

CENTRO UNIVERSITÁRIO DO ESTADO DO PARÁ
CURSO DE BACHARELADO EM DIREITO

LETÍCIA DA GAMA ALBUQUERQUE CORDEIRO
MARIA EDUARDA CORECHA PEREIRA

ENERGIA SOLAR: uma solução possível para o controle da insegurança climática na
Amazônia?

BELÉM
2023

LETÍCIA DA GAMA ALBUQUERQUE CORDEIRO
MARIA EDUARDA CORECHA PEREIRA

ENERGIA SOLAR: uma solução possível para o controle da insegurança climática na
Amazônia?

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
como requisito parcial para obtenção de grau em
Bacharel em Direito, pelo Centro Universitário
do Estado do Pará.

Orientador: Prof. Dr. Luis Antonio Monteiro de
Brito

BELÉM
2023

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Biblioteca do CESUPA, Belém – PA

C794e Cordeiro, Leticia da Gama Albuquerque.

Energia solar: uma solução possível para o controle da insegurança climática na Amazônia / Leticia da Gama Albuquerque Cordeiro, Maria Eduarda Corecha Pereira. — Belém, 2023.

23 p.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Centro Universitário do Estado do Pará, Bacharelado em Direito, Belém, 2023.

Orientador: Prof. [Dr. Luis Antonio Monteiro de Brito](#).

1. Energia solar - Amazônia. 2. Fontes de energia renovável. I. Pereira, Maria Eduarda Corecha. II. Brito, Luis Antonio Monteiro de (orient.). III. Título.

CDD 341.347

LETÍCIA DA GAMA ALBUQUERQUE CORDEIRO
MARIA EDUARDA CORECHA PEREIRA

ENERGIA SOLAR: uma solução possível para o controle da insegurança climática na Amazônia?

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como requisito parcial para obtenção de grau em Bacharel em Direito, pelo Centro Universitário do Estado do Pará.

Orientador: Prof. Dr. Luis Antonio Monteiro de Brito

Data de aprovação: ____/____/____

Conceito:

Banca Examinadora:

Prof. Dr. LUIS ANTONIO MONTEIRO DE BRITO – Orientador
Centro Universitário do Estado do Pará (CESUPA)

Nome com titulação
Instituição a que pertence

Nome com titulação
Instituição a que pertence

ENERGIA SOLAR: UMA SOLUÇÃO POSSÍVEL PARA O CONTROLE DA INSEGURANÇA CLIMÁTICA NA AMAZÔNIA?

SOLAR ENERGY: A POSSIBLE SOLUTION TO CONTROL CLIMATE INSECURITY IN THE AMAZON?

Letícia da Gama Albuquerque Cordeiro¹
Maria Eduarda Corecha Pereira²
Luis Antonio Monteiro de Brito³

RESUMO

O presente artigo analisa a importância da adoção de medidas eficazes no setor energético para a mitigação da insegurança climática na Amazônia, dada a crescente urgência global em relação às mudanças climáticas. O objetivo deste trabalho é avaliar se a utilização da energia solar é vantajosa para a preservação do ecossistema amazônico e sua rica biodiversidade, alinhando as fontes energéticas do país aos princípios norteadores do direito constitucional e ambiental. Para tanto, o estudo apresenta as problemáticas ambientais da região amazônica, bem como demonstra a necessidade de adaptação a um modelo econômico verde. Além disso, explora a viabilidade da energia solar como alternativa à matriz energética do país amplamente baseada em hidrelétricas. Por fim, concluiu-se que, devido aos seus impactos ambientais mínimos e grande potencial para exploração no Brasil, a energia solar oferece uma solução eficaz e apropriada para uma transição energética sustentável. Na pesquisa, utiliza-se o percurso metodológico de revisão bibliográfica, centrado na realização de pesquisas bibliográfica de livros, artigos e documentos pertinentes ao tópico de estudo.

Palavras-chave: Energia solar; Amazônia; energia renovável; direito ambiental.

ABSTRACT

¹Graduanda em Direito pelo Centro Universitário do Estado do Pará - CESUPA. E-mail: leticiaagama.13@yahoo.com. Lattes: <http://lattes.cnpq.br/7228046475935709>.

²Graduanda em Direito pelo Centro Universitário do Estado do Pará - CESUPA. E-mail: corechamaria2@gmail.com. Lattes: <https://lattes.cnpq.br/4745010895545344>.

³ Professor orientador. Doutor em Direito Ambiental pela PUC-SP. Mestre em Direito pela UFPA. Especialista em Direito Ambiental e Gestão Estratégica da Sustentabilidade pela PUC-SP.

This article analyzes the importance of adopting effective measures in the energy sector to mitigate climate insecurity in the Amazon, given the growing global urgency in relation to climate change. The objective of this work is to evaluate whether the use of solar energy is advantageous for the preservation of the Amazon ecosystem and its rich biodiversity, aligning the country's energy sources with the guiding principles of constitutional and environmental law. To this end, the study presents the environmental problems of the Amazon region, as well as demonstrating the need to adapt to a green economic model. Furthermore, it explores the viability of solar energy as an alternative to the country's energy matrix largely based on hydroelectric plants. Finally, it was concluded that, due to its minimal environmental impacts and great potential for exploration in Brazil, solar energy offers an effective and appropriate solution for a sustainable energy transition. In the research, the methodological path of bibliographic review is used, focused on carrying out bibliographic research on books, articles and documents relevant to the topic of study.

Keywords: Solar energy; Amazon; renewable energy; environmental law.

1 INTRODUÇÃO

A Amazônia, sendo um dos ecossistemas mais importantes do mundo, enfrenta uma pressão significativa frente à produção de energia e suas consequências ambientais. Nesse ínterim, garantir a sustentabilidade da produção energética na região é essencial para a preservação de um meio ambiente ecologicamente equilibrado, o qual é um direito humano fundamental, previsto no Art. 225 da Constituição Federal de 1988.

O crescente reconhecimento da relevância da questão ambiental, tanto no contexto jurídico quanto na esfera social, reflete uma transformação fundamental nas preocupações da sociedade contemporânea. O Acordo de Paris, que estabelece metas para limitar o aumento da temperatura global e reduzir as emissões de Gases de Efeito Estufa (GEE), demonstra claramente a urgência global ante as mudanças climáticas.

Conforme apontado em pesquisa recente da CETESB (2021), a influência humana nas mudanças climáticas é amplamente atribuída à produção de energia, que representa a maior fonte de emissões de GEE, contribuindo com 73% das emissões globais. Assim, a sociedade se depara com um desafio duplo e complexo: satisfazer a crescente demanda de energia, ao mesmo tempo que se compromete a reduzir as emissões de poluentes na região da Amazônia.

