



Programa de Pós-graduação *Lato Sensu*
Especialização em Gestão de Projetos Ambientais
Campus Niterói

**REFLEXÕES SOBRE ENTRAVES E ALTERNATIVAS PARA A AMPLIAÇÃO
DO ACESSO À ENERGIA FOTOVOLTAICA EM UNIDADES RESIDENCIAIS**

Niterói – RJ
2021
Mateus Diniz Lobo da Costa

REFLEXÕES SOBRE ENTRAVES E ALTERNATIVAS PARA A AMPLIAÇÃO DO ACESSO À ENERGIA FOTOVOLTAICA EM UNIDADES RESIDENCIAIS

Trabalho de conclusão de curso apresentado como parte dos requisitos necessários para a obtenção do título de especialista em Gestão de Projetos Ambientais pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro.

Orientador: Tauan Nunes Maia

C838r Costa, Mateus Diniz Lobo da;

Reflexões sobre entraves e alternativas para a ampliação do acesso à energia fotovoltaica em unidades residenciais / Mateus Diniz Lobo da Costa, 2021.

34 f. : il.

Orientador: Tauan Nunes Maia

Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização em Gestão de Projetos Ambientais) – Programa de Pós-graduação Lato sensu em Gestão de Projetos Ambientais, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro, 2021.

1. Energia solar 2. Energia Fotovoltaica 3. Fontes geradoras de energia I. Maia, Tauan Nunes. II. Título

IFRJ/Cnit/Biblioteca

CDU 620.92:502.14

Mateus Diniz Lobo da Costa

REFLEXÕES SOBRE ENTRAVES E ALTERNATIVAS PARA A AMPLIAÇÃO DO ACESSO À ENERGIA FOTOVOLTAICA EM UNIDADES RESIDENCIAIS

Trabalho de conclusão de curso apresentado como parte dos requisitos necessários para a obtenção do título de especialista em Gestão de Projetos Ambientais pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro.

Data de aprovação: 13 de Dezembro de 2021.

Prof. Dr. Tauan Nunes Maia (orientador)
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro

Prof. Dr. Marcos Alexandre Teixeira
Universidade Federal Fluminense

Prof. Dr. Gabriel Pacheco Mello Cunha
Universidade de Coimbra

RESUMO

Capaz de produzir energia elétrica, o sistema fotovoltaico conectado à rede pode contribuir para a melhoria do fornecimento de energia de forma intermitente, utilizando basicamente os módulos fotovoltaicos, inversor e medidor de energia elétrica bidirecional. A modalidade é considerada uma possibilidade de geração elétrica para consumo direto e próprio, bem como a energia excedente pode ser fornecida para os demais consumidores da rede convencional. Visto que existem vantagens e riscos na geração elétrica através de energia solar, o presente estudo trata-se de uma pesquisa de revisão bibliográfica do tipo exploratória e qualitativa cujo objetivo principal é compreender as dificuldades e potencialidades para a ampliação do acesso das famílias aos sistemas de geração de energia fotovoltaica. Os materiais utilizados foram encontrados através de busca nas plataformas de pesquisa CAPES e SciELO no período de julho a dezembro de 2021, a busca resultou em 07 artigos sobre as vantagens e entraves da energia fotovoltaica, as Políticas Públicas e, por fim apresentar os resultados de algumas experiências de ampliação do acesso das famílias à geração própria de energia elétrica com painéis fotovoltaicos. Conclui-se que a energia fotovoltaica é uma modalidade promissora que pode contribuir para soluções de problemas recorrentes do fornecimento de eletricidade convencional, bem como favorece a redução de impactos socioambientais.

Palavras-chave: Energia Solar; Sistema Fotovoltaico; Fontes Geradoras de Energia.

ABSTRACT

Able to produce electricity, the grid-connected photovoltaic system can contribute to the improvement of energy supply intermittently, basically using photovoltaic modules, inverter and bidirectional electricity meter. The modality is considered a possibility of electric generation for direct and own consumption, as well as the surplus energy can be supplied to other consumers of the conventional grid. Since there are advantages and risks in electric generation through solar energy, the present study is an exploratory and qualitative literature review research whose main objective is to understand the difficulties and potential for expanding families' access to electricity systems. photovoltaic power generation. The materials used were found through a search on CAPES and SciELO research platforms from July to December 2021, the search resulted in 07 articles on the advantages and obstacles of photovoltaic energy, Public Policies and, finally, to present the results of some experiences of expanding families' access to their own electricity generation with photovoltaic panels. It is concluded that photovoltaic energy is a promising modality that can contribute to solving recurring problems in the supply of conventional electricity, as well as favoring the reduction of socio-environmental impacts.

Keywords: Solar Energy; Photovoltaic System; Energy Generating Sources.

SUMÁRIO

1	Introdução	8
2	Metodologia.....	9
3	Fundamentação Teórica.....	11
3.1	A geração de energia elétrica no Brasil	11
3.2	Impactos ambientais na geração de energia elétrica.....	14
3.3	A energia fotovoltaica no contexto brasileiro	16
3.4	Vantagens e entraves da energia fotovoltaica	19
3.5	Políticas Públicas para geração de energia fotovoltaica	22
3.6	Experiências em projetos para a ampliação do acesso à energia fotovoltaica.....	24
4	Resultados e Discussão	27
5	Considerações Finais.....	31
	Referências	33

1 INTRODUÇÃO

A motivação inicial do estudo foi adquirida através de buscas por soluções de geração de energia alternativa, a partir da concepção de que essa é uma estratégia que contribui com a redução ou eliminação das oscilações tarifárias que ocasionam o aumento do preço da conta de energia. Cabendo pontuar que o custo gerado compromete o orçamento dos consumidores, principalmente das famílias de menor potencial econômico. Por isso, a pesquisa discute os sistemas de geração de energia elétrica solar fotovoltaica.

A importância do presente estudo pode ser representada por ações diretas de incentivo a diversificação de geração de energia, pois se trata de uma fonte de energia renovável e descentralizada. Além disso, tais sistemas também podem auxiliar em soluções para a redução de impactos ambientais existentes na matriz energética brasileira, a qual é composta na sua maior parte por fontes que dependem diretamente da força motriz hídrica.

Outro ponto relevante é a relação de custo-benefício de curto prazo que micros geradores de energia independentes podem obter, nesse sentido a explanação do tema pode ocasionar um estímulo para popularização da energia solar e esclarecer dúvidas. Agregando tais contribuições, o presente estudo suscita pesquisadores a produzirem novos conhecimentos sobre o tema e também incentivar a ampliação do campo de trabalho nesse setor, uma vez que ainda é preciso fazer muito para mitigar as crises climáticas presentes e futuras.

Tais afirmações são fundamentadas em estudos como o de Barbosa Filho et al. (2015) que aponta diversos estímulos socioeconômicos, levando em consideração que em empreendimentos de energia fotovoltaica é comum a contratação de mão de obra local para execução da instalação e manutenção. Isso porque a energia fotovoltaica é uma energia limpa que, além de ser gerada sem emitir gases que geram o efeito estufa, ainda é possível reduzir o consumo de energia advinda das hidrelétricas e termelétricas, portanto pode representar um excelente custo benefício.

Em seu estudo de caso Rodrigues, Lira e Sousa (2020) também apresentam contribuições para essa discussão, abordando sobre a possibilidade de reduzir a emissão dos gases do efeito estufa substituindo parcialmente a termelétrica a carvão Pecém II, tal favorecimento decorre de uma usina fotovoltaica conectada à rede elétrica no Ceará. Dessa forma, os autores indicam a redução de aproximadamente 34.720,56 toneladas por mês de dióxido de carbono equivalente.

A pesquisa de Bursztyn (2020) evidencia benefícios com a aplicação de sistemas de geração de energia solar para o desenvolvimento sustentável no semiárido. O autor explora a ideia da integração de políticas sociais, econômicas e ambientais em relação com a questão energética e traz soluções agrupadas, tais como: gerar emprego na indústria

fotovoltaica e evitar investimentos da geração de novas hidrelétricas, sendo assim, economia de água dos reservatórios além da redução da emissão de carbono. O referido estudo enaltece o fomento à energia fotovoltaica sendo produzida por agricultores familiares do semiárido nordestino, pois aproveita o problema de excesso de sol em geração de energia.

Segundo Rodrigues, Lira e Sousa (2020), cabe sinalizar que a geração de energia fotovoltaica se caracteriza pelos sistemas descentralizados e que devem ser instalados próximos do lugar de consumo. Conhecido como *on-grid*, o sistema fotovoltaico não faz uso de baterias e é conectado à rede elétrica, seja isolado ou autônomo. Dessa forma, o sistema é capaz de produzir energia elétrica através da captação da radiação solar, o que pode suprir a demanda de energia em residências ou empresas utilizando basicamente placas solares, inversor e relógio bidirecional.

Partindo da concepção de que existem vantagens financeiras para o micro gerador de energia solar independente e possibilidade de amenizar os impactos ambientais, buscou-se investigar quais são os entraves que dificultam a implantação de sistemas fotovoltaicos enquanto fonte de energia limpa e renovável para o setor residencial. Sabendo que os impactos dessa aplicação podem variar conforme as peculiaridades do território e o perfil de consumo, optou-se por focar na região do semiárido brasileiro.

Desta forma, as perguntas norteadoras do presente estudo são: existem benefícios para o micro gerador de energia solar e também para o meio ambiente? Por quais motivos essa fonte de energia não se torna acessível à população? O que seria necessário para que haja uma integração de políticas públicas que facilitem o uso de tal meio de produção de energia?

