



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO
PRÓ-REITORIA DE GRADUAÇÃO
CENTRO MULTIDISCIPLINAR DE CARAÚBAS
CURSO DE BACHARELADO EM ENGENHARIA CIVIL

CARLOS EDUARDO CARVALHO OLIVEIRA

**ESTUDO DA IMPLEMENTAÇÃO DA PL 5829/2019 E SEUS EFEITOS NO
MERCADO DE GERAÇÃO FOTOVOLTAICA NO RIO GRANDE DO NORTE**

CARAÚBAS – RN,

2022

CARLOS EDUARDO CARVALHO OLIVEIRA

**ESTUDO DA IMPLEMENTAÇÃO DA PL 5829/2019 E SEUS EFEITOS NO
MERCADO DE GERAÇÃO FOTOVOLTAICA NO RIO GRANDE DO NORTE**

Monografia apresentada a Universidade Federal Rural do Semi-Árido como requisito para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil.

Orientador: Rokátia Lorrany Nogueira Marinho, Profa. Esp.

Co-orientador: Mônica Monalisa Souza Valdevino, Eng. Esp.

CARAÚBAS – RN,

2022

© Todos os direitos estão reservados a Universidade Federal Rural do Semi-Árido. O conteúdo desta obra é de inteira responsabilidade do (a) autor (a), sendo o mesmo, passível de sanções administrativas ou penais, caso sejam infringidas as leis que regulamentam a Propriedade Intelectual, respectivamente, Patentes: Lei nº 9.279/1996 e Direitos Autorais: Lei nº 9.610/1998. O conteúdo desta obra tomar-se-á de domínio público após a data de defesa e homologação da sua respectiva ata. A mesma poderá servir de base literária para novas pesquisas, desde que a obra e seu (a) respectivo (a) autor (a) sejam devidamente citados e mencionados os seus créditos bibliográficos.

O48e Oliveira, Carlos Eduardo Carvalho .
ESTUDO DA IMPLEMENTAÇÃO DA PL 5829/2019 E SEUS
EFEITOS NO MERCADO DE GERAÇÃO FOTOVOLTAICA NO RIO
GRANDE DO NORTE / Carlos Eduardo Carvalho
Oliveira. - 2022.
55 f. : il.

Orientadora: Rokátia Lorrany Nogueira Marinho.
Coorientadora: Mônica Monalisa Souza Valdevino.
Monografia (graduação) - Universidade Federal
Rural do Semi-árido, Curso de Engenharia Civil,
2022.

1. PL 5829/2019. 2. Energia solar. 3. Payback.
4. Economia. 5. Energia Renovável. I. Marinho,
Rokátia Lorrany Nogueira , orient. II. Valdevino,
Mônica Monalisa Souza , co-orient. III. Título.

Ficha catalográfica elaborada por sistema gerador automático em conformidade
com AACR2 e os dados fornecidos pelo(a) autor(a).
Biblioteca Campus Caraúbas
Bibliotecária: Dalvanira Brito Rodrigues
CRB: 15/700

O serviço de Geração Automática de Ficha Catalográfica para Trabalhos de Conclusão de Curso (TCC's) foi desenvolvido pelo Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação da Universidade de São Paulo (USP) e gentilmente cedido para o Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (SISBI-UFERSA), sendo customizado pela Superintendência de Tecnologia da Informação e Comunicação (SUTIC) sob orientação dos bibliotecários da instituição para ser adaptado às necessidades dos alunos dos Cursos de Graduação e Programas de Pós-Graduação da Universidade.

CARLOS EDUARDO CARVALHO OLIVEIRA

**ESTUDO DA IMPLIMENTAÇÃO DA PL 5829/2019 E SEUS EFEITOS NO
MERCADO DE GERAÇÃO FOTOVOLTAICA NO RIO GRANDE DO NORTE**

Monografia apresentada a Universidade
Federal Rural do Semi-Árido como
requisito para obtenção do título de
Bacharel em Engenharia Civil.

Defendida em: 15 / 06 / 2022.

BANCA EXAMINADORA

**Rokátia Lorrany
Nogueira Marinho**

Assinado de forma digital por
Rokátia Lorrany Nogueira Marinho
Dados: 2022.06.22 10:45:32 -03'00'

Rokátia Lorrany Nogueira Marinho, Profa. Esp. (UFERSA)
Presidente



Mônica Monalisa Souza Valdevino, Eng. Esp. (UFERSA)
Membro Examinador



Assinado digitalmente por ERICA NATASCHE DE MEDEIROS GURGEL
PINTO
DN: C=Brasil, ou=UFERSA, ou=AC SOLUTI Multiple v5,
OU=, CN=ERICA NATASCHE DE MEDEIROS GURGEL PINTO
Razão: Eu sou o autor deste documento
Localização: Caraibas/RN
Data: 2022-06-21 09:07:42
Fonte: Resolur Versão: 10.0.0

Erica Natasche de Medeiros Gurgel Pinto, Profa. Dra. (UFERSA)
Membro Examinador



Fâmela Aloma Alves do Nascimento, Eng. Ma. (UERN)
Membro Examinador

AGRADECIMENTOS

Primeiramente quero agradecer a Deus por ter me concedido a dádiva de concluir o curso que sonhei desde minha infância e ter me guiado até aqui. Agradeço também aos meus familiares e amigos por todo apoio dado ao longo de toda minha trajetória acadêmica e fora dela. A todos que contribuíram para o desenvolvimento deste trabalho.

Por fim, agradecer a mim mesmo por ter vivido, por ter surtado, por ter conseguido levar – em sua grande maioria – o fardo grande de forma leve. Por eu estar aqui sã e salvo depois de ter enlouquecido com um curso visto como um “bicho de sete cabeças” para muitos. Realmente foi uma experiência insana, mas que eu tentei absorver o melhor dos estudos, das lições, da vida e do mundo. Te amo Géssica! Te amo mainha!

Obriagado, Senhor!

VEM CREA!

ps: são muitos nomes e agradecimentos, se você passou pela minha vida nesse período acadêmico sinta-se abraçado, acolhido e perdoado. gosto de todos vocês.

Tudo posso Naquele que me fortalece.

Filipenses 4:13

RESUMO

Com a expansão das energias renováveis, a geração de energia através da irradiação solar vem ganhando o mercado brasileiro. Com destaque no Estado do Rio Grande do Norte, no nordeste do país, essa modalidade é vista como um grande potencial, oriundo do clima propício. No Brasil não existe hoje uma legislação vigente, contando atualmente apenas com uma resolução normativa para respaldo legal. Contudo, foi aprovado o Projeto de Lei 5829/2019 em 06 de janeiro de 2022, publicada pelo Diário Oficial da união em 07 de janeiro de 2022 e entrará em vigor um ano após sua publicação, cujo objetivo é regularizar a energia solar. Com isso, o presente trabalho visa analisar as mudanças entre a regra atual e o marco legal, além da comparação sobre a atuação de ambas em cima dos valores a serem pagos pelos clientes, onde, conforme pesquisas realizadas neste estudo, foi possível observar que atualmente eles podem economizar até 98% e esse valor diminui para uma média de até 77% com o marco legal, assim, afetando o tempo de retorno de investimento (*payback*). Também foram averiguados os incentivos fiscais e as políticas sociais presentes atualmente e dentro da nova legislação. Por fim, foi concluído que o cliente do sistema de geração de energia solar, mesmo com a introdução da PL 5829/2019, continua tendo viabilidade financeira com seu uso.

Palavras-chave: PL 5829/2019. Energia solar. Payback. Economia. Energia Renovável.

ABSTRACT

With the expansion of renewable energies, the generation of energy through solar irradiation comes efficiency in the Brazilian market. With emphasis on the state of Rio Grande do Norte, in the northeast of the country, this modality is seen as a great potential, coming from a favorable climate. In Brazil, there is currently no legislation in force, currently relying only on a normative resolution for legal support. energy, Bill 5829/2019 was approved on January 6, 2022, published by the Federal Official Gazette on January 7, 2022 and will enter into force one after its announcement, whose objective is to regularize solar. With this, the present work aims to analyze how between the current rule and the legal framework, in addition to the comparison of the performance of both on top of the amounts paid by customers, where, according to research carried out in this study, it was observed that they can save up to 98% and this value decreases to an average of up to 77% with the legal framework, thus affecting the payback time. The tax incentives and social policies currently present and within the new legislation were also investigated. Finally, it was concluded that the customer of the solar energy generation system, even with the introduction of PL 5829/2019, continues to be financially viable with its use.

Keywords: PL 5829/2019. Solar energy. Payback. Economy. Renewable energy.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Sistema on grid.	15
Figura 2: Sistema off grid.	16
Figura 3: Potencial de energia solar no mundo.	17
Figura 4: Brasil: total diário de irradiação no plano inclinado na latitude – média anual	18
Figura 5: Localização da cidade de Baraúna-RN.....	28
Figura 6: Fatura COSERN	29
Figura 7: Tabela com Dados Elétricos da Entrada de Serviço – Unidades Consumidoras Ligadas ao Sistema 380/220V – Responsabilidade da Concessionária.....	33

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Tarifas de consumo com referência cidade de Baraúna-RN	32
Tabela 2: Cliente com consumo de 640 kWh/mês de potência.....	34
Tabela 3: Cliente com consumo de 730 kWh/mês de potência.....	34
Tabela 4: Cliente com consumo de 876 kWh/mês de potência.....	36
Tabela 5: Cliente com consumo de 1100 kWh/mês de potência.....	36
Tabela 6: Cliente com consumo de 1460 kWh/mês de potência.....	38
Tabela 7: Cliente com consumo de 1600 kWh/mês de potência.....	38

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ANEEL	Agência Nacional de Energia Elétrica
COFINS	Contribuição para Financiamento da Seguridade Social
COP21	21ª Conferência das Partes
EPE	Empresa de Pesquisa Energética
GD	Geração distribuída
ICMS	Imposto sobre Operações Relativas à Circulação
IEA	Agência Internacional de Energia
INPE	Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
kW	Kilowatts
kWh	Kilowatts hora
kWp	Kilowatts pico
MW	Megawatts
NBR	Normas Brasileiras
PASEP	Programa de Formação do Patrimônio do Servidor Público
PIS	Programa Integração Social
PL	Projeto de Lei
RN	Resolução Normativa
SF	Sistema fotovoltaico
TE	Tarifa de Energia
TUSD	Tarifa de Uso do Sistema de Distribuição
TUST	Tarifa de Uso do Sistema de Transmissão

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	12
1.1 Objetivos.....	13
1.1.1 OBJETIVO GERAL.....	13
1.1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	13
2 REFERENCIAL TEÓRICO	14
2.1 Sustentabilidade.....	14
2.1.2 ENERGIAS RENOVÁVEIS	14
2.2 Energia solar fotovoltaica	15
2.2.1 <i>ON GRID</i>	15
2.2.2 <i>OFF GRID</i>	16
2.2.3 FAIXAS DE GERAÇÃO	17
2.3 Energia solar no mundo.....	17
2.3.1 ENERGIA SOLAR NO BRASIL COM FOCO NO NORDESTE.....	18
2.4 Tarifas e aumentos na conta de energia pelas concessionárias	19
2.6 Legislação atual no brasil	20
2.7 Projeto de Lei 5829/2019.....	21
2.7.1 POLÍTICA DE INCENTIVO.....	22
2.8 Composição da tarifa de energia	23
2.9 Orçamento do Sistema Fotovoltaico	26
3 METODOLOGIA.....	27
3.1 Tipo de pesquisa	27
3.2 Universo e Amostra	27
3.3 Instrumento de Coleta de dados.....	28
3.4 Método de análise	29
4 RESULTADOS E DISCUSSÕES	32

4.1 Fatura de energia.....	32
4.2 Retorno do investimento	39
4.3 Incentivos sociais e fiscais	43
5 CONCLUSÃO.....	45
REFERÊNCIAS	47
ANEXO A – PROPOSTA COMERCIAL DE UMA EMPRESA	52

1 INTRODUÇÃO

Após a revolução industrial, é notório a crescente demanda por energia, principalmente, nos dias atuais em que quase tudo precisa desse insumo para o seu funcionamento. Ainda em 2012, de acordo com a Empresa de Pesquisa Energética, no Brasil, o consumo energético das edificações correspondia a aproximadamente 14% do consumo de energia total e 47% do consumo de eletricidade (EPE, 2012).

Considerando a limitação e escassez dos recursos naturais juntamente com o aquecimento global, a crise econômica mundial, a alta de preços, entre outras coisas, espera-se que a energia renovável seja muito importante para um futuro cada vez mais sustentável.

Para tanto, tem-se como energia renovável a eólica, hídrica, geotérmica, biomassa, oceânica e solar. O Brasil conta com as hidrelétricas para produzir a maior parte da energia utilizada no país, que usa a água como matéria prima para a sua geração (MOURA, 2010).

