

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

TADEU SANTANA CORDEIRO

PREVISÃO DE REDUÇÃO DA EMISSÃO DE GASES DO EFEITO ESTUFA NO
RIO DE JANEIRO EM RAZÃO DA SUBSTITUIÇÃO DA ENERGIA
TRADICIONAL POR ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA

CURITIBA

2020

TADEU SANTANA CORDEIRO

PREVISÃO DE REDUÇÃO DA EMISSÃO DE GASES DO EFEITO ESTUFA NO
RIO DE JANEIRO EM RAZÃO DA SUBSTITUIÇÃO DA ENERGIA
TRADICIONAL POR ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Curso de Especialização em Projetos Sustentáveis, Mudanças Climáticas e Mercado de Carbono, do Programa de Educação Continuada em Ciências Agrárias da Universidade Federal do Paraná, como pré-requisito para obtenção do título de especialista.

Orientador: Prof. Dr. Carlos Sanquetta

CURITIBA

2020

SUMÁRIO

1.INTRODUÇÃO	6
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	10
2.1. Energia solar.....	10
2.2. Energia solar fotovoltaica.....	11
2.3. Energia fotovoltaica no Brasil	12
2.4. Histórico da energia fotovoltaica no Brasil	13
2.5. Vantagens e desvantagens	17
2.6. Energia térmica.....	18
2.7. Energia heliotérmica	19
2.8. Educação ambiental versus escassez dos recursos naturais.....	19
3. MATERIAL E MÉTODOS	23
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	27
5. CONCLUSÃO	28
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	30

RESUMO

O presente trabalho teve como finalidade analisar os fatores de emissão de gases do efeito estufa (GEE), no Rio de Janeiro, nos últimos cinco anos, compreendido entre os anos de 2015 e 2019. Traz a criação de cenários com base no Balanço Energético Nacional de crescimento do uso de energia solar no Brasil e mostra como no futuro as reduções podem ser potencializadas, caso as informações alcancem o maior número de pessoas. O estudo tem como objetivos específicos a discussão sobre a redução dos gases nocivos ao meio ambiente; a proposta de educação ambiental para disseminação e sensibilização do conhecimento, assim como a apresentação comparativa do cenário atual e futuro do mercado energético brasileiro realizando assim uma previsão dos próximos 25 anos. Utilizou-se a pesquisa bibliográfica por meio de uma abordagem descritiva, tendo como base os estudos da bibliografia recomendada nos últimos cinco anos – 2015 a 2019. Uma metodologia que iniciou com a leitura do material específico, busca de informações sobre os efeitos dos gases nocivos lançados ao meio ambiente, aliado aos conceitos de energias renováveis, sustentabilidade e educação ambiental que embasaram a narrativa, reunindo assim artigos científicos, relatórios, manuais e cartilhas dos órgãos brasileiros além de reportagens veiculadas nos meios de comunicação. O resultado aponta que é preciso um maior conhecimento dos sujeitos sociais sobre energia limpa para que mudanças de hábitos aconteçam efetivamente e que os recursos naturais possam ser aproveitados da melhor forma, mas, ao mesmo tempo sinaliza para que o modelo de energia fotovoltaica proporciona inúmeros benefícios a sociedade.

Palavras-chave: GEE, painel climático, energia solar fotovoltaica

ABSTRACT

The purpose of this work was to analyze the greenhouse gas emission factors (GHG) in Rio de Janeiro, in the last four years, between the years 2015 and 2019. It brings the creation of scenarios based on the National Energy Balance growth in the use of solar energy in Brazil and shows how in the future reductions can be enhanced, if the information reaches the largest number of people, the study has as specific objectives the discussion on the reduction of gases harmful to the environment; the proposal for environmental education for the dissemination and awareness of knowledge, as well as the comparative presentation of the current and future scenario of the Brazilian energy market, thus making a forecast for the next 25 years. Bibliographic research was used through a descriptive approach, based on studies of the recommended bibliography in the last five years - 2015 to 2019. A methodology that started with the reading of the specific material, search for information on the effects of harmful gases launched to the environment, combined with the concepts of renewable energies, sustainability and environmental education that supported the narrative, thus gathering scientific articles, reports, manuals and booklets from Brazilian bodies, in addition to reports published in the media. The result points out that a greater knowledge of social subjects about clean energy is necessary for changes in habits to happen effectively and that natural resources can be used in the best way, but at the same time it signals that the photovoltaic energy model provides numerous benefits the society.

Keywords:Harmful gases, climatepanel, renewableenergy

1. INTRODUÇÃO

1.1. CONTEXTUALIZAÇÃO

A procura por energia renovável vem crescendo em todo o planeta e, com isso, a busca por alternativas sustentáveis ganha novas proporções (CUNHA, SANTOS e FREITAS, 2018). Atualmente, a discussão sobre a empregabilidade dos recursos renováveis tem sido recorrente, sustentando assim pesquisas, estudos de viabilidade e novos investimentos no setor que demonstra uma maior atenção com o meio ambiente devido aos problemas ecológicos e do aquecimento global, gerados pelo consumo de combustíveis fósseis (NASCIMENTO e ALVES, 2016).

No século XXI, houve um aumento considerável na temperatura mundial do planeta (GREENPEACE,2019), levando a uma escassez de chuvas em várias regiões do mundo. No Brasil, aconteceram diversas crises hídricas, e a mais grave delas em 2014, que resultou em um racionamento de energia e consequentemente contribuiu para o aumento da tarifa da energia domiciliar. Em contrapartida, o país reúne quase um quinto das reservas hídricas do mundo (GREENPEACE,2019), mas várias regiões brasileiras sofrem com a falta de água, o que provoca um impacto em diversos setores interligados, como é o caso da energia elétrica.

A energia hidráulica é a mais recorrente no Brasil. Entretanto, a sua implantação exige um investimento que altera a flora e fauna da região, com prejuízos ambientais ainda incalculáveis. Diante dessa dependência energética, os cidadãos estão sempre sujeitos ao aumento na conta de luz, pois, para essa energia ser produzida é necessário períodos abundantes de chuvas, resultando em reservatórios sempre abastecidos.

Dados do Grupo de Estudos do Setor Elétrico da Universidade Federal do Rio de Janeiro (Gesel) revelam que a fonte primária de energia do país, a hidroeletricidade é abundante, limpa e barata, mas a conta final, para o consumidor é cara (LANDIN, 2012). O principal problema, segundo a reportagem, está na quantidade de encargos e impostos que incidem sobre a tarifa. Somados, eles respondem por metade do preço final cobrado ao consumidor, ou seja, para cada 100 reais na conta de luz, 50 reais são para pagar tributos (federais, estaduais e municipais) além de outros encargos.

São 23 tributos (Pis, Confins, ICMS, entre outros) e pelo menos 13 encargos que incidem sobre o setor de energia elétrica no Brasil (ANEEL, 2012). A Associação Nacional dos Consumidores de Energia (ANACE, 2019) aponta que algumas cobranças precisam ser repensadas. A entidade acredita que com o incremento da geração de energia produzida no país, agregada as novas tecnologias, o papel ativo do usuário ganha mais relevância, atuando diretamente em decisões mais assertivas exigindo alternativas de consumo mais viáveis.

Neste contexto, em tempos de escassez de chuvas, o funcionamento das hidrelétricas não é satisfatório e as termelétricas são acionadas para suprir as necessidades no fornecimento de energia, contribuindo para que sua produção fique ainda mais onerosa. Esse sistema opera desde 1º de janeiro de 2015 passando ao consumidor final os custos na geração de energia elétrica aplicados às usinas que pertencem ao Sistema Interligado Nacional (SIN), que atinge todos os estados brasileiros, com exceção somente do Amapá e Roraima (BRASIL, 2018).

