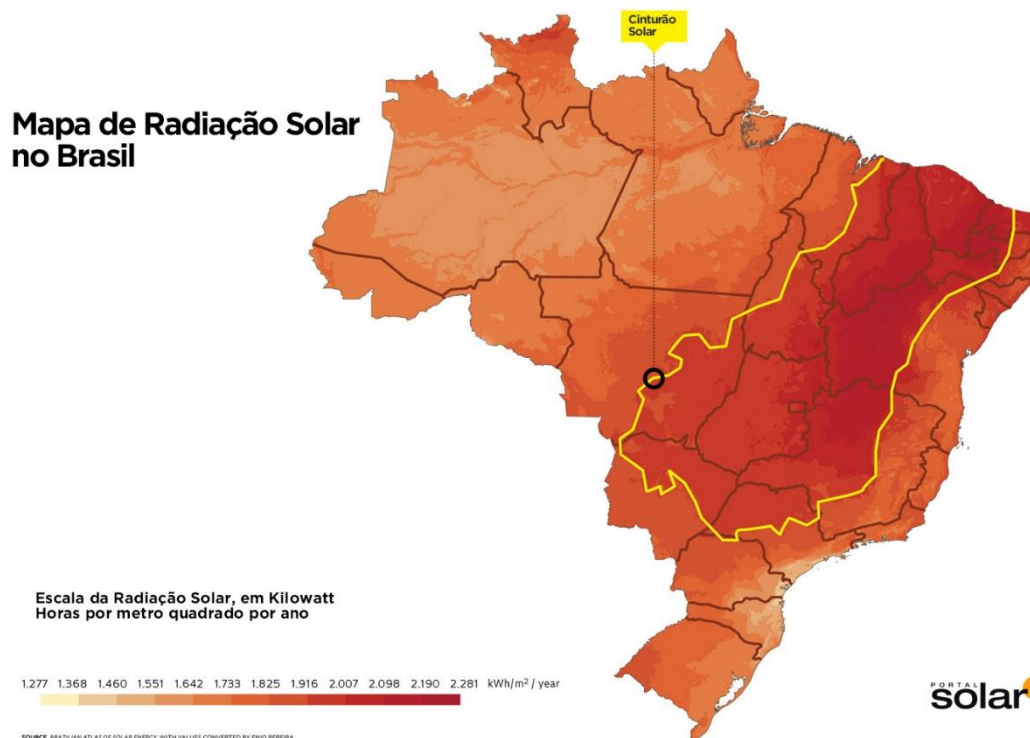


Figura 4: Mapa de irradiação solar no Brasil. (Disponível em: <https://www.portalsolar.com.br/energia-fotovoltaica.html>)

De acordo com a diretoria Técnica da Associação Brasileira de Energia Eólica (ABEEólica) a Matriz Elétrica Brasileira, que apresenta uma configuração Renovável-Térmica, iniciou o mês de fevereiro de 2019 com uma capacidade solar instalada de 1,9 GW, a participação dessa fonte na matriz alcançou 1%, o que é muito baixo para um setor com auto potencial[8].