O Nordeste do Brasil destaca-se quando falamos sobre o sol e seus benefícios, pois, é uma região de clima Semiárido, possuindo baixo índice pluviométrico e mais dias ensolarados com alta intensidade luminosa. Assim, podendo adotar as placas fotovoltaicas como uma alternativa para a geração de energia sustentável (BEZERRA, 2021).

Em meados de 1990, os sistemas solares fotovoltaicos eram usados apenas de forma autônoma e isolada servindo apenas para geração de eletricidade para zonas rurais com aplicação bem pequena. Isso veio melhorar nos anos 2001, quando já tinha 63% das aplicações fotovoltaicas sendo ligadas à rede elétrica local. E esse número não para de crescer até hoje, em especial, em países industrializados (SANTOS, 2011).

Em publicações da Agência Internacional de Energia (IEA, 2013), foi redigido que a eficiência energética, através da energia solar, pode ajudar em quase 50% na redução da emissão de gases de efeito estufa.

Atualmente, não existe uma lei que regulariza a utilização da energia solar no país. Assim, estando apenas a mercê das orientações da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL).

Contudo, foi aprovado um Projeto de Lei (PL 5829/2019) que estipula aos micro e mini geradores uma transição na cobrança de encargos e tarifas de uso dos sistemas de transmissão e distribuição. Propondo uma maior segurança jurídica e regulatória para os investimentos em energia renovável. Assim, dando início ao marco legal da energia solar.

Segundo a Solstar (2021), os micro e mini geradores que já fazem parte do sistema pagarão apenas os elementos da tarifa sobre a diferença, quando positiva, entre o total

consumido e o total gerado e injetado na rede de distribuição, como é feito pelo regimento atual. Sendo passível da mesma modalidade de pagamento os que pedirem acesso em até 12 meses da publicação da lei.

Ainda de acordo com o mesmo autor, será feita uma cobrança tarifária gradativa para os atuais e os novos membros até 2029, a partir disso os produtores de energia ficarão sujeitos às regras tarifárias da ANEEL.

Com sua aprovação para 2023, algumas empresas estão usando desse fator de possíveis dúvidas de como será a adesão posteriormente, como estratégia de marketing para que seus clientes adquiram depressa os sistemas fotovoltaicos. Segundo Pinto Jr (2021), a projeção mais otimista chega a 50% de aumento de crescimento de energia solar em 2023.

Sabendo disso, o presente projeto tem o intuito de analisar o marco legal para a energia solar com uma perspectiva de sustentabilidade e viabilidade financeira para os atuais e novos consumidores que aderirem no prazo para cobrança primária e depois desse prazo com a nova modalidade de cobrança.

1.1 Objetivos

1.1.1 OBJETIVO GERAL

Analisar a fatura de pagamento para micros geradores de duas faixas de consumo do sistema fotovoltaico atualmente e com o marco legal do PL 5829/2019 no Rio Grande do Norte.

1.1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Averiguar as faturas de energia vigente da concessionária do Rio Grande do Norte;
- Comparar a fatura de pagamento para clientes sem o sistema fotovoltaico e com o mesmo para a regra atual e após o marco legal;
- Verificar a porcentagem de economia na fatura de energia antes e depois do Projeto de Lei 5829/2019;
- Analisar o tempo de retorno de investimento comparando a regra presente e a PL, com base em propostas comerciais obtidas;
- Pesquisar quais os incentivos fiscais e as políticas sociais que estimule a aquisição da energia solar.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Sustentabilidade

Segundo Pereira (2016), as mudanças climáticas estão se alterando de acordo com a velocidade com que o homem busca mais domínio sobre a natureza, fazendo transformações as quais ele mesmo sofre as consequências.

Ainda de acordo com o mesmo autor, o homem gasta vastos espaços de terras e água para as construções de energia hidroelétrica – energia a qual tem maior preponderância no Brasil, assim, comprometendo a qualidade de vida de todos os seres.

A eficiência energética está associada à produtividade, à proteção do meio ambiente e o desenvolvimento sustentável, neste sentido, ações de eficiência energética podem ser vistas como uma forma de produção de energia descentralizada, tendo como consequência o aumento da mesma. Isso porque tais ações podem contribuir para a redução de emissão de Co₂ e outros gases que agravam o efeito estufa (BORGES *et al.*, 2011).

O benefício associado à preservação do meio ambiente está relacionado ao fato de se evitar a construção de novas usinas hidroelétricas, de maneira a diminuir o alagamento de grandes áreas, modificando, com isso, a fauna e a flora (BORGES *et al.*, 2011).

Diante disso, Izidoro (2015) destaca que o Brasil é detentor de vários recursos naturais, abundantes no setor de geração de energia, mostrando variedades em seus recursos renováveis como supracitados.

2.1.2 ENERGIAS RENOVÁVEIS

Com a entrada em vigor da Resolução Normativa (RN) da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) nº 482/2012, o consumidor pode gerar sua própria energia elétrica a partir de fontes renováveis ou cogeração qualificada e inclusive fornecer o excedente para a rede de distribuição de sua localidade. De acordo com a própria Aneel, as fontes consideradas renováveis são: solar, eólica, biomassa e hídrica (ANEEL, 2012).

As particularidades da energia solar como fonte de geração renovável se apresentam como uma forte opção para diversificar a matriz de geração de eletricidade mundial, principalmente depois do compromisso assumido da redução da emissão de gases do efeito estufa na 21ª Conferência das Partes (COP21) – ocorrida no final de 2015 em Paris – visto as crescentes mudanças climáticas globais e os impactos ambientais (ITA, 2016)

2.2 Energia solar fotovoltaica

De acordo com Varella e Cavaliero (2008), a energia solar fotovoltaica é nada mais que a transformação de energia solar em eletricidade. Uma fonte primária limpa, sem emissões indesejáveis e totalmente renovável. Sendo uma boa alternativa para a redução dos impactos na natureza causada pelo homem.

Segundo Sá (2013), o sistema fotovoltaico (SF) parte da premissa de que a radiação solar, composta por moléculas chamadas de fótons, ao incidir sobre a placa semicondutora é absorvida e convertida em corrente elétrica.

Mesmo existindo diversas formas de geração de energia elétrica a partir da irradiação do sol, Bezerra (2021) destaca a utilização da tecnologia fotovoltaica por sua praticidade. Onde a luz solar é transformada diretamente em eletricidade através das células fotovoltaicas. Células as quais são acopladas em módulos que podem ser utilizados de forma individual ou híbrido.

Estes módulos de armazenamentos consistem em: sistemas autônomos (*off grid*) e sistemas ligados a rede elétrica (*on grid*).

2.2.1 ON GRID

O sistema *on grid* (Figura 1) não tem necessidade do uso de baterias, pois a potência gerada é consumida pelas cargas ou injetadas diretamente na rede elétrica (BORTOLOTO *et al.*, 2017).

Figura 1: Sistema *on grid*.



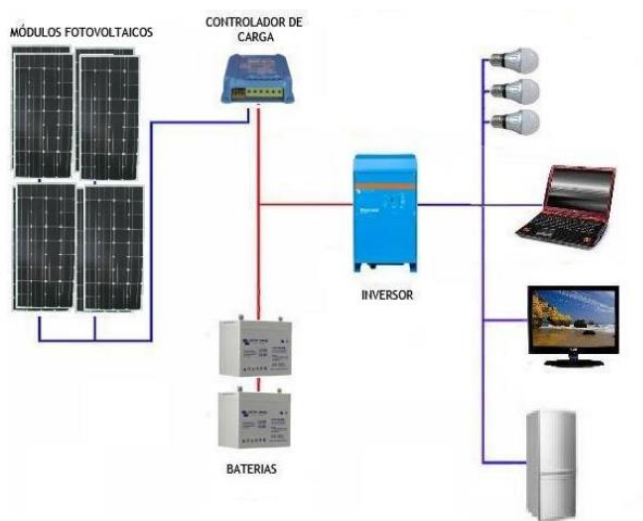
Fonte: Bortoloto *et al.* (2017).

A rede acaba sendo um grande banco de bateria, armazenando carga excedente ou fornecendo em horários de maior demanda de consumo. Logo, nesse sistema, só existe pagamento do usuário para a concessionária quando ele consome mais do que gera. Em contrapartida, se gerar mais do que consumir, recebe créditos de acordo com a resolução normativa da Aneel (482/2012).

2.2.2 OFF GRID

Sistema *off grid* (Figura 2) é caracterizado por não depende da rede elétrica convencional para seu pleno funcionamento. Com isso, é bastante característico ver sua utilização para alimentar um consumo específico ou mesmo em localidades carentes de rede elétrica (ALMEIDA *et al*, 2016).

Figura 2: Sistema *off grid*.



Fonte: Bortoloto *et al*. (2017).

Existe dois tipos: com armazenamento – que pode ser utilizado em carregamento de baterias de veículos elétricos, em iluminação pública e também em aparelhos portáteis – e sem armazenamento – não utiliza instrumentos para armazenar a energia, sendo assim mais viável economicamente (ALMEIDA *et al*, 2016).

2.2.3 FAIXAS DE GERAÇÃO

A Resolução Normativa ANEEL N° 482 de 17 de abril de 2012, define microgeração e minigeração como:

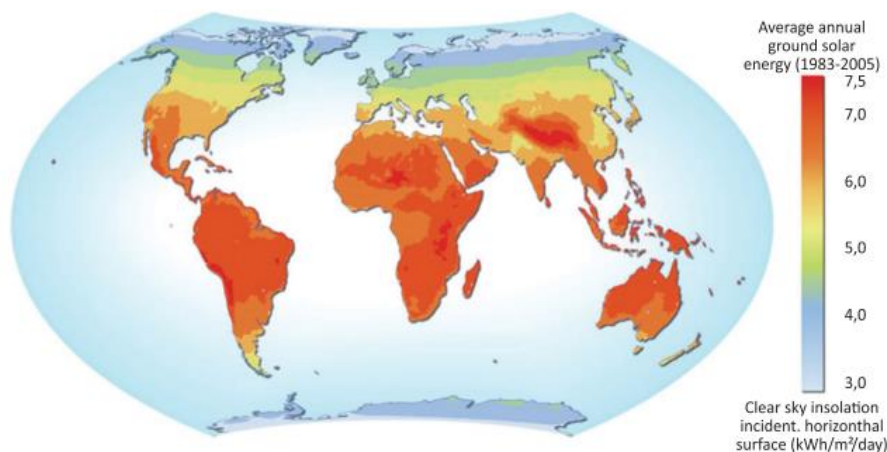
- I - microgeração distribuída: central geradora de energia elétrica, com potência instalada menor ou igual a 75 kW e que utilize cogeração qualificada, conforme regulamentação da ANEEL, ou fontes renováveis de energia elétrica, conectada na rede de distribuição por meio de instalações de unidades consumidoras;
- II - minigeração distribuída: central geradora de energia elétrica, com potência instalada superior a 75 kW e menor ou igual a 3 MW para fontes hídricas ou menor ou igual a 5 MW para cogeração qualificada, conforme regulamentação da ANEEL, ou para as demais fontes renováveis de energia elétrica, conectada na rede de distribuição por meio de instalações de unidades consumidoras (ANEEL, 2012, p1-2).

No presente trabalho será abordado apenas uma faixa de geração, a microgeração. Visto que no estudo de caso tem-se apenas dois grupos de potências geradoras: de 4 à 8 kWp e 8,01 à 12 kWp.

2.3 Energia solar no mundo

A energia solar depende de diversos fatores, tais como: estação do ano, condições atmosféricas e latitude. Isso faz com que alguns países ou regiões consigam produzir mais energia solar ou não. Na figura 3, pode-se observar a incidência de raios ao longo do globo junto com o potencial de geração de energia solar.

Figura 3: Potencial de energia solar no mundo.



Fonte: NASA Surface Meteorology and Solar Energy – SSE, 2008 apud Bezerra 2021.

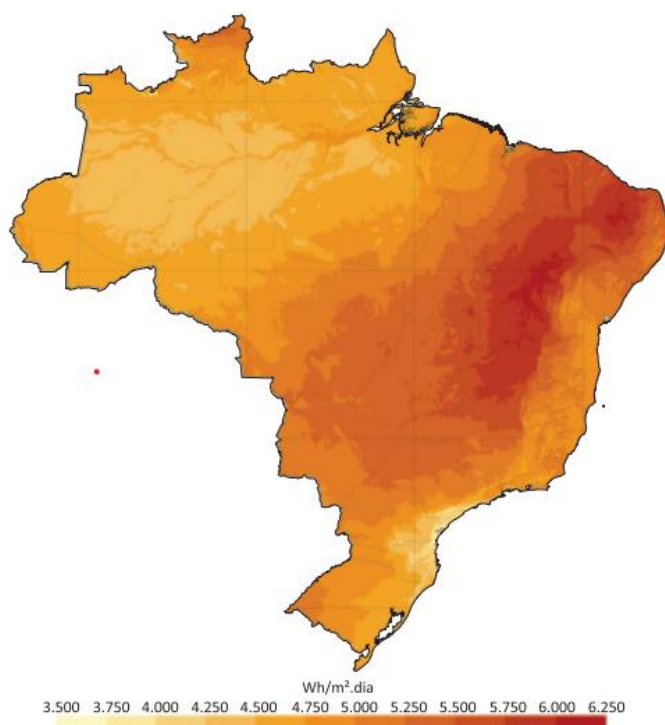
Em 2011, a Alemanha foi a pioneira mundialmente em aproveitamento da energia solar. Junto a ela, tinha a Itália, o Japão, a Espanha e os Estados Unidos que detinham 88% da potência total instalada no mundo – 35 mil MW. Sendo 50% somente oriundo da Alemanha (MACHADO; MIRANDA, 2015).