A região amazônica desempenha um papel crucial na geração energética para o Brasil, visto que é o lar de quatro das cinco principais usinas hidrelétricas do Brasil, sendo a responsável de quase aproximadamente 82% da produção nacional de energia elétrica proveniente de fontes renováveis (Gandour; Schutze, 2022). Contudo, mesmo diante de uma matriz energética extensivamente composta por uma fonte renovável, emerge uma indagação crucial: até que medida a sustentabilidade da energia hidrelétrica pode ser assegurada?

A hipótese é a de que, embora as hidrelétricas sejam consideradas fontes renováveis, seus impactos substanciais desafiam a consecução dos princípios da sustentabilidade, tendo em vista que o seu processo de conversão de recursos naturais em energia é associado a uma série de impactos ambientais e sociais significativos.

Isso demonstra a complexidade do objetivo geral do presente trabalho, que é avaliar a Energia Solar como a fonte de melhor potencial para transição energética, com foco em uma solução viável e efetiva para mitigar os impactos das mudanças climáticas na Amazônia.

Em termos de objetivos específicos, este estudo propõe-se a analisar as complexas questões relacionadas às mudanças climáticas na Amazônia, bem como almeja-se examinar a imperativa necessidade de adaptação para um modelo econômico mais sustentável, notadamente focado na economia verde, com a finalidade de se ampliar o entendimento sobre equilíbrio do crescimento econômico e preservação do meio ambiente. A partir disso, o presente trabalho visa expor as razões que fundamentam a energia solar como uma alternativa superior à energia hidrelétrica no contexto brasileiro.

O artigo justifica-se pela urgente necessidade de enfrentar as mudanças climáticas na região amazônica, promovendo o desenvolvimento sustentável, cumprindo compromissos internacionais, abordando questões políticas e legais, educando a sociedade e impulsionando a inovação tecnológica. A pesquisa visa contribuir significativamente para o debate e ações práticas necessárias para proteger a Amazônia e combater mudanças climáticas.

O percurso teórico-metodológico utilizado na presente pesquisa é o procedimento de revisão bibliográfica, com uso de fontes primárias e secundárias (Marconi; Lakatos, 2021), centrado na realização de pesquisas bibliográfica de livros, artigos e documentos pertinentes ao tópico de estudo.

2 A PROBLEMÁTICA DAS MUDANÇAS CLIMÁTICAS NO CONTEXTO AMAZÔNICO

A mudança é algo normal na história geológica. No entanto, a humanidade, totalmente despreparada por suas tradições humanistas, enfrenta seu maior teste, a aceleração das

mudanças climáticas, que abolirá o meio ambiente familiar e acolhedor. As mudanças climáticas, fruto do aquecimento global, entraram com força no cotidiano de nossas vidas. Tanto no ambiente urbano como no rural, os fenômenos climáticos são uma realidade dura e cruel.

Marengo e Souza Jr. (2018), ao analisarem diversas fontes de dados, verificaram que os registros de temperatura na região amazônica revelam um aumento de temperatura significativo ao longo do período de 1949 a 2017, variando de 0,6 a 0,7°C. Embora haja algumas variações sistemáticas, os autores afirmam que todas as fontes indicam um aquecimento mais acentuado nas últimas décadas, destacando o ano de 2017 como o mais quente desde meados do século XX.

A Floresta Amazônica está sofrendo árduos desafios para manter sua resiliência diante das ameaças das alterações climáticas que o mundo enfrenta. Esse processo gradual de aquecimento e aridez poderá, eventualmente, atingir um ponto crítico em que a região não conseguirá mais sustentar sua vasta vegetação (Nascimento *et al.*, 2020, p. 136 *apud* Fearnside, 2009).

Devido às ameaças em questão, a região tornou-se um tema incontornável nas discussões internacionais relacionados a recursos naturais, desenvolvimento sustentável, mudanças no clima e biodiversidade. Com uma população de cerca de 38 milhões de habitantes, a Amazônia abrange 40% do território sul-americano e abriga a maior floresta mega diversa do mundo, servindo de habitat para aproximadamente 20% de todas as espécies de fauna e flora existentes (Brasil, 2023).

Além disso, o Ministério de Relações Exteriores (Brasil, 2023) aponta a importância de se observar que a Bacia Amazônica detém aproximadamente 20% da reserva global de água doce da superfície terrestre. O ciclo hidrológico amazônico desempenha um papel fundamental na manutenção desse recurso hídrico vital, sustentando um intrincado sistema de aquíferos e águas subterrâneas que abrange uma vasta extensão de quase 4 milhões de km².

O contínuo desmatamento da Floresta Amazônica emergiu como uma das principais preocupações ambientais nas últimas décadas, suscitando crescente apreensão entre a comunidade científica quanto às implicações para o futuro do clima. A conjugação desse desmatamento com a acelerada expansão da agricultura torna a Amazônia um ecossistema de considerável suscetibilidade, com impactos que reverberam em escalas regionais e até mesmo globais (Nascimento *et al.*, 2020, p. 136 *apud* Borma *et al.*, 2013).

Assim, as mudanças climáticas, que já fazem parte do nosso cotidiano, representam uma ameaça de longo prazo para a Floresta Amazônica, devido ao aumento da temperatura e às

possíveis reduções na precipitação pluviométrica, tendo o desmatamento como uma ameaça mais iminente. Observa-se um aumento na frequência de eventos climáticos extremos devido ao crescente nível de concentração de GEE na atmosfera, com destaque para o dióxido de carbono (CO₂) (Campos; Higuchi, 2009, p. 07).

Campos e Higuchi (2009) explicam que o efeito estufa pode ser analogamente comparado aquando nos cobrimos com cobertores espessos em um dia de frio, com o intuito de manter nossos corpos aquecidos. No contexto do planeta Terra, os GEE desempenham o papel de um cobertor térmico. O aumento contínuo na concentração desses gases (ou seja, o espessamento desse “cobertor”) resultaria em um significativo aumento da temperatura global, com graves implicações para o clima e o meio ambiente.

Nesse ínterim, é importante destacar que os eventos de extrema seca, no contexto Amazônico, estão diretamente ligados a fenômenos climáticos em larga escala, a exemplo do El Niño e o aquecimento anormal da superfície do Atlântico Norte e, em algumas situações, à interação de ambos destes fenômenos (Nascimento *et. al.*, 2020, p. 136 *apud* Borma *et. al.*, 2013; Coelho *et. al.*, 2012; Marengo *et. al.*, 2008).

Desse modo, em virtude de sua importância estratégica, a Amazônia enfrenta desafios consideráveis. A necessidade de unir esforços para promover o desenvolvimento sustentável da região, conciliando crescimento econômico com a preservação ambiental, é um princípio central da Organização do Tratado de Cooperação Amazônica, um bloco socioambiental que reúne os Estados amazônicos, incluindo Brasil, Bolívia, Colômbia, Equador, Guiana, Peru, Suriname e Venezuela (Brasil, 2023).