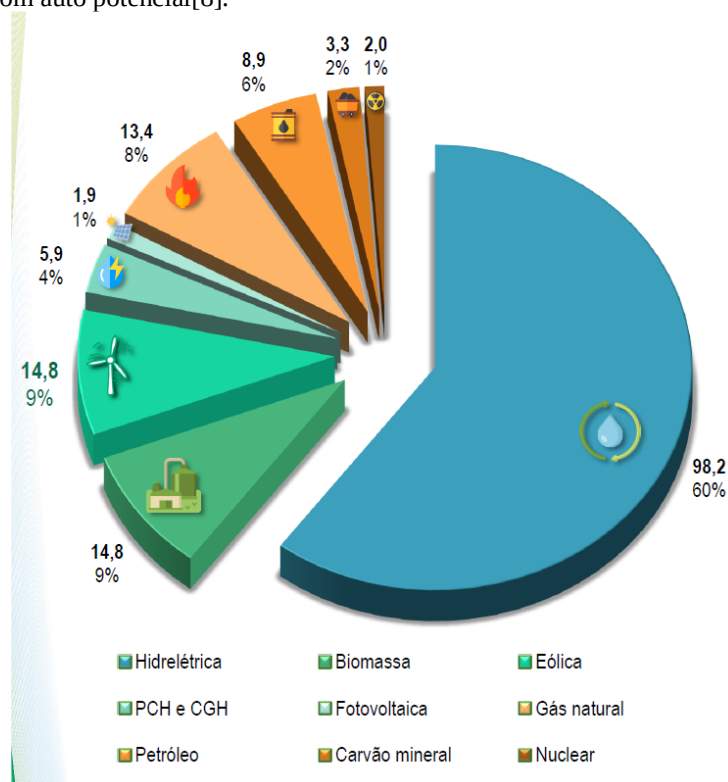


Figura 5. Composição da Matriz Elétrica Brasileira (GW). (Disponível em: <http://abeeolica.org.br/wp-content/uploads/2019/02/N%C3%BAmoros-ABEE%C3%B3lica-02.2019.pdf>)

O Brasil é um país que tem uma alta capacidade para geração de energias renováveis, das quais podemos citar a biomassa, eólica e a solar. Segundo José Mauro de Moraes, pesquisador de energias renováveis e de petróleo e gás do Ipea e autor do *Caderno ODS 7* os investimentos na área, principalmente na fotovoltaica ainda são pequenos, mas vem crescendo de forma significativa com o passar dos anos, afinal com todo esse potencial, ele é maior que de muitos outros países líderes em geração de energia fotovoltaica.[9] Esse aumento se dá graças da melhoria de vida que causa um poder de compra do brasileiro, que adota um sistema de consumismo que tende a crescer cada vez mais. Ou seja, o consumo de energia está diretamente ligado ao desenvolvimento nacional.

Apesar do aumento considerável, a capacidade do Brasil é muito superior a esse número, pois em diversas regiões a possibilidade de geração é superior à de muitos outros países. Nosso clima favorece boa parte das nossas regiões, pois aqui tem-se sol praticamente o ano todo em algumas regiões.

2.2. PRODUÇÃO DE ENERGIA NO ESTADO DO CEARÁ

Para o Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará, em energias renováveis, o estado tem grande relevância dentro do cenário brasileiro. Com desempenhos relevantes em pesquisa, desenvolvimento e instalação de plantas de geração de energia, principalmente no setor de geração eólica, atualmente o Ceará possui 1,2 GW de capacidade (16,1% do Brasil). A energia eólica gerada no Ceará equivale a 41,5% da energia consumida no estado e mostra a grande força desse estado no segmento[10].

Por ser eficiente, limpa e renovável, a energia eólica tem sido uma fonte alternativa importante na elaboração de novos cenários energéticos no Ceará e no Brasil. Devido aos impactos causados pelas formas tradicionais de geração de energia, a introdução de fontes alternativas de energia ganha espaço e o Ceará vem participando neste cenário com mais destaque nos últimos anos

A nova política energética do estado prioriza as fontes renováveis de energia, em especial a eólica e a solar. Para fortalecer e estimular o setor, foi criada a Secretaria Adjunta de Energia, Mineração e Telecomunicações, ligada a Secretaria da Infraestrutura do Estado – SEINFRA. A nova secretaria atua na formulação e na implementação de planos estratégicos e de políticas ligadas ao setor, estabelecendo objetivos, diretrizes e estratégias para garantir a atração de investimentos necessários ao desenvolvimento da cadeia produtiva da área[2].

Em termos de geração de energia por Fonte Solar, o segmento é ainda muito incipiente no Brasil, o que deverá propiciar enormes oportunidades de investimento para o estado, que possui ótimas condições para desenvolvimento da cadeia produtiva de energia solar, a começar pelos significativos índices de radiação solar. A agência distribuidora de energia no estado do Ceará atualmente é a Enel abreviação de ente nazionale per l'energia elétrica, é uma empresa multinacional que atua em vários países.