Ainda segundo o mesmo autor, o sucesso se deu através da produção de energia descentralizada, quando os sistemas fotovoltaicos instalados por pessoas físicas eram ligados à rede e essa energia era comprada automaticamente pela companhia de energia.

2.3.1 ENERGIA SOLAR NO BRASIL COM FOCO NO NORDESTE

Adentrando no Brasil, pode-se observar, de acordo com a Figura 4, o elevado nível de irradiação solar sobre o país. Segundo o Atlas Brasileiro de Energia Solar, publicado em 2017 pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE, o Nordeste é a região que possui maior nível de irradiação no plano inclinado (média anual de 5,52 kWh/m²/dia) e menor variabilidade interanual durante o ano (PEREIRA et al., 2017).

Figura 4: Brasil: total diário de irradiação no plano inclinado na latitude – média anual

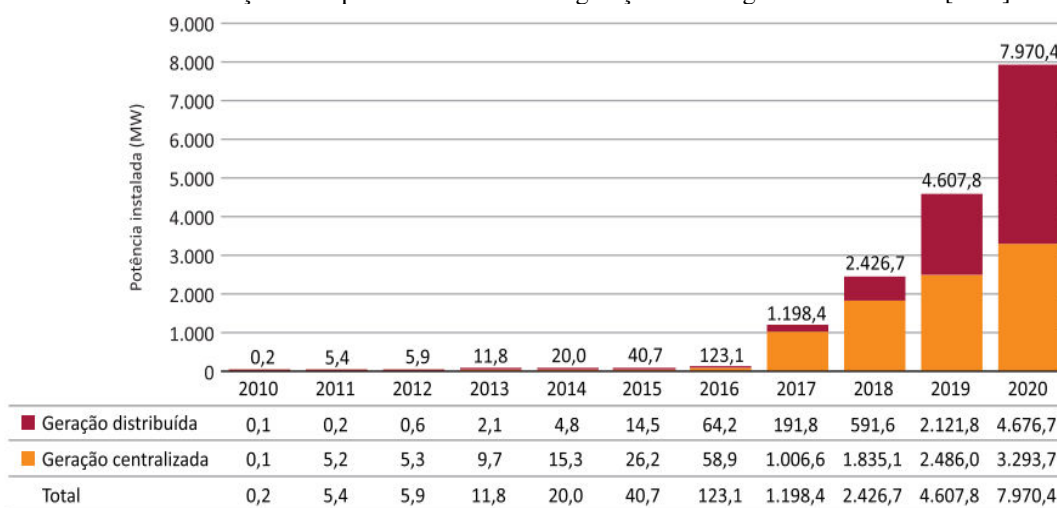


Fonte: Pereira *et al.* (2017)

Bezerra (2021) salienta que, dentro do Nordeste, especificamente na região semiárida – onde tem-se elevada irradiação, baixa precipitação e menor cobertura de nuvens ao longo do ano – revela-se ser o destino prioritário de aplicação de investimentos nesse tipo de geração de energia, como pode ser observado nos leilões públicos e privados.

Oriundo dos projetos para o marco legal da geração distribuída e da queda no preço dos equipamentos fotovoltaicos no cenário mais recente, a energia solar no Brasil teve um salto significativo a partir de 2017, como mostra no Gráfico 1. O cenário mais significativo é após a aprovação da PL 5829 que chega a alcançar 7.977,7 MW de potência instalada no Brasil.

Gráfico 1: Evolução da capacidade instalada de geração de energia solar no Brasil [MW]



Fonte: ANEEL 2021; elaborado por BNB/ETENE *apud* Bezerra 2021.

2.4 Tarifas e aumentos na conta de energia pelas concessionárias

Segundo Freitas (2018), o Brasil tem maior geração de energia proveniente dos recursos hídricos. Sendo eles inconstantes, pois possuem uma variabilidade oriunda das condições climáticas, localidade e época do ano.

Isso foi possível observar em 2014 com a crise hídrica no país – reservatórios com níveis baixíssimos de água devido as secas e as mudanças climáticas que ocorrem principalmente pelas queimadas e pelos desmatamentos –, levando a um maior racionamento do uso de energia elétrica e maior cuidado no uso exacerbado da água (RODRIGUES; FREITAS, 2022).

Essa crise ocasiona a diminuição da oferta e no aumento significativo das contas de energia elétrica com a utilização de tarifas extras conhecidas como bandeira amarela ou

vermelha. Desde então não parou de haver cobranças por parte da concessionária com aumento do valor da potência consumida e com tais tarifas extras (FREITAS, 2018).

2.6 Legislação atual no brasil

A legislação e as normas que atuam sobre os sistemas fotovoltaicos ainda são muito recente e não possuem a mesma estrutura que países mais desenvolvidos têm (RODRIGUES; FREITAS, 2022).

No ano de 2012 foi aprovado a Resolução Normativa N° 482 que estabelece, hoje, 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 (ANEEL, 2012). A mesma foi atualizada em 2015 pela Resolução Normativa 687.

A RN 687 alterou a RN 482, para regular a geração remota, com a geração de eletricidade para outro local registrado no mesmo CPF ou CNPJ, criação dos condomínios e da geração compartilhada e alteração dos limites de minigeração. Resultando em um volume de geração superior às projeções da ANEEL (MÕES; ROCHA; SANTOS, 2021).

Além disso, existe duas Normas Brasileiras (NBR) da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT). A primeira é a NBR 16690 que trata sobre os requisitos de projeto de instalação, desde o dimensionamento de condutores, dispositivos de proteção, equipamento de manobra, aterramento e equipotencialização, com objetivo de especificar os requisitos de segurança em instalações fotovoltaicas (ABNT, 2019)

A segunda é a NBR 16274, responsável pelas informações e documentação necessárias para a instalação do sistema à rede – não precisando para sistemas isolados, pois operam de forma independente. E descreve ensaios e teste de comissionamento e os critérios de inspeção necessários para avaliar a segurança e a correta operação do sistema (ABNT, 2014)

Para Gonçalves (2018), o sistema atual *net-metering* está assim definido:

“De maneira simplificada, a energia produzida em excesso pelo sistema fotovoltaico do consumidor é injetada na rede de distribuição da concessionária local, gerando créditos de energia, uma compensação para que o consumidor receba os créditos com base na quantidade (e não em valor) de energia ativa injetada, assim o número de créditos não é afetado pela flutuação das tarifas elétricas (ANEEL, 2012). Se os créditos não foram utilizados até o final de 36 meses, nenhum método de compensação seria aplicado.” (GONÇALVES, 2018).

2.7 Projeto de Lei 5829/2019

Mões, Rocha e Santos (2021) afirmam que “devido à estrutura de mercado de monopólio natural existente nos setores de transmissão e de distribuição, o preço da tarifa de energia elétrica ao consumidor final não segue as regras de demanda x oferta conforme um mercado de concorrência perfeita sendo onerado pelos custos de transação e subsídios”.

Foi a partir disso que veio o tão importante marco legal para a energia solar: o Projeto de Lei 5829 de 2019, representa uma contribuição para regulamentação da geração distribuída de energia elétrica que impacta todo o sistema elétrico nacional e os consumidores.

Apesar do PL propor algumas mudanças nas legislações atuais no que diz respeito a geração distribuída (GD), com a sansão – já realizada em janeiro de 2022 – ainda se tem 12 meses de carência para as novas instalações. Assim, assegurando que quem já possui o SF ou adquira o mesmo durante esse período terão acesso às regras de compensação vigentes atualmente até o dia 31 de dezembro de 2045 (PL 5829, 2019 *aput* ARAUJO, 2021)

Segundo a redação final do PL 5829 (2021), com o fim da carência, começará um período de transição, onde serão aplicadas as taxas referentes a remuneração da Tarifa de Uso do Sistema de Distribuição do Fio B (TUSD Fio B) gradualmente:

- a) 15% a partir de 2023;
- b) 30% a partir de 2024;
- c) 45% a partir de 2025;
- d) 60% a partir de 2026;
- e) 75% a partir de 2027;
- f) 90% a partir de 2028;
- g) A cobrança tarifária estabelecidas pela Aneel será disposta 100% a partir de 2029;
- h) Ressalva apenas para quem adquirir o sistema entre o 13º ao 18º mês após a sansão da lei que contemplará a transição desde o ponto A.

Sobre a compensação, a energia injetada, o excedente de energia ou o crédito de energia devem ser utilizados até o limite em que o valor em moeda relativo ao faturamento da unidade consumidora seja maior ou igual ao valor mínimo faturável da energia (REDAÇÃO FINAL DO PL 5829, 2021)

Existirá a possibilidade da venda de créditos de energia não utilizados para a concessionária, permanecendo 60 meses a validade dos mesmos. Foi alterada a forma de divisão de créditos entre as unidades consumidores diferentes, sendo possível agora estabelecer uma ordem de prioridade (PL 5829, 2019 *aput* ARAUJO, 2021).

E maior flexibilidade para geração compartilhada por meio de condomínios ou através de titularidades compartilhadas (PL 5829, 2019 *aput* FORTUNATO, 2021).

2.7.1 POLÍTICA DE INCENTIVO

Em 2014, as energias renováveis ultrapassaram o carvão como a maior fonte de capacidade de geração de energia e tornaram-se a segunda maior fonte de fornecimento de eletricidade. No entanto, enquanto algumas energias renováveis já são competitivas nos mercados existentes, outras não conseguem sobreviver sem mecanismos de incentivo, como é o caso da energia solar (EIA, 2016).

As maiores dificuldades para o desenvolvimento de energias renováveis são a falta de políticas facilitadoras e de limites regulatórios, que muitas vezes são questões internas de cada um dos Estados, na maioria das vezes, de países em crescimento (BARBOSA, 2015).

O Estado pode intervir no mercado de energia elétrica por três formas diferentes: na formulação de políticas energéticas, nas definições do planejamento energético e na regulação dos mercados de energia. Através das políticas públicas o governo sinaliza à sociedade as suas prioridades e diretrizes para o desenvolvimento do setor energético (BAJAY, 2002).

Na Alemanha, além de toda energia produzida ser comprada pela companhia de energia, o programa de incentivo tinha como objetivo beneficiar o pequeno produtor com um sistema de preço mais benéfico, o *feed-in tariff* (tarifa-prêmio). Consiste em considerar a energia produzida de forma renovável mais cara do que a disponível pela rede pública, assim, o pequeno produtor recebe a diferença por produzi-la (EPE, 2012).

Segundo a Empresa de Pesquisa Energética (2012), alguns outros países como Japão, Estados Unidos e França tinham as seguintes políticas públicas:

- Japão: em 2009 é assegurado como incentivos um programa a qual a rede adquire o excedente pagando duas vezes do valor aplicado ao consumidor com sistema menor que 10 kW e a concessão de subsídios.
- Estados Unidos: tem-se a redução do imposto de renda, esquemas de depreciação acelerada, regras favorecidas de interconexão e *net metering*, aceitação de modelos de financiamento por terceiros, incentivos baseados em desempenho, cada estado tem sua política de fomentação e tarifa-prêmio.
- França: o incentivo baseia-se na combinação de tarifas-prêmio e renúncia de imposto de renda de 25% do total de investimento em sistemas fotovoltaicos, com teto de €8.000

por contribuinte. Contudo, com a crise econômica, esta política encontrava-se em processo de revisão.

No Brasil, só houve um crescimento expressivo e significativo da capacidade instalada de geração distribuída ao final de 2016 após o aprimoramento da RN nº 482/2012 para a RN nº 687/2015 e da criação do Convênio ICMS nº 16/2015 (CONFAZ, 2015).

Ademais das legislações específicas, o governo brasileiro gerou oportunidade para construção de usinas fotovoltaicas em grande escala, como ocorreu em 2014, com o Leilão de Energia Reserva. Fomentando mais de R\$ 4 bilhões em projetos de usinas fotovoltaicas, estimando 890 MW de geração. E outros Leilões de Energia Reserva em 2015, fomentando a geração de 731,25 MWm no total (EPE, 2014; KONZEN, 2016).