Assim, é imperioso reconhecer a importância desta abordagem equilibrada, uma vez que a Amazônia desempenha um papel de extrema relevância na regulação do clima global, na preservação da biodiversidade e na prestação de serviços ecossistêmicos vitais para a humanidade.

Neste contexto desafiador é que o próximo segmento deste artigo busca evidenciar a necessidade de adaptação para um modelo de economia verde. Tal mudança se apresenta como um pré-requisito fundamental para promover o desenvolvimento socioeconômico da região sem que se comprometa de forma irreversível seus recursos naturais e estabilidade do clima global.

3 A NECESSIDADE DE ADAPTAÇÃO PARA UM MODELO DE ECONOMIA VERDE

A contemporaneidade apresenta-nos desafios ambientais de uma notável complexidade, cuja dimensão inquestionável se desdobra à medida que a população global cresce e as

atividades econômicas se expandem. Neste cenário, como demonstrado no tópico anterior, a Amazônia, um dos pulmões do planeta, enfrenta desafios ambientais cada vez mais urgentes.

Questões urgentes como as mudanças climáticas, erosão da diversidade biológica, degradação dos solos e a disseminação generalizada da poluição exigem soluções efetivas e imediatas. Como tal, a necessidade de adaptação a um modelo de economia verde se torna fundamental para combater a crescente insegurança climática na região.

Por um longo período, o meio ambiente foi erroneamente percebido como um recurso abundante, muitas vezes classificado como um bem livre. Essa percepção equivocada culminou em uma exploração desregrada, carente de critérios de uso e frequentemente caracterizada pela apropriação inadequada dos recursos naturais pela sociedade (Farias; Rei, 2015, p. 13 *apud* Donaire, 1999, p. 39).

A sobrecarga dos ecossistemas devido à atividade econômica, que se mostra cada vez mais intensa, pode limitar o próprio crescimento econômico. Deste modo, a preservação e utilização dos recursos naturais de maneira consciente torna-se uma condição essencial para viabilizar a expansão econômica (Frischtak, 2011).

Nesse viés, Edmundo Gallo (2012) evidencia que a mudança do atual modelo de desenvolvimento econômico é fundamental não apenas para a economia, mas para o meio ambiente e a saúde, tendo em vista que as alterações climáticas estão associadas ao aumento de diversas patologias. Mudanças extremas de temperatura podem levar problemas de poluição do ar, escassez de alimentos e outros impactos prejudiciais à saúde humana. O autor ainda menciona que o crescimento econômico desordenado frequentemente leva a alterações no meio ambiente que também afetam a saúde de maneira indireta, através das modificações de habitats e perda de biodiversidade.

À vista disso, temos que a questão das mudanças climáticas e do aquecimento global é uma preocupação que transcende as fronteiras disciplinares e tem implicações significativas em diversas áreas do conhecimento. Consequentemente, a necessidade de propor alternativas e abordagens inovadoras se torna cada vez mais urgente (Jacobi; Sinisgalli, 2012).

Nesta conjuntura, o conceito “Economia Verde” surgiu como um caminho promissor para abordar esses desafios de maneira holística e sustentável. Uma economia verde pauta-se na ideia de que o desenvolvimento econômico e o bem-estar humano podem coexistir com a preservação do meio ambiente. Ela representa uma visão na qual os recursos naturais são utilizados de maneira consciente, onde a produção de resíduos é minimizada, a energia é proveniente de fontes limpas e a equidade social é promovida (Jacobi; Sinisgalli, 2012).

Em 2008, o Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA ou UNEP, em inglês) lançou a Iniciativa Economia Verde, cujo objetivo central reside em apoiar a formulação de um plano global de transição em direção a uma economia verde, destacando as oportunidades para práticas mais sustentáveis (Pavese, 2011 *apud* PNUMA, 2011).

Nesse contexto, destaca-se a importância da criação de mecanismos que permitam a consideração de fatores essenciais relacionados à sustentabilidade socioambiental, muitas vezes negligenciados nas análises e nas tomadas de decisões econômicas (Jacobi; Sinisgalli, 2012). Young (2011) corrobora com a ideia ao sustentar que investir numa economia verde representa uma melhoria do conceito de desenvolvimento sustentável, através da integração das questões ecológicas à economia, com destaque para a promoção dos direitos humanos e sociais como seu pilar central.

É importante observar que, contrariamente à concepção amplamente difundida, a economia verde e o desenvolvimento sustentável não são considerados termos intercambiáveis.

A economia verde não pretende substituir o conceito de desenvolvimento sustentável, mas a realização da sustentabilidade está intrinsecamente ligada à adoção do modelo econômico apropriado (Assad; Martins; Pinto, 2012, p. 7, *apud* PNUMA, 2011).

De acordo com Soares (2022 *apud* Rodrigues, 2021) no contexto do Direito Ambiental, o conceito de desenvolvimento sustentável é fundamental, pois ele procura estabelecer a ideia de que atividades com impacto ambiental podem ser gerenciadas de maneira a compensar os danos, seja por meio de estudos prévios sobre seu potencial de dano ou pela implementação de medidas compensatórias. Este princípio, de tão relevante, deve ser incorporado a todas as atividades econômicas, como preconiza o Art. 170, VI da Constituição Federal:

Art. 170. A ordem econômica, fundada na valorização do trabalho humano e na livre iniciativa, tem por fim assegurar a todos existência digna, conforme os ditames da justiça social, observados os seguintes princípios:

[...]

VI - defesa do meio ambiente, inclusive mediante tratamento diferenciado conforme o impacto ambiental dos produtos e serviços e de seus processos de elaboração e prestação;

Portanto, o desenvolvimento sustentável, não é apenas uma aspiração idealista, mas um princípio jurídico que deve perpassar todas as atividades econômicas do país.

Nesse sentido, o conceito de economia verde representa a superação do falso dilema entre o crescimento econômico e proteção ambiental. A economia verde oferece um caminho viável para conciliar esses interesses, ressaltando a necessidade de uma abordagem integrada na formulação de políticas públicas e na tomada de decisões empresariais. A jurisprudência e a

legislação estão se adaptando progressivamente a essa abordagem, reconhecendo a importância de considerar os aspectos ambientais nas atividades econômicas.

A adoção do modelo verde também desempenha um papel crucial no contexto do cumprimento do Acordo de Paris, ao qual o Brasil se comprometeu em 2016. Atingir as metas estabelecidas não apenas protege o país contra os efeitos adversos das mudanças climáticas, mas também fortalece o desenvolvimento sustentável e econômico, contribuindo para a preservação de recursos naturais de imenso valor. Ademais, estar em conformidade com as obrigações firmadas demonstra o comprometimento do Brasil com a ação climática, o que exerce um impacto positivo nas suas relações diplomáticas e comerciais, consolidando sua reputação internacional.