Na prática, o cidadão paga muito pelo consumo de energia elétrica, arcando com os custos com a geração e distribuição, além de impostos revertidos aos cofres públicos para manutenção de programas públicos e de iluminação. Assim, com a adoção de uma energia solar, independente, limpa e renovável, estas despesas, seriam minoradas. Segundo dados da Universidade Federal de São Carlos, o Brasil possui a segunda tarifa de energia elétrica mais cara para a indústria do mundo, seguindo apenas a Itália (UFSC, 2019). Segundo dados da revista Época, nos últimos quatro anos, o consumo de energia subiu cerca de 5%, de 64 mil megawatts médios (MWm) em 2015 para 67 mil MWm em 2019. No mesmo período, a capacidade instalada subiu 22%, de 134 gigawatts (GW) para 172 GW (ÉPOCA, 2019).

De acordo com o Ministério de Minas e Energia, no Brasil a energia solar representa apenas 0,02% da produção, mas com previsões de atingir 4% até 2024 (BRASIL, 2017). Essa baixa utilização da energia solar somada a outros percentuais sinaliza resultados relevantes que contribuem com as mudanças climáticas e a crescente emissão de Gases do Efeito Estufa (GEE) que cooperam para o aquecimento global.

Foi inaugurada a Usina Megawatt Solar em Florianópolis, Santa Catarina.

O empreendimento conta com placas fotovoltaicas espalhadas pelo estacionamento da sede da Eletrosul, com capacidade para atender 540 residências. Mas, apenas uma iniciativa isolada diante da necessidade de ampliar o benefício para todo o território nacional (BRASIL, 2018).

Portanto, as energias renováveis no Brasil representam mais de 85,4% da energia elétrica produzida dentro e fora do país, segundo dados do Balanço Energético Nacional, realizado pela Empresa de Pesquisa Energética (GREENPEACE, 2019). O país se tornou um grande exemplo de utilização de energias renováveis no mundo inteiro, mais de 44% da energia produzida em solo brasileiro vem de fontes renováveis através das hidroelétricas, energia eólica, biomassa, entre outros recursos.

Acrescenta-se que neste trabalho as fontes renováveis de energia são aquelas em que os recursos naturais utilizados são hábeis em regenerar, sendo considerados abundantes e inesgotáveis. Dentre as energias alternativas renováveis, mais conhecidas atualmente encontram-se a energia eólica, energia hidráulica, energia do mar, energia solar, energia geotérmica e biomassa. A utilização dessas energias alternativas renováveis em substituição aos combustíveis fósseis é viável e vantajosa (NASCIMENTO e ALVES, 2016, p.1).

Em contrapartida, atualmente, apenas 1% da energia gerada no mundo (ANEEL, 2012) provém das fontes de energias solares. Dentre os maiores produtores mundiais de energia solar estão a Alemanha, Itália, Espanha, Japão e Estados Unidos. Dados da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), publicados na Revista da Associação Brasileira de Energia Solar Fotovoltaica (ABSOLAR, 2019) revelam que existem menos de 170 mil consumidores que dispõem de energia solar fotovoltaica no Brasil, o que equivale a 0,2% das mais de 84,4 milhões de unidades de energia.

Recente reportagem do site O Estado de Minas (ESTADO DE MINAS, 2020) indicou que o número de sistemas fotovoltaicos residenciais lideram o *ranking* mundial, correspondendo a 72,60% dos lares, seguidos das empresas do setor de comércio e serviços, com 17,99%, consumidores rurais com 6,25%, indústrias com 2,68%, poder público com 0,43% e outros tipos, como serviços públicos com 0,04% e iluminação pública 0,01%.

Desta maneira, entende-se que a energia solar é a que tem uma fonte

inesgotável ao tempo de vida na Terra, é renovável, limpa e obtida de forma natural. Esta energia é utilizada para o aquecimento da água (energia térmica) ou como fonte de energia elétrica. Assim como a energia eólica é uma das formas limpas de produção de energia que mais cresce no mundo. Alguns estudos da Associação Brasileira de Energia Solar Fotovoltaica (ABSOLAR,2019) apontam que até 2050 a energia solar se tornará a principal fonte de energia elétrica em todo o mundo devido às vantagens que apresenta.

Com as mudanças climáticas e a problemática de Gases do Efeito Estufa, países em todo o mundo passaram a investir em formatos a fim de obterem matrizes energéticas mais limpas e menos agressivas, principalmente no que diz respeito à geração de energia elétrica. Os países que se destacam na aplicação de tecnologia em geração de energia limpa, são, em sua maioria, nações com uma situação econômica favorável.

Desta forma, o presente trabalho, analisou os fatores de emissão de Gases do Efeito Estufa nos últimos cinco anos, compreendido entre os anos de 2015 a 2019, utilizando a revisão bibliográfica. E, ainda, procurou criar um cenário com base no Balanço Energético Nacional de crescimento do uso de energia solar no Brasil e prever como no futuro as reduções podem ser significativas nos próximos 25 anos.

Para tanto se baseou nos seguintes objetivos específicos: a necessidade de redução da poluição com a adoção de condutas a serem desenvolvidas a médio e em longo prazo pelos diversos sujeitos sociais e grupos da sociedade; o desenvolvimento de programas de educação ambiental como uma das alternativas para o consumo consciente das energias renováveis, e por fim, analisou os cenários atuais em comparação ao futuro no mercado de energia no Brasil evidenciando o quantitativo de energia solar em prol da redução dos GEE.

As hipóteses que nortearam o trabalho basearam-se nos seguintes questionamentos; houve redução dos GEE a médio e em longo prazo? A Educação Ambiental favorece a apreensão dos conceitos e práticas da energia solar fotovoltaica? O cenário atual do uso da energia solar no Brasil contribui para uma projeção positiva de utilização no futuro?

1.2 METODOLOGIA

A metodologia escolhida adotou uma abordagem descritiva tendo como base os estudos e pesquisas realizadas nos últimos cinco anos (2015 a 2020). Um procedimento que iniciou com a leitura do material específico, busca de informações e dados sobre os efeitos dos gases nocivos lançados ao meio ambiente, aliado aos conceitos de energias renováveis, que embasaram a análise do referencial teórico. A busca de dados aconteceu em ambiente virtual com a leitura e entendimento de artigos científicos, aproximação com os principais autores sobre a temática abordada e consultas a sites noticiosos sobre o setor construtivo brasileiro, para a filtragem de informações pertinentes a pesquisa.

O trabalho justifica-se pela necessidade de ampla discussão temática, visto que a procura por fontes energéticas alternativas àquelas como fósseis – gás e petróleo – álcool e barragens de água parecem ser uma opção para que os brasileiros possam produzir a totalidade da energia consumida, uma vez que o Brasil importa quase 0,03%, estimado em mais de 100,3MW gerados pelas usinas nacionais (ELETROBRÁS, 2007).