O presente estudo tem como objetivo principal compreender as dificuldades e potencialidades para a ampliação do acesso das famílias aos sistemas de geração de energia fotovoltaica. Os objetivos específicos são: conhecer os benefícios e riscos dos sistemas fotovoltaicos; analisar políticas públicas relacionadas a geração, transmissão e distribuição de energia, com ênfase na energia limpa e renovável; conhecer experiências documentadas em estudos bibliográficos da implantação de sistemas fotovoltaicos em diferentes regiões do Brasil.

2 METODOLOGIA

De acordo com Mendes et al. (2008), a pesquisa pode ser classificada como revisão integrativa de literatura, pois utiliza de um método que tem como finalidade analisar de

forma ampla permitindo combinação de dados de literaturas teóricas e empíricas, aumentando a abrangência e a profundidade das conclusões.

Para compreensão dos desafios do acesso das famílias à geração de energia fotovoltaica no Brasil, examinaram-se:

- Regulamentação da Agência Nacional de Energia Elétrica N° 482, de 17 de Abril de 2012; e
- Lei 6.938 de 31.08.1981 que dispõem sobre a política nacional do meio ambiente com a finalidade de analisar as políticas públicas e regulamentações do setor elétrico.

Após a leitura da legislação foram realizadas buscas nas seguintes bases de dados: Periódicos da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e da *Scientific Electronic e Libary Online* (SciELO) no período de julho a dezembro de 2021.

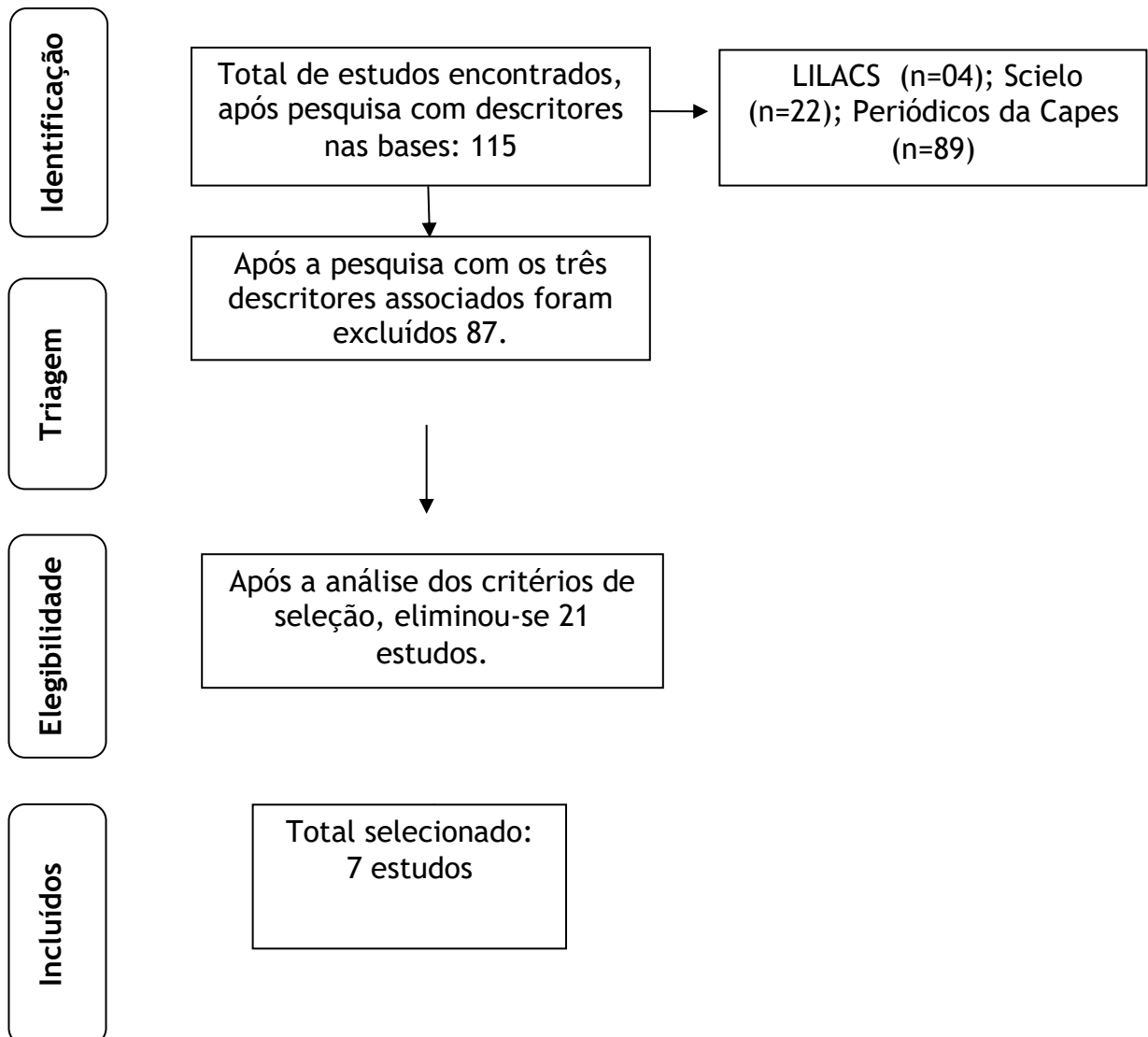
Para a revisão, utilizou-se os seguintes descritores: Energia Solar; Fontes Geradoras de Energia; Sistema Fotovoltaico; Energia Não Convencional. Foram incluídas obras em língua portuguesa (Brasil), os demais critérios de inclusão que nortearam a seleção da amostra foram: artigos que abordam as políticas públicas para o setor da energia solar e os impactos ambientais gerados pelo sistema fotovoltaico, restrição temporal de artigos posteriores ao ano de 2015 devido a necessidade de coletar informações que correspondam as normas vigentes para geração de energia elétrica fotovoltaica.

Assim, foram excluídas as obras publicadas há mais de 7 anos, pesquisas que disponibilizavam apenas fragmentos do estudo como resumos ou introdução e capítulos de livros. Dissertações, teses, reportagens, notícias, editoriais e artigos que não respondiam a questão do estudo também foram excluídas.

Para a seleção dos estudos, utilizou-se a leitura seletiva, com o objetivo de determinar o material que de fato interessa a pesquisa, evitando assim, a leitura de textos que não contribuam para a solução de problema proposto (GIL, 2010).

Dessa forma, o presente estudo trata-se de uma revisão integrativa de literatura e análise de políticas públicas acerca da energia fotovoltaica. Veja abaixo o fluxograma que mostra os parâmetros da pesquisa.

Fluxograma 1 - Seleção dos artigos nas bases de dados



Fonte: Autor.

3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

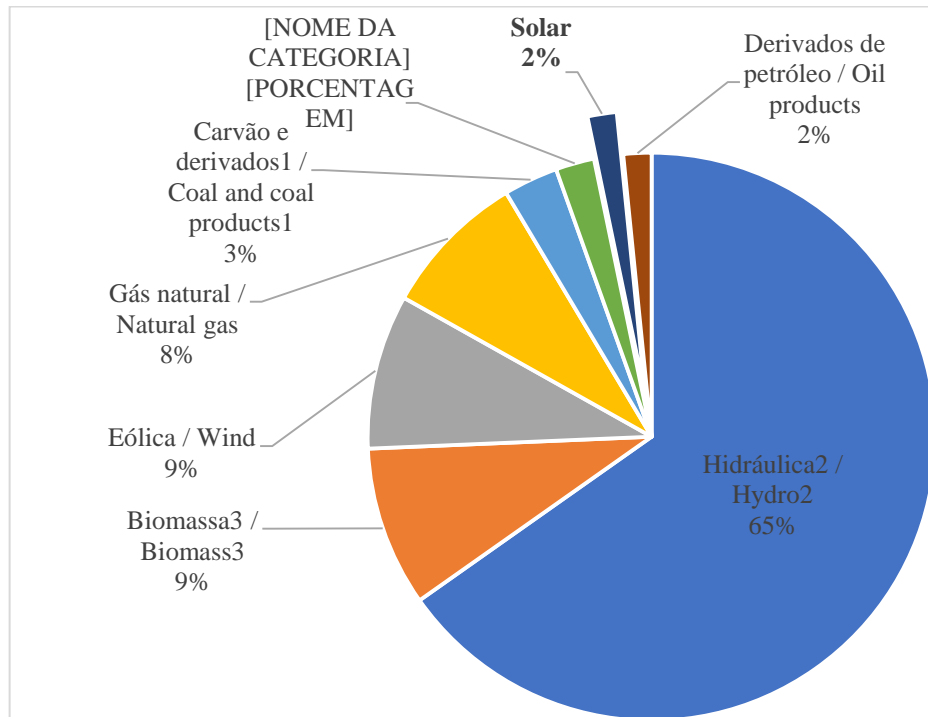
3.1 A GERAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA NO BRASIL

Bursztyn (2020) conta que há quase cinco séculos atrás, a ciência foi completamente transformada por Copérnico, a partir do momento em que ele teorizou que seria o sol, e não a Terra, que seria o centro do universo. Muitos anos depois Galileu estabeleceu a teoria heliocêntrica (do grego Helios = sol) e acabou por ser condenado pelo tribunal do Santo Ofício, que negava qualquer objeção aos dogmas pré-estabelecidos da igreja católica, por ser ainda apegada ao geocentrismo de Ptolomeu.

O autor ainda diz que além de científico, os olhares humanos para o sol sempre foram de admiração, e até mesmo devoção. O culto de Rá, o deus-sol no antigo Egito, a cosmovisão que os povos ameríndios pré-colombianos tinham do sol, e o papel do sol como criador da vida na mitologia tupi, são alguns exemplos dessa devoção. O heliocentrismo trouxe uma revolução que demarcou uma era de avanços na ciência e também fez com que novas técnicas avançassem. Então veio a Revolução Industrial e se valeu das fontes energéticas da própria natureza, substituindo o trabalho humano e animal na produção e a agricultura (BURSZTYN, 2020).