2.8 Composição da tarifa de energia

A fatura de energia é nada mais que a nota fiscal que se tem discriminado as parcelas correspondentes do total consumido que deve ser pago oriundo do fornecimento de energia elétrica pela concessionária. Sendo seu valor líquido, na moeda original do país, o resultado da aplicação das seguintes tarifas de fornecimento, sem a incidência de impostos: demanda de potência ativa, consumo de energia elétrica ativa, uso do sistema, demanda de potência reativas excedentes e consumo de energia elétrica (MOURA, 2018).

E para entender se a unidade tem uma ligação monofásica ou trifásica, é necessário declarar a carga instalada, e para isso, deve-se somar todas as potências nominais dos equipamentos elétricos instalados na unidade consumidora, expressas em quilowatts (kW), caso a carga instalada for igual ou inferior a 15kW e seus equipamentos tiverem tensão de 220 V (fase-neutro) será monofásica, a ligação trifásica será se a carga estiver entre 15kW e 75kW, ou se houver, na instalação, máquinas ou equipamentos com tensão de 380V trifásicos (BELO, 2018).

Para efeito de faturamento, as tarifas de energia elétrica são divididas em dois grupos consumidores: grupo A e grupo B.

Para Carção (2011), o Grupo A as tarifas são para consumidores da rede de alta tensão – igual ou superior a 2,3 quilovolts (kV) ou, ainda, tensão inferior a 2,3 kV para sistema subterrâneo – e subdivididas pelo seu nível de tensão:

- A1 para 230 kV ou mais;
- A2 para 88 kV a 138 kV;
- A3 para 69 kV;

- A3a para 30 kV a 44 kV;
- A4 para 2,3 kV a 25 kV;
- AS para sistema subterrâneo.

Neste grupo, a modalidade tarifária atuante nas unidades consumidoras, de acordo com Mafra (2010), é considerada a época do ano e o momento do dia em que a energia é consumida. Sendo divididas em:

- I. **Modalidade tarifária convencional:** qualificada pela aplicação de tarifas de demanda de potência (kW) e/ou de consumo energia elétrica (kWh) independentemente das horas de utilização do dia e dos períodos do ano;
- II. **Modalidade tarifária horo-sazonal:** qualificada pela aplicação de tarifas de demanda de potência e consumo de energia elétrica de acordo com as horas utilização do dia e do período do ano.
 - a. **Modalidade tarifária horo-sazonal verde:** é adotado uma única tarifa de demanda (kW) e as tarifas de consumo (kWh) oscilam conforme com o horário do dia e do período do ano;
 - b. **Modalidade tarifária horo-sazonal azul:** as tarifas de demanda (kW) oscilam conforme com as horas de utilização do dia e as tarifas de consumo (kWh) oscilam de acordo o horário do dia e o período do ano;
 - c. Para ambas modalidades, verde e azul, é considerado:
 - i. **Horário de ponta:** período composto por 3 horas diárias consecutivas com algumas exceções;
 - ii. **Horário fora de ponta:** período que corresponde as horas consecutivas complementares ao Horário de Ponta;
 - iii. **Período úmido:** período de 5 meses consecutivos que compreende o fornecimento abrangidos pelas leituras de dezembro a abril do ano seguinte;
 - iv. **Período seco:** período de 7 meses consecutivos que compreende o fornecimento abrangidos pelas leituras de maio a novembro.

Segundo Carção (2011), o Grupo B, com base na legislação vigente, são todos os consumidores residentes cujo consumo mensal seja inferior a 80 kWh ou cujo consumo esteja entre 8 me 220 kWh/mês e estejam cadastrados no Cadastro Único de Projetos Sociais do Governo Federal, ou seja, os beneficiários da Tarifa social de Baixa Renda.

O valor da tarifa de fornecimento de energia elétrica copila o conceito de custo econômico. No entanto, existem componentes tarifários financeiros que não fazem parte da tarifária econômica, ou seja, da base tarifária (ANEEL, 2008).

De uma forma geral, a tarifa de energia cobrada aos consumidores é composta por vários custos como pode ser visto no Quadro 1:

Quadro 1: Composição tarifária

Tarifa de Energia (TE)	Energia efetivamente utilizada pelo consumidor final em todas as suas fases, desde a geração até o uso final.
Tarifa de Uso do Sistema de Distribuição (TUSD)	Serviço de distribuição de energia desde o ponto de entrega pela concessionária até o ponto de entrega do consumidor final
Tarifa de Uso do Sistema de Transmissão (TUST)	Serviço de transmissão de energia desde a fonte até a concessionária responsável pela distribuição.
Tributos	Programa Integração Social e Programa de Formação do Patrimônio do Servidor Público (PIS/PASEP), Contribuição para Financiamento da Seguridade Social (COFINS) e Imposto sobre Operações relativas à Circulação de Mercadoria (ICMS).
Encargos Setoriais	São as contribuições instituídas por Lei estabelecidas por resoluções ou despachos da ANEEL, mas que não são de imposto ou tributos.

Fonte: ABRADÉE (2022)

Logo, o distribuidor compra a energia dos geradores, comercializadores e produtores independentes, para depois vender aos consumidores cativos e cobrar a tarifa fixada pela agência reguladora. Sendo que a TUST e a TUSD são repassadas aos consumidores nas contas pagas para a concessionária responsável (FINGER, 2018).

Em pesquisas para fins comparativos, realizadas em 10 de Janeiro de 2022, a concessão feita da TUSD Fio B pela CPFL Paulista para o estado de São Paulo foi de R\$ 0,1480 (18% sobre o valor da tarifa) enquanto a da Equatorial Pará para o Estado do Pará foi de R\$ 0,3768 (50% sobre o valor da tarifa), ou seja, menor e maior valor referência a tarifa de destruição de fio b no país nesta data (MARQUES, 2022).

2.9 Orçamento do Sistema Fotovoltaico

Como referenciado, mesmo com a redução de seus custos ao longo do tempo, os sistemas fotovoltaicos costumam ter valores elevados oriundo de todas as tecnologias nele presente. Em sua grande maioria, os itens que possuem valores mais elevados no mercado são as placas fotovoltaicas e o inversor.

Conforme, esclarecido por algumas empresas locais, viu-se que a principal preocupação para poder realizar orçamentos é o histórico de consumo das faturas daquele cliente.

Outro ponto importante na hora de escolher os equipamentos, principalmente os módulos a serem utilizados, devido terem de várias potências diferentes, é o espaço que o cliente dispõe para a instalação do mesmo – geralmente feito nos telhados ou cobertura de sua edificação.

3 METODOLOGIA

3.1 Tipo de pesquisa

Foi realizado uma pesquisa bibliográfica e documental sobre estudo de leis, normas e projetos referentes ao campo da energia solar e sua legislação para auxiliar no decorrer do estudo. Tendo uma abordagem quali-quantitativa, com o levantamento de dados qualitativos com empresas de energia solar da região para fazer análises junto ao quantitativo fornecido por elas.

Quanto à natureza, esta pesquisa se classifica do tipo aplicada, pois objetiva gerar conhecimentos para aplicação prática, dirigidos à solução de problemas específicos.

Seus objetivos são classificados em pesquisa exploratório, visto que existe um levantamento bibliográfico, entrevistas com empresas as quais lidam diretamente com o tipo de prática e análise de exemplos que estimulem a compreensão. Descritiva, pois o estudo descreve os fatos e fenômenos de determinada realidade. E explicativa por contribuir com o porquê das coisas através de outra pesquisa descritiva (GIL, 2007).

Sobre os procedimentos, tem sua tipologia classificada como bibliográfica, documental, de campo e estudo de caso. Bibliográfico e documental se assemelham bastante, visto que a primeira faz uso de fontes compostas por material já elaborado, como livros e artigos científicos, e a segunda utiliza da variedade de fontes, sendo elas mais diversificadas, como tabelas estatísticas, documentos oficiais, relatórios, dentre outros (FONSECA, 2002)

Segundo o mesmo autor, o estudo de caso é compreendido como um estudo de uma entendida bem definida como uma instituição, cuja função é conhecer em profundidade o que há mais de importante e característico nela. E a realização de um levantamento de campo, na pesquisa de campo, cujo objetivo é colher dados juntos a empresas, com recursos das demais pesquisas.

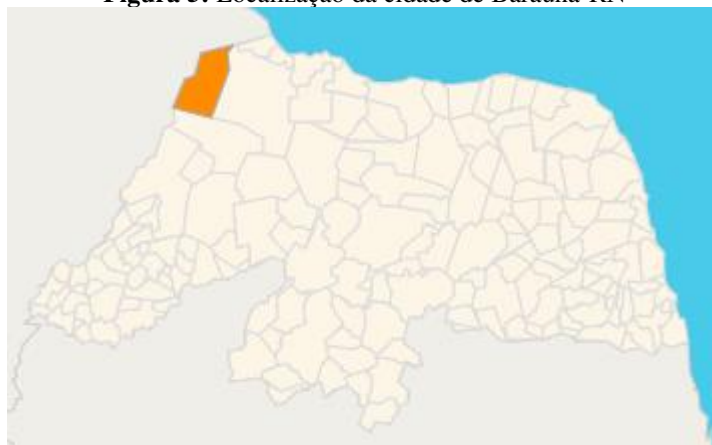
3.2 Universo e Amostra

Com uma amostra de 06 casos de faixa de consumo, sendo 3 casos da faixa de consumo de 4 a 8 kWp, a qual engloba usuários com consumo médio aproximado de 535 kWh/mês a 1073 kWh/mês, e mais 3 faixas de consumo que englobam de 8,01 a 12 kWp, sendo usuários com consumo médio aproximado de 1074 kWh/mês a 1606 kWh/mês. Tais faixas foram

escolhidas de acordo com a disponibilidade dos projetos e/ou orçamentos que as empresas disponibilizaram.

O universo de pesquisa se deu no estado do Rio Grande do Norte (Figura 5), especificamente na cidade de Baraúna, durante os 05 primeiros meses do ano de 2022, através dos papéis de consumo de energia dos clientes das 06 faixas supracitadas.

Figura 5: Localização da cidade de Baraúna-RN



Fonte: Google Earth Pro (2022).

. Posteriormente foi realizada uma pesquisa mercadológica com empresas de pequeno e médio porte da região, obtendo os valores médios dos sistemas fotovoltaicos previstos no estudo, a fim de analisar a viabilidade econômica da instalação.

3.3 Instrumento de Coleta de dados

Através da fatura de consumo gerada pela concessionária de Baraúna no Rio Grande do Norte (figura 6) foi possível observar os valores médios de consumo e percentual de destruição a fim de utiliza-los para base de cálculo.

Produzindo comparativos quali-quantitativos em tabelas no *Excel* para que os leitores consigam entender melhor sobre a forma de cobrança na legislação atual e em seu substituto antes de fazer sua adesão.

Para tanto, é preciso calcular o consumo de cada cliente sem o uso do sistema fotovoltaico, que pode ser obtido através do cálculo realizado pela Equação I:

$$[\text{Consumo ativo} * (\text{TUSD} + \text{TE})] \quad (\text{I})$$

Em seguida, calcular o quanto o cliente paga mediante a legislação RN N° 482, através das Equações II e III:

- Cliente monofásico:

$$30 * (\text{TUSD} + \text{TE}) \quad (\text{II})$$

- Cliente trifásico:

$$100 * (\text{TUSD} + \text{TE}) \quad (\text{III})$$

E por último, pode-se obter na Equação IV como o cliente irá pagar a partir do marco legal da energia solar;

$$[\text{Consumo ativo} * (\text{TUSD} + \text{TE})] \quad (\text{IV})$$

$$* [\text{Valor percentual de Distribuição sobre a composição da tarifa}]$$

Vale ressaltar que a composição da tarifa vai além desses itens, é somado a taxa de iluminação pública e a bandeira vigente. As mesmas não foram postas em cálculo visto que a sua variação é muito ampla: pode variar de uma cidade para outra e também de um bairro para outro.

E tendo a ressalva da imigração gradual de uma legislação para outra como referenciado.

Além do cálculo do valor da fatura de consumo para cada caso acima, foi feito um cálculo para analisar o desconto em valores percentuais que se tem a partir do valor inicial, quando não se tem o sistema fotovoltaico, e após o mesmo fazer a adesão deste sistema.

Posteriormente, foi analisado o *payback*, tempo de retorno de investimento dos clientes (Equação V), tanto para a regra atual quanto para a nova regra, considerando somente após o período de transição, que corresponde a aquisição do sistema a partir do mês 01 do ano de 2023, e o pagamento do sistema a vista.

$$\text{Payback} = \frac{\text{valor do sistema à vista}}{(\text{conta de energia atual} - \text{conta de energia com o SF})} \quad (\text{V})$$

Por fim, foi feita uma pesquisa bibliográfica e documental para a averiguação das tarifas sociais e incentivos fiscais que copilam os incentivos do PL e do governo para a aquisição da energia solar.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 Fatura de energia

Com base nos dados tratados, a fim de se calcular quanto o cliente pagaria com e sem energia solar, viu-se primeiramente que o valor de distribuição do fio B, que no período estudado apresentou variação média entre R\$ 0,14 a R\$ 0,37, em termos percentuais em cima da tarifa cobrada representa, respectivamente, 18% a 50% da tarifa total naquele dia.