Considerando o esforço de pesquisa, conjugado com os objetivos propostos pelo trabalho de conclusão, percebeu-se a relevância do assunto abordado, pois o mesmo desperta para um maior interesse pelas questões ambientais que assolam o planeta promove a análise das novas tendências e tecnologias a favor do meio ambiente e ainda avalia a potencialidade de um comportamento voltado para a diminuição dos gases nocivos à Terra; promovendo e valorizando, desta maneira a adoção de uma educação ambiental ao mesmo tempo em que chama a atenção para a adoção de atitudes sustentáveis

2.REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. Energia Solar

O termo energia solar é referência à captação de energia luminosa e térmica, oriundas dos recursos naturais renováveis, favorecendo posteriormente o processo de mutação desta energia concentrada em formas de utilização pelo

homem, seja para o aquecimento da água, ou como geradores de energia elétrica e mecânica.

No seu movimento de translação ao redor do Sol, a Terra recebe 1.410 w/m² de energia, medição feita numa superfície normal (em ângulo reto) com o Sol. Desta quantidade absorvida, 19% é absorvido pela atmosfera e 35% é refletido pelas nuvens. Ao passar pela atmosfera terrestre, a maior parte da energia solar está na forma de luz visível e luz ultravioleta (LANDIN *et al*, 2010,p.13).

Para Landinet *al.*, (2010), a geração de energia elétrica por meio da luz se dá através do uso de células fotossensíveis ou igualmente denominadas de células solares, que agrupadas em módulos ou painéis compõem os painéis solares fotovoltaicos.

Os geradores fotovoltaicos são muito seguros e simples, não necessitam de controle humano, funcionam automaticamente e uma vez adequadamente instalados, não causam acidentes que possam trazer danos. Geram energia na presença da luz, necessariamente não precisam da incidência direta da luz solar, havendo geração de energia elétrica mesmo em dia nublados (LANDIN *et al*, 2010,p.13).

2.2. Energia Solar Fotovoltaica

Pinto, (2015) explica que a energia solar fotovoltaica é obtida através da conversão da luz solar em eletricidade. Essa mudança acontece através do efeito fotovoltaico, relatado por Edmond Becquerel¹, em 1839, quando há o surgimento de uma diferença de potencial nas extremidades de um material semicondutor devido à absorção de luz. Pinho e Galdino (2014) afirmam que a célula fotovoltaica, produzida pelo material semicondutor, é o instrumento principal para que aconteça o processo de conversão acrescentando que por conta de sua baixa tensão e corrente de saída, proporciona o acúmulo de diversas células, formando um modelo fotovoltaico.

¹ Físico francês que realizou importantes pesquisas sobre o espectro solar, magnetismo, eletricidade e óptica.

Os autores acrescentam que os primeiros experimentos surgiram nos Estados Unidos, ainda na década de 1950. O surgimento foi para suprir a necessidade de inovação junto ao sistema de telecomunicações, instalados em locais remotos. A célula fotovoltaica, era e ainda é, o meio mais adequado de fornecer energia para equipamentos eletrônicos no espaço (PINTO, 2015, p.25 *apud* PINHO; GALDINO, 2014)

Alguns autores como Pinho, Galdino (2014), Valéria e Brito (2006) afirmam que com a crise do petróleo, em 1973, foram investidos novos esforços em pesquisa sobre energia solar, o que possibilitou a redução de seu custo e a promoção de seu uso e funcionalidade. Para eles, durante a maior parte da década de 1990, os Estados Unidos lideraram a produção das células fotovoltaicas. No final desta mesma década, Alemanha e Japão desenvolveram a tecnologia motivadas pela redução da emissão de gás carbônico (CO₂).

Com base no Relatório Mundial da Situação das Energias Renováveis (*Renewables 2015. Global Status Report*), de 2015, os painéis solares fotovoltaicos têm desempenhando um papel fundamental na produção de eletricidade em alguns países, proporcionando redução de eletricidade proveniente da rede elétrica. De acordo com a Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), até 2030, o Brasil poderá investir até 100 bilhões de energia solar, o que representa cerca de 25% das matrizes energéticas de todo o território nacional.

Tiepolo *et al.*, (2014) considera que os sistemas fotovoltaicos interligados à rede representam um crescimento mundial superior aos sistemas isolados (off-grid)². O autor sinaliza que esta tendência, sobretudo na Europa, deve-se ao incentivo das políticas públicas que tem por finalidade promover o desenvolvimento dessa tecnologia. O uso da tecnologia fotovoltaica, voltada para a geração de eletricidade, é cada vez mais competitiva, tanto por significar economia como proposta alternativa para geração de energia limpa; o que remete naturalmente aos cuidados com os impactos ambientais (PINHO; GALDINO, 2014).

² Ideal para locais em que não exista rede elétrica ou que seja precária, podendo ser instalado um sistema fotovoltaico não conectado à rede (THISIENEEM, 2018).

2.3. Energia Fotovoltaica no Brasil

De acordo com o Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (BRASIL, 2019), o Brasil recebe mais de 2.200 horas anuais de incidência solar, o que equivale a 15 trilhões de megawatts. Assim, toda esta energia oferecida pelo sol pode ser aproveitada por meio de novas tecnologias, a exemplo dos painéis de celular fotovoltaicas, que canalizam a luz solar diretamente em energia elétrica para residências, comércios, indústrias e até mesmo auxiliando nos processos agrícolas.

São diversos benefícios para o investidor desse tipo de energia limpa, seja pessoa física ou jurídica, além de proporcionar grande eficiência e economia, os painéis fotovoltaicos garantem um funcionamento de até 25 anos de acordo com alguns fabricantes e o retorno do investimento é previsto entre três e cinco anos, variável de acordo com a personalização de cada projeto (EXAME, 2019).

2.4. Histórico da energia fotovoltaica no Brasil

No Brasil, na década de 1950, foram desenvolvidos os primeiros módulos fotovoltaicos pelo Instituto Nacional de Tecnologia (INT) e no Centro Tecnológico de Aeronáutica (CTA), atualmente Centro Técnico Aeroespacial. Nos anos de 1970, no Instituto Militar de Engenharia (IME) iniciaram-se estudos de tecnologias de filmes finos. Pinho e Galdino (2014) afirmam, que neste período, o Brasil destacou-se no setor de energia solar fotovoltaica, equiparando-se ao de países de destaque no setor.

Os estudiosos acrescentam que nas décadas sub sequentes, de 1980 e 1990, houve o aprimoramento de processos de purificação do silício para o uso em células fotovoltaicas e o crescimento da produção das mesmas em universidades; centros de pesquisa e empresas.

Em 1994, o Governo Federal, através do Ministério de Minas e Energia (MME), instituiu o Programa de Desenvolvimento Energético dos Estados e Municípios (PRODEEM) para promover o acesso à energia elétrica por localidades isoladas não supridas pela rede elétrica convencional, baseando-se principalmente em sistemas fotovoltaicos isolados. Tal programa envolve a

participação de universidades, centros de pesquisa, secretarias estaduais de energia e concessionárias federais e estaduais, através do qual foram adquiridos diversos sistemas fotovoltaicos (CÂMARA NOTÍCIAS, 2004; PINHO; GALDINO, 2014).

Em 2003, foi criado pelo Governo Federal o Programa Nacional de Universalização do Acesso e Uso da Energia Elétrica - Programa Luz para Todos (LpT), que tem por objetivo acabar com a exclusão elétrica no país. O Programa é coordenado pelo MME, operacionalizado pela Eletrobrás e executado pelas concessionárias de energia elétrica e cooperativas de eletrificação rural, em parceria com os governos estaduais. As concessionárias podem utilizar recursos subsidiados no investimento dos sistemas de atendimento. Os trabalhos estão relacionados principalmente à extensão das redes, mas também contemplam a instalação de sistemas fotovoltaicos (MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA, 2015).