A trajetória da ação antrópica em busca pela energia desenvolveu técnicas para a exploração do carvão, petróleo e gás natural, mas a energia hidráulica foi aprimorada e as usinas hidrelétricas são a fonte mais explorada. Além dessas, usinas term nucleares que utilizam o refinamento do urânio enriquecido também são usadas. Criaram-se práticas de consumo e produção de biocombustíveis. Fontes renováveis de energia como o vento, luz solar e movimento das marés só começaram a ser vistas como alternativas interessantes muito recentemente (BURSZTYN, 2020).

A matriz energética brasileira Apresenta-se na sua maior parte por força motriz hídrica, conforme mostra o balanço energético nacional da EPE:

Gráfico 1 – Balanço Energético Nacional 2021 BEN

Fonte: EPE - Empresa de Pesquisa Energética (2021)

Moreira Jr e Souza (2020) explicam que em 1950, os painéis solares transformavam apenas uma média de 4,5% de energia solar em elétrica, o que corresponde a 13 Wp/m², custando 1.785 U\$/Wp. Em comparação, de acordo com Woodhouse et al. (2019) em 2018 a eficiência média do mundo chegou a triplicar para 15%, com uma potência por área de 143 Wp/m², custando 1370 vezes mais barato, por 1,30 U\$/Wp. Segundo o *Center of Sustainable Systems* (CSS), existem atualmente módulos que desempenham uma eficiência acima de 20%, dessa forma considera-se que o silício monocristalino e o policristalino são as tecnologias que o mundo mais comercializa, abaixo temos a tabela com a porcentagem da eficiência de cada tecnologia.

Tabela 3 – Valores de eficiência das diversas tecnologias de células fotovoltaicas

TECNOLOGIA		Eficiência da célula em laboratório	Eficiência dos módulos comerciais
Cristalino	Silício Monocristalino	25,0%	14-21%
	Silício Policristalino	21,3%	14-16%
Filmes finos	Silício Amorfo	13,6%	6-9%
	Silício Micromorfo	12%	7-9%
	CIGS	18,8%	8-14%
	Telureto de Cádmio	16,4%	9-12%

Fonte: Moreira Jr e Souza (2020, p. 280).

Segundo Carvalho, Magalhães e Domingues (2019), para compreender ou estudar o sistema de geração, transmissão e/ou distribuição de eletricidade no Brasil é necessário conhecer as peculiaridades de cada território, pois são sistemas regionalizados. Nesse sentido, verifica-se que a sua estrutura produtiva e estrutura de consumo são heterogêneas, variando conforme cada região e território. Na distribuição essa característica é mais evidente, de forma que o mercado de distribuidoras de energia elétrica, na maioria das vezes, são limitadas a um único estado, ou mesmo uma só cidade.

3.2 IMPACTOS AMBIENTAIS NA GERAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA

Em termos conceituais, Barbosa Filho et al. (2015) define impacto ambiental como alterações no sistema ambiental de origem física, química, biológica, social e/ou econômica, resultante de ação humana. Assim, os efeitos dessas intervenções afetam direta ou indiretamente uma ou mais características dos meios físico, biótico e/ou socioeconômico.

Partindo desse entendimento, Carvalho, Magalhães e Domingues (2019) evidenciam que o fato da matriz elétrica do Brasil ser composta principalmente por usinas hidrelétricas (64,5%) e termelétricas (27,4%) geram concessivos problemas conforme aumenta a demanda de eletricidade. Para os autores, o uso e amplificação da hidroeletricidade enfrentam restrições quanto às questões ambientais que englobam a construção das usinas e também quanto à crise hídrica que o país passa desde 2014. Ademais, os conflitos de interesse sobre as águas e grandes reservatórios se tornou mais evidente nas últimas décadas.

De acordo com Bursztyn (2020), um dos impactos das mudanças climáticas é a seca prolongada que atinge diversos estados no país, mas que afeta com mais intensidade o nordeste brasileiro. Esse fenômeno afeta o volume das reservas locais que atendem pessoas, indústrias, a produção agrícola e algumas fontes geradoras de energia. Nas palavras do autor:

O recente episódio de seis anos de secas na região semiárida do Nordeste brasileiro (em algumas áreas esse período se estende a sete anos) expôs um conjunto de vulnerabilidades: sociais, da geração de energia elétrica, da agricultura de sequeiro, da produção pecuária, das práticas de plantio irrigado, do abastecimento das famílias, da produção pesqueira. Não foi a primeira grande seca na região, mas foi uma das mais persistentes já registradas (BURSZTYN, 2020, p. 175).

Já Rodrigues, Lira e Sousa (2020) complementam que as atividades humanas vêm aumentando o acúmulo de Gases de Efeito Estufa (GEE) durante os últimos anos, no Brasil

grande parte dos lançamentos são provenientes dos segmentos ligados à produção de energia elétrica. Essa afirmação é consensual ao que foi apontado por Carvalho, Magalhães e Domingues (2019), conforme visto acima, bem como por outros autores como Santos et al. (2020) e Lira et al. (2020) que concordam que utilizar termoelétricas para abastecer as demandas é uma solução que apesar de imediata, é desvantajosa à partir do ponto de vista ambiental, devido ao aumento do lançamento de GEE em conjunto à queima de combustíveis fósseis, e também à partir do ponto de vista financeiro por causa das condições mais custosas que acabam sendo revertidas em aumentos nas tarifas.

Assim, Costa et al. (2020) considera que a energia solar começa a se tornar uma opção mais viável, promovendo o surgimento de estudos sobre o quão viável economicamente é seu aproveitamento por meio dos painéis fotovoltaicos e aquecedores solares. Especificamente no âmbito do desenvolvimento de projetos fotovoltaicos, são possíveis de se prever alguns impactos ambientais, como no meio físico com alteração e/ou degradação da paisagem, uma vez que implantar energia solar fotovoltaica gera mudanças conforme a dimensão e o local onde será feito o empreendimento. Em casos mais graves, são necessárias medidas de controle, monitorização e atenuação onde a paisagem pode ser mais agredida.

Rosa e Gasparin (2016) afirmam que se tratando de empreendimento fotovoltaicos, temo (mormente grandes plantas fotovoltaicas), quando as estradas já estiverem de fato construídas e ativas, poderá ocorrer a erosão nos leitos em períodos de chuvas, se estas não forem pavimentadas. Ainda nessa fase de construção de estradas, é possível que ocorram mudanças no fluxo hídrico da superfície da área do empreendimento. Isso porque alguns trechos poderão barrar o fluxo natural das águas, minimizando a superfície de infiltração das águas das chuvas.

Conforme Rosa e Gasparin (2016), os progressos erosivos se relacionam diretamente à relação de escoamento das águas superficiais, as alterações morfológicas e instabilidade temporária da superfície também devem ser consideradas visto que as mudanças geotécnicas e na estrutura do solo tem a probabilidade de causar fragilidade na sua superfície. Assim, ao implantar-se usinas solares fotovoltaicas de grande porte, é possível que ocorram tais mudanças, o que gera fragilidade localizada no solo e nas bacias de contribuição hídrica em toda volta da obra, favorecendo a deslocação de materiais e sedimentos arenosos, o que traz o acúmulo de sedimentos de drenagens naturais, provocando processos erosivos.

Quando se trata do meio Biótico, Barbosa Filho et al. (2015) diz que os procedimentos biológicos são velozes. Mudanças feitas tanto pela ação humana quanto as naturais acontecem de modo contínuo, levando em consideração a dependência mútua entre o bem-estar das pessoas e o ambiente em equilíbrio ecológico. Porém, a edificação de

uma usina solar fotovoltaica de grande porte pode causar grandes repercussões nos ecossistemas locais.

Segundo Costa et al. (2020), essas usinas podem provocar alteração dos ciclos de evolução da fauna e flora, tanto durante a construção do empreendimento quanto na sua permanência. Dessa forma, um dos impactos mais expressivos no meio biótico é a perda de cobertura vegetal, pois a implementação de sistemas solares fotovoltaicos não é limitada apenas a áreas desérticas. Logo, constata-se que a remoção e deslocamento da vegetação podem vir a causar impactos na área em que for feito o empreendimento.

Barbosa Filho et al. (2015) diz que assim como afugentamento e fuga da fauna local, ao remover a vegetação para a limpeza da área, é possível que ocorra o espanto e fuga da fauna do local. Considerando a destruição de locais que a fauna pode usar como abrigo natural e até mesmo a eliminação de grupos da microfauna, por causa da retirada da vegetação e pela agitação das camadas superficiais do solo.

Rosa e Gasparin (2016) explicam que outro impacto relevante é a alteração da dinâmica dos ecossistemas locais uma vez que ao serem construídas vias de acesso ao empreendimento, a dinâmica ambiental da área acaba sendo alterada, aumentando a movimentação de sedimentos arenosos por causa do vento e das chuvas, criando ou intensificando processos de erosão e assoreamento.

Para Costa et al. (2020), tem ainda a possibilidade de causar mudanças no fluxo aquático superficial por causa da compactação do solo e diminuição da permeabilidade. A separação de habitats e as alterações nas fronteiras naturais de espécies locais podem vir a causar escassez de comida, levando a uma migração da fauna. Portanto, existe o risco de desequilibrar os elos tróficos das cadeias alimentares do local, bem como a diminuição de potencial ecológico (atributos ambientais e biodiversidade), pois a redução do habitat de determinadas espécies pode acarretar numa menor abundância regional delas, o que trará menores taxas de continuidade. Assim, a biodiversidade do lugar, que é mensurada pela densidade de espécies e tem relação com os regimes de chuva e luz do sol, pode ser diminuída.