2.3. COMPRA DE ENERGIA POR PARTE DA DISTRIBUIDORA

Produzir sua própria energia sustentável a partir de uma usina geradora, pode de muitas formas lhe trazer grandes economias, pensando nisso foi criado o sistema de compensação, que viabiliza a instalação de alternativas na matriz energética ligada direto a rede de distribuição. O sistema é baseado no consumo da unidade geradora, assim quando o mesmo for menor do que a geração mensal, o consumidor fica com o chamado créditos de energia, que segundo a ANEEL não pode ser convertido em dinheiro, mas pode ser usado nos meses seguintes para compensar os custos. É interessante salientar que esses créditos não obrigatoriamente precisam ser usados na unidade consumidora do gerador, desde que estejam na mesma área de abrangência da companhia elétrica também podem ser utilizadas em outras unidades de mesma titularidade com validade de 60 dias.

Outro ponto importante, é o fato do tipo de conexão da unidade geradora, caso ela esteja conectada a uma rede de alta tensão, a parcela da energia poderá ser zerada, na situação de se produzir energia acima do consumo. No entanto, quando a unidade for ligada a uma rede de baixa tensão, mesmo que a energia injetada seja superior, se faz necessário pagar uma taxa que varia de acordo com o tipo da tensão vezes o valor do quilowatt hora (KWh). Para redes monofásicas o equivalente é 30 KWh, bifásicas 50 KWh e trifásicas 100 KWh[11].

Em outubro de 2019 a ANEEL propôs uma mudança no sistema de geração de energia fotovoltaica, cobrando um imposto em cima da produção, pois mesmo o cliente produzindo a própria energia, o mesmo ainda usa a rede para jogar o excedente. E isso está criando que muitos sites estão chamando de crise da energia solar, pois ela vai afetar desde consumidores menores a empresas geradoras de grande porte.

Esse sistema pode acabar criando um cenário que torna inviável a instalação de sistemas fotovoltaicas depois da normativa que substitui a 482/2012. A mesma afeta quem já é cliente e que pretende contratar o serviço agora após a normativa entrar em vigor.

Para entender a situação, pelas novas regras que podem entrar em vigor no primeiro trimestre de 2020, quem já é usuário, continuam com as mesmas regras antigas por 10 anos, ou seja, essa normativa só vai valer a partir de 2030 para essas pessoas. Quem contratar depois de dado início já vale de imediato.

Dito isso, o novo processo de revisão impõe que a energia injetada na rede seja parcialmente compensada pela distribuidora, como forma de remunerar os custos de transmissão e distribuição da energia. Como falado em cenários essa taxa pode chegar de 42% a pouco mais de 60%, o que pode deixar bem pouco atrativo tal investimento. Vale salientar que nada está definido ainda 100%, pois o processo de revisão possui algumas etapas até ser publicado e começar a valer as alterações sugeridas pela ANEEL. E ainda teremos tempo para nos adaptar às novas compensações ou não, pois tudo vai depender de como ela vai ser aprovada[12].

2.4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

A tarifa vigente da Enel varia de acordo com o consumo kwh do mês, assim a variação mensal e as bandeiras devem ser levadas em consideração conforme resolução da ANEEL Nº 2.530, de 2019 com aplicação a partir de 22/04/2019 conforme mostra tabela abaixo[11].

FORNECIMENTO EM BAIXA TENSÃO		VIGENCIA		dez/19
		R\$/kWh		
RESIDENCIAL BAIXA RENDA - B1		VERDE	AMARELA	VERMELHA
0 A 30 kWh		0,25145	0,25813	0,27221
31 a 100 kWh		0,43105	0,44252	0,46665
101 a 220 kWh		0,64657	0,66377	0,69997
ACIMA 220 kWh		0,71841	0,73753	0,77774
B1 - RESIDENCIAL NORMAL		0,75351	0,77262	0,81284
SUB-GRUPO - OUTROS		R\$/kWh		
B2 - R U R A L		0,41370	0,42751	0,45656
B2 - RURAL IRRIGANTE 8,5 hora		0,11170	0,11543	0,12327
B2 - SERV PUBLICOS IRRIGACAO		0,37016	0,38396	0,41302
B3 - AGUA, ESG. E SANEAMENTO		0,66309	0,68220	0,72242
B3 - DEMAIS CLASSES (Com, Ind)		0,75351	0,77262	0,81284
B4a - ILUMINACAO PUBLICA		0,41443	0,43354	0,47376
B4b - ILUMINACAO PUBLICA		0,45210	0,47121	0,51143