Os primeiros sistemas fotovoltaicos conectados à rede elétrica no Brasil foram instalados no final dos anos de 1990 em concessionárias de energia, universidades e centros de pesquisa. A Companhia Hidroelétrica do São Francisco (Chesf) foi pioneira nesta área ao instalar, em 1995, um sistema fotovoltaico em sua sede na capital pernambucana. Outros sistemas pioneiros foram instalados na Universidade de São Paulo, na Universidade Federal de Santa Catarina, na Universidade Federal do Rio Grande do Sul e no Centro de Pesquisas de Energia Elétrica (Eletrobrás/CEPEL) (PINHO; GALDINO, 2014).

Em 2012, a Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) definiu uma regulamentação (482/12) para sistemas fotovoltaicos conectados à rede, que trata da micro e mini geração distribuída, correspondendo a potências iguais ou inferiores a 100 kW, e superiores a 100 kW até 1 MW, respectivamente. A regulamentação prevê o sistema de compensação de energia elétrica, de acordo com o qual é feito um balanço entre a energia consumida e a gerada na unidade consumidora (PINHO; GALDINO, 2014; TIEPOLO *et al.*, 2014). A resolução teve uma revisão em 2015 e uma nova está prevista para 2020 tendo como foco a compensação de créditos.

Em relação a usinas fotovoltaicas, o Brasil possui diversos projetos em andamento. Com o aumento do número de instalações de sistemas fotovoltaicos no Brasil, o Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia (INMETRO)

criou um grupo de trabalho para atuar nesta área, como parte do Programa Brasileiro de Etiquetagem (PBE), formado por especialistas de universidades e centros de pesquisa e representantes de órgãos públicos e privados. O grupo estabeleceu requisitos para a etiquetagem dos componentes utilizados em sistemas fotovoltaicos (módulos, inversores, controladores de carga e baterias) e definiu os laboratórios habilitados a efetuarem os ensaios. Diversos componentes disponíveis no mercado nacional já se encontram etiquetados, conforme as tabelas disponibilizadas pelo INMETRO. Para serem comercializados, os equipamentos precisam também do registro do INMETRO (PINHO; GALDINO, 2014).

O Comitê Brasileiro de Eletricidade (COBEI), da ABNT, também criou um grupo técnico a respeito de sistemas fotovoltaicos que foi responsável pela elaboração, entre outras, das normas NBR 16149 (Sistemas Fotovoltaicos - Características da interface de conexão com a rede elétrica de distribuição) e NBR 16150 (Sistemas Fotovoltaicos - Características da interface de conexão com a rede elétrica de distribuição - Procedimento de ensaio de conformidade), com base nas normas IEC. O Brasil recebe índices elevados de radiação solar, no entanto, seu aproveitamento para a geração de energia elétrica é pequeno, comparado com países europeus, onde a radiação solar é menor e a tecnologia fotovoltaica é muito mais utilizada (PINHO; GALDINO, 2014).

A capacidade de sistemas fotovoltaicos instalados no Brasil até 2013, incluindo sistemas isolados e conectados à rede, é da ordem de 40 MW, sendo a maior parte proveniente de sistemas isolados (BANCO NACIONAL DO DESENVOLVIMENTO, 2014). O mercado brasileiro ainda não apresenta atratividade para a instalação no país de indústrias de módulos fotovoltaicos e de equipamentos que são utilizados nos sistemas. Sem políticas públicas de incentivo, estima-se que o mercado fotovoltaico brasileiro irá crescer de maneira lenta (PINHO; GALDINO, 2014).

Segundo Associação Brasileira da Indústria Elétrica e Eletrônica (2012), o ritmo de crescimento do mercado continuará lento devido a vários fatores: apesar da redução dos custos, o investimento para a instalação de um sistema fotovoltaico ainda é elevado, principalmente para consumidores residenciais; as distribuidoras ainda apresentam restrições em relação à energia fotovoltaica por receio de que a geração distribuída resulte na perda de seu mercado cativo; há

falta de políticas específicas de financiamentos e de modelos de comercialização adequados e, também, os consumidores têm pouco conhecimento sobre a energia fotovoltaica como opção para a obtenção de energia elétrica.

O Brasil em janeiro de 2020 atingiu 2 Gigawatts (GW) em Geração Distribuída solar fotovoltaica de potência instalada. O segmento abrange sistemas de micro geração e mini geração distribuída em residências, comércios, indústrias, produtores rurais, prédios públicos e pequenos terrenos. Atualmente o Brasil conta com cerca de 171 mil sistemas solares fotovoltaicos conectados à rede (ABSOLAR, 2020).

Segundo Seiffert (2009, p. 15), o Brasil apresenta situação em destaque na utilização das energias renováveis. A autora cita que haverá um aumento de renováveis, “como energia solar e eólica, em termos nominais. No entanto, seu peso na matriz energética deverá manter-se estável: em 2030, deverá ser de 44.7% contra 44,5% em 2005”.

A autora acrescenta que a contribuição de alguns tipos de alternativas energéticas precisa considerar as características geográficas de cada país, reunindo as peculiaridades para a energia hidrelétrica, geotérmica e solar. Assim, a distribuição de energia elétrica no Brasil é realizada por meio de uma complexa rede que tem por finalidade conduzir a energia desde o local de sua produção até o seu consumo. Esse sistema reúne unidades geradoras, vias de transmissão e distribuição e consumidores finais da energia elétrica (RIBEIRO, 2020).

De acordo com a autora, as empresas distribuidoras de energia – tanto públicas quanto privadas – são responsáveis pela entrega da energia. A distribuição é realizada por fios condutores, transformadores e equipamentos de medição, controle e proteção das redes elétricas.

Ribeiro (2020, s.p) afirma que:

O Brasil possui hoje cerca de 80 milhões de Unidades Consumidoras (UC). A maior parte das Unidades Consumidoras, 85% são residenciais, contudo, a indústria é responsável por 35% do consumo de energia elétrica no país.

De acordo com publicação especializada em sistemas fotovoltaicos, no Brasil, pelo IPEA (2018, p. 9), a distribuição com o maior número de conexões à rede elétrica localiza-se nos estados de Minas Gerais e São Paulo. “Já os

estados do Norte e alguns do Nordeste não apresentam um número significativo de usuários com sistemas FVs conectados”.

2.5. Vantagens e desvantagens

O consumo de energias renováveis é mais do que necessário e urgente pois, a cada dia, percebe-se a necessidade de transformação da matriz energética – de recursos fósseis para recursos renováveis. A Revista Administrador (CRA-SP, 2018), afirma que o Brasil está um pouco à frente neste processo, com 35% de sua base energética sendo renovável, mas a preocupação é que a principal fonte são as usinas hidroelétricas que, em períodos de seca prolongados, correm o risco de diminuir seus níveis produtivos.

Para Leite (2013), o uso de energias renováveis torna-se importante fator econômico na medida em que a utilização de recursos mais baratos favorece a preservação do meio ambiente, lançando mão de meios naturais, abundantes e reaproveitáveis para a produção de energia limpa.

O Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas (IPCC, 2018), em seu décimo capítulo, afirma que o crescimento urbano e industrial necessita cada vez mais de fontes energéticas, o que leva naturalmente a um aumento da emissão de poluentes no meio ambiente, provocando uma insegurança relacionada às mudanças do clima. Neste sentido, a execução e uso de energias renováveis é capaz de promover esta segurança, contribuindo para um melhor desenvolvimento social e econômico, para universalização do acesso à energia e para redução dos efeitos nocivos à natureza e à saúde do planeta (IPCC, 2018).