Outro problema identificado é o risco de acidentes com animais ou causados por eles, já que as alterações nos caminhos de fuga e fronteiras naturais dos animais da região. Além da destruição de esconderijos, tocas e ninhos, essas usinas podem causar a evasão de parte da fauna ou até mesmo sua invasão no empreendimento, o que repercute na presença de animais nas rodovias que elevam os índices de acidentes (BARBOSA FILHO et al., 2015).

3.3 A ENERGIA FOTOVOLTAICA NO CONTEXTO BRASILEIRO

A energia fotovoltaica ainda é uma modalidade de geração muito incomum, apesar do crescimento nos últimos anos. Isso porque o custo dos dispositivos e demais itens para funcionamento e a instalação ainda é muito alto, além disso, os incentivos para a aplicação de sistemas fotovoltaicos é uma política muito recente no país, e por mais que grande parte do território nacional possua imenso potencial para energia solar, a soma da energia térmica e fotovoltaica é de apenas 2% da matriz energética, conforme visto anteriormente (EPE, 2021).

Moreira Jr e Souza (2020) acreditam que o primeiro marco histórico para o desenvolvimento da energia fotovoltaica no Brasil ocorreu em 2008, quando o país assinou um acordo de cooperação no setor energético com foco em energias renováveis com a Alemanha. É importante salientar que a Alemanha é uma incentivadora do uso de painéis fotovoltaicos desde a crise do petróleo em 1970, por isso se tornou uma das maiores referências mundiais desse setor.

Contudo, apenas 4 anos depois foi dado o primeiro passo para atender a essa necessidade, com a aprovação da Resolução Normativa da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) nº 482, de 17 de abril de 2012 (REN 482/2012), que delimita condições gerais para que se acesse a micro e minigeração compartilhado aos sistemas de distribuição de energia elétrica, e tem como objetivo diminuir os obstáculos regulamentários que existem para a conexão de geração de pequeno porte disponível na rede de distribuição (Agência Nacional de Energia Elétrica - ANEEL, 2012).

A aprovação da REN 482/2012 determinou que a energia produzida por sistemas fotovoltaicos que não for consumida pelo usuário direto deve ser direcionada para rede elétrica convencional, contribuindo com a transmissão geral. Em contrapartida o usuário que fornece energia para a rede é beneficiado com crédito para o consumo de energia produzida pela empresa de concessão elétrica, uma economia que pode alcançar 95% na fatura (ANEEL, 2012).

Três anos após a publicação da REN 482/2012 foi aprovada a Resolução Normativa da ANEEL nº 687, de 24 de novembro de 2015 (REN 687/2015) que altera a resolução anterior, estabelecendo novos limites para a micro e minigeração e autoriza três novas modalidades de geração distribuída, a saber: autoconsumo remoto, geração compartilhada e empreendimentos com múltiplas unidades consumidoras. Assim, o regulamento favorece a implantação de sistemas fotovoltaicos em todo território brasileiro, sendo necessária a criação de Políticas Públicas que concretizem o que foi estabelecido legislativamente (ANEEL, 2015).

As novas regras passaram a vigorar em março de 2016, de forma que os usuários que geram energia fotovoltaica excedente ao seu consumo podem acumular créditos que possuem validade máxima de 60 meses. Os créditos podem ser usados na unidade que

produz a eletricidade ou outras unidades do mesmo titular, contando que seja localizado na área de cobertura da mesma empresa distribuidora (ANEEL, 2015).

De acordo com Chagas e Boaventura (2021), uma inovação interessante da REN 687/2015 é a possibilidade de instalar sistemas fotovoltaicos para geração de energia elétrica em condomínios, fornecendo eletricidade para diversas unidades consumidoras. A regulamentação permite também a chamada “geração compartilhada” que se caracteriza pela união de usuários ou empresas em consórcios ou cooperativas que juntas geram e consomem energia conforme regras próprias.

Conforme Chagas e Boaventura (2021), dois anos depois foi aprovada a REN 786, de 17 de outubro de 2017, que altera a REN 482/2012, especifica alguns critérios que restringem empresas que atuam na distribuição elétrica de instalar sistemas de microgeração ou minigeração distribuída. As mudanças são necessárias para evitar irregularidades e infrações no processo de distribuição de energia. Cabe sinalizar que esse é um processo de aperfeiçoamento da regulamentação.

Para além das determinações ANEEL, Chagas e Boaventura (2021) dizem que estados e municípios estabelecem normas próprias, conforme as especificidades de cada território. Considerando que as determinações normativas da agência reguladora são invioláveis e universais em todo o território nacional, de modo que os parâmetros gerais do Brasil padronizam exigências na finalidade de garantir o desenvolvimento de um processo de adesão às modalidades de geração elétrica através de fontes de energia limpa e renovável.

Na concepção de Moreira Jr e Souza (2020), é mister destacar que a geração fotovoltaica proporciona diversos benefícios para os sistemas de geração, transmissão e distribuição elétrica convencionais, primeiramente devido o baixo impacto ambiental que a energia limpa e renovável produz. Para, além disso, a energia fotovoltaica contribui para a redução de perdas elétricas que é um dos mais graves problemas da transmissão de energia, e ainda atenua o carregamento das redes.

Conforme Moreira Jr e Souza (2020), o conjunto de vantagens favorecem condições que permitem o adiamento ou suspensão de despesas com investimentos para a expansão de redes convencionais de energia elétrica, na medida que os sistemas fotovoltaicos alimentam a rede com a energia produzida excedente ao consumo do usuário. Nesse contexto, apesar de ser tímida no que tange a facilitação do acesso à energia fotovoltaica, a legislação brasileira permite e tende a avançar com políticas em prol da diversificação da matriz energética.

Segundo Moreira Jr e Souza (2020), a economia financeira não é a única vantagem da geração de energia elétrica solar fotovoltaica, posto que a promoção da autossustentabilidade e a sensibilização para a consciência socioambiental são ganhos de

imensa relevância para os avanços da sociedade. Logo, a modalidade de geração de energia elétrica pode conceber grandiosos benefícios para o sistema elétrico e para o desenvolvimento social.

3.4 VANTAGENS E ENTRAVES DA ENERGIA FOTOVOLTAICA

Segundo Lira et al. (2019), são inúmeras as vantagens da geração de energia elétrica através de painéis fotovoltaicos, abrangendo desde benefícios sociais, econômicos e ambientais, especialmente favorecimentos ao setor elétrico. Assim, é possível listar como principais benefícios: a ampliação ou facilitação do acesso à energia elétrica; desenvolvimento sustentável local; geração de emprego e renda; aumento da arrecadação de tributos; redução de impactos ambientais, entre outros.

Segundo Bursztyn (2020), para compreender o acesso é primordial apontar que “a luz do Sol é um bem livre, ilimitado e não excludente” (p. 175), portanto diferente da água, de combustíveis fósseis e outras fontes de energia, a luz do Sol é um recurso disponível à todos e seu acesso não pode ser restringido ou bloqueado. Além disso, é considerada uma fonte inesgotável de energia.

Já referente aos impactos no meio socioeconômico Barbosa Filho et al. (2015) explica que a instalação de uma usina solar fotovoltaica de grande porte traz diversas reverberações sobre o ambiente socioeconômico, tanto positivas quanto negativas, com a possibilidade de atingir apenas os arredores do lugar do empreendimento, ou até mesmo maiores regiões, desde o início da instalação até sua operação de fato como no caso da geração de emprego e renda já que é de praxe procurar que se contrate mão-de-obra do local, neste tipo de empreendimento. Assim, a qualidade de vida da região acaba por melhorar.

Para Melin e Camioto (2019), isso viabiliza resultados mais favoráveis no crescimento da economia local e aumento da arrecadação tributária, visto que o empreendimento tende a fazer com que o comércio local e regional melhore. Pontuando que com o aumento da renda e do maior poder de compra, a moeda tende a circular mais, além de diversas operações comerciais vindas das demandas do empreendimento em si.

Já em relação ao desenvolvimento tecnológico, Barbosa Filho et al. (2015) expressa que como ponto positivo da dinâmica do crescimento econômico, o aumento da eficiência dos equipamentos é um dos maiores ganhos. Isso porque para os autores, com mais sistemas fotovoltaicos aplicados aumentam os investimentos em pesquisas e inovações para aprimorar as tecnologias utilizadas, movimento praticado especialmente pela competição do mercado.

Para Moreira Jr e Souza (2020), os benefícios socioambientais são múltiplos, maximizado ou limitado conforme cada projeto. A variação dos efeitos favoráveis dessa modalidade de geração de energia sobre a esfera socioambiental se dá especialmente pela redução dos impactos negativos dos sistemas fotovoltaicos. Primordialmente é preciso realçar que esses sistemas não emitem poluentes no processo de operação, o que representa um imenso ganho enquanto geração de energia alternativa.

Conforme Moreira Jr e Souza (2020), há também vantagens socioambientais interligados aos benefícios ao setor elétrico, tendo em vista que talvez o impacto socioeconômico de maior expectativa é a melhoria na segurança, confiabilidade e oferta de energia elétrica. As fontes renováveis de energia possuem extrema relevância para atender o setor energético, com destaque nos períodos de baixa produção das usinas hidrelétricas que, reiterando, enfrenta recorrentes problemas nas últimas décadas. Assim, o fornecimento de energia descentralizado proporciona menor dependência das gerações de energia convencionais, melhorando o abastecimento local de energia.

Nesse sentido, Bursztyn (2020) constata que a energia produzida a partir de painéis fotovoltaicos permite uma economia de água nos reservatórios, já que a demanda pela geração de eletricidade nas usinas hidrelétricas se reduz. Logo, os sistemas fotovoltaicos das variadas proporções são capazes de contribuir com o fornecimento de energia, alimentando a rede convencional com eletricidade e com isso subtrai faltas e falhas na distribuição de eletricidade.