Figura 6. Tarifa Enel por modo de fornecimento e bandeira. (Disponível em: https://www.enel.com.br/pt-ceara/Tarifas_Enel.html)

Como visto na tabela, o consumo pode variar de acordo com a bandeira, mas para esse artigo, vai ser usado a bandeira amarela e um residencial tipo B1 – Residencial normal. Para ficar mais claro, residencial é toda unidade consumidora usada para fins residenciais.

Quanto ao valor de instalação ela pode variar com a demanda do mercado e os impostos. No entanto, o site do Portal Solar Brasil, estipulam um preço médio para uma residência considerando um valor médio de insolações e perdas, de acordo com a potência média do gerador, consumo mensal e o valor do investimento. Assim, acrescentando valores como a taxa da distribuidora e impostos estaduais fixos, vamos ter uma relação de valor gasto para tal situação, se fosse o caso, de pagar para a Enel mensalmente. Deste modo vamos obter a conta líquida multiplicando o consumo médio mensal pela taxa Enel e somar o resultado com o ICMS (27%).

Tabela 1. Preço da instalação da energia fotovoltaica por consumo mensal. (Disponível em:

<https://www.portalsolar.com.br/painel-solar-precos-custos-de-instalacao.html>), adaptado

Potência do gerador solar (kWp)	Preço médio	Consumo médio mensal (kWh)	TAXA ENEL	CONTA BRUTA	ICMS 27%	CONTA LÍQUIDA
1,73	R\$ 13.525,42	186,3	R\$ 0,77	R\$ 143,94	R\$ 38,86	R\$ 182,80
2,76	R\$ 16.128,55	298,08	R\$ 0,77	R\$ 230,30	R\$ 62,18	R\$ 292,48
3,45	R\$ 18.384,30	372,6	R\$ 0,77	R\$ 287,88	R\$ 77,73	R\$ 365,61
4,14	R\$ 20.286,34	447,12	R\$ 0,77	R\$ 345,45	R\$ 93,27	R\$ 438,73
4,83	R\$ 22.469,25	521,64	R\$ 0,77	R\$ 403,03	R\$ 108,82	R\$ 511,85
5,18	R\$ 23.217,38	558,9	R\$ 0,77	R\$ 431,82	R\$ 116,59	R\$ 548,41
6,21	R\$ 26.439,58	670,68	R\$ 0,77	R\$ 518,18	R\$ 139,91	R\$ 658,09
6,56	R\$ 27.336,18	707,94	R\$ 0,77	R\$ 546,97	R\$ 147,68	R\$ 694,65
7,59	R\$ 33.966,32	819,72	R\$ 0,77	R\$ 633,33	R\$ 171,00	R\$ 804,33
8,28	R\$ 36.097,83	894,24	R\$ 0,77	R\$ 690,91	R\$ 186,55	R\$ 877,45
9,32	R\$ 38.981,71	1006,02	R\$ 0,77	R\$ 777,27	R\$ 209,86	R\$ 987,13
10,7	R\$ 43.217,91	1155,06	R\$ 0,77	R\$ 892,42	R\$ 240,95	R\$ 1.133,38
12,42	R\$ 48.331,33	1341,36	R\$ 0,77	R\$ 1.036,36	R\$ 279,82	R\$ 1.316,18
14,49	R\$ 53.912,25	1564,92	R\$ 0,77	R\$ 1.209,09	R\$ 326,45	R\$ 1.535,54
20,7	R\$ 71.953,93	2235,6	R\$ 0,77	R\$ 1.727,27	R\$ 466,36	R\$ 2.193,63