Na tabela 1 a seguir, temos os dados obtidos por meio das análises das tarifas presentes na folha de consumo de energia disponibilizada pela concessionária atuante da cidade de Baraúna situada no estado do Rio Grande do Norte.

Tabela 1: Tarifas de consumo com referência cidade de Baraúna-RN

Mês/Ano	Valor de Distribuição sobre a tarifa [%]	Preço [R\$]		
		TUSD Fio B	TE	SOMA (TUSD + TE)
Jan/22	22,11	0,4081	0,3198	0,7279
Fev/22	21,16	0,3874	0,3036	0,691
Mar/22	19,27	0,3926	0,3077	0,7003
Abr/22	23,53	0,3961	0,3104	0,7065
Mai/22	27,68	0,4345	0,3319	0,7664
Média	22,75%	-	-	R\$ 0,71842

Fonte: Autoria Própria (2022)

Observa-se que o valor final da TUSD mensal dos meses em análise (janeiro à maio) supera o valor da pesquisa feita no dia 10 de janeiro do mesmo ano. Com esses dados, foi feito uma média do valor percentual que a tarifa de distribuição tem de contribuição na tarifa total (0,2275, convertido de porcentagem para decimal) e também outra média do preço da tarifa de distribuição + a tarifa de energia (R\$ 0,7184).

Nota-se que é uma taxa a qual tem uma variação mensal muito acentuada, tendo estados com concessionária que fornece ao seu consumir um valor superior a 30% da tarifa total de energia, considerada alta.

Com isso, pode-se observar valores a serem pagos sem o sistema fotovoltaico e com a sua adesão nas 06 (seis) tabelas a seguir.

Como mencionado anteriormente, a potência do sistema é igual a soma das potências das placas que se precisa para atingir a geração desejada. Para o presente estudo, utilizou-se os

dados das placas de potência 545w, com geração prevista de 73 kWh/mês para a cidade de Baraúna/RN, pois, foi o padrão de placa utilizado pelas empresas que forneceram as propostas comerciais que serviram como objetivo de estudo.

Perante a PL 5829, será feito ajustes anuais até o ano de 2029, quando o cliente começará a pagar o valor total de cobrança do sistema. E entre os anos de 2023 até 2028 será acrescido o percentual gradativo.

Conforme a tabela de unidades consumidoras ligadas aos sistemas 220V/380V da Neoenergia, representada na Figura 8, podemos ver que clientes com carga instalada de até 15 kw, pode estar como monofásico ou trifásico, a depender dos equipamentos utilizados. Logo, para os sistemas estudados, foram analisadas nas duas modalidades tarifárias.

Figura 7: Tabela com Dados Elétricos da Entrada de Serviço – Unidades Consumidoras Ligadas ao Sistema 380/220V – Responsabilidade da Concessionária

Tipo da ligação (Sistema 220-127V)	Carga Instalada (kW)	Demanda (kVA)	Potência do maior motor/solda motor (cV)			Responsabilidade da Concessionária		Medidor
			FN	2F	3F	Ramal de Ligação		
						Aéreo	Subterrâneo	
						Condutor de Cobre (mm²)	Condutor de Cobre (mm²)	
Monofásica	0 - 3	-	-	-	-	6	6	Eletrônico (15 – 100A)
	3,1 - 8	-	3	-	-	6	6	
	8,1 - 10	-	3	-	-	10	10	
	10,1 - 15	-	3	-	-	10	16	
Trifásica	-	0 - 25	3	5	20	10	10	Eletrônico (15 – 120A)
	-	25,1 - 35	3	5	30	10	16	
	-	35,1 - 45	5	10	30	16	25	
	-	45,1 - 60	7,5	12	30	25	35	
	-	60,1 - 75	7,5	12	30	35	35	Medidor 200 A

Fonte: Neoenergia, 2017

Vale ressaltar que todas as tabelas de cliente/consumo não possuem o valor da taxa de bandeira vigente (verde, amarela ou vermelha), nem o valor da taxa de iluminação pública, que varia de acordo com o mês e de cada concessionária.

Na Tabela 2 foi calculado valores em reais (R\$) comparando os gastos do cliente, que possui um consumo médio mensal de 640 kWh em sua residência, nas seguintes condições: gasto da fatura sem implementação do SF; gasto da fatura com implementação do SF, considerando a regra vigente e, também, quanto será seus custos a partir do início do marco legal. Além do cálculo da porcentagem de desconto para ambas as regras referente ao valor pago inicialmente para a unidade que não possui o sistema.

Com um consumo médio de 640 kWh/mês, o cliente 1 pode aderir para sua unidade 9 placas de potência de 545 W, assim, gerando cerca de 657 kWh/mês e totalizando uma potência de 4,9 kWp, que está localizado dentro da primeira faixa de estudo.

Tabela 2: Cliente com consumo de 640 kWh/mês de potência

CLIENTE 1	SEM ENERGIA SOLAR	COM ENERGIA SOLAR									
	CONTA DE ENERGIA	LEGISLAÇÃO VIGENTE		PERÍODO DE TRANSIÇÃO GRADUAL EM REAIS [R\$]						PL 5829 100 % (2029)	
		CONTA DE ENERGIA	PERCENTUAL DE DESCONTO	15 % (2023) [R\$]	30 % (2024) [R\$]	45 % (2025) [R\$]	60 % (2026) [R\$]	75 % (2027) [R\$]	90 % (2028) [R\$]	CONTA DE ENERGIA	PERCENTUAL DE DESCONTO
Monofásico	R\$ 459,79	R\$ 21,55	95,31%	15,69	31,38	47,07	62,76	78,45	94,14	R\$ 104,60	77,25%
Trifásico	R\$ 459,79	R\$ 71,84	84,38%	15,69	31,38	47,07	62,76	78,45	94,14	R\$ 104,60	77,25%

Fonte: Autoria Própria (2022).

Tabela 3: Cliente com consumo de 730 kWh/mês de potência

CLIENTE 2	SEM ENERGIA SOLAR	COM ENERGIA SOLAR									
	CONTA DE ENERGIA	LEGISLAÇÃO VIGENTE		PERÍODO DE TRANSIÇÃO GRADUAL EM REAIS [R\$]						PL 5829 100 % (2029)	
		CONTA DE ENERGIA	PERCENTUAL DE DESCONTO	15 % (2023) [R\$]	30 % (2024) [R\$]	45 % (2025) [R\$]	60 % (2026) [R\$]	75 % (2027) [R\$]	90 % (2028) [R\$]	CONTA DE ENERGIA	PERCENTUAL DE DESCONTO
Monofásico	R\$ 524,45	R\$ 21,55	95,89%	17,90	35,79	53,69	71,59	89,48	107,38	R\$ 119,31	77,25%
Trifásico	R\$ 524,45	R\$ 71,84	86,30%	17,90	35,79	53,69	71,59	89,48	107,38	R\$ 119,31	77,25%

Fonte: Autoria Própria (2022).

Sem a energia solar ele tem um gasto médio de R\$ 459,79 apenas com relação a TUSD Fio B e TE. Com energia solar instalada em sua unidade, na regra vigente, caso tivesse uma ligação monofásica, seria cerca de R\$ 21,55, e, se fosse uma trifásica, a cobrança era cerca de R\$ 71,84. Para o pagamento do valor integral do que foi exposto na PL 5829/2019, o cliente arca com cerca de R\$ 104,60 ao final de sua transição gradual de cobranças.

Em termos percentuais, sua conta de energia de R\$ 459,79 é o equivalente a 100% do valor cobrado pela concessionária sem uso do sistema. Com a implantação do SF, na regra atual, com ligação monofásica, seu desconto é de 95,31%, já para ligação trifásica, esse valor diminui para 84,38%. Com o fim do período de transição da PL 5829/2019, o cliente tem seu desconto reduzido para 77,25%, independentemente do tipo de ligação do seu sistema.

O cliente 2 tem um consumo médio mensal de 700 kWh e para uma melhor experiência, foi obtido um valor de 10 placas fotovoltaicas para uma geração de 730 kWh/mês, totalizando uma potência mensal de 5,45 kWp, estando dentro da primeira faixa. A Tabela 3 demonstra o preço em reais a qual este cliente está sujeito a pagar.

Sem a energia solar ele tem um gasto médio de R\$ 524,45 apenas com relação a TUSD Fio B e TE. Na legislação vigente, caso tivesse uma ligação monofásica seria cerca de R\$ 21,55 e se fosse uma trifásica a cobrança era cerca de R\$ 71,84. Para o pagamento do valor integral do que foi exposto na PL 5829, o cliente arca com cerca de R\$ 119,31 ao final de sua transição gradual de cobranças.

Em termos percentuais, sua conta de energia com o sistema fotovoltaico instalado e com ligação monofásica seu desconto é de 95,89%, já com a ligação trifásica tem um desconto de 86,30%. Com o marco legal e o fim do período de transição, seu desconto passa a ser cerca de 77,25%, independentemente do tipo de ligação.

O cliente 3 apresenta um consumo médio mensal de 400 kWh e opta por uma geração mensal de 850 kWh, visando expansão do seu consumo. Para este caso foi utilizado 12 placas fotovoltaicas que juntas produzem 876 kWh/mês, acima do esperado. Isso significa uma potência mensal de 6,54 kWp, que se encontra na primeira faixa. Logo, a Tabela 4 demonstra o comparativo de valores a serem pagos por este cliente.

Tabela 4: Cliente com consumo de 876 kWh/mês de potência

CLIENTE 3	SEM ENERGIA SOLAR	COM ENERGIA SOLAR									
	CONTA DE ENERGIA	LEGISLAÇÃO VIGENTE		PERÍODO DE TRANSIÇÃO GRADUAL EM REAIS [R\$]						PL 5829 100 % (2029)	
		CONTA DE ENERGIA	PERCENTUAL DE DESCONTO	15 % (2023) [R\$]	30 % (2024) [R\$]	45 % (2025) [R\$]	60 % (2026) [R\$]	75 % (2027) [R\$]	90 % (2028) [R\$]	CONTA DE ENERGIA	PERCENTUAL DE DESCONTO
Monofásico	R\$ 629,34	R\$ 21,55	96,58%	21,48	42,95	64,43	85,90	107,38	128,86	R\$ 143,17	77,25%
Trifásico	R\$ 629,34	R\$ 71,84	88,58%	21,48	42,95	64,43	85,90	107,38	128,86	R\$ 143,17	77,25%

Fonte: Autoria Própria (2022).

Tabela 5: Cliente com consumo de 1100 kWh/mês de potência

CLIENTE 4	SEM ENERGIA SOLAR	COM ENERGIA SOLAR									
	CONTA DE ENERGIA	LEGISLAÇÃO VIGENTE		PERÍODO DE TRANSIÇÃO GRADUAL EM REAIS [R\$]						PL 5829 100 % (2029)	
		CONTA DE ENERGIA	PERCENTUAL DE DESCONTO	15 % (2023) [R\$]	30 % (2024) [R\$]	45 % (2025) [R\$]	60 % (2026) [R\$]	75 % (2027) [R\$]	90 % (2028) [R\$]	CONTA DE ENERGIA	PERCENTUAL DE DESCONTO
Monofásico	R\$ 790,26	R\$ 21,55	97,27%	26,97	53,94	80,90	107,87	134,84	161,81	R\$ 179,78	77,25%
Trifásico	R\$ 790,26	R\$ 71,84	90,91%	26,97	53,94	80,90	107,87	134,84	161,81	R\$ 179,78	77,25%

Fonte: Autoria Própria (2022).

Sem a energia solar ele tem um gasto médio de R\$ 629,34 apenas com relação a TUSD Fio B e TE. Na legislação vigente, caso tivesse uma ligação monofásica seria cerca de R\$ 21,55 e se fosse uma trifásica a cobrança era cerca de R\$ 71,84. Para o pagamento do valor integral do que foi exposto na PL 5829, o cliente arca com cerca de R\$ 143,17 ao final de sua transição gradual de cobranças.

Em termos percentuais, sua conta de energia com o sistema solar implantado e com ligação monofásica tem um desconto de 96,58%, já o sistema com uma trifásica tem um desconto de 88,58%. Com o marco legal e o fim do período de transição, seu desconto passa a ser cerca de 77,25%, independentemente do tipo de ligação.

Para o cliente 4, tem-se um consumo médio mensal de 1100 kWh, visto sua necessidade, foi alocado 15 placas para suprir a sua demanda. Assim, gerando uma potência mensal de 8,18 kWp. Este cliente com sua amostra na Tabela 5, como já demanda uma potência acima de 8,01 kWp, faz parte da segunda faixa de consumo.