A energia solar não tem custo e é imune às flutuações de preços quando comparadas a outras formas de energia. Quando aliada à tecnologia, esta fonte pode ter diversos usos: fornecimento de eletricidade, calefação, resfriamento, transporte, iluminação e potência mecânica (REVISTA CIÊNCIA E TECNOLOGIA, 2010). O Brasil, em janeiro de 2020, atingiu 2 Gigawatts em geração distribuída solar fotovoltaica de potência instalada.

Landin *et al.*, (2010, p.13-14) enumera as vantagens proporcionadas pela energia solar. São elas:

1. A energia solar não é poluente durante a sua utilização. A poluição

recorrente da fabricação dos equipamentos necessários para a construção dos painéis solares é totalmente controlável;

2. As centrais necessitam de processos de manutenção minorados;
3. Os painéis solares, são cada vez mais modernos, ao mesmo tempo em que seu custo vem diminuindo; o que favorece a energia solar como uma solução economicamente viável;
4. A energia solar é uma alternativa para lugares remotos ou de difícil acesso, uma vez que sua instalação em pequena escala não remete a grandes investimentos em linhas de transmissão;
5. Em países tropicais, a exemplo da experiência brasileira, a utilização da energia solar é viável em praticamente todo o território nacional, e em locais distantes dos centros de produção energética.

As desvantagens associadas ao uso da energia solar fotovoltaica são: - A radiação solar, e conseqüentemente a quantidade de energia elétrica produzida, varia de acordo com o período do dia e as estações do ano; - Os painéis fotovoltaicos têm um baixo rendimento; - O custo das células fotovoltaicas ainda é elevado (PINTO, 2015, p.15).

2.6. Energia Térmica

De acordo com Helerbrock (2020), a energia térmica é um termo bastante amplo que descreve diversas grandezas termodinâmicas, como energia interna ou mesmo uma quantidade de calor trocada entre sistemas de diferentes temperaturas.

A energia térmica depende diretamente da temperatura absoluta do corpo, medida em kelvin(K) e também está vinculada a quantidade de graus de liberdade do sistema, ou seja, o número de direções nas quais as moléculas podem mover-se, vibrar, oscilar, ou mesmo rotacionar (HELERBROCK, 2020, s.p).

Suzin, Pires e Dallago (2018) afirmam que a energia térmica está associada a temperatura de um corpo sólido, fluído ou gás. Citam em seu trabalho Ribeiro (2012), complementando que estes corpos estão em constante movimento, tanto em rotação quanto em vibração e por isto possuem energia cinética. Assim, acrescenta que “a transferência de energia térmica de um

sistema termodinâmico a outro de dá o nome de calor”(SUZIN, PIRES e DALLAGO, 2018, p. 2).

2.7. Energia heliotérmica

De acordo com os estudos do Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA), a energia heliotérmica utiliza espelhos e lentes como meio de concentração dos raios solares em um determinado ponto de convergência, aquecendo uma solução que gera vapor e aciona a turbina, que conseqüentemente gera energia (IPEA, 2018).

É conhecida também como energia termo solar ou energia solar concentrada. Vem avançando no Brasil e se tornando uma alternativa para suprir a crise energética e contribuir com o desenvolvimento de sistemas mais sustentáveis.

A grande vantagem da tecnologia heliotérmica é a possibilidade de armazenar energia elétrica em forma de calor. Assim, dependendo da tecnologia implementada, é possível gerar energia elétrica mesmo quando não há sol, em dias nublados ou durante a noite (CARVALHO, 2016, p.12).

O autor ressalta que essa fonte de energia é a mais promissora no mercado mundial, pois oferta energia e desempenho a preços competitivos “podendo chegar a 53 milhões de dólares em investimentos em implementações de novas plantas em todo o mundo”(CARVALHO, 2016, p.13). Neste artigo assegura-se que esse recurso energético pode ser utilizado em conjunto com outros combustíveis como biomassa, gás natural ou carvão, garantindo a produção em qualquer momento.

2.8. Educação ambiental versus escassez dos recursos naturais

Dados em pesquisas científicas revelam que o país que cinquenta por cento dos recursos naturais extraídos são reservados para o setor construtivo e o consumo de madeira não certificada já chega aos 50%, 34% de recursos hídricos e 40% de outros recursos naturais e energia; todos envolvidos neste mesmo setor (CNI, 2017).

Além do consumo elevado, entidades, empresários e organizações não governamentais preocupam-se com a escassez dos recursos naturais, e por isto, os assuntos relacionados ao meio ambiente tem ganhado força e visibilidade nas gestões e condutas empresariais, e na sociedade como um todo, criando novas posturas mais conscientes diante do consumo.

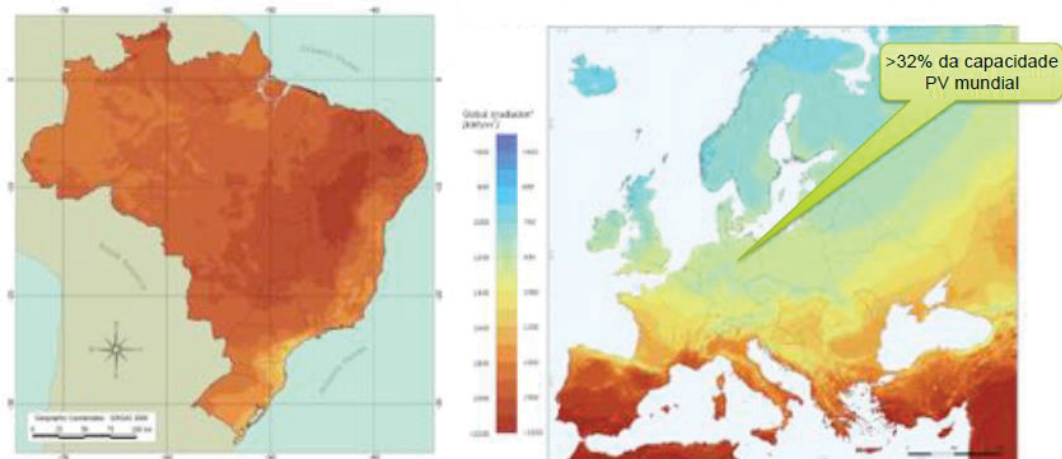
Na atualidade, programas a favor da utilização consciente dos resíduos naturais foram fechados, embora sua máxima importância, ainda não foram possíveis grandes conquistas, pois essa transformação requer uma menor exploração do meio ambiente e como consequência a diminuição no fator econômico, assim como uma mudança significativa no comportamento e na conduta do ser humano. Na teoria, existem várias soluções que auxiliam na preservação do meio ambiente, porém, as medidas práticas ainda são incipientes diante dos números elevados de destruição. De pouco adianta entender dos benefícios de construções sustentáveis, e promover conferências e projetos se não há o comprometimento em tirá-los do papel (GARCIA; ROTHS, 2009).

Devendo desta maneira, mobilizar os sujeitos sociais para a ação garantindo a sustentabilidade do planeta nesta era e nas futuras, e desta forma, a divulgação de ações sustentáveis, de consumo consciente e de mudança de paradigmas é urgente.

Neste universo, uma das alternativas é a diminuição da emissão dos Gases do Efeito Estufa. E, evitar a emissão destes poluentes, por meio do incremento e geração de uma energia mais limpa já é uma realidade para muitos países, no século XXI.