Os pesquisadores do PNUMA identificaram os 10 setores prioritários na transição do atual modelo de desenvolvimento para um paradigma mais sustentável, sendo o setor energético um dos mais críticos. Logo, é imperativo que haja uma restrição progressiva do uso de combustíveis fósseis e sua substituição por fontes energéticas limpas (Farias; Rei, 2015 *apud* PNUMA, 2013).

Sendo assim, considerando que em um cenário verde a produção de energia limpa desempenha um papel crítico, dada sua considerável influência ambiental associada à sua dependência aos combustíveis fósseis, as metas e diretrizes do Acordo de Paris demonstram um alinhamento notável com os princípios e objetivos da Economia Verde (Gomes, 2018).

Além disso, a implementação de investimentos verdes e ações secundárias voltadas para o gerenciamento da oferta e demanda de energia desempenham um papel significativo para a redução dos preços de energia, tornando-os mais competitivos em relação aos custos atuais. Essas intervenções, por conseguinte, resultam na atenuação da vulnerabilidade da economia global perante possíveis oscilações nos preços de energia, como flutuações de combustíveis fósseis e recursos naturais, o que contribui para um crescimento econômico estável (Assad; Martins; Pinto, 2012).

Ante todo o exposto, vislumbra-se que a necessidade de adaptação para um modelo de economia verde é motivada por uma série de razões interconectadas, todas relacionadas à busca por um desenvolvimento sustentável e ao enfrentamento dos desafios ambientais, sociais e econômicos contemporâneos que se avizinham.

4 A ENERGIA SOLAR COMO MEDIDA DE CONTROLE CLIMÁTICO PARA A AMAZÔNIA

Sobre desenvolvimento sustentável, Gisbert Glaser (LOVELOOK, 2006, p.17), declara que o desenvolvimento sustentável é um alvo móvel. Representa o esforço constante em equilibrar e integrar os três pilares do bem-estar social, prosperidade econômica e proteção ambiental em benefício das gerações atual e futura.

No Brasil, o desenvolvimento sustentável está relacionado diretamente com a observância e a execução da Política Nacional da Mudança do Clima, sendo um direito fundamental de proteção ao meio ambiente equilibrado, disposto no artigo 225 da Constituição Federal, qual fundamenta o princípio da equidade ou solidariedade intergeracional. *In verbis*:

Art. 225. Todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao Poder Público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações.

Desse modo, é imprescindível verificar os mecanismos jurídicos que permitam a limitação das emissões dos gases de efeito estufa, assim como a promoção da energia limpa, o combate ao desmatamento das florestas e, também, as medidas fundamentadas no princípio da precaução e prevenção, princípios norteadores do Direito Ambiental. Adaptação e resiliência são necessários para enfrentar o aumento das temperaturas e as suas consequências nefastas nos aspectos sociais, ambientais e econômicos.

Nesse sentido, segundo as palavras de James Lovelock (2006, p. 19), a recuperação, ou mesmo a redução das consequências de nossos erros passados, demandará um extraordinário grau de esforço internacional e uma sequência cuidadosamente planejada para substituir o carbono fóssil por fontes de energia mais segura.

Isso porque, como bem mostra o Sexto Relatório de Avaliação do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC, 2022), o planeta já está 1,09° C mais quente desde o período pré-industrial, e isso foi provocado principalmente por conta da atual dependência humana em relação aos combustíveis fósseis, sendo esse considerado um dos maiores vilões do aquecimento global. Dada essa problemática, o investimento em fontes de energias limpas é uma das principais ações recomendadas pela Organização das Nações Unidas (ONU) para o desenvolvimento sustentável.

Nesse íterim, o comprometimento em alcançar zero emissões de carbono para atmosfera tem como meta na (ODS) 7 — Objetivos de Desenvolvimento Sustentável — ⁴

⁴ Meta 7 – ODS: “Até 2030, reforçar a cooperação internacional para facilitar o acesso a pesquisa e tecnologias de energia limpa, incluindo energias renováveis, eficiência energética e tecnologias de combustíveis fósseis

(IPEA), a mudança no setor elétrico, objetivando ser mais limpo, sustentável e acessível. Dessa maneira, a necessidade de transição energética justa é um caminho necessário para revolucionar nossa matriz energética para que seja coerente com as metas acordadas no âmbito da Agenda 2030 e do Acordo de Paris.

4.1 AS USINAS HIDRELÉTRICAS NA AMAZÔNIA

A predominância da fonte hídrica na produção de energia elétrica é notável, contribuindo com 64% da oferta interna de eletricidade em 2022, sendo que a totalidade das importações são oriundas da usina de Itaipu, de acordo com o Balanço Energético de 2023. As fontes renováveis representam 88% da oferta interna de eletricidade no Brasil, que é a resultante da soma dos montantes referentes à produção nacional mais as importações, que são essencialmente de origem renovável (Brasil, 2023).

Essa dependência das usinas hidrelétricas representa uma vantagem em termos de emissões de gases de efeito estufa, colocando o Brasil em uma posição relativamente baixa no ranking de CO₂, ocupando a 11^a posição no mundo. Isso se deve em grande parte à utilização de fontes de energia mais limpas na geração de eletricidade e ao uso de combustíveis provenientes de fontes renováveis (Leão, 2019, p. 11).

O reconhecimento das energias renováveis, incluindo solar, eólica, geotérmica, bioenergia e outras, como fontes de energia que se regeneram a uma taxa superior ao seu consumo, é fundamental. Essas fontes desempenham um papel crucial na transição para uma matriz energética mais sustentável e na mitigação das mudanças climáticas. Contudo, apesar da matriz energética predominantemente renovável, é importante considerar que, o fato de ser renovável não quer dizer que não traga impactos negativos para o meio ambiental e social.

Os impactos sociais e ambientais são observados nos empreendimentos hidrelétricos da região Amazônica nas usinas de Santo Antônio e Jirau no Rio Madeira em Rondônia (Costa *et al.*, 2021, p. 41) e Belo Monte no Rio Xingu (Freire *et al.*, 2018, p. 29), que apesar de serem grandes geradores de eletricidade por meio de recursos renováveis, fazem com que suas grandes áreas alagadas ocasionem em remoção de populações ribeirinhas e indígenas, emissões de metano, alteração do ciclo hidrológico e danos ao equilíbrio ecossistêmico local.

A remoção destas comunidades devido à formação de grandes áreas alagadas é uma questão de extrema importância em termos de justiça social e direitos humanos. Essas

avancadas e mais limpas, e promover o investimento em infraestrutura de energia e em tecnologias de energia limpa”. IPEA.

populações dependem diretamente dos recursos naturais que estão sendo impactados pelas usinas, o que coloca em questão a necessidade de uma abordagem mais cuidadosa e inclusiva na implementação de tais empreendimentos.