Sem a energia solar ele tem um gasto médio de R\$ 790,26 apenas com relação a TUSD Fio B e TE. Na legislação vigente, para o sistema trifásico, a cobrança é cerca de R\$ 71,84. Para o pagamento do valor integral do que foi exposto na PL 5829, o cliente arca com cerca de R\$ 179,78 ao final de sua transição gradual de cobranças.

Em termos percentuais, sua conta de energia com o sistema solar implantado e com ligação monofásica tem um desconto de 97,27%, já o sistema com uma trifásica tem um desconto de 90,91%. Com o marco legal e o fim do período de transição, seu desconto passa a ser cerca de 77,25%, independentemente do tipo de ligação.

O Cliente 5 tem um consumo médio mensal de 1438 kWh. Seu sistema será com 20 placas fotovoltaicas, com uma geração de 1460 kWh/mês e uma potência 10,9 kWp. Assim, pertencendo a segunda faixa. A Tabela 6 mostra a simulação de gastos com a conta de energia para este cliente.

Sem a energia solar ele tem um gasto médio de R\$ 1048,89 apenas com relação a TUSD Fio B e TE. Na legislação vigente, para o sistema trifásico, a cobrança é cerca de R\$ 71,84. Para o pagamento do valor integral do que foi exposto na PL 5829, o cliente arca com cerca de R\$ 238,62 ao final de sua transição gradual de cobranças.

Em termos percentuais, sua conta de energia com o sistema solar implantado e com ligação monofásica tem um desconto de 97,95%, já o sistema com uma trifásica tem um desconto de 93,15%. Com o marco legal e o fim do período de transição, seu desconto passa a ser cerca de 77,56%, independentemente do tipo de ligação.

Tabela 6: Cliente com consumo de 1460 kWh/mês de potência

CLIENTE 5	SEM ENERGIA SOLAR	COM ENERGIA SOLAR									
	CONTA DE ENERGIA	LEGISLAÇÃO VIGENTE		PERÍODO DE TRANSIÇÃO GRADUAL EM REAIS [R\$]						PL 5829 100 % (2029)	
		CONTA DE ENERGIA	PERCENTUAL DE DESCONTO	15% (2023) [R\$]	30% (2024) [R\$]	45% (2025) [R\$]	60% (2026) [R\$]	75% (2027) [R\$]	90% (2028) [R\$]	CONTA DE ENERGIA	PERCENTUAL DE DESCONTO
Monofásico	R\$ 1.048,89	R\$ 21,55	97,95%	35,30	70,61	105,91	141,21	176,52	211,82	R\$ 235,35	77,56%
Trifásico	R\$ 1.048,89	R\$ 71,84	93,15%	35,79	71,59	107,38	143,17	178,97	214,76	R\$ 235,35	77,56%

Fonte: Autoria Própria (2022).**Tabela 7:** Cliente com consumo de 1600 kWh/mês de potência

CLIENTE 6	SEM ENERGIA SOLAR	COM ENERGIA SOLAR									
	CONTA DE ENERGIA	LEGISLAÇÃO VIGENTE		PERÍODO DE TRANSIÇÃO GRADUAL EM REAIS [R\$]						PL 5829 100 % (2029)	
		CONTA DE ENERGIA	PERCENTUAL DE DESCONTO	15% (2023) [R\$]	30% (2024) [R\$]	45% (2025) [R\$]	60% (2026) [R\$]	75% (2027) [R\$]	90% (2028) [R\$]	CONTA DE ENERGIA	PERCENTUAL DE DESCONTO
Monofásico	R\$ 1.149,47	R\$ 21,55	98,13%	39,23	78,45	117,68	156,90	196,13	235,35	R\$ 261,50	77,25%
Trifásico	R\$ 1.149,47	R\$ 71,84	93,75%	39,23	78,45	117,68	156,90	196,13	235,35	R\$ 261,50	77,25%

Fonte: Autoria Própria (2022).

O último cliente, também da segunda faixa, tem um consumo médio de 1500 kWh/mês e optou por um sistema com 22 placas que o favorecia em um gasto médio de 1600 kWh/mês, com uma potência de 11,99 kWp, como mostra a Tabela 7.

Sem a energia solar ele tem um gasto médio de R\$ 1 149,47 apenas com relação a TUSD Fio B e TE. Na legislação vigente, para o sistema trifásico, a cobrança é cerca de R\$ 71,84. Para o pagamento do valor integral do que foi exposto na PL 5829, o cliente arca com cerca de R\$ 261,50 ao final de sua transição gradual de cobranças.

Em termos percentuais, sua conta de energia com o sistema solar implantado e com ligação monofásica tem um desconto de 98,13%, já o sistema com uma trifásica tem um desconto de 93,75%. Com o marco legal e o fim do período de transição, seu desconto passa a ser cerca de 77,25%, independentemente do tipo de ligação.

Diante desses comparativos de pagamento de energia com e sem a adesão ao sistema fotovoltaico, pode-se perceber que, em primeira instância, a legislação RN N° 482 era mais rentável ao consumidor visto que a cobrança da taxa tarifária dependia apenas do tipo de sistema que englobava a unidade sobre o custo de TUSD fio B e TE, se monofásico ou trifásico. Esta e a próxima cobrança somadas a iluminação pública e a bandeira vigente do mês.

Com a aprovação da PL 5829 a taxa de pagamento será voltada ao que é consumido e a distribuição de energia cobrada por cada concessionária, sobre o valor de TUSD Fio B e TE também. Assim, deixando o valor bem mais elevado comparado a cobrança anterior, principalmente para aquelas unidades monofásicas. Mas não deixando a desejar na trifásica, já que antes mesmo do início da segunda faixa já é cobra o dobro do valor da primeira legislação.

4.2 Retorno do investimento

Sabendo os valores mensais a serem cobrados a partir da aquisição do SF, foi posto em discussão o tempo de retorno de investimento do mesmo, o chamado *payback*, segundo os perfis das empresas colaboradoras.

Na regra atual, para modalidade de pagamento do sistema à vista, o *payback* pode ser visto através da soma da taxa de energia, oriunda da aquisição do sistema fotovoltaico, e o valor restante equiparado ao que o cliente pagava antes de obter o sistema.

Expressando a ideia em valores, o Cliente 1 que precisa de um sistema com 9 painéis fotovoltaicos e todos seus aparatos, de acordo com a pesquisa mercadológica feita com empresas da região, ele pagaria um valor médio de R\$ 23.035,00 à vista. Como expresso na

Tabela 2, possuindo uma fatura de cerca de R\$ 459,79 mensais, o tempo de retorno desde cliente pode ser compreendido haja vista Equação V:

Para ligação monofásica:

$$\text{Payback} = \frac{23.035,00}{(459,79 - 21,55)} = 52,56 \text{ [meses]}$$

Para ligação trifásica:

$$\text{Payback} = \frac{23.035,00}{(459,79 - 71,84)} = 59,37 \text{ [meses]}$$

Logo, o tempo de retorno para uma ligação monofásica se daria a partir do 52º mês após a adesão ao sistema, em outras palavras, o *payback* seria dado a partir de 4 anos e 4 meses, podendo ser compensado em 100% no dobro deste tempo. E para a ligação trifásica, a resposta é a partir do 59º mês, ou seja, com 4 anos e 11 meses após a aquisição do sistema.

Com o PL 5829/2019, nota-se uma diminuição no desconto de pagamento, assim, fazendo aumentar o tempo de retorno de investimento do cliente. Observe:

$$\text{Payback} = \frac{23.035,00}{(459,79 - 104,60)} = 64,40 \text{ [meses]}$$

Assim, o *payback* do cliente após o marco legal pode ser dado a partir do 64º mês, ou seja, com 5 anos e 4 meses da adesão do sistema.

O Cliente 2, tem-se a necessidade de implantação de 10 placas para suprir os 730 kWh/mês. Sua média de pagamento mensal da fatura de energia é de R\$ 524,45 e seu orçamento para aquisição do sistema foi avaliado em R\$ 24.790,00. O tempo de retorno desde cliente segue expresso, respectivamente, referente a regra atual – para monofásica e trifásica – e após o marco legal:

$$\text{Payback} = \frac{24.790,00}{(524,45 - 21,55)} = 49,29 \text{ [meses]}$$

$$\text{Payback} = \frac{24.790,00}{(524,45 - 71,84)} = 54,77 \text{ [meses]}$$

$$\text{Payback} = \frac{24.790,00}{(524,45 - 119,31)} = 61,18 \text{ [meses]}$$

Pode-se observar que na regra atual, para a ligação monofásica, o cliente leva cerca de 49 meses (4 anos e 1 meses). Ainda na regra atual e com ligação trifásica, 54 meses (4 anos e 6 meses). E com a entrada da PL, 61 meses (5 anos e 1 meses).

O Cliente 3, tem-se a necessidade de implantação de placas para suprir os 876 kWh/mês. Sua média de pagamento mensal da fatura de energia é de R\$ 629,34 e seu orçamento para aquisição do sistema foi avaliado em R\$ 26.944,36. O tempo de retorno desde cliente segue expresso, respectivamente, referente a regra atual – para monofásica e trifásica – e após o marco legal:

$$\text{Payback} = \frac{26.944,36}{(629,34 - 21,55)} = 44,33 \text{ [meses]}$$

$$\text{Payback} = \frac{26.944,36}{(629,34 - 71,84)} = 48,33 \text{ [meses]}$$

$$\text{Payback} = \frac{26.944,36}{(629,34 - 143,17)} = 55,42 \text{ [meses]}$$

Pode-se observar que na regra atual, para a ligação monofásica, o cliente leva cerca de 44 meses (3 anos e 8 meses). Ainda na regra atual e com ligação trifásica, 48 meses (4 anos). E com a entrada da PL, 55 meses (4 anos e 6 meses).

O Cliente 4, tem-se a necessidade de implantação de placas para suprir os 1100 kWh/mês. Sua média de pagamento mensal da fatura de energia é de R\$ 790,26 e seu orçamento para aquisição do sistema foi avaliado em R\$ 33.872,11. O tempo de retorno desde cliente segue expresso, respectivamente, referente a regra atual – para monofásica e trifásica – e após o marco legal:

$$\text{Payback} = \frac{33.872,11}{(790,26 - 21,55)} = 44,06 \text{ [meses]}$$

$$\text{Payback} = \frac{33.872,11}{(790,26 - 71,84)} = 47,14 \text{ [meses]}$$

$$\text{Payback} = \frac{33.872,11}{(790,26 - 179,78)} = 55,48 \text{ [meses]}$$

Pode-se observar que na regra atual, para a ligação monofásica, o cliente leva cerca de 44 meses (3 anos e 8 meses). Ainda na regra atual e com ligação trifásica, 47 (3 anos e 11 meses). E com a entrada da PL, 55 meses (4 anos e 7 meses).

O Cliente 5, tem-se a necessidade de implantação de placas para suprir os 1460 kWh/mês. Sua média de pagamento mensal da fatura de energia é de R\$ 1.048,89 e seu orçamento para aquisição do sistema foi avaliado em R\$ 43.085,00. O tempo de retorno desde cliente segue expresso, respectivamente, referente a regra atual – para monofásica e trifásica – e após o marco legal:

$$\text{Payback} = \frac{43.085,00}{(1.048,89 - 21,55)} = 41,93 \text{ [meses]}$$

$$\text{Payback} = \frac{43.085,00}{(1.048,89 - 71,84)} = 44,09 \text{ [meses]}$$

$$\text{Payback} = \frac{43.085,00}{(1.048,89 - 235,35)} = 52,95 \text{ [meses]}$$

Pode-se observar que na regra atual, para a ligação monofásica, o cliente leva cerca de 41 meses (3 anos e 5 meses). Ainda na regra atual e com ligação trifásica, 44 meses (3 anos e 8 meses). E com a entrada da PL, 56 meses (4 anos e 8 meses).

E por fim, com Cliente 6 tem-se a necessidade de implantação de placas para suprir os 1600 kWh/mês. Sua média de pagamento mensal da fatura de energia é de R\$ 1.149,47 e seu orçamento para aquisição do sistema foi avaliado em R\$ 46.997,00. O tempo de retorno desde cliente segue expresso, respectivamente, referente a regra atual – para monofásica e trifásica – e após o marco legal:

$$\text{Payback} = \frac{46.997,00}{(1.149,47 - 21,55)} = 41,66 \text{ [meses]}$$

$$\text{Payback} = \frac{46.997,00}{(1.149,47 - 71,84)} = 43,61 \text{ [meses]}$$

$$\text{Payback} = \frac{46.997,00}{(1.149,47 - 261,50)} = 52,92 \text{ [meses]}$$

Pode-se observar que na regra atual, para a ligação monofásica, o cliente leva cerca de 41 meses (3 anos e 5 meses). Ainda na regra atual e com ligação trifásica, 43 meses (3 anos e 7 meses). E com a entrada da PL, 53 meses (4 anos e 5 meses).