Figura 1. Tabela comparativa dos níveis de irradiação no Brasil

Níveis de irradiação solar no Brasil comparado com a Europa (Alemanha é o país que mais utiliza geração de energia elétrica com tecnologia solar)



Fonte: Atlas Brasileiro de Energia Solar, 2006

Fonte: PVGIS <http://re.jrc.ec.europa.eu/pvgis/>, 2012

Fonte: Revista Ciência e Tecnologia, 2010

É importante entender que a energia solar é um recurso renovável, abundante no Brasil, limpo, e que ao ser coletada, serve para aquecer a água a ser utilizada nas residências. Mas, esta energia também pode ser transformada diretamente em eletricidade, composta de células solares, feitas como materiais semicondutores como o silício e conhecidas como células fotovoltaicas.

Desta forma, a gestão consciente dos recursos naturais tornou-se urgente para que estes impactos sejam diminuídos, contribuindo ainda para que as gerações futuras não sejam tão prejudicadas. Neste universo, surge a construção sustentável, que trabalha em favor do meio ambiente, implantando métodos e procedimentos diferenciados da construção civil tradicional, aproveitando ao máximo os recursos naturais e usando minimamente a eletricidade ou a água encanada da rede pública, optando pelo uso de materiais renováveis, entre outros exemplos. Uma adoção de novas condutas que contribuem positivamente na qualidade do meio ambiente.

Neste sentido, a busca pelos métodos sustentáveis ganha, na sociedade mais espaço. Embora a sustentabilidade, para alguns autores, seja considerada o principal desafio do século XXI, incorporar ações de consciência ambiental no setor construtivo tem sido uma convergência globalizada. Setores da sociedade,

governamentais, clientes, empresários e organizações estimulam, chamam a atenção, exigem do setor da construção civil a adotar tais medidas com as finalidades de adequação ambiental, justiça social, viabilidade econômica e aceitação cultural.

A implantação de medidas para atenuação dos impactos ambientais foi iniciada nos anos de 1970 pelos países membros da Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico – OCDE. Os primeiros passos foram empregados em atividades para a diminuição dos índices energéticos, para alternativas com a crise do petróleo, para o crescimento e aplicabilidade energética do setor. Nos anos de 1980 nasce a reciclagem³, de uma necessidade de áreas especiais para o descarte final dos resíduos sólidos da construção e demolição, na Europa (GARCIAS, ROTHS, 2009).

Mundialmente são debatidas ações e acordos para se alcançar o Desenvolvimento Sustentável (DS), entre eles, o Protocolo de Kyoto⁴, que entrou em vigor desde 2005 e visa promover a redução dos níveis de emissões de gases que promovem o aquecimento global com o efeito estufa.

“Desenvolvimento sustentável é aquele que busca as necessidades presentes sem comprometer a capacidade das gerações futuras de atender suas próprias necessidades”, este é o conceito de Desenvolvimento Sustentável, defendido pela Organização das Nações Unidas, publicado no Relatório Nosso Futuro Comum, produzido pela Comissão Mundial para o Meio Ambiente e o Desenvolvimento (1997).

A Conferência de Estocolmo, em 1972, (*Conference on the Human Environment*) foi a primeira aproximação global do Desenvolvimento Sustentável (DS), na qual se percebeu a necessidade de (re) aprender a conviver com o planeta. Mas, o conceito de DS só passou a integrar a política ambiental a partir da Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento (Rio-92).

O conceito empregado atualmente de Desenvolvimento Sustentável, foi apresentado inicialmente na Cúpula Mundial em 2002, que define o seu objetivo principal que é “a melhoria da qualidade de vida de todos os habitantes” e ao mesmo tempo percebe o fator que limita tal desenvolvimento e pode prejudicar

³ Reciclagem é o processo de conversão de desperdício em materiais ou produtos de potencial utilidade.

⁴É um tratado internacional que tem como objetivo fazer com que os países desenvolvidos assumissem o compromisso de reduzir a emissão de gases que agravam o efeito estufa, para aliviar os impactos causados pelo aquecimento global.

as gerações futuras, que é o uso de recursos naturais além da capacidade da Terra.

O quinto relatório do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC, 2019) indica que as emissões do efeito estufa continuam crescendo ao longo dos próximos anos e a temperatura do planeta poderá aumentar até 4,8°C, neste século, o que poderá provocar um crescimento de até 82 centímetros no nível do mar devido ao derretimento de geleiras e causar danos na maior parte das regiões costeiras do globo.

O estudo revela que o estilo de vida dos cidadãos interfere nestes resultados, pois através das más condutas do ser humano, como poluir o meio ambiente com lixo, utilizar fontes de energias não-renováveis, optar por produtos poluidores, desperdiçar água e energia elétrica – ocasiona problemas ambientais ao planeta. Na análise do IPCC, muitos aspectos da mudança climática vão permanecer durante séculos, mesmo se as emissões de gases causadores do efeito estufa cessarem. “É muito provável – 90% de certeza – que mais de 20% do CO² emitido permanecerá na atmosfera por mais de mil anos após as emissões cessarem” (IPCC, 2019, p.16).

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Área de Estudo

A localidade escolhida é o Estado do Rio de Janeiro como um todo.

Através do último relatório da GREENER⁵ (2019) disponível no endereço eletrônico da empresa, é possível o acesso a informação de quantas unidades consumidoras geram sua própria energia no estado do Rio de Janeiro até o final do ano base de 2018 (3.322 unidades consumidoras) em diferentes concessionárias. Em posse dessa informação foi padronizada uma potência instalada de 5KWp. Esse sistema de 5KWp geraria em condições ideais climatológicas, orientação e inclinação dos módulos fotovoltaicos cerca de 600 KWh/mês. Considera-se 4h diárias de sol pico (região sudeste), ou seja, em 30 dias teremos 120h de geração de energia em sua máxima eficiência. Para encontrarmos uma produção mensal aproximada multiplica – se 120h pela

⁵ Empresa responsável por pesquisa e consultoria no setor de energia solar fotovoltaica

potência do sistema (5KWp) e teremos em média 600KWh/mês. Então, ao simular um aumento de 20 % de unidades consumidoras ao ano, durante os 10 próximos anos, ilustrados na tabela a seguir.

Tabela 1: Projeção de unidades consumidoras

	ANO										
	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028
UC	3322	3986	4784	5740	6888	8266	9919	11903	14284	17141	20569

Fonte: O autor, 2020.

Simulando que cada unidade consumidora produz 600KWh/mês nota-se a seguinte situação:

ANO 2018

3.322 (unidades consumidoras) $\times 600$ (KWh/mês) = $1.993.200$ KWh/mês;

193.200 KWh $\times 12$ (meses) = $23.918.400$ KWh/ano.

Tabela 2: Relatório de geração de energia por ano e geração de KWh/ano no período de 10 anos

	ANO				
	2018	2019	2020	2021	2022
UC	3322	3986	4784	5740	6888
KWh/ano	23918400	28702080	34442496	41330995	49597194

	ANO					
	2023	2024	2025	2026	2027	2028
UC	8266	9919	11903	14284	17141	20569
KWh/ano	59515200	71416800	85701600	102844800	123415200	148096800

Fonte: O autor, 2020

Segundo o Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações (MCTIC), os fatores de emissão médios de CO₂ para energia elétrica a serem utilizados em inventários têm como objetivo estimar a quantidade de CO₂ associada a uma geração de energia elétrica determinada. Ele calcula a média das emissões da geração, levando em consideração todas as usinas que estão gerando energia e não somente aquelas que estejam funcionando na

margem. Se todos os consumidores de energia elétrica do Sistema Interligado Nacional (SIN) calculassem as suas emissões multiplicando a energia consumida por esse Fator de Emissão, o somatório corresponderia às emissões do SIN.