Para o primeiro cenário, que é a situação sem imposto de utilização da rede do distribuidor, foi obtido as seguintes taxas de retorno e tempo de lucro, seguindo os dados da tabela 1 e utilizando para os mesmos um prazo de retorno de 5 anos para o investimento. Nos cálculos o valor da conta líquida é multiplicada por 12 meses e o valor é usado para as entradas de fluxo, como se o consumidor estiver pagando sua conta de energia mensalmente, para assim demonstrar em quanto tempo ele vai começar a ter lucro. O investimento é o preço médio da potência do gerador, que vai ser negativo, afinal foi o valor pago, diferente das entradas de fluxo que são positivas e o lucro/perda, que vai mostrar o tempo que o investimento começa a dar lucro.

Tabela 2. Cálculo da TIR para consumo médio de 186,3 kWh. (Autoria própria, 2020.)

INVESTIMENTO		R\$	13.525,42
ANO	FLUXO	LUCRO/PERDA	
0	-R\$ 13.525,42	-R\$	13.525,42
1	R\$ 2.193,60	-R\$	11.331,82
2	R\$ 2.193,60	-R\$	9.138,22
3	R\$ 2.193,60	-R\$	6.944,62
4	R\$ 2.193,60	-R\$	4.751,02
5	R\$ 2.193,60	-R\$	2.557,42
TIR		-7%	

Tabela 3. Cálculo da TIR para consumo médio de 298,08 kWh. (Autoria própria, 2020.)

INVESTIMENTO		R\$	16.128,55
ANO	FLUXO	LUCRO/PERDA	
0	-R\$ 16.128,55	-R\$	16.128,55
1	R\$ 3.509,76	-R\$	12.618,79
2	R\$ 3.509,76	-R\$	9.109,03
3	R\$ 3.509,76	-R\$	5.599,27
4	R\$ 3.509,76	-R\$	2.089,51
5	R\$ 3.509,76	R\$	1.420,25
TIR		3%	

Tabela 4. Cálculo da TIR para consumo médio de 447,12 kWh. (Autoria própria, 2020.)

INVESTIMENTO		R\$	20.286,34
ANO	FLUXO	LUCRO/PERDA	
0	-R\$	20.286,34	-R\$ 20.286,34
1	R\$	5.264,76	-R\$ 15.021,58
2	R\$	5.264,76	-R\$ 9.756,82
3	R\$	5.264,76	-R\$ 4.492,06
4	R\$	5.264,76	R\$ 772,70
5	R\$	5.264,76	R\$ 6.037,46
TIR		9%	

Tabela 5. Cálculo da TIR para consumo médio de 670,68 kWh. (Autoria própria, 2020.)

INVESTIMENTO		R\$	26.439,58
ANO	FLUXO	LUCRO/PERDA	
0	-R\$	26.439,58	-R\$ 26.439,58
1	R\$	7.897,08	-R\$ 18.542,50
2	R\$	7.897,08	-R\$ 10.645,42
3	R\$	7.897,08	-R\$ 2.748,34
4	R\$	7.897,08	R\$ 5.148,74
5	R\$	7.897,08	R\$ 13.045,82
TIR		15%	

Tabela 6. Cálculo do TIR para consumo médio de 1006,02 kWh. (Autoria própria, 2020.)

INVESTIMENTO		R\$	38.981,71
ANO	FLUXO	LUCRO/PERDA	
0	-R\$	38.981,71	-R\$ 38.981,71
1	R\$	11.845,56	-R\$ 27.136,15
2	R\$	11.845,56	-R\$ 15.290,59
3	R\$	11.845,56	-R\$ 3.445,03
4	R\$	11.845,56	R\$ 8.400,53
5	R\$	11.845,56	R\$ 20.246,09
TIR		16%	

Tabela 7. Cálculo da TIR para consumo médio de 2235,6 kWh. (Autoria própria, 2020.)