Apesar de que a maioria dos clientes, que procuram as empresas estudadas, optarem pelo financiamento do sistema, este estudo foi direcionado para o pagamento à vista para que o leitor possa observar o aumento de tempo de retorno do cliente. Contudo, além disso, o mesmo pode ser influenciado pela conta de energia que varia de acordo com o consumo da unidade, das taxas aplicadas pela concessionária e o aumento anual recorrente de energia, assim, podendo estar variando para mais ou para menos esse tempo de retorno.

Para aqueles que desejam financiar seu sistema, o payback vai depender muito do tipo de financiamento, se em parcelas fixas ou variáveis, do banco financiador e suas regras e, também, da data a qual ele aderir ao sistema, pois pode passar pelo período de transição gradual de tarifa ou não. Então, são diversos os fatores que influenciam diretamente no retorno do investimento quando se trata de um cliente que faz financiamento do sistema, ou parte dele.

4.3 Incentivos sociais e fiscais

Através de algumas pesquisas documentais, foi visto a carência no país em incentivos fiscais e políticas sociais no que diz respeito a energia solar.

Para os incentivos fiscais, estes estudos apontam uma diminuição da alíquota do imposto de importação, o ICMS, para painéis solares de 12% para 6% (MINISTÉRIO DA ECONOMIA, 2021). Em contrapartida, na tarifa de energia, o Rio Grande do Norte passa a exceder o valor da alíquota básica, que é de 18%, em 25% nas contas de energia (G1 RN, 2021).

A Aneel conduzir processo para revisão de regras da geração distribuída para reduzir os poucos incentivos para a modalidade, visando remunerar as concessionárias de distribuição pelo uso da rede local. Ou seja, retirando possíveis descontos do cliente final, que é quem gera

a sua própria energia, para aumentar o lucro das instituições que guarda a energia gerada excedente, levando, assim, à um maior tempo de retorno do investimento.

Para um incentivo social, não adianta apenas uma política pública de levar financiamento mais barato para famílias de baixa renda, visto que já são um grupo carente financeiramente e que podem ter outras prioridades. Como plano social, pode ser levado uma taxa de geração de um parque solar regido pelo estado direcionado a este grupo.

O estado também pode promover ações educativas de conscientização sobre a importância da energia solar para o meio ambiente e para o desenvolvimento sustentável, oferecerá orientação e assistência técnica para a instalação de painéis fotovoltaicos, além de disponibilizar crédito e custeio para a instalação dos equipamentos

E para aquele que já possuem o sistema, ou mesmo aos demais grupo, a ideia seria o que já acontece em outros países, como pagar o valor dobrado pelo kW excedente ao gerador. Outra vantagem boa para a região é deixar os créditos sem tempo de expirar, haja vista o tanto que o mesmo cliente pode repassar para sua unidade acopladas ao mesmo sistema, quando assim for necessário.

Por fim, não adianta os estados visionarem uma sustentabilidade na geração de energia sem oferecer a população incentivos fiscais e não apresentado políticas públicas.

5 CONCLUSÃO

Com a larga expansão da energia solar no estado do Rio Grande do Norte, por ser uma região a qual tem um clima bastante propício para a utilização das placas fotovoltaicas – já que possui uma forte incidência do sol, e com a aprovação do Projeto de Lei 5829/2019, o tipo de sistema vem abrindo várias discussões sobre sua viabilidade financeira.

Considerado os dados obtidos vimos que foi feito comparativos entre a conta de energia de uma pessoa sem um sistema fotovoltaico e com o sistema instalado em sua unidade sob a vigência da regra atual e também com regra nova proposta, onde foi possível ver algumas mudanças, como aumento da tarifa de energia após a entrada do marco legal.

Foi possível analisar a fatura de energia de 06 clientes, oriundos da pesquisa mercadológica com empresas da região, que não possuíam o sistema solar instalado em suas unidades, assim, dando respaldo para caracterizar a economia para aquele que fizessem a adesão do sistema tanto antes do fim do período de transição, que começariam a serem taxados através da Resolução Normativa Nº 482, quanto após a taxação de 100% da PL 5829/2019, além da exemplificação do período de transição.

Obtendo, assim, valores, tanto expressões em forma da moeda nacional (real) quanto em porcentagem (%), os quais é notório um aumento nas taxas com a aprovação do marco legal, diminuindo o percentual de desconto que, na regra atual, pode chegar a mais de 98% de seu valor inicial sem o uso da energia solar e, após o fim da transição para a nova regra, isso cai para cerca de 77%.

Ainda não se deixa de ter um valor satisfatório de economia, haja vista o valor sem nenhum desconto, contudo, tudo isso pode mudar o cenário do tempo de retorno de investimento feito pelos clientes no sistema completo.

Para quem optar pelo pagamento à vista do sistema, é possível ter um retorno mais rápido – mas ainda entre 7 a 12 anos, porém, a maior parte dos clientes das empresas pesquisadas fazem o financiamento do mesmo. Com um sistema financiado o cliente pode levar o dobro do tempo para se ter o *payback*, pois isto está ligado diretamente com a taxa de energia que será paga, a forma de financiamento e da instituição financiadora escolhida por ele.

Espera-se que com a implementação da PL também possa surgir novos incentivos fiscais e política sociais por parte do governo e, até mesmo, de grandes fabricantes, a fim, de fazer com que o sistema se torne cada vez mais acessível para sua aquisição.

Por fim, a energia solar, embora apresente muitos benefícios hoje e alguns deles sejam reduzidos com a entrada do marco legal, continuará sendo viável, uma vez que o tempo de retorno do investimento demore um pouco mais, mas ele irá acontecer como previsto.

Recomendações: pesquisa com uma tratativa mais detalhada com bancos financiadores do sistema para o período de transição da PL 5829/2019.

REFERÊNCIAS

ABNT. **NBR 16274 Sistemas fotovoltaicos conectados à rede**: Requisitos mínimos para documentação, ensaios de comissionamento, inspeção e avaliação de desempenho. Rio de Janeiro, 2014.

ABNT. **NBR 16690 Instalações elétricas de arranjos fotovoltaicos**: Requisitos de projeto. Rio de Janeiro, 2019.

ABRADEE. **Tarifas de Energia**. Elaborado pela Associação Brasileira de Distribuição de Energia Elétrica. Disponível em: <https://www.abradee.org.br/setor-de-distribuicao/tarifas-de-energia/> . Acesso em: 13 maio 2022.

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA (ANEEL). **Nota Técnica nº225/2008 SRE/ANEEL**, 2008.

ALMEIDA, Eliane et al. **Energia Solar Fotovoltaica: Revisão Bibliográfica**. [S. l.], 2016
ANEEL. **Resolução N°482, de 17 de abril de 2012**. Estabelece as condições gerais para o acesso de micro geração e mineração distribuída aos sistemas de distribuição de energia elétrica, o sistema de compensação de energia elétrica, e dá outras providências. ANEEL, 2012. Disponível em: <http://www.aneel.gov.br/cedoc/ren2012482.pdf> . Acesso em: 16 abr. 2022.

ANEEL. Agência Nacional de Energia Elétrica **Resolução N°482, de 17 de abril de 2012**. Estabelece as condições gerais para o acesso de micro geração e mineração distribuída aos sistemas de distribuição de energia elétrica, o sistema de compensação de energia elétrica, e dá outras providências. 2012.

Apresentação da **Redação Final** n. 2 PLEN, pelo Deputado Lafayette de Andrada (REPUBLIC/MG). **PROJETO DE LEI N° 5.829-C DE 2019**. 16/12/2021. Disponível em: https://www.camara.leg.br/proposicoesWeb/prop_mostrarintegra?codteor=2130774 . Acesso em: 26 abri. 2022.

BAJAY, S.V. **Energia no Brasil**: os próximos dez anos. Campinas-SP, 2002.

BARBOSA. **Recursos Naturais Renováveis e Produção de Energia**. Revista Política Hoje, v. 23, n. 1, p. 193-215, 2015.

BELO, Danielle Silva. **RELATÓRIO DE ESTÁGIO SUPERVISIONADO COM A COSERN – GRUPO NEOENERGIA**. 2018. Curso de Técnico Integrado em Eletrônica, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte, Natal, 2018. Disponível em: https://memoria.ifrn.edu.br/bitstream/handle/1044/1636/Relatoriodeestagio_belo_2018.pdf?sequence=1 . Acesso em: 10 jun. 2022.

BEZERRA, Francisco Diniz. **Energia solar**. Fortaleza: Banco do Nordeste do Brasil, ano 6, n.174, jul. 2021. (Caderno Setorial ETENE). Disponível em: <s1dsp01.dmz.bnb:8443/s482-dspace/handle/123456789/834> . Acesso em: 23 mar. 2022.

BORGES, Z. **A matriz elétrica no Estado do Pará e seu Posicionamento na Promoção do desenvolvimento sustentável**. Planejamento e políticas públicas, v. 2, n. 35, 2011.

Disponível em: <https://desafios2.ipea.gov.br/ppp/index.php/PPP/article/view/201> . Acesso em: 09 jan. 2022.

BORTOLOTO, Valter A. et al. **GERAÇÃO DE ENERGIA SOLAR ON GRID E OFF GRID**. 2017. 6ª Jornada Científica e Tecnológica da FATEC de Botucatu. Disponível em: <http://www.jornacitec.fatecbt.edu.br/index.php/VIJTC/VIJTC/paper/viewFile/1069/1234> . Acesso em: 21 abr. 2022.

CARÇÃO, João Francisco de Castro. **Tarifas de Energias Elétricas no Brasil**. 2011. 103 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia de Energia e Automação Elétrica, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2011. Disponível em: https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3143/tde-31102011-121410/publico/Dissertacao_Joao_Francisco_de_C_Carcao.pdf . Acesso em: 12 maio 2022.

CONFAZ [Conselho Nacional de Política Fazendária]. **Convênio ICMS nº 16, de 22 de abril de 2015**. CONFAZ: 2015. Disponível em: https://www.confaz.fazenda.gov.br/legislacao/convenios/convenioicms/2015/cv016_15 . Acesso em: 26 abr. 2022.

EIA [U.S. Energy Information Administration]. **International Energy Outlook 2016**. Washington, D.C.: EIA, 2016. Disponível em: [http://www.eia.gov/outlooks/ieo/pdf/0484\(2016\).pdf](http://www.eia.gov/outlooks/ieo/pdf/0484(2016).pdf) . Acesso em: 23 mar. 2022.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. **NOTA TÉCNICA EPE: Análise da Inserção da Geração Solar na Matriz Elétrica Brasileira**. Rio de Janeiro: Ministério de Minas e Energia, 2012. 64 p.

EPE [Empresa de Pesquisa Energética]. **Inserção da Geração Fotovoltaica Distribuída no Brasil – Condicionantes e Impactos**. Nota Técnica DEA 19/14. Rio de Janeiro: EPE, 2014. Disponível em: < [http://www.epe.gov.br/mercado/Documents/S%C3%A9rie%20Estudos%20de%20Energia/DEA%2019%20-%20%20Inser%C3%A7%C3%A3o%20da%20Gera%C3%A7%C3%A3o%20Fotovoltaica%20Distribu%C3%ADa%20no%20Brasil%20-%20Condicionantes%20e%20Impactos%20VF%20%20\(Revisada\).pdf](http://www.epe.gov.br/mercado/Documents/S%C3%A9rie%20Estudos%20de%20Energia/DEA%2019%20-%20%20Inser%C3%A7%C3%A3o%20da%20Gera%C3%A7%C3%A3o%20Fotovoltaica%20Distribu%C3%ADa%20no%20Brasil%20-%20Condicionantes%20e%20Impactos%20VF%20%20(Revisada).pdf) >. Acesso em: 26 abr. 2022.

Energy: a market assessment tool for U.S. exporters. U.S. Department of Commerce, F. Varella, C. Cavaliero, E. Silva. **Energia solar fotovoltaica no Brasil: incentivos regulatórios**. Revista Brasileira de Energia, Vol. 14, No. 1, 1o Sem. 2008.

FINGER, Fernando Goulart. **A INCLUSÃO DA TARIFA DE USO DO SISTEMA DE TRANSMISSÃO E DA TARIFA DE USO DO SISTEMA DE DISTRIBUIÇÃO NA BASE DE CÁLCULO DO ICMS NO CONSUMO DE ENERGIA ELÉTRICA NO AMBIENTE DE CONTRATAÇÃO LIVRE**. 2018. 62 f. TCC (Graduação) - Curso de Direto, Centro de Ciências Sociais e Humanas, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria - Rs, 2018. Disponível em: <https://repositorio.ufsm.br/handle/1/17763> . Acesso em: 13 maio 2022.

FREITAS, Ramon Magalhães et al. **ESTUDO DE VIABILIDADE DA IMPLANTAÇÃO DE UM SISTEMA DE MICRO GERAÇÃO DE ENERGIA FOTOVOLTAICA PARA FACTHUS**. 2018. XVI CEEL. Disponível em:

https://www.peteletricaufu.com.br/static/ceel/artigos/artigo_297.pdf . Acesso em: 22 abr. 2022.