Considerando os últimos cinco anos nota-se a seguinte média de fator de emissão segundo o MCTIC:

Tabela 3: Relatório fator médio de CO₂:

Fator Médio CO ₂ (g/kwh)	
Média	89,56
2015	124,4
2016	81,7
2017	92,7
2018	74
2019	75

Fonte: MCTIC, 2020.

Com base nessas informações, foram simuladas projeções de CO₂ eq⁶ para os próximos 25 anos, que seria no mínimo a vida útil de um sistema. A projeção foi feita em cima do ano 2020.

Tabela 4: Relatório projeção do CO₂ eq. por ano

Ano 2020 (Projeção)	
UC (Unidades Consumidoras)	4.784
5Kwp	600KWh/mês
Meses	12
Total Ano	34.444.800 Kwh/ano
1Kwh	89,56g
Toneladas/Ano	3.084,87
25 Anos em Funcionamento (CO ₂ eq)	77.121,75 Toneladas CO ₂ eq

Fonte: O autor, 2020.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

⁶CO₂eq ou CO₂e, é uma medida internacionalmente aceita que expressa a quantidade de gases de efeito estufa em termos equivalentes da quantidade de dióxido de carbono.

Com a pesquisa proposta conclui-se que a adoção de sistemas fotovoltaicos além de contribuir significativamente no orçamento do cliente final, ajuda muito nas questões de mudanças climáticas, pois o CO₂ eq. deixado de emitir na atmosfera é relevante, emitido em alta proporção. Sem falar que apenas foi analisado o estado do Rio de Janeiro para uma simulação ao longo das décadas descritas. O Rio ocupa em 2020 a 8ª posição em potência de geração distribuída instalada. Os estados que dominam são Minas Gerais (1º), Rio Grande do Sul (2º) e São Paulo (3º).

Quando se considera que o uso da tecnologia vem crescendo cerca de 300% ao ano desde 2012, na verdade, se aposta em um cenário mais favorável ainda. Destaca-se que com a descoberta de tecnologias mais modernas no desenvolvimento dos módulos fotovoltaicos a eficiência dos mesmos aumenta produzindo mais KW/hora, ou seja, um módulo menor com produção maior, conseqüentemente, isso implica em maior quantidade de CO₂ eq. que deixa de ser emitido.

O presente trabalho usou um período de espaço temporal (25 anos) que atinge as premissas de tempo utilizadas em projetos de Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL). Também se faz necessário ressaltar que a grande discussão da década é a possível “taxação do sol”; um tipo de imposto por uso da fonte renovável. A nova regulamentação que altera a Resolução Normativa N°. 687/15, da ANEEL, deve ser aplicada ainda em meados de 2020. Sem dúvida, uma discussão a ser revista pela população, pontuando os seus aspectos negativos e positivos nesta relação custo e benefício na produção de energia limpa.

Diante dos resultados, e com base nos conceitos teóricos embasados na revisão bibliográfica, reforçou-se a ideia que com os painéis solares fotovoltaicos é possível e viável a produção de energia gratuita, limpa e renovável ao mesmo tempo em que propicia a redução dos malefícios ecológicos e da fatura de energia elétrica. E, destaca-se por oferecer ao cidadão, uma alternativa sustentável para as habitações, tornando, sem dúvida, a melhor opção nos processos construtivos.

Desta forma, esta pesquisa tem a intenção de contribuir para a divulgação de práticas sustentáveis e construtivas que valorizem a utilização de energia limpa e renovável, e diante das variações e novidades do setor, considera-se

que o estudo permite novos olhares, interpretações e análises, visto que o campo de investigação é muito amplo e reúne diversas formas de construção, cada vez mais, inovadoras, sustentáveis, viáveis economicamente e que preservem, de fato, o planeta.

5. CONCLUSÃO

Por meio desta análise foi possível compreender e reforçar a ideia de que a energia solar é a proposta mais viável para os modelos de gestão brasileiros, principalmente no que se refere a sua efetiva aplicabilidade conjugando assim a abrangência em locais remotos e isolados. E, apesar do grande potencial do sistema fotovoltaico no Brasil, a sua presença ainda não é expressiva no país. A quantidade de energia produzida vem crescendo a cada ano, impulsionada pelas atualizações normativas que incentivaram a geração distribuída, como a possibilidade de geração remota e o aumento no tempo de validade dos créditos solares.

Considerou o cenário com base no Balanço Energético Nacional reforçando o crescente uso de energia solar no Brasil e revelando como no futuro as reduções podem ser ainda maiores, projetando uma análise aproximada para os próximos 25 anos.

Responde aos objetivos propostos quando encontra resultados que reforçam a premissa e necessidade de redução da poluição por meio de condutas a serem desenvolvidas a médio e a longo prazo, encontrada em tal e tal autor que assegura a implantação de alternativas renováveis para a produção de energia limpa. Acredita ainda que o desenvolvimento de educação ambiental junto aos diversos sujeitos na sociedade é uma alternativa para o consumo consciente de energia renovável, por meio das contribuições Garcias, Hots (2009) e os estudos encontrados nas publicações consultadas.

E, por fim, analisa os cenários, atual e futuro, relacionando o mercado de energia no Brasil, partindo do princípio que o uso da tecnologia vem crescendo cerca de 300% ao ano, desde 2012, e projetando cenários favoráveis para as próximas décadas. E, com os avanços constantes, percebeu-se que o há viabilidade em módulos menores com produção cada vez maior, contribuindo para que o CO₂ eq. deixe de ser emitido na

atmosfera. Entende ainda que a adoção de sistemas fotovoltaicos pode trazer benefícios ao usuário ou empreendedor. Os motivos são dos mais variados: é mais barato, e pode ser adaptado as regiões mais remotas, além de contribuir para a saúde do planeta Terra. Desta forma, as perguntas iniciais são respondidas positivamente na medida em que os possíveis impactos apontam que a geração distribuída pode trazer benefícios.

6.REFERNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA (ANEEL). **Procedimentos de distribuição de energia elétrica no sistema elétrico nacional (PRODIST): Módulo 3** – Acesso ao sistema de distribuição. 2012. Disponível em:

<http://www.aneel.gov.br/arquivos/pdf/modulo3_revisao_5.pdf>. Acesso em: 05.01.2020

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA (ANEEL). **Por dentro da conta de luz**. Concessionária: Enersul. Cartilha de Tarifas, 2012.

AGENCIA NACIONAL DOS CONSUMIDORES DE ENERGIA (ANACE). O futuro do consumidor toma forma. 2019. Disponível em <http://www.anacebrasil.org.br/noticias/o-futuro-do-consumidor-toma-forma/> acessado em 13.01.2020

BRASIL. SENADO NOTÍCIAS. **Comissão de Infraestrutura debate geração de energia por fontes renováveis**. 2019. Disponível em <https://www12.senado.leg.br/noticias/materias/2019/10/24/comissao-de-infraestrutura-debate-geracao-de-energia-por-fontes-renovaveis> acessado em 15.01.2020

BRASIL.CÂMARA DOS DEPUTADOS. NASCIMENTO, Rodrigo Limp. **Energia Solar no Brasil: situação e perspectivas**. Consultoria Legislativa. Estudo Técnico, 2017.

CÂMARA, Carlos Fernando. **Sistemas fotovoltaicos conectados à rede elétrica**. 2011. 68 f. Monografia (Especialização) - Curso de Engenharia, Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2011. Disponível em: <<http://www.solenerg.com.br/files/monografia-Carlos-FernandoCamara.pdf>>. Acesso em: 05 nov. 2015.