A referência aos impactos ambientais, como emissão de metano, a alteração do ciclo hidrológico e o desequilíbrio ecossistêmico, destaca a complexidade da relação entre a geração de energia e conservação do meio ambiente. A busca por fontes de energia renovável deve estar alinhada com a proteção dos ecossistemas sensíveis, como a Amazônia, e o cumprimento das obrigações legais e regulamentações ambientais.

Além disso, a hidroeletricidade, assim como as fontes renováveis de energia nuclear e termelétrica, também está sujeita à influência de fatores climáticos de modo que a energia armazenada (representada pelo nível de água acumulada no reservatório), especialmente em períodos de escassez de água, em períodos de seca pode atingir valores críticos sob o ponto de vista de segurança energética, impactando negativamente o abastecimento de energia e os preços. Somado a isso, nos períodos de menor incidência de chuvas, o uso dessa água para geração de energia impacta criticamente no uso desse recurso para outros fins, tais como agricultura ou abastecimento (Pereira *et al.*, 2017, p.11).

Estudos mostram que a redução na capacidade de geração de energia hidrelétrica, que diminuiu cerca de 20 pontos percentuais nos últimos 10 anos, é um indicativo de um desafio significativo que o país enfrenta. Isso tem implicações diretas no aumento do risco de apagões e no custo da energia, uma vez que é necessário acionar usinas termoeletricas adicionais para compensar a queda na geração hidrelétrica (Pereira *et al* 2017, p. 12 *apud* Tiepolo *et al.*, 2016).

Essa dinâmica reflete a interconexão entre as mudanças climáticas, as fontes de energia e a segurança energética. As mudanças climáticas estão afetando os padrões de chuvas e a disponibilidade de água, que são fatores críticos na operação das hidrelétricas. Isso ressalta a importância da diversificação da matriz energética e da incorporação de fontes de energia mais estáveis para garantir a segurança do abastecimento elétrico.

E não é de hoje que isso é questionado, desde os anos 1970, a construção de barragens hidrelétricas é questionada sistematicamente no Brasil e no mundo por seus grandes impactos ambientais e sociais, sem mencionar a série de acusações de corrupção, malversações e favoritismos que elas suscitam (Oliveira, 2018, p. 318 *apud* McCully, 2001). No Brasil, mais de 34.000 km² foram inundados para a construção de barragens (Oliveira, 2018, p. 318 *apud* Bermann, 2007), com consequências em múltiplas escalas, muito além da zona de inundação. Por conta disso, há deslocamento das populações, inundação de terras férteis, desmatamento direto e indireto, impacto arqueológico, perda de biodiversidade terrestre e aquática.

Esses impactos destacam os desafios intrínsecos à busca de um equilíbrio entre a geração de energia e a conservação ambiental, bem como a proteção dos direitos e meios de subsistência das comunidades afetadas. O processo de tomada de decisão em relação à construção das barragens hidrelétricas deve levar em consideração não apenas os benefícios em termos de produção de energia, mas também as consequências socioambientais a longo prazo.

A respeito da necessidade da transição energética, é salutar transcrever as palavras de Denise Lucena Cavalcante:

Nas décadas passadas, as políticas energéticas tinham como única preocupação o fornecimento abundante e barato de energia, ao contrário dos tempos atuais, quando fatores como proteção ambiental e proteção à saúde passaram a ser prioritários e ensejam a adoção de medidas de políticas públicas globais em prol da transição do modelo tradicional centrado em energias poluentes para as de perfil limpo. Essa transição decorre de um movimento mundial, devendo o Brasil seguir o mesmo caminho na renovação de sua matriz energética, com o aumento crescente das energias renováveis. (Cavalcante, 2016, p. 35)

A transição energética está associada ao desenvolvimento econômico sustentável e os altos padrões de vida (sob uma perspectiva estritamente capitalista), sendo processos complexos que compartilham um denominador comum: a disponibilidade de um abastecimento adequado, confiável e constante de energia (Hinrichs; Kleinbach, 2014, p. 01). A energia é vida e a sua distribuição energética é inquestionável para o desenvolvimento de um país, que deve buscar a aplicação de tecnologias sustentáveis na sua produção para ter eficiência energética e impactos ambientais reduzidos, evitando ao máximo matrizes energéticas carbonizadas.

Nessa conjuntura, em contradição à susceptibilidade de efeitos sazonais dos recursos hídricos na geração de energia hidroelétrica, a geração de energia por irradiação solar no Brasil apresenta-se como uma medida para a transição energética com segurança, qual trará ganhos em três dimensões: ambiental, social e econômica.

4.2 A POTÊNCIA DA ENERGIA SOLAR NO BRASIL

No planeta Terra, a quantidade de radiação solar que atinge a superfície varia de acordo com 3 fatores, sendo eles: o período do ano e do dia, que são determinados pela distância média entre o planeta e o sol, bem como a excentricidade e a latitude da Terra. Esses elementos influenciam a densidade do fluxo de energia solar que alcança a superfície (Alves *et al.*, 2021 *apud* Hartmann, 1994; Ayoade, 1983).

No Brasil, há grande incidência de energia luminosa, qual varia entre 1.500 e 2.300 KWh/m²/ano (Francisco, Vieira *et al.*, 2019, p.4). Essa riqueza de recursos solares coloca o

Brasil em uma posição vantajosa para uma transição energética em direção à energia solar, tendo em vista que a sua disponibilidade em todo o território nacional oferece a possibilidade de atender áreas remotas que muitas vezes são excluídas do acesso à eletricidade.

Em simples conceituação, o aproveitamento do recurso energético solar existe em duas formas, consiste na conversão da energia emitida pelo Sol em energia térmica ou diretamente em energia elétrica (processo fotovoltaico) (Pereira *et al*, 2017, p.12). A geração de energia por heliotérmica usa espelhos e lentes para concentrar os raios solares em um ponto específico, que aquece uma solução geradora de vapor que aciona uma turbina que é utilizada para produzir eletricidade.

Já o processo fotovoltaico, objeto de estudo deste artigo, consiste na geração de energia elétrica por meio de materiais semicondutores que apresentam o efeito fotovoltaico. Esse fenômeno químico/físico pode ser definido como a formação de tensão elétrica ou corrente em um material que é exposto à luz (Dantas; Pompermayer, 2018, p.7).

A geração de energia solar é dividida de duas maneiras: centralizada, ligada a grandes usinas, de alta capacidade de produção, e distribuída, uma distribuição descentralizada de energia, relacionada a pequenas unidades de casas com painéis fotovoltaicos no telhado.