FONSECA, J. J. S. **Metodologia da pesquisa científica**. Fortaleza: UEC, 2002. Apostila.

FORTUNATO, Guilherme Meireles. **ANÁLISE DA VIABILIDADE ECONÔMICA PARA IMPLANTAÇÃO DE UM ESTACIONAMENTO COM MÓDULOS FOTOVOLTAICOS NO MUNICÍPIO DE MUNDO NOVO - MS**. 2021. 125 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Guarapuava, 2021. Disponível em:

http://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/26065/1/GP_COECI_2021_1_09.pdf . Acesso em: 26 abr. 2022.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2007.

GONÇALVES, Matheus Pereira. **ANÁLISE DOS INSTRUMENTOS DE COMPENSAÇÃO E INCENTIVO ENERGÉTICO NET METERING E FEED-IN TARIFF NO BRASIL**. 2018. 88 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia de Energia, Universidade de Brasília, Brasília, 2018. Disponível em:

https://bdm.unb.br/bitstream/10483/20775/1/2018_MatheusPereiraGoncalves_tcc.pdf . Acesso em: 26 abr. 2022.

G1 RN. **Após decisão do STF, RN estima perder R\$ 300 milhões em arrecadação com redução de ICMS para energia e telecomunicações**. 21 nov. 2021. Disponível em:

<https://g1.globo.com/rn/rio-grande-do-norte/noticia/2021/11/24/apos-decisao-do-stf-rn-estima-perder-r-300-milhoes-em-arrecadacao-com-reducao-de-icms-para-energia-e-telecomunicacoes.ghtml> . Acesso em: 10 jun. 2022.

ITA [International Trade Administration]. **Industry & Analysis**. Washington, D.C.: ITA, 2016. Disponível em:

http://trade.gov/topmarkets/pdf/Renewable_Energy_Top_Markets_Report.pdf . Acesso em: 22 mar. 2022

ITA [International Trade Administration]. **2016 Top Markets Report Renewable**

IZIDORO, O. C. **Estudo do panorama nacional para sistemas fotovoltaicos conectados à rede após a resolução 482/2012 da ANEEL**. 2015. Departamento Acadêmico de Eletrotécnica (DAELT) da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR).

Disponível em: <http://repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/handle/1/3064> . Acesso em: 09 jan. 2022.

KLEBER, Ricardo Machado. **GERAÇÃO DE ENERGIA FOTOVOLTAICA: panorama atual e perspectivas futuras de Brasil e Alemanha**. 2021. 56 f. TCC (Graduação) - Curso de Química Industrial, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2021.

Disponível em:

<https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/232666/001134451.pdf?sequence=1&isAllowed=y> . Acesso em: 26 abr. 2022.

KONZEN, G. Solar. In: TOLMASQUIM, M. T. (Coord.). **Energia renovável:** hidráulica, biomassa, eólica, solar, oceânica. Rio de Janeiro: EPE, 2016, p. 310-408.

MACHADO, Carolina T.; MIRANDA, Fabio S.. **Photovoltaic Solar Energy:** a briefly review. Revista Virtual de Química, [S.L.], v. 7, n. 1, p. 126-143, 2015. Sociedade Brasileira de Química (SBQ). DOI: <http://dx.doi.org/10.5935/1984-6835.20150008>.

MAFRA, Débora Dutra. **Análise da Composição Tarifária de Energia Elétrica em Santa Catarina.** 2010. 90 f. TCC (Graduação) - Curso de Graduação em Ciências Econômicas, Departamento de Ciências Econômicas, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2010. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/123750> . Acesso em: 13 maio 2022.

MARQUES, Ricardo. **Entendendo a Tarifação do Fio B previsto na Lei 14.300:** tema gera dúvida aos integradores que ainda não conseguem calcular o real impacto da tarifação do fio b. Tema gera dúvida aos integradores que ainda não conseguem calcular o real impacto da tarifação do Fio B. 2022. Elaborado para o Site Canal Solar. Disponível em: <https://canalsolar.com.br/tarifacao-do-fio-b-previsto-na-lei-14-300/> . Acesso em: 21 maio 2022.

Ministério da Economia (org.). **Gecex reduz Imposto de Importação para ampliar produção de energia limpa no País:** comitê da camex também baixou a alíquota para importação de absorventes e fraldas, além do seu principal insumo, em decisão que ajudará a diminuir o preço desses bens para as famílias. Comércio Exterior. **Governo Federal**, Brasil, 18 nov. 2021. Disponível em: <https://www.gov.br/economia/pt-br/assuntos/noticias/2021/novembro/gecex-reduz-imposto-de-importacao-para-ampliar-producao-de-energia-limpa-no-pais#:~:text=Gecex%20reduz%20Imposto%20de%20Importa%C3%A7%C3%A3o%20para%20ampliar%20produ%C3%A7%C3%A3o%20de%20energia%20limpa%20no%20Pa%C3%A4s,-Comit%C3%AA%20da%20Camex&text=O%20Comit%C3%AA%20Executivo%20de%20Gest%C3%A3o,ligados%20%C3%A0%20produ%C3%A7%C3%A3o%20de%20energia> . Acesso em: 10 jun. 2022.

MÕES, C. A. S.; ROCHA, D. E. M.; SANTOS, R. C. L. dos. **Avaliação de Impacto Legislativo do Projeto de Lei nº 5829 de 2019.** Boletim Economia Empírica, [S. l.], v. 2, n. 9, 2021. Disponível em: <https://www.portaldeperiodicos.idp.edu.br/bee/article/view/6036> . Acesso em: 25 abr. 2022.

MOURA, Luiz Augusto Silva. **ANÁLISE E COMPOSIÇÃO DA TARIFAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA E AVALIAÇÃO DA IMPLEMENTAÇÃO DA TARIFA BRANCA.** 2018. 62 f. TCC (Graduação) - Curso de Bacharelado em Engenharia Elétrica, Centro de Engenharia Elétrica e Informática, Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande - PB, 2018. Disponível em: <http://dspace.sti.ufcg.edu.br:8080/jspui/handle/riufcg/18905> . Acesso em: 12 maio 2022.

RODRIGUES, A. G.; BARBOSA FREITAS, F. **Estudo da Viabilidade de Implantação do Sistema de Energia Solar Fotovoltaica como Alternativa para a Crise Energética Brasileira**. Epitaya E-books, [S. l.], v. 1, n. 2, p. 154-197, 2022. DOI: 10.47879/ed.ep.2022397p154. Disponível em: <https://portal.epitaya.com.br/index.php/ebooks/article/view/346> . Acesso em: 25 abr. 2022.

PEREIRA, Nilson Leite. **ENERGIA SOLAR UMA PESPECTIVA DE SUSTENTABILIDADE E VIABILIDADE ECONOMICA**. 2016. 46 f. TCC (Graduação) - Curso de Tecnologia em Gestão Ambiental, Departamento de Ensino Pesquisa e Extensão, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso, Cuiabá-MT, 2016. Disponível em: http://tga.blv.ifmt.edu.br/media/filer_public/d8/35/d835273a-2326-4e0c-8f73-a7bb5cb3b72b/nilson_leite_pereira_-_energia_solar_uma_pespectiva_de_sustentabilidade_e_viabilidade_economica.pdf . Acesso em: 09 jan. 2022.

SÁ, A. B. de. **Procedimento para Modelagem de uma Planta Termossolar Utilizando a Tecnologia de Coletores Cilindro Parabólicos**. 2013, 179p. Dissertação (mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica, Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2013.

SCARPATI, Cynthia de Barros Lima; CAMPOS, Adriana Fiorotti. **POLÍTICAS DE INCENTIVO ÀS ENERGIAS RENOVÁVEIS NA AMÉRICA LATINA: a energia solar no brasil e no chile**. Planejamento energético e novas tecnologias. 2017. Apresentado no XVII Congresso Brasileiro de Energia. Disponível em: https://engenhariaedesenvolvimentosustentavel.ufes.br/sites/engenhariaedesenvolvimentosustentavel.ufes.br/files/field/anexo/artigo_politicas_de_incentivo.pdf . Acesso em: 21 mar. 2022.

ANEXO A – PROPOSTA COMERCIAL DE UMA EMPRESA

Baraúna, 16/05/2022

Fornecimento de Gerador Fotovoltaico com Potência de 5,45 kWp

Prezado(a) Senhor(a),

Segue a nossa proposta comercial, com nossas melhores condições comerciais para vossa análise. Estamos à disposição para quaisquer esclarecimentos necessários.

Atenciosamente,

~~Mônica Monalisa Souza/oldavine~~ --

~~CREA 2448489978~~ -- -- -- -- --

~~Tel: (91) 9 9494-9797~~ -- -- -- -- --

~~Email: moneisamonalisaov@hotmail.com~~

Proposta de sistema fotovoltaico – 5,45 kWp

1. Escopo do fornecimento

Proposta elaborada para o fornecimento, instalação e comissionamento de um Gerador Fotovoltaico tipo Grid Tie (Interligado a rede COSERN).

1.1 Consumo Médio atual x Consumo desejado

Consumo médio atual (kwh/mês)	299
Gasto médio atual	R\$ 221,26
Geração média esperada mensal (kWh/mês)	714,00
Geração média esperada anual (kWh/ano)	8.568,00
Peso por m ²	19 kg/m ²
Área para instalação	28 m ²

*Valor sem taxas que são cobradas pela concessionária.

2. Informações Técnicas

Item	Descrição	Quant
1	GERADOR FOTOVOLTAICO DE 5,45 kWp	1
2	PAINEL VSUN MONO HALF-CELL 545W-144MH	10
3	SOLPLANET ASW4000-S C/ 2 MPPTs. (Previsto apartir de 25/05/2002)	1
4	Cabos, conectores, disjuntores do sistema fotovoltaico	1
5	Estrutura metálica de fixação para telhado cerâmico	1
6	Materiais complementares (conexão ca, internet, eletrodutos, etc)	1
7	Projeto e instalação	1
VALOR FINAL		
R\$ 23.702,03 - Financiamento		
R\$ 23.302,03- AV		

3. Garantias

O prazo de garantia contra defeito de fabricação dos inversores é de 10 anos. (Podendo ser estendida por mais 10 anos). Quanto aos módulos solares a garantia é de 12 anos por defeito de fabricação (Fabricante dos módulos) e 25 anos para perda de performance (Fabricante dos módulos), a partir da data de fornecimento, comprovado por meio da nota fiscal de compra do equipamento. Monitoramento do sistema por um ano.

4. Prazo de entrega e funcionamento

A estimativa para entrega e instalação é de 120 dias após a liberação de faturamento por parte do agente financiador (Assinatura do contrato).

5. Validade

Esta proposta é válida por 5 dias, ou conforme a disponibilidade/alterações de valores do fornecedor, a partir da data de sua emissão.

6. Observações

Os valores apresentados nesta proposta não incluem atualização do padrão de entrada ou alterações no telhado, caso sejam necessários. No valor de à vista nota fiscal de serviço a combinar.

7. Aprovação da proposta

Concordo com todos os termos estabelecidos nesta proposta comercial apresentada pela empresa ~~M. M. SOUZA VALDEVINO ENGENHARIA (Sua & Engenharia)~~, incluindo as especificações técnicas, quantidade de equipamentos, condições comerciais, valores e formas de pagamento.

_____/RN, ____/____/____

Contratante

SIMULAÇÃO SOLFACIL

1. Primeira proposta de pagamento: financiando com parcelas fixas o valor total do sistema fotovoltaico.

Valor Financiado	Tempo de Carência*	Parcelas (meses)	Valor da Parcela (R\$)
R\$ 23.702,03	120 dias	12	R\$ 2.398,00
R\$ 23.702,03	120 dias	24	R\$ 1.355,00
R\$ 23.702,03	120 dias	36	R\$ 1.006,00
R\$ 23.702,03	120 dias	48	R\$ 842,00
R\$ 23.702,03	120 dias	60	R\$ 737,00
R\$ 23.702,03	120 dias	72	R\$ 692,00

2. Segunda proposta de pagamento: financiando com parcelas variáveis o valor total do sistema fotovoltaico.

Valor Financiado	Tempo de Carência*	Parcelas (meses)	Valor da Parcela (R\$)
R\$ 23.702,03	120 dias	24	R\$ 1.225,00
R\$ 23.702,03	120 dias	36	R\$ 886,00
R\$ 23.702,03	120 dias	48	R\$ 717,00
R\$ 23.702,03	120 dias	60	R\$ 626,00
R\$ 23.702,03	120 dias	72	R\$ 570,00
R\$ 23.702,03	120 dias	84	R\$ 523,00
R\$ 23.702,03	120 dias	96	R\$ 491,00
R\$ 23.702,03	120 dias	120	R\$ 463,00
R\$ 23.702,03	120 dias	144	R\$ 445,00

*Tempo de carência pode ser de até 180 dias.