INVESTIMENTO		R\$	71.953,93
ANO	FLUXO	LUCRO/PERDA	
0	-R\$	71.953,93	-R\$ 71.953,93
1	R\$	26.323,56	-R\$ 45.630,37
2	R\$	26.323,56	-R\$ 19.306,81
3	R\$	26.323,56	R\$ 7.016,75
4	R\$	26.323,56	R\$ 33.340,31
5	R\$	26.323,56	R\$ 59.663,87
TIR		24%	

Após o cálculo da TIR (taxa interna de retorno), seguindo o consumo médio da tabela 1, fica nítido que é viável apenas para sistemas de geração com consumo aproximado de 298,08 kWh, levando em consideração é claro o período de 5 anos que foi estipulado para o investimento. Nos valores superiores a 298,08 kWh foi observado que o lucro sempre aumenta em relação à anterior, inclusive o tempo de retorno diminui.

Para o segundo cenário, vai ser analisado os mesmos dados da tabela 1, com os mesmos parâmetros, no entanto, inserindo nos cálculos uma perda de 42% na produção, fato que vai reduzir de formar proporcional o retorno de fluxo para assim verificar o quanto isso vai afetar os resultados nos mesmos 5 anos. Logo o que vai ser aproveitado é apenas 58%, ou seja, a cada 1 kWh gerado só vai compensar 0,58 kWh.

Tabela 8. Cálculo da TIR para consumo médio de 186,3 kWh considerando 42% de perda. (Autoria própria, 2020.)

INVESTIMENTO		R\$	13.525,42
ANO	FLUXO	LUCRO/PERDA	
0	-R\$	13.525,42	-R\$ 13.525,42
1	R\$	1.468,20	-R\$ 12.057,22
2	R\$	1.468,20	-R\$ 10.589,02
3	R\$	1.468,20	-R\$ 9.120,82
4	R\$	1.468,20	-R\$ 7.652,62
5	R\$	1.468,20	-R\$ 6.184,42
TIR		-17%	

Tabela 9. Cálculo da TIR para consumo médio de 298,08 kWh considerando 42% de perda. (Autoria própria, 2020.)

INVESTIMENTO		R\$	16.128,55
ANO	FLUXO	LUCRO/PERDA	
0	-R\$	16.128,55	-R\$ 16.128,55
1	R\$	2.349,12	-R\$ 13.779,43
2	R\$	2.349,12	-R\$ 11.430,31
3	R\$	2.349,12	-R\$ 9.081,19
4	R\$	2.349,12	-R\$ 6.732,07
5	R\$	2.349,12	-R\$ 4.382,95
TIR		-10%	

Tabela 10. Cálculo da TIR para consumo médio de 447,12 kWh considerando 42% de perda. (Autoria própria, 2020.)

INVESTIMENTO		R\$	20.286,34
ANO	FLUXO	LUCRO/PERDA	
0	-R\$ 20.286,34	-R\$	20.286,34
1	R\$ 3.523,68	-R\$	16.762,66
2	R\$ 3.523,68	-R\$	13.238,98
3	R\$ 3.523,68	-R\$	9.715,30
4	R\$ 3.523,68	-R\$	6.191,62
5	R\$ 3.523,68	-R\$	2.667,94
TIR		-5%	

Tabela 12. Cálculo da TIR para consumo médio de 1006,02 kWh considerando 42% de perda. (Autoria própria, 2020.)

INVESTIMENTO		R\$	38.981,71
ANO	FLUXO	LUCRO/PERDA	
0	-R\$ 38.981,71	-R\$	38.981,71
1	R\$ 7.928,16	-R\$	31.053,55
2	R\$ 7.928,16	-R\$	23.125,39
3	R\$ 7.928,16	-R\$	15.197,23
4	R\$ 7.928,16	-R\$	7.269,07
5	R\$ 7.928,16	R\$	659,09
TIR		1%	

Tabela 11. Cálculo da TIR para consumo médio de 670,68 kWh considerando 42% de perda. (Autoria própria, 2020.)