Ainda sobre as vantagens socioambientais mesclada aos benefícios ao setor elétrico, Melin e Camioto (2019) diz que pode ser citado a redução de gastos em infraestrutura de usinas hidrelétricas. Isso porque conforme expande a demanda por eletricidade, aumenta a necessidade de investimentos para a manutenção e construção de novas usinas geradoras, nesse contexto a energia fotovoltaica pode cooperar para a evitar gastos com reformas e com novos empreendimentos. Esse fator é uma das justificativas mais relevantes utilizadas como subsídios dos projetos de implantação de geração fotovoltaica, tanto sistemas familiares quanto coletivos. Ressaltando que as despesas com controle de segurança das usinas e com obras para construção de hidrelétricas são muito altas, sem contar com o risco de acidentes e desastres socioambientais.

Portanto, Bursztyn (2020) explica que a ampliação da energia fotovoltaica é importante para atenuar impactos socioambientais, sobretudo em ocorrências que provocam prejuízos à comunidades, como em situações de populações atingidas por barragens. Essas e outras possíveis vantagens podem ser utilizadas como importantes justificativas da viabilidade de projetos de geração de energia elétrica através de sistemas fotovoltaicos.

Em contrapartida, Moreira Jr e Souza (2020) identificam desvantagens na aplicação de energia fotovoltaica, tais como a interrupção do fornecimento de eletricidade, o baixo

rendimento em determinadas regiões e territórios e impactos socioambientais como de alteração na migração de aves, diversas formas de poluição, aumento de acidentes e desenvolvimento urbano desordenado. A interrupção do fornecimento de energia ocorre devido ser uma fonte de energia intermitente, que é produzida apenas durante o dia e conta com em banco de baterias com pouca capacidade de armazenamento. Em virtude disso, geralmente os sistemas fotovoltaicos não conseguem atender as demandas de energia elétrica sozinhos.

Segundo Moreira Jr e Souza (2020), os problemas causados pela intermitência somada a territorialização é um dos maiores desafios na construção de projetos de implementação de sistemas fotovoltaicos. Esse fato acarreta em instabilidade na distribuição de eletricidade conforme as variações climáticas, das horas solares disponíveis, entre outros. Assim, em estações com menos horas de sol ocasiona na diminuição de energia produzida. Por isso, nas avaliações de viabilidade e eficiência esse é um dos critérios mais importantes, de forma a selecionar para implementação desses sistemas apenas áreas com condições que proporcionem uma geração abundante e com maior tempo de produção diária possível.

Por esse motivo, Carvalho, Magalhães e Domingues (2019) dizem que estados como o de Minas Gerais são descartados quando se trata de instalação de sistemas de geração de energia fotovoltaicos, menos ainda usinas produtoras. No estado de Minas Gerais a luz solar mínima é de cinco horas por dia na época em que há o aumento de chuvas no estado.

Em relação aos impactos socioambientais, Barbosa Filho et al. (2015) aponta a poluição, acidentes e desenvolvimento urbano desordenado. Nesse panorama, a poluição é entendida como um grave prejuízo que afeta biomas e ecossistemas, bem como o desenvolvimento social e econômico de determinado território. Assim, a construção de usinas fotovoltaicas, por exemplo, pode favorecer a geração de emprego como já citado nesta pesquisa, mas também ocasionar um aumento no fluxo de veículos, trazendo diversos transtornos como a emissão de poeira e gases, ruídos, e afugentamento da fauna de seus habitats naturais.

Conforme Bursztyn (2020), os acidentes são outro conjunto de problemas que pode repercutir da instalação de usinas fotovoltaicas, desde acidentes de trânsito até acidentes de trabalho. Principalmente o acidente de trabalho é listado como fator de risco em empreendimentos de energia fotovoltaica, especialmente pelo uso de maquinário pesado, ferramentas cortantes e aumento na movimentação de veículos.

Por fim, Bursztyn (2020) aponta o desenvolvimento urbano desordenado que não necessariamente é um problema da implementação de sistemas de geração de energia fotovoltaicos, uma vez que esse fenômeno é consequência da ausência de ações do Poder Público frente à dinâmica social. Por consequência disso, a construção de usinas

fotovoltaicas e a execução de políticas de incentivo à produção de energia solar devem vir acompanhadas de projetos que administre o desenvolvimento urbano.

Todavia Bursztyn (2020) ressalta que as medidas para o desenvolvimento urbano sustentável não são restritas à intervenção do Estado, esse é um compromisso de todos os setores da sociedade. Com isso, enquanto o Poder Público regula e ordena o desenvolvimento das cidades, o mercado deve se atentar às novas necessidades sociais, tais como o aumento da demanda de consumo, considerando a possibilidade de escassez. Esse é um exemplo de problema evitável através de medidas preventivas previstas em planejamentos do comércio local, como com formação de estoques.

3.5 POLÍTICAS PÚBLICAS PARA GERAÇÃO DE ENERGIA FOTOVOLTAICA

Conforme a leitura de Bursztyn (2020), a execução de Políticas Públicas direcionadas à energia fotovoltaica é essencial para a garantia do desenvolvimento sustentável dos territórios impactados com a instalação de sistemas geradores de maiores ou menores proporções. Através das Políticas Públicas é possível adequar as ações governamentais e não governamentais, de forma a atender as necessidades que emergem ao longo do processo evolutivo da sociedade.

Melin e Camioto (2019) sinalizam que as Políticas Públicas são promovidas pela federação, por estados, municípios e distritos, portanto a operacionalização da política energética é diferente para cada território. Em suma, os programas de incentivo à geração de energia solar ainda são extremamente restritos, oferecendo linhas de crédito pouco atrativas para os diferentes perfis de consumidores que poderiam ser beneficiados com geração própria de energia. Por isso, ainda que promissora, a ampliação do uso de sistemas fotovoltaicos é tímido.

Conforme Melin e Camioto (2019), é importante salientar que a energia solar, em especial o uso de painéis fotovoltaicos é um meio de geração de energia muito promissor em diversos países. Devido o expressivo potencial de irradiação na maior parte do território brasileiro, constata-se que o aproveitamento fotovoltaico é a principal referência nas estratégias utilizadas para a redução de custos em economias locais experimentada em mais de 50 países.

Assim, Lira et al. (2019) evidencia que com a adoção de medidas para a ampliação do acesso à geração de energia fotovoltaica, muitos dos problemas apresentados no processo de fornecimento de eletricidade poderão ser minimizados ou mesmo extintos. Assim, acredita-se que ao ocupar mais espaço na matriz energética, a geração fotovoltaica distribuída em residências, unidades comerciais e indústrias atuará em favor do desenvolvimento sustentável.

Bursztyn (2020) salienta que a redução das emissões de gases poluentes é um grande cartaz da energia fotovoltaica. Desse modo, a disseminação de geradores fotovoltaicos são considerados elementares para que o Estado brasileiro cumpra acordos internacionais firmados, a exemplo do Acordo de Paris, da Agenda 2030, da Conferência das Partes (COP), entre outros.

Conforme Bursztyn (2020), o Acordo de Paris foi um compromisso firmado por 195 países em 2015 em prol da redução das emissões de gases do efeito estufa, tendo como meta manter o aumento da temperatura do planeta abaixo de 2°C. Para alcançar a meta, o acordo firmado na Conferência das Nações Unidas sobre as Mudanças Climáticas de 2015 (COP21) promoveu uma divisão de responsabilidades, de modo que os países desenvolvidos dão suporte financeiro e tecnológico aos países subdesenvolvidos e levantam dados quantitativos sobre a efetividade das ações, enquanto o papel dos países subdesenvolvidos é desenvolver mecanismos para o alcance das metas, apresentando as ações realizadas e estratégias projetadas a cada 5 anos.

Carvalho, Magalhães e Domingues (2019) explicam que a Agenda 2030 é resultado de um acordo firmado entre os Estado-membros da Organização das Nações Unidas (ONU), assinado em 2015 que estabelece 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável. Trata-se de um plano de ação global com 169 metas interligadas e indivisíveis que reconhece a Convenção Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima (UNFCCC), a conferência COP21 em Paris e outras iniciativas para o desenvolvimento sustentável que abrange a promoção da geração de energia através de fontes limpas e renováveis.

Nas palavras de Melin e Camioto (2019), esse conjunto de elementos fundamentam ou deveriam fundamentar as Políticas Públicas relacionadas a energia fotovoltaica no âmbito federal, estadual, municipal e distrital, conforme já mencionado. Trazendo alguns avanços que abrangem todo o território nacional, um importante passo foi dado em 2017 com a aprovação do projeto de Lei 8322/14 no Senado Federal que isenta impostos de equipamentos e componentes dos sistemas geradores de modalidade de energia solar.

Carvalho, Magalhães e Domingues (2019) apresenta outras Políticas Públicas nacionais importantes que estimulam a instalação de geradores fotovoltaicos, tais como a Lei nº 13.169, de 6 de outubro de 2015 e o Convênio ICMS 16, de 22 de abril de 2015. A Lei 13.169/2015 isenta os consumidores que geram energia solar da tributação do Programa de Integração Social (PIS) e da Contribuição para o Financiamento da Seguridade Social (COFINS) sobre a energia produzida, já o Convênio ICMS 16/2015 os isenta do Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços (ICMS).

Segundo Carvalho, Magalhães e Domingues (2019), no âmbito municipal podem ser observados incentivos como de desconto sobre o Imposto Predial e Territorial Urbano (IPTU) e descontos intertemporais na conta de luz. Com isso, verifica-se um tímido, mas

importante estímulo ao acesso das famílias aos sistemas de geração de energia fotovoltaicos. Para os autores a impossibilidade de um retorno mais imediato do investimento acaba por não ser tão interessante para os consumidores de unidades residenciais.