De acordo com Bezerra (2021, p. 4 *apud* Sauaia, 2019), o potencial da energia solar no Brasil supera de maneira expressiva o de outras fontes. A fonte solar em projetos centralizados compreende 28.519 GW, enquanto a fonte em projetos residenciais de geração distribuídas constituem 164,1 GW. O autor ainda realiza uma comparação, para maior compreensão, que a capacidade atual de geração de energia elétrica no Brasil é de 176GW. Sendo assim, é enorme o potencial energético através da energia solar, a qual é plenamente capaz de suprir a demanda energética do país.

O processo de captação e geração de energia solar envolve o uso de Silício, um mineral que possui uma presença finita na natureza, amplamente utilizado na produção de placas fotovoltaicas. Apesar de sua finitude, o silício é o segundo elemento mais abundante na crosta terrestre, constituindo 26% em peso (Ribeiro; Braga; Rezende, 2022, p. 6 *apud* Planas, 2021).

No âmbito de uma nação rica em recursos naturais, como é o caso do Brasil, a inserção no cenário global quanto a produção de silício não se mostra desfavorável. O país destaca-se, notavelmente, por possuir uma das maiores reservas mundiais de quartzo, caracterizado não apenas pela sua abundância, mas também por sua alta qualidade. Tal riqueza mineral conferiu ao Brasil uma posição proeminente, contribuindo com 8% da produção global de silício metalúrgico (Souza Davies; Frisso; Brandão, 2018, p. 6 *apud* Carvalho, Mesquita, Rocio, 2014).

Assim, com tal condição singular deste mineral, o que reforça a relevância estratégica do Brasil no contexto da produção de silício, um elemento crucial para a indústria de energia solar e tecnologia de semicondutores, este destaca-se como mais um fator positivo para o potencial de expansão para utilização em larga escala da energia solar fotovoltaica.

A Agência Nacional de Energia Elétrica (ANNEE) em 2012 publicou a Resolução Normativa nº 482/2012, que estabeleceu as diretrizes para a geração distribuída de energia. Essa resolução foi um marco para a expansão da energia solar no Brasil, pois definiu o Sistema de Compensação de Energia Elétrica (SCEE). Esse sistema de compensação permitiu que as unidades de distribuição centralizadas e descentralizadas pudessem gerar energia com suas placas solares durante o dia, quando a incidência solar é mais elevada. E o excedente da energia gerada fosse gerenciado pelas redes elétricas das concessionárias, qual durante o período noturno abastecia os consumidores com fontes diversas pelas redes elétricas.

Isso impulsionou a instalação de sistemas fotovoltaicos dos brasileiros, uma vez que gerou economia aos consumidores, que passaram a ter uma geração de energia livre e ilimitada dada a segurança anual de insolação, o que se difere das grandes hidrelétricas. Segundo Bursztyn (2020, p.177), em comparação a outras opções de energia elétrica, a fotovoltaica foi a que teve o melhor desempenho ao longo dos últimos anos no quesito de tecnologia com custo-benefício, com uma redução de 86% do custo médio de produção, entre 2009 e 2017.

Acontece que a Lei 14.300/22 trouxe um novo sistema de compensação. A partir de 2023, o consumidor que precisa da rede elétrica para armazenar o excedente da energia produzida, passou a pagar uma taxa para as distribuidoras da rede elétrica. Isso ocasionou o fim dos subsídios para quem gera energia solar, desestimulando o incentivo da energia sustentável. No entanto, mesmo com a existência dessa taxa, a energia solar ainda é uma alternativa viável e segura frente às adversidades climáticas.

Ressalta-se que a energia solar traz benefícios muito além do ambiental. Contribui para uma economia verde, que gera milhares de empregos e recursos financeiros para o país. De acordo com dados coletados pela Associação Brasileira de Energia Solar Fotovoltaica (Absolar, 2023), a tecnologia já representou R\$ 86,2 bilhões em investimentos, R\$ 22,8 bilhões em arrecadação aos cofres públicos, além de algo em torno 480 mil empregos gerados desde o começo da medição, em 2012. Na mesma conjuntura, as grandes empresas veem nessa fonte renovável uma oportunidade de tornar seus processos mais sustentáveis e assim se diferenciar no mercado verde.

Dessa maneira, dada a considerável demanda energética necessária para ter-se uma vida digna, é fundamental pensar nas alternativas de energia renováveis, principalmente por meio do Sol, qual é abundante e ilimitado, e que não traz impactos ambientais e sociais.

4.3 ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA NA AMAZÔNIA

Para a geração de energia, é crucial considerar não apenas as limitações geofísicas, mas também as restrições impostas pelas condições específicas do local onde esta será inserida. De acordo com Santos (2023 *apud* Barros *et al.*, 2017) e conforme o Atlas do Potencial Eólico Brasileiro, a condição geofísica da Amazônia Ocidental, por exemplo, impõe barreiras significativas para a exploração de fontes hídricas e eólicas como alternativas viáveis de geração de energia. Tais limitações implicam na necessidade de abordagens cuidadosas e contextualmente adaptadas no desenvolvimento de estratégias para a diversificação da matriz energética em regiões que as possuem.

O Planeta Terra tem o Sol como sua principal fonte de energia. A energia solar é infinita, e o Brasil está situado quase que totalmente na região de incidência mais vertical dos raios solares, limitada pelos Trópicos de Câncer e de Capricórnio. Esta localização propicia elevados índices de incidência da radiação solar em quase todo o território nacional, inclusive durante o inverno (Brasil, 2018, p.133).

Nesse ínterim, para o melhor aproveitamento da radiação, deve ser levado em análise a localização de instalação de placas solares, bem como sua inclinação e orientação. O recurso solar depende de algumas variáveis (dia, ano e localidade), devido à geografia terrestre e o movimento do Sol. Dessa maneira, as regiões brasileiras com maiores índices de radiação solar são as regiões sudeste, nordeste e centro-oeste, sendo a região sul e norte as que apresentam menores índices.

No entanto, apesar das regiões norte e sul não terem capacidade elevadas de irradiação solar, a faixa de variação da irradiação global horizontal anual do Brasil tem grande incidência, o que faz com que mesmo as regiões que possuem baixos índices de radiação solar sejam também elegíveis à expansão do aproveitamento do recurso da energia solar.

Assim, apesar do baixo índice de radiação solar na região Norte, a Amazônia já tem 370 megawatts (MW) de potência em sistemas fotovoltaicos para geração distribuída. Vislumbra-se, assim, um caminho factível para uma transição energética nessa região, a fim de minimizar os impactos ambientais e sociais ocasionados pelas grandes hidrelétricas, de fluxo migratório, mudanças no uso da terra, desflorestamento e conflitos de terras.