INVESTIMENTO		R\$	26.439,58
ANO	FLUXO	LUCRO/PERDA	
0	-R\$ 26.439,58	-R\$	26.439,58
1	R\$ 5.285,40	-R\$	21.154,18
2	R\$ 5.285,40	-R\$	15.868,78
3	R\$ 5.285,40	-R\$	10.583,38
4	R\$ 5.285,40	-R\$	5.297,98
5	R\$ 5.285,40	-R\$	12,58
TIR		0%	

Tabela 13. Cálculo da TIR para consumo médio de 2235,6 kWh considerando 42% de perda. (Autoria própria, 2020.)

INVESTIMENTO		R\$	71.953,93
ANO	FLUXO	LUCRO/PERDA	
0	-R\$ 71.953,93	-R\$	71.953,93
1	R\$ 17.618,16	-R\$	54.335,77
2	R\$ 17.618,16	-R\$	36.717,61
3	R\$ 17.618,16	-R\$	19.099,45
4	R\$ 17.618,16	-R\$	1.481,29
5	R\$ 17.618,16	R\$	16.136,87
TIR		7%	

Nesse segundo cenário fica nítido o quão problemática é essa taxa de imposto pela ANEEL, é visto que o valor de perda utilizado foi o menor de 42%, o que já inviabilizou o projeto, em relação a outra situação sem a taxa considerando o mesmo período. Em valores maiores em que o consumo era de 2235,6 kWh mostrou algum lucro, no entanto, essa potência de geração é muito alta para uma residência.

3. CONCLUSÃO

A ferramenta TIR se mostrou bem eficiente, detalhando cada cenário e mostrando o tempo exato para o retorno do investimento, é claro que nós consideramos 5 anos, que é um excelente tempo para a maioria das pessoas considerando a situação imposta e a margem para gastos anuais com energia elétrica.

Após os cálculos o investimento se tornou viável no primeiro cenário para consumos médios de valores iguais e/ou superiores a 298,8 kWh, onde o tempo de retorno foi em média 4 para 5 anos, o que não significa que valores menores não são totalmente viáveis, a diferença é que vai demorar mais tempo para o consumidor começar a ter algum retorno, pois seu fluxo de caixa vai ficar bem inferior ao considerado no projeto, submetendo o seu estado demorando que vai se tornar inviável se baixar muito, mesmo levando em consideração o valor máximo para o projeto que é aproximadamente 25 anos. Vale salientar, que esse tempo de retorno pode variar em alguns casos, pois é necessário levar em consideração que o consumo normalmente não é fixo, ele varia de acordo com o uso, além de ter algumas épocas que possivelmente o sol não é tão forte e a produção diminui sem levar em consideração a necessidade, forçando o mesmo a procurar outra forma para suprir tal situação, ao qual de alguma forma vai encarecer o investimento, resultando na variação do tempo para o lucro. Outro fator importante é o aumento do consumo por parte da residência, está aí a necessidade de fazer toda uma pesquisa e plano de ação para contratar o serviço.

Equipamentos dessa natureza, exigem uma certa revisão, com tudo o valor varia de acordo com a sua localização, pois em locais que tem uma certa quantidade de ventos, lança poeira nas células e reduz consideravelmente a produção, ou seja, nesse local, se faz necessário uma manutenção e limpeza constante.

Com relação ao segundo cenário ficou bem inviável os casos, pois os lucros só foram aparecer em valores que não condizem com uma residência com consumo comum, isso, porque foi levado em consideração o menor valor de imposto 42%, logo se pensarmos em 60% vai reduzir ainda mais o lucro e aumentar o tempo para tal retorno, isso se caso for aprovado. Quanto a questão do retorno pode ser que com o tempo exista algum lucro, mais dependendo do consumo da sua unidade, vai ser necessário todo mês completar o restante.

Existem também outras alternativas para fazer esse investimento, dependendo do tipo e quantidade pode valer a pena consideravelmente, os chamados financiamentos. Muitos bancos financiam esses projetos, um exemplo deles é o BNDES. Dependendo do financiador, o financiamento pode chegar a 100 do valor do produto e com até 120 meses para pagar, com tudo o lucro vai demorar um pouco mais de tempo, pois o valor do equipamento e instalação vai aumentar devido os juros e encargos cobrados, e provavelmente a parcela vai ser superior ao consumo mensal, levando em consideração o primeiro cenário, lembrando que o lucro vai aparecer somente ao final dos pagamentos e pode se estender mais um pouco dependendo da situação. Essa situação é excelente, afinal nem todo mundo tem um valor tão alto para investir a vista e esperar 5 anos para ter algum retorno financeiro.