Na concepção de Bursztyn (2020), há urgência para a criação de Políticas Públicas exequíveis e integradas que sejam capazes de dar respostas aos problemas encontrados no campo da energia fotovoltaica. É necessário que o Estado execute medidas que facilite o acesso das famílias aos sistemas fotovoltaicos, bem como estimule a competitividade do mercado, entre outras ações. Reitera-se que a ampliação do acesso aos sistemas de geração própria de energia é uma importante estratégia para a melhoria do fornecimento de energia elétrica, bem como causa efeitos positivos no enfrentamento às vulnerabilidades sociais, impactos ambientais e outros prejuízos de ordem social, ambiental e econômica.

Rodrigues, Lira e Sousa (2020) acreditam que se faz necessária a estruturação da política da energia e do clima que abranja o caminho da economia de cada país, para que se alcance a redução da emissão dos gases do efeito estufa. Os autores citam que o Painel Intergovernamental sobre Mudanças climáticas de 2013 conclui que para qualquer ação que for tomada, todos os panoramas de estabilização climática demonstram que grande parte da diminuição das emissões será advinda de fontes de energia limpas, de sua utilização e de procedimentos industriais, realizando um papel essencial em diversos cenários.

Assim, Rodrigues, Lira e Sousa (2020) consideram que a questão energética revela grandes dificuldades dentro dos três elementos do desenvolvimento sustentável (econômico, ambiental e social), sendo necessário maiores investimentos em fontes limpas. É primordial que as mudanças climáticas sejam incorporadas às políticas ambientais e de desenvolvimento, de forma que atos do governo possam ajudar a encarar esse problema, considerando a vulnerabilidade da região.

3.6 EXPERIÊNCIAS EM PROJETOS PARA A AMPLIAÇÃO DO ACESSO À ENERGIA FOTOVOLTAICA

Os resultados da busca apresentaram três estudos sobre experiências em políticas ou programas de promoção do acesso das famílias à tecnologias de geração própria de energia fotovoltaica, sendo eles a pesquisa de Lira et al. (2019) denominado “Contribuição dos Sistemas Fotovoltaicos Conectados à Rede Elétrica para a Redução de CO₂ no Estado do Ceará”; o trabalho de Santos et al. (2020) intitulado “Ensino de Física e Sustentabilidade: Energia Solar-Produção, Consumo e Potência, como fonte alternativa na produção de energia renovável”; e o estudo de Rodrigues, Lira e Sousa (2020) “Mitigação dos Efeitos das

Mudanças Climáticas a partir da Substituição Gradual de Termelétricas a Carvão por Usinas Fotovoltaicas”.

Santos et al. (2020) destacou três estudos que apresentam relatos de campo, o primeiro estudo foi realizado entre agosto a outubro de 2019, no estado de Roraima, no município de Rorainópolis, na Escola de Ensino Integral José de Alencar. O estudo de caso baseou-se nas aulas de física, correlacionando o conteúdo sobre energias renováveis com o dia-a-dia dos estudantes, conforme apresentado nas figuras a seguir:



Figura 1: realização da aula teórica de física.



Figura 2: coleta de dados - pesquisa in loco.



Figura 3: experimento (Poste Solar)

Fonte: Santos et al. (2020)

Segundo Santos et al. (2020), o objetivo foi fazer com que os alunos do terceiro ano do Ensino Médio se envolvam com a disciplina da Física, através do contato com a energia solar. Para tanto, foi construído um Poste Solar no intuito de incentivar a sua produção e uso nas casas como meio de minimizar gastos evitáveis com energia elétrica. O fator atrativo da atividade foi a redução da conta de luz.

Com a leitura de Santos et al. (2020) se entende que iniciativa parte da concepção de que a progressiva elevação da demanda de consumo de energia elétrica se apresenta como um imenso desafio para a sociedade, sobretudo para os governos. Enquanto responsável pela aplicação de políticas que efetivamente solucionem ou minimizem os problemas relacionados a geração, distribuição e consumo de energia, o Estado é o principal ator que regula e facilita ou dificulta a implantação de meios alternativos e estratégias para o enfrentamento desses problemas, devendo administrar distúrbios ambientais, meios de produção, a universalização do acesso à eletricidade, tarifas, entre outros. Contudo, é de suma importância salientar que a questão energética brasileira é uma responsabilidade de todos, incluindo o segundo e terceiro setor.

Dessa forma, Santos et al. (2020) demonstrou a importância de investimentos na energia solar, em especial projetos que atendam a demanda da população de Rorainópolis, onde sua instalação é aproximadamente R\$ 100,00 a R\$ 120,00. Já os materiais usados, como a bateria de 12 V, inversor, capacitor e garrafas PET podem ser reciclados, mas também são de fácil acesso. Com isso, evidenciou-se que através da fabricação do Poste Solar os estudantes aprendem sobre energias renováveis, eletricidade e habilidades eletrônicas. Consequentemente aprendem a diminuir as repercussões ambientais, sociais e financeiras através de suas próprias ferramentas.

O estudo de Rodrigues, Lira e Sousa (2020) foi realizado no Ceará, nordeste brasileiro que, de acordo com o Atlas Brasileiro de Energia Solar, é a região que possui o maior potencial solar, tendo seu valor médio diário de irradiação global horizontal de 5,49 kWh/metro quadrado. Em 1m² no Ceará, a média de radiação chega a 5,5 kWh por dia, sendo uma das maiores do Brasil, levando em consideração que a aquisição e estudo dos dados usados para estruturar a geração distribuída de energia a partir de fonte solar fotovoltaica foi obtida no Banco de Geração de Informação (BIG) da ANEEL.

Rodrigues, Lira e Sousa (2020) quantificou e identificou os locais dos empreendimentos difundidos pelo estado do Ceará, traçou o perfil das unidades consumidoras de geração distribuída, levando em conta o ano em que foi instalada, a potência, a classe e o número de unidades consumidoras que obtêm os créditos, de acordo com a Resolução nº 482/2012. Além disso, o estudo pôde caracterizar o dado de potência instalada em cada unidade consumidora de geração distribuída por fonte solar no Ceará que

a ANEEL obteve, para calcular posteriormente de acordo com a energia estimada gerada no período de 2013 à 2017.

Com isso, Lira et al. (2019) demonstraram que por esse cálculo a potência do empreendimento em se manter autônomo, utilizando apenas a energia solar, independentemente da rede elétrica pública. Concluiu-se que a energia fotovoltaica difundida no Ceará demonstra o quão importante é o planejamento estratégico do setor energético do estado para os anos vindouros, como desenvolver atitudes que incentivem a melhoria da geração distribuída, além das medidas que se tem hoje em dia, como a isenção do ICMS, PIS, COFINS e procedimentos simples de licenciamento ambiental.

Em comparação ao estado de Goiás, conforme Santos et al. (2020) há intenção de diminuir os lançamentos de GEE em no mínimo 37% até o ano de 2025 e 43% até 2030 (Decreto nº 8.892/2017), além de ter também o programa IPTU Verde na cidade de Goiânia (Lei complementar nº 235/2012), que traz descontos no IPTU de 2 a 3%.

Conforme Rodrigues, Lira e Sousa (2020), outra atitude que poderia ser tomada no Ceará para estimular a população seria implementar o modelo que é feito no Tocantins pelo programa Palmas Solar (Lei complementar nº 327/2015) que consiste em dar descontos de até 80% no IPTU, ISSQN e ITBI para as construções que possuem um sistema de utilização de energia do sol. Além disso, Palmas também tem uma Política Estadual de Incentivo à Geração e ao Uso da Energia Solar – PróSolar, utilizando indústrias que produzem equipamentos de geração de energia solar.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A primeira etapa da seleção dos estudos foi a identificação dos mesmos, sendo identificados 115 artigos, com os descritores isoladamente. Dos 115 artigos preliminarmente encontrados, 02 foram selecionados com a combinação dos 3 descritores. Posteriormente foi feita a leitura destes artigos, na íntegra, sendo 107 excluídos por não preencherem os critérios de elegibilidade, como apresentados na Figura 1 foram selecionados 07 artigos.

Os estudos apresentados na tabela 1 estão sintetizando a importância de incentivos governamentais para expandir e facilitar o acesso da energia fotovoltaica, evidenciando benefícios para o meio ambiente como a redução de emissão de gases que provocam impactos ambientais e mudanças climáticas, entretanto, foram abordados também impactos que podem ocorrer na inserção de grandes usinas solares, visto que ocorre por vezes a supressão de vegetação ocasionando afugentamento da fauna e alteração do ecossistema local.

Tabela 1 – Análise dos artigos utilizados como material de apoio deste artigo.