Dessa maneira, dada a realidade crítica da Amazônia, já demonstrados em tópicos anteriores, é imprescindível satisfazer a crescente demanda de energia, ao mesmo tempo que se comprometa a reduzir as emissões de poluentes na região da Amazônia. E para essa problemática, a Energia Solar é uma inovação tecnológica que integra fatores ambientais, sociais e de governança no mercado, qual traz uma energia socialmente mais justa, consciente e inclusa na região Norte, que apesar de produzir energia para o Brasil inteiro, é a região que tem um dos custos mais elevados para o consumo de energia elétrica e onde milhares de pessoas estão fora da rede elétrica, quais consomem geradores a diesel, altamente poluente.

Há uma real necessidade e urgência de estímulo ao desenvolvimento com cunho sustentável e com produção de economia verde e limpa nessa região, dada a saúde do planeta. Segundo Tanaka, diretor da Absolar (PORTAL SOLAR, 2020) é grande o potencial de contribuição que a tecnologia da energia solar pode levar para a Amazônia.

Manaus, situado no coração da Amazônia, inaugurou em fevereiro de 2023 a maior usina solar da região Norte em uma área de 20 mil metros quadrados na BR-174, com 2,55 MWp de potência instalada. Isso significa em redução de emissão de 2,6 toneladas métricas de carbono (CO₂) e tem um efeito semelhante ao de um plantio de 43 mil árvores nativas (G1, 2023). É esperançoso o que a Energia Solar visa trazer para a sociedade amazônica, que infelizmente ainda tem cerca de 425 mil famílias sem acesso à rede elétrica (MONGABAY, 2023). Desse modo, comunidades quilombolas, ribeirinhas e aldeias serão beneficiadas pela energia solar sem que haja impactos ao meio ambiente, ajudando assim a neutralizar as emissões do efeito estufa (GEE) e a diminuir a insegurança climática.

Portanto, o futuro da energia está em descarbonizar e descentralizar a produção energética. Uma transição energética para a energia solar trará benefícios sociais, ambientais e econômicos. Se todos se unirem para investir nessa energia limpa, é possível desacelerar o aquecimento global.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

No contexto da insegurança climática que aflige a região amazônica, a busca por soluções sustentáveis tornou-se uma prioridade urgente. O presente trabalho buscou explorar a relevância da energia solar como uma solução promissora e sustentável, necessária para combater as mudanças climáticas na Amazônia, abordando uma série de tópicos interligados que destacam a complexidade da questão ambiental na região.

Nesse viés, demonstrou-se como a Amazônia desempenha um papel crucial no equilíbrio do clima global e o quanto a problemática das mudanças climáticas na região é

evidente e perturbadora, ocasionando impactos profundos e duradouros em todo o planeta. A insegurança climática se manifesta nas secas prolongadas, nas inundações e na crescente imprevisibilidade do clima, afetando profundamente as comunidades locais e a economia regional.

Assim, observou-se que a necessidade de adaptação para um modelo de economia verde na Amazônia é inegável e já está ocorrendo, com a transição energética para as hidrelétricas, considerada uma fonte energética renovável. Entretanto, nota-se que os diversos impactos negativos da construção destas usinas na região amazônica, que promovem o desmatamento, a inundação de áreas florestais, mudança no regime dos rios e diversos outros impactos ambientais e sociais não cumprem com êxito os objetivos sustentáveis, necessários para a prevenção da Amazônia.

A análise crítica desses impactos decorrentes dos empreendimentos hidrelétricos na região amazônica, à luz dos princípios constitucionais e ambientais que regem o Brasil, bem como as diversas demandas internacionais, sublinham a importância de buscar alternativas que conciliem o desenvolvimento econômico e a segurança energética com a preservação da biodiversidade amazônica, ou seja, uma alternativa energética que seja eficiente e sustentável de fato, estando em consonância com a justiça social e os direitos humanos.

Ante a problemática, o presente artigo buscou a energia solar como uma oportunidade para alcançar esses objetivos sustentáveis de maneira efetiva, considerando que esta é uma fonte renovável que não requer grandes modificações no ambiente natural e pode reduzir a dependência da região amazônica em relação a fontes de energia não renováveis.

Os dados apresentados indicam um potencial expressivo da energia solar em comparação com outras fontes, destacando sua capacidade de suprir a demanda energética do país. A avaliação de abundância de radiação solar no país aliada à sua distribuição geográfica, oferece a oportunidade única de uma transição energética que não apenas apresenta uma solução para áreas remotas, tradicionalmente excluídas do acesso à eletricidade, mas também contribui para a proteção de ecossistemas sensíveis, prevenindo, desta forma, possíveis descumprimentos dos princípios norteadores do direito constitucional e ambiental. Assim, ao alinhar-se aos princípios da equidade intergeracional e do direito fundamental à proteção do meio ambiente, a energia solar se posiciona como uma solução condizente com a legislação e a ética ambiental.

Além dos diversos benefícios ambientais mencionados ao longo do presente trabalho, observou-se que a energia solar emerge como um motor para a economia verde, gerando empregos, investimentos e recursos financeiros para todo o país. Ainda, verificou-se a riqueza

de recursos naturais para fabricação de painéis solares no Brasil, o que torna o país plenamente capaz de se beneficiar desta fonte energética limpa e estável.

Por fim, conclui-se que a energia solar é uma medida necessária, promissora e efetiva no combate à insegurança climática na Amazônia, que merece um esforço conjunto para preservar seu patrimônio natural e cultural por sua importância vital para o clima global. A transição para esta fonte sustentável não é apenas uma necessidade ambiental, mas uma oportunidade para promover uma sociedade mais justa, sustentável e economicamente próspera. Isto posto, é fundamental que governos, organizações não governamentais e o setor privado colaborem para superar barreiras, garantindo que as políticas energéticas incentivem a transição para uma matriz energética mais limpa e contribuam para a mitigação das mudanças climáticas.

REFERÊNCIAS

ABSOLAR. **Energia solar ultrapassa R\$ 150,7 bilhões em investimentos no Brasil**. 2023. São Paulo. Disponível em: <https://www.absolar.org.br/energia-solar-ultrapassa-r-1507-bilhoes-em-investimentos-no-brasil-segundo-absolar/>. Acesso em: 31 out. 2023.

ALVES, Anna Raisa Da Costa *et al.* A radiação solar é efetiva o ano inteiro para geração de energia solar fotovoltaica em Santarém-PA, Amazônia, Brasil?. **Conjecturas**, [S. l.], v. 21, n. 5, p. 509–522, 2021. Disponível em: <https://conjecturas.org/index.php/edicoes/article/view/275>. Acesso em: 2 nov. 2023.

AM, G1. **Manaus inaugura maior usina de energia solar da região Norte do país**. G1, 2023. Disponível em: <https://g1.globo.com/am/amazonas/noticia/2023/02/02/manaus-inaugura-maior-usina-de-energia-solar-da-regiao-norte-do-pais.ghtml>. Acesso em: 31 out. 2023.