CÂMARA NOTÍCIAS. **O que é Prodeem?** 2004. Disponível em: <<http://www2.camara.leg.br/camaranoticias/noticias/59255.html>>. Acesso em: 12.01.2020.

CARVALHO, Cássio Cardoso. **Fontes heliotérmicas: um estudo sobre o funcionamento e o potencial de implementação da tecnologia no Brasil**. 2016. 53 f. Trabalho de Conclusão de Curso - Curso de Engenharia Industrial Elétrica. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2016.

CONSELHO REGIONAL DE ADMINISTRAÇÃO (CRA-SP). **O Atual cenário e o futuro da energia limpa no Brasil**. 2018. Ano 41. Nº 379

CUNHA, Danilo Candido; SANTOS, Paulo Henrique Frois; FREITAS, Daniel Araújo Corrêa. **Energia Solar Fotovoltaica no Brasil**. Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento, ano 3, Ed.11. Vol.5, PP 148-161. 2018

DANTAS FREDERICO. Lucio, Mauricio. **Manual de instalação e manutenção**. editora house ID. 2008. Disponível em: <<http://www.tuma.ind.br/manual.htm>>. acesso em 15.12.2019.

EXAME. **O Brasil é um dos países com maior potencial para geração de energia solar**. 2019. Disponível em <https://exame.abril.com.br/negocios/dino/o-brasil-e-um-dos-paises-com-maior-potencial-para-geracao-de-energia-solar/> acessado em 25.01.2020

ÉPOCA. **País tem folga de energia até 2024, mas as tarifas residenciais explodiram**. 2020. Disponível em

<https://epocanegocios.globo.com/Brasil/noticia/2020/02/pais-tem-folga-de-energia-ate-2024-mas-tarifas-residenciais-explodiram.html>

ESTADO DE MINAS. **Cresce a produção de energia no Brasil**. Fonte Limpa. 2020. Disponível em https://www.em.com.br/app/noticia/economia/2020/01/22/internas_economia,1115995/cresce-a-producao-de-energia-solar-no-brasil.shtml acessado em 26.01.2020.

GREENER. **Estudo Estratégico: mercado Fotovoltaico de Geração Distribuída**. 4º Trimestre de 2019.

GREENPEACE BRASIL. **De olhos fechados para o futuro**. 2019. Disponível em <https://www.greenpeace.org/brasil/blog/de-olhos-fechados-para-o-futuro/> acessado em 13.12.2019

HELERBROCK, Rafael. **Energia Térmica**. Brasil Escola. 2020. Disponível em <https://brasilecola.uol.com.br/fisica/energia-termica.htm>.

IPCC- **Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas** – IPCC, capítulo 10: emissões da pecuária e do manejo de dejetos. 2019. Disponível em: <http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp>. Acesso em 13.12.2019

Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. Manual. **Viabilidade econômica de sistemas fotovoltaicos no Brasil e possíveis efeitos no setor elétrico**. Rio de Janeiro: IPEA, 2018.

LANDIN, Edslei Paes; OLIVEIRA, Maykon Braga de; ALMEIDA, Natalia de Souza; SILVA, Weder Ribeiro. **Energia solar fotovoltaica**, 2010.

LEITE, A. G. M. **A sustentabilidade Empresarial, Social e as Fontes de Energia**. PUC. São Paulo, 2013.

LUIZ, Adir M **como aproveitar a energia solar**, 1985 editora Edgard Blucher Ltda.

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA (MME). **Manual de operacionalização - Programa Luz para Todos**. 2011. Disponível em: http://luzparatodos.mme.gov.br/luzparatodos/downloads/Manual_Operacionalizacao_LPT20_11_2014_Revisao1.pdf. Acesso em: 12 ago. 2015.

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA (MME). Programa Luz para Todos. 2015. Disponível em: http://luzparatodos.mme.gov.br/luzparatodos/Asp/o_programa.asp. Acesso em: 12.01.2020

NASCIMENTO, R.S; ALVES, G.M. **Fontes alternativas e renováveis de energia no Brasil: métodos e benefícios ambientais**. Educação e Ciência para a cidadania global. 2016.

PENEREIRO, J.C; MELO, L.P; CORADI, T.B. **Construção de um aquecedor solar de baixo custo sem cobertura: análise experimental da eficiência térmica para vários ensaios**. Revista de Ciência e Tecnologia, vol.10, nº1, jun/2010.

PINHO, João Tavares; GALDINO, Marco Antonio. **Manual de engenharia para sistemas fotovoltaicos**. 2014. CEPEL/CRESESB. Disponível em: <http://www.cresesb.cepel.br/publicacoes/download/Manual_de_Engenharia_FV_2014.pdf>. Acesso em: 12.01.2020.

PINTO, Marina Aparecida. **Utilização de painéis solares fotovoltaicos no segmento residencial**.2015

PROCEL. **Pesquisa de posse de equipamentos e hábitos de uso: ano base 2005**, Procel. Eletrobrás, disponível em <http://www.eletrobras.gov.br>> Acesso 15.12.2019

RIBEIRO, Amarolina. **Distribuição de energia elétrica no Brasil; Brasil Escola**. Disponível em: <https://brasilecola.uol.com.br/geografia/distribuicao-energia-eletrica-no-brasil.htm>. Acesso em 19 de junho de 2020.

SEIFFERT, Mari Elizabete Bernardini. **Mercado de carbono e Protocolo de Quioto: oportunidade de negócio na busca da sustentabilidade**.São Paulo: Atlas, 2009.

SUZIN, Querli; PIRES, Matheus Zucchetti; DALLAGO, Erik. **Energia térmica produzida a partir do resíduo da madeira nas indústrias moveleiras e madeireiras: sistema de produção mais limpa**, 2018. XV Mostra de Iniciação Científica, Pós-Graduação, Pesquisa e Extensão.

THISIENE. **Quais as diferenças entre um Sistema Solar Fotovoltaico On-grid e um Off-grid?** 2018. Disponível em https://blog.thisienergias.com/quais-as-diferencas-entre-um-sistema-solar-fotovoltaico-on-grid-e-um-off-grid/?gclid=Cj0KCQjwiYL3BRDVARIsAF9E4GfAjdN7b1b34xGte0PGCzySZeK585uRVNaroVVGnLQPdOnD16sIXdYaAnLUEALw_wcB acesso em 12.01.2020.

TIEPOLO, Gerson Maximoet *al.* **Photovoltaic generation potential of Paraná state, Brazil – a comparative analysis with European countries**. Energy Procedia, [s.l.], v. 57, p.725-734, 2014. Elsevier BV. DOI: 10.1016/j.egypro.2014.10.228. Disponível em: <http://ac.elscdn.com/S1876610214015951/1-s2.0-S1876610214015951-main.pdf?_tid=dbf1869a-841e11e5-b59a-

00000aacb360&acdnat=1446770557_4e733243551746ea02a4f694cc311cf7
>. Acesso em: 12.01.2020

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS. **Com segunda tarifa mais cara do mundo, o custo da energia elétrica no Brasil é tema de palestra.** 2019. Disponível em <https://noticias.ufsc.br/2019/10/com-segunda-tarifa-mais-cara-do-mundo-custo-da-energia-eletrica-e-tema-de-palestra-nesta-terca-8/#:~:text=A%20tarifa%20da%20energia%20gerada,das%20mais%20baratas%20do%20mundo.>