Por fim, vale salientar que caso sua residência não atinja o consumo mínimo para obter o lucro no período indicado, é possível juntar mais de uma residência para tentar fechar o acumulo e tornar viável essa unidade geradora distribuída, o custo vai se tornar um pouco mais caro, pois cada residência necessita de um ponto especial e cabeamentos, com tudo, isso é assunto para um outro artigo, pois alguns fatores são necessários levar em consideração.

4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] ANEEL (Org.). ENERGIA NO BRASIL E NO MUNDO. Disponível em: <http://www2.aneel.gov.br/arquivos/pdf/atlas_par1_cap2.pdf>. Acesso em: 14 nov. 2019.
- [2] BRASIL. ANEEL. (Org.). Atlas de energia elétrica do Brasil. Brasília: Atlas, 2002.
- [3] MEHMEDOVA, Velinimet. ECONOMIC VIABILITY AND BUSINESS MODELS FOR DISTRIBUTED SOLAR PV IN BRAZIL. 2016. 66 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Master In The Electric Power Industry (mepi), Escuela Técnica Superior de Ingeniería (icai), Florence, 2016.
- [4] TOLMASQUIM, M. T. (Org.). Fontes Renováveis de Energia no Brasil. 2003.
- [5] PORTAL SOLAR (Org.). Energia Fotovoltaica. Disponível em: <<https://www.portalsolar.com.br/energia-fotovoltaica.html>>. Acesso em: 13 dez. 2019.
- [6] PORTAL SOLAR (Brasil). Energia heliotérmica: entenda como funciona. 2016. Disponível em: <<https://www.portalsolar.com.br/blog-solar/energia-solar/energia-heliotermica-entenda-como-functiona.html>>. Acesso em: 13 dez. 2019.
- [7] IEA. SUMÁRIO EXECUTIVO PARA ENERGIA ELÉTRICA. 2019. Disponível em: <<https://www.eia.gov/beta/international/analysis.php?iso=BRA>>. Acesso em: 16 dez. 2019.
- [8] ABEÉolica. Matriz elétrica brasileira. 2019. Disponível em: <<http://abeeolica.org.br/wp-content/uploads/2019/02/N%C3%BAmoros-ABEE%C3%B3lica-02.2019.pdf>>. Acesso em: 03 jan. 2020.
- [9] BRASIL. José Mauro de Moraes. Ipea. Caderno de ODS 7: ASSEGURAR O ACESSO CONFIÁVEL, SUSTENTÁVEL, MODERNO E A PREÇO ACESSÍVEL À ENERGIA PARA TODOS. 2019. Disponível em: <http://www.ipea.gov.br/portal/images/stories/PDFs/livros/livros/190502_cadernos_ODS_objetivo_7.pdf>. Acesso em: 03 jan. 2020.
- [10] Rafaela Martins Leite Monteiro. Panorama da produção de energia elétrica no Estado do Ceará: Um enfoque para a matriz eólica. 2018. Disponível em: <https://www.ipece.ce.gov.br/wp-content/uploads/sites/45/2018/12/ipece_informe_141_12_Dez2018.pdf>. Acesso em: 12 jan. 2020.
- [11] ANEEL. Micro e Minigeração Distribuídas. 2016. Disponível em: <https://www.aneel.gov.br/informacoes-tecnicas/-/asset_publisher/CegkWaVJWF5E/content/geracao-distribuida-introduc-1/656827>. Acesso em: 25 out. 2
- [12] ENEL. Taxas, Tarifas e Impostos. Disponível em: <https://www.enel.com.br/pt-ceara/Tarifas_Enel.htm>. Acesso em: 12 jan. 2019.