Autor e ano	Título dos artigos	Nome da revista	Qualis da revista
Wilson Pereira Barbosa Filho, Wemerson Rocha Ferreira, Abílio César Soares de Azevedo, Antonella Lombardi Costa e Ricardo Brant Pinheiro (2015)	Expansão da energia solar fotovoltaica no Brasil: impactos ambientais e políticas públicas	Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental, ISSN: 2238-8753	B2
Monise Fernanda Maciel MELIN, Flávia de Castro Camioto (2019)	A importância de incentivos governamentais para aumentar o uso da energia solar	Gepros Gestão Da Produção, Operações E Sistemas ISSN 1984-2430	B3
Micaele Martins de Carvalho, Aline Souza Magalhães e Edson Paulo Domingues (2019)	Impactos econômicos da ampliação do uso de energia solar residencial em Minas Gerais	Nova Economia (UFMG), Versión impresa ISSN: 0103-6351 Versión on-line ISSN: 1980-5381	B1
Marcos Antônio Tavares Lira, Marina Larisse da Silva Melo, Larissa Mendes Rodrigues e Tatiana Ribeiro Militão de Souza (2019)	Contribuição dos Sistemas Fotovoltaicos Conectados à Rede Elétrica para a Redução de dióxido de carbono no Estado do Ceará	Revista Brasileira De Meteorologia, Versión impresa ISSN: 0102-7786 Versión on-line ISSN: 1982-4351	B5
Larissa Mendes Rodrigues, Marcos Antonio Tavares Lira e –Miguel Leocádio de Sousa Neto (2020)	Mitigação dos Efeitos das Mudanças Climáticas a partir da Substituição Gradual de Termelétricas a Carvão por Usinas Fotovoltaicas	Revista Brasileira De Meteorologia (Impresso) Versão impresa ISSN: 0102-7786 Versão online ISSN: 1982-4351	C
Marcel Bursztyn (2020)	Energia solar e desenvolvimento sustentável no Semiárido: o desafio da integração de políticas públicas	Estudos Avançados (Online), Versão impresa ISSN: 0103-4014 Versão online ISSN: 1806-9592	A2
Orlando Moreira Júnior e Celso Correia de Souza (2020)	Aproveitamento fotovoltaico, análise comparativa entre Brasil e Alemanha	Interações (Campo Grande), Versão impresa ISSN: 1518-7012 Versão online ISSN: 1984-042X	B1

Fonte: Autor.

Os textos ‘Mitigação dos Efeitos das Mudanças Climáticas a partir da Substituição Gradual de Termelétricas a Carvão por Usinas Fotovoltaicas’ e ‘Expansão Da Energia Solar Fotovoltaica No Brasil: Impactos Ambientais E Políticas Públicas’ nortearam esse estudo no sentido de analisar os impactos ambientais da implementação da energia fotovoltaica, bem como os efeitos dessa mudança.

Sabe-se que também é importante analisar como essa questão é tratada em outros países, para tal, o artigo ‘Aproveitamento fotovoltaico, análise comparativa entre Brasil e Alemanha’ foi de grande valia.

Analisou-se um pouco mais a fundo as políticas públicas através dos artigos ‘Energia solar e desenvolvimento sustentável no Semiárido: o desafio da integração de políticas públicas’ e ‘A Importância De Incentivos Governamentais Para Aumentar O Uso Da Energia Solar’. Devido a pandemia não foi feito estudo de caso então os artigos ‘Contribuição dos Sistemas Fotovoltaicos Conectados à Rede Elétrica para a Redução de dióxido de carbono no Estado do Ceará’ e ‘Impactos econômicos da ampliação do uso de energia solar residencial em Minas Gerais’ foram utilizados neste item, apresentado no tópico anterior.

Tabela 2 – Análise dos artigos utilizados como material de apoio deste artigo.

Título do Artigo	Objetivo	Metodologia	Resultados	Conclusões
Mitigação dos Efeitos das Mudanças Climáticas a partir da Substituição Gradual de Termelétricas a Carvão por Usinas Fotovoltaicas	Apresentar uma forma de reduzir as emissões dos GEE sem deixar de atender a demanda de energia necessária para a sociedade.	Estudo de caso: Instalação de usinas fotovoltaicas no Porto do Pecem.	"Se a termelétrica a carvão Pecém II for acionada apenas nos períodos de baixa geração de energia elétrica da usina fotovoltaica (horários noturnos, dias nublados e com chuva), a estimativa do ganho ambiental, com o seu desligamento durante 7 horas por dia, será a redução da emissão de dióxido de carbono em 34.720,56 toneladas por mês e da captação de água em 125.016,20 metros cúbicos por mês, ou seja, uma redução de 9,67% do volume de captação de água no mês". p.9	O investimento em usinas fotovoltaicas conectadas a rede elétrica se apresentou enquanto uma forma de reduzir emissões do GEE sem deixar de atender a demanda de energia.
Energia solar e desenvolvimento sustentável no Semiárido: o desafio da integração de políticas públicas	O objetivo é analisar a relevância da integração de diferentes eixos de políticas públicas setoriais, em torno de uma estratégia de disseminação da geração de energia fotovoltaica.	Análise de políticas públicas	A hidroeletricidade, apesar de ter como base uma fonte considerada limpa, pelo ser caráter renovável, vem mostrando com frequência preocupante. A sua vulnerabilidade à irregularidade das chuvas e da vazão dos mananciais e cursos d'água. Conflitos entre os diferentes usos se tornam mais evidentes em momentos de crise. As termelétricas representam maiores custos econômicos e ambientais.	Com a expansão da energia solar, os investimentos necessários ao provimento de infraestrutura para a geração de novas usinas hidrelétricas obviamente se reduzem. Menos obras de construção de hidrelétricas significam também menos custos sociais às populações atingidas por barragens e menos gastos públicos
Aproveitamento fotovoltaico, análise comparativa entre Brasil e Alemanha	O objetivo foi mostrar que o Brasil, por apresentar uma irradiação média anual que varia entre 1.200 e 2.400 kWh/m ² /ano (SOLARGIS,	Pesquisa bibliográfica	Segundo a ABSOLAR (2020), o Brasil vem aumentando de forma significativa, nos últimos anos, o número de sistemas fotovoltaicos em funcionamento e, conseqüentemente, a potência instalada. Em 2012, ano que entrou em vigor a Resolução 482 da ANEEL, havia apenas 7 MW de potência instalada no Brasil; em maio de	O mercado solar no Brasil está em evolução, o país já tem uma potência instalada de 5.500 MW, mas carece de indústrias acionais para fabricação de painéis fotovoltaicos. É necessário aumentar os incentivos à popularização da energia fotovoltaica no Brasil e que se diminua o

	2020), bem acima da média da Europa, pode tornar-se uma potência no setor fotovoltaico.		2020, esse número superou 5.500 MW.	alto custo tecnológico que torna essa fonte menos competitiva. Já a Alemanha é vista como um exemplo de políticas de incentivos eficientes.
Contribuição dos Sistemas Fotovoltaicos Conectados à Rede Elétrica para a Redução de CO ₂ no Estado do Ceará	Este artigo tem como objetivo, analisar a contribuição da geração distribuída dos sistemas fotovoltaicos, conectados à rede elétrica, que proporcionam a redução das emissões de dióxido de carbono no estado do Ceará.	Pesquisa quantitativa para mapear a geração distribuída de energia elétrica a partir de fonte solar fotovoltaica no Estado do Ceará	A energia solar fotovoltaica por geração distribuída no estado do Ceará mostra a relevância no planejamento estratégico do setor energético cearense para os próximos anos, como ampliar medidas que estimulem o desenvolvimento da geração distribuída além do que se tem atualmente que é apenas a isenção do ICMS, PIS, COFINS e processos simplificados de licenciamento ambiental.	Neste trabalho, verificou-se também que foi possível alcançar o objetivo proposto, levando em consideração, a incorporação dos aspectos ambientais, nos quais a contribuição dos sistemas fotovoltaicos para a redução das emissões de dióxido de carbono no estado do Ceará através do uso de cálculos de quantificação de emissões evitadas de dióxido de carbono.
Impactos econômicos da ampliação do uso de energia solar residencial em Minas Gerais	o objetivo principal deste artigo consiste em simular os impactos, sobre a economia de Minas Gerais, decorrentes da utilização de energia solar fotovoltaica.	Este artigo analisa os impactos econômicos de uma ampliação do uso de energia solar pelas famílias mineiras.	Os resultados encontrados no presente estudo são uma aproximação crível das possibilidades de expansão da utilização de energia solar. Ressalta-se que os componentes do sistema FV são importados, gerando maior custo para o crescimento do setor nacional.	Apesar do enorme potencial para a utilização de energia solar em Minas Gerais, tanto devido aos níveis de irradiação solar, quanto ao elevado preço das tarifas de energia elétrica no estado, a adoção de tecnologias fotovoltaicas ainda é incipiente.
Expansão da energia solar fotovoltaica no Brasil: Impactos ambientais e políticas públicas	Identificar os impactos da implementação de usinas fotovoltaicas	Pesquisa literária em publicações nacionais e internacionais	Em face de solucionar o dilema e propiciar maior segurança jurídica ao técnico envolvido no processo de licenciamento ambiental, visto que a norma CONAMA nº 279/2001 não define o que seja pequeno ou grande potencial de impacto, os autores sugerem a criação de uma norma federal específica para o licenciamento ambiental de usinas solares fotovoltaicas em território brasileiro.	Os sistemas fotovoltaicos não emitem poluentes durante sua operação e são muito promissores como uma alternativa energética sustentável; entretanto geram impactos ambientais a serem considerados. Os impactos ambientais do sistema fotovoltaico destacados no artigo foram evidenciados durante sua fabricação e montagem.

A Importância de Incentivos Governamentais para Aumentar o Uso da Energia Solar	Principal objetivo analisar estudos de casos do Brasil e dos países com maior potencial de produção de energia solar, em que incentivos foram aplicados.	Análise de estudos de caso	Através da Lei das Energias Renováveis e dos programas de subsídios, podemos verificar os grandes avanços que a China obteve, evidenciando a importância de tais medidas governamentais. Atualmente o Japão é um dos destaques no crescimento de produção de energia por fontes renováveis no mundo. Vale destacar o programa de compra excedente PV Power: exige que concessionárias de energia comprem o excedente produzido por fontes renováveis.	Averiguou-se que a maioria dos incentivos no Brasil são de âmbito fiscal, com reduções de impostos, e pouco investiu-se para políticas de compra de energia, como as conhecidas RPS ou FiT, ou mesmo subsídios para estimular a população a instalar sua geração de energia solar nos telhados, apesar do grande potencial de irradiação no país.
---	--	----------------------------	---	---

Fonte: Autor.

A partir da leitura dos artigos e da extração de informações apresentadas neles, foram estabelecidas três categorias: 1 - Vantagens e entraves da energia fotovoltaica; 2 - Políticas Públicas para geração de energia solar; e 3 - Experiências em projetos para a ampliação do acesso à energia fotovoltaica. Detalhadas a seguir.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O objetivo central da pesquisa foi compreender as dificuldades e potencialidades para a ampliação do acesso das famílias aos sistemas de geração de energia fotovoltaica. Inicialmente o estudo apresentou brevemente as definições conceituais de energia solar, demonstrou as características mais relevantes da matriz energética brasileira, com ênfase nos impactos socioambientais e fez um pequeno esboço para compreender as políticas relacionadas à energia fotovoltaica no país.

O presente trabalho de conclusão de curso pôde alcançar todos os objetivos propostos, uma vez que sua leitura permite conhecer os benefícios e riscos dos sistemas fotovoltaicos e ainda apresenta experiências de implantação de sistemas fotovoltaicos em diferentes regiões do Brasil à partir de relatos em estudos bibliográficos anteriores. Com isso, evidenciou-se que os sistemas fotovoltaicos contribuem para a redução de impactos socioambientais causados pela produção de energia elétrica, por isso é indicado que os governos invistam na ampliação dessa modalidade como estratégia de melhorar o fornecimento de eletricidade e de favorecer um desenvolvimento sustentável nas localidades.

Em relação às Políticas Públicas relacionadas a energia fotovoltaica, verificou-se que são poucos os incentivos para a instalação de sistemas geradores próprios, especialmente

em unidades residenciais que contam apenas com possibilidades de retorno futuro dos investimentos. Além disso, as políticas variam conforme cada município e estado, sendo poucas as políticas nacionais.

Dessa forma, compreende-se que a energia fotovoltaica é uma alternativa limpa, abundante e que possui boa viabilidade em grande parte do território nacional, considerada uma modalidade promissora para diversificar a matriz energética brasileira, aumentando sua eficiência e contribuindo para um desenvolvimento sustentável. Apesar disso, ressalta-se que ainda há muitos questionamentos sobre o tema, talvez a provocação que desperte mais curiosidade seja acerca dos impactos causados pela instalação de grandes usinas de energia fotovoltaica, deixando essa indagação como sugestão para futuras pesquisas.

REFERÊNCIAS

BARBOSA FILHO, Wilson Pereira et al. Expansão da energia solar fotovoltaica no Brasil: impactos ambientais e políticas públicas. **Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental**, v. 4, p. 628-642, 2015. Disponível em: < https://portaldeperiodicos.animaeducacao.com.br/index.php/gestao_ambiental/article/view/3467 >. Acesso em: 10 jul. 2021.

ANEEL. **Resolução Normativa N° 482 de Abril de 2012**, que estabelece as condições gerais para o acesso de microgeração e minigeração distribuída aos sistemas de distribuição de energia elétrica, o sistema de compensação de energia elétrica, e dá outras providências. Disponível em: < <http://www2.aneel.gov.br/cedoc/ren2012482.pdf> >. Acesso em: 06 jul. 2021.

ANEEL. **Resolução Normativa N° 687 de Novembro de 2015**, que altera a Resolução Normativa n° 482, de 17 de abril de 2012. Disponível em: < <http://www2.aneel.gov.br/cedoc/ren2015687.pdf> >. Acesso em: 10 jul. 2021.

BURSZTYN, Marcel. Energia solar e desenvolvimento sustentável no Semiárido: o desafio da integração de políticas públicas. **Estudos Avançados**, v. 34, p. 167-186, 2020. Disponível em: < <https://www.scielo.br/j/ea/a/HRtVCv9DddGGWWD3ZGmHvfK/abstract/?lang=pt> >. Acesso em: 13 jul. 2021.

CARVALHO, Micaele Martins de; MAGALHÃES, Aline Souza; DOMINGUES, Edson Paulo. Impactos econômicos da ampliação do uso de energia solar residencial em Minas Gerais. **Nova Economia**, v. 29, p. 459-485, 2019. Disponível em: < <https://www.scielo.br/j/neco/a/rYXdfgJnQdFfYKMcyYzKp9G/?format=html> >. Acesso em: 15 jul. 2021.

CHAGAS, João Marcos Novaes; BOAVENTURA, Maurício de Araújo. **Desenvolvimento de um sistema de microgeração distribuída fotovoltaica para complemento de demanda energética de um condomínio em Foz do Iguaçu/PR**. 2021. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Engenharia Eletrônica) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Toledo, 2021. Disponível em: < <http://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/handle/1/26191> >. Acesso em: 20 jul. 2021.

COSTA, Andrelise Cardoso et al. Energia solar fotovoltaica uma alternativa viável?. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 9, p. 72637-72656, 2020. Disponível em: < <https://www.brazilianjournals.com/index.php/BRJD/article/view/17385> >. Acesso em: 20 jul. 2021.

EPE – Empresa de Pesquisa Energética – **Balanco Energético Nacional 2021**. Disponível em: < <https://www.epe.gov.br/pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/balanco-energetico-nacional-2021> >. Acesso em: 07 jul. 2021.

GIL, Antônio Carlos. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 6.ed. São Paulo: Atlas, 2008.

LIRA, Marcos Antônio Tavares et al. Contribuição dos Sistemas Fotovoltaicos Conectados à Rede Elétrica para a Redução de CO2 no Estado do Ceará. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 34, p. 389-397, 2019. Disponível em: <

<https://www.scielo.br/j/rbmet/a/69q66CQbN37FRchhFy7V7vR/?lang=pt&format=html> >. Acesso em: 19 jul. 2021.

MELIN, Monise Fernanda Maciel; CAMIOTO, Flávia de Castro. A Importância de Incentivos Governamentais para Aumentar o Uso da Energia Solar. **GEPROS. Gestão da Produção, Operações e Sistemas**, v. 14, n. 5, p. 89 - 108, 2019. Disponível em: < <https://www.proquest.com/openview/cd6d6bfd60bc561b7b96fa1b0ebe83b3/1?pq-origsite=gscholar&cbl=2034372>>. Acesso em: 17 jul. 2021.

MOREIRA JR, Orlando; SOUZA, Celso Correia de. Aproveitamento fotovoltaico, análise comparativa entre Brasil e Alemanha. **Interações (Campo Grande)**, v. 21, p. 379-387, 2020. Disponível em: < <https://www.scielo.br/j/inter/a/t7NryC6KdCmwL4RXL4pjVfN/abstract/?lang=pt> >. Acesso em: 13 jul. 2021.

RODRIGUES, Larissa Mendes; LIRA, Marcos Antonio Tavares; SOUSA, Miguel Leocádio de. Mitigação dos Efeitos das Mudanças Climáticas a partir da Substituição Gradual de Termelétricas a Carvão por Usinas Fotovoltaicas. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 35, p. 415-424, 2020. Disponível em: < <https://www.scielo.br/j/rbmet/a/YvWRLYtcY5RDWBNpfMF6w6d/?format=html&lang=pt> >. Acesso em: 10 jul. 2021.

ROSA, Antonio Robson Oliveira da; GASPARIN, Fabiano Perin. Panorama da energia solar fotovoltaica no Brasil. **Revista brasileira de energia solar**, v. 7, n. 2, p. 140-147, 2016. Disponível em: < <https://rbens.org.br/rbens/article/view/157>>. Acesso em: 10 jul. 2021.

SANTOS, Walter Fiúsa dos et al. Ensino de Física e Sustentabilidade: Energia Solar-Produção, Consumo e Potência, como fonte alternativa na produção de energia renovável. **RCT-Revista de Ciência e Tecnologia**, v. 6, 2020. Disponível em: < <https://revista.ufr.br/rct/article/view/6080> >. Acesso em: 15 jul. 2021.

**MODELO DE ATA DE DEFESA DE TRABALHO DE
CONCLUSÃO DE CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO**
(PREENCHER COM LETRA LEGÍVEL)

Ata nº 01/2021

**ATA DE DEFESA DE TRABALHO DE CONCLUSÃO
DE CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO**

Aos treze dias do mês de dezembro de dois mil e vinte e um, às dezoito horas, compareceu à sala 1 do Campus Niterói do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro (IFRJ), o(a) aluno(a) Mateus Diniz Lobo da Costa do curso de Gestão de Projetos Ambientais, para a defesa de trabalho de conclusão de curso intitulado *os desafios para popularização da energia fotovoltaica*. O trabalho orientado pelo(a) professor(a) Tauan Nunes Maia— Presidente, foi avaliado pela banca examinadora composta por Prof. Dr. Marcos Alexandre Teixeira e Prof. Dr. Gabriel Pacheco Mello Cunha. O(a) presidente da banca fez a abertura e passou a palavra para o(a) aluno(a) que fez uma exposição oral de quinze minutos, iniciando às 18:13. Após a exposição, o(a) presidente da banca agradeceu ao(à) aluno(a) e passou a palavra para os(as) demais membros da banca que arguíram o(a) aluno(a) por 60 minutos. Em seguida, o(a) presidente da banca agradeceu pelas contribuições e sugestões, teceu alguns comentários e pediu ao(à) aluno(a) e aos demais presentes que se retirassem para a deliberação da banca examinadora, que emitiu parecer de aprovação. O(a) presidente deu por encerrada a sessão de defesa às 19 horas e 50 minutos, para constar, foi lavrada a presente Ata que, lida e aprovada, foi assinada por todos os membros da banca examinadora e pelo(a) aluno(a).

Observações:

Assinaturas:

Orientador(a): _____

Avaliador(a): _____

Aluno(a): _____

Ciente:

Coordenação do Curso:



Data: 15/12/2021