ASSAD, Eduardo Delgado; MARTINS, Susian Christian; PINTO, Hilton Silveira Pinto. Coleção de estudos sobre diretrizes para uma economia verde no Brasil: sustentabilidade no agronegócio brasileiro. Rio de Janeiro: **Fundação Brasileira para o Desenvolvimento Sustentável**. 2012. Disponível em: <https://www.bibliotecaagptea.org.br/administracao/educacao/livros/SUSTENTABILIDADE%20NO%20AGRONEGOCIO%20BRASILEIRO.pdf>. Acesso em: 15 de out. 2023

BACELLAR, Regina Maria Bueno. A crise da água e os reflexos nas atividades de geração de energia elétrica: a indisponibilidade de bens essenciais à existência humana conforme valores do estado democrático do direito. **Direito e Justiça: Estudos contemporâneos**, n. 1, p. 39-54, 2015. Disponível em: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8801180>. Acesso em: 23 out. 2023.

BEZERRA, Francisco Diniz. Energia solar. Fortaleza: **Banco do Nordeste do Brasil**, ano 6, n.174, jul. 2021. Disponível em: <https://bnb.gov.br/s482-dspace/handle/123456789/834> Acesso em: 02 nov. 2023.

BRASIL. Governo Federal. Ministério de Minas e Energia. EPE – Empresa de Pesquisa Energética. **Balanco Energético Nacional 2023 - Ano Base 2022**. Rio de Janeiro. 2023. Disponível em: <https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-748/topico-687/BEN2023.pdf>. Acesso em: 17 out. 2023.

BRASIL. Governo Federal. MME - Ministério de Minas e Energia. Nota técnica PR 04/18. **Potencial dos Recursos Energéticos no Horizonte 2050**. Rio de Janeiro. 2018, p.133. Disponível em: [https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-227/topico-416/03.%20Potencial%20de%20Recursos%20Energéticos%20no%20Horizonte%202050%20\(NT%20PR%2004-18\).pdf](https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-227/topico-416/03.%20Potencial%20de%20Recursos%20Energéticos%20no%20Horizonte%202050%20(NT%20PR%2004-18).pdf). Acesso em: 29 out. 2023.

BRASIL. Governo Federal. MRE - Ministério das Relações Exteriores. **OTCA, Organização do Tratado de Cooperação Amazônica**. 2023. Disponível em: <https://www.gov.br/planalto/pt-br/assuntos/cupula-da-amazonia/otca-organizacao-do-tratado-de-cooperacao-amazonica>. Acesso em: 17 out. 2023.

BURSZTYN, Marcel. Energia solar e desenvolvimento sustentável no Semiárido: o desafio da integração de políticas públicas. **Estudos Avançados**. 2023, p.177. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/s0103-4014.2020.3498.011>. Acesso em: 29 out 2023.

CAMPOS, Marina Thereza; HIGUCHI, Francisco Gasparetto. Aquecimento Global e Mudança Climática na Amazônia: Retroalimentação Clima-Vegetação e Impactos nos Recursos Hídricos. **American Geophysical Union**, 2009, p.7. Disponível em: https://daac.ornl.gov/LBA/lbaconferencia/amazonia_global_change/17_Aquecimento_Global_Marengo.pdf. Acesso em: 14 out. 2023.

CAVALCANTE, Denise Lucena, CALIENDRO, Paulo. **Tributação ambiental e energias renováveis**. p. 35. 2016. Disponível em: https://repositorio.pucrs.br/dspace/bitstream/10923/11538/2/Tributacao_ambiental_e_energias_renovaveis.pdf. Acesso em: 23 out. 2023.

CETESB. **Quais os impactos da energia nas mudanças climáticas?** 2021. Disponível em: <https://cetesb.sp.gov.br/blog/2021/09/02/quais-os-impactos-da-energia-nas-mudancas-climaticas/#:~:text=Segundo%20a%20diretora%2C%20%E2%80%9Co%20consumo,e%20outras%20queimas%20de%20combust%C3%ADvel>. Acesso em: 21 de ago. 2023

COSTA, Gean Magalhães da.; CAVALCANTE, Maria Madalena de Aguiar.; SILVA, Girlany Valéria Lima da.; MORET, Artur de Souza. Hidrelétricas e Unidades de Conservação na Amazônia. **Mercator**. Fortaleza, v. 20, e 20017, 2021, p. 41. Disponível em: <https://doi.org/10.4215/rm2021.e20017>. Acesso em: 31 out. 2023.

DANTAS, Stefano Giacomazzi.; POMPERMAYER, Fabiano Mezadre. Viabilidade Econômica de Sistemas Fotovoltaicos no Brasil e possíveis efeitos no setor elétrico. **IPEA**. 2388. Rio de Janeiro. 2018, p.7. Disponível em: https://portalantigo.ipea.gov.br/agencia/images/stories/PDFs/TDs/td_2388.pdf. Acesso em: 28 out. 2023.

DUBEUX, Carolina Burle Schmidt. Complementariedade entre políticas de combate ao aquecimento global e qualidade da vida urbana. *In*: MOTTA, Ronaldo Seroa da et al. **Mudança do clima no Brasil: aspectos econômicos, sociais e regulatórios**. 2011. p. 66. Disponível em: <https://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/3162/1/Mudan%C3%A7a%20do%20clima%20no%20Brasil....pdf>. Acesso em: 19 out. 2023.

FEARNSIDE, Philip M. A vulnerabilidade da floresta amazônica perante as mudanças climáticas. **Oecologia Brasiliensis**, v. 13, n. 4, p. 609-618, 2009. Disponível em: http://philip.inpa.gov.br/publ_livres/2009/Vulnerabilidade%20da%20floresta%20Amazônica.pdf. Acesso em: 14 out 2023.

FERREIRA, Lindomayara França; DE CARVALHO, Cynthia Xavier. Hidrelétricas na Amazônia: uma discussão dos impactos de Belo Monte à luz do licenciamento ambiental. **Revista Tempo do Mundo**, n. 27, p. 385-422, 2021. Disponível em: <https://www.ipea.gov.br/revistas/index.php/rtm/article/view/336/318>. Acesso em: 23 out. 2023.

FRANCISCO, A. C. C.; VIEIRA, H. E. M.; ROMANO, R. R.; ROVEDA, S. R. M. M. Influência de parâmetros meteorológicos na geração de energia em painéis fotovoltaicos: um caso de estudo do smart campus Facens, SP, Brasil. *Urbe*. **Revista Brasileira de Gestão Urbana**, v. 11, e20190027. 2019, p. 4. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/2175-3369.011.e20190027>. Acesso em: 28 out 2023.

FREIRE, Luciana Martins.; LIMA, Joselito Santiago de.; SILVA, Edson Vicente da. Belo Monte: Fatos e impactos envolvidos na implementação da usina hidrelétrica na região Amazônica Paraense. **Sociedade&Natureza**. Uberlândia, MG, v.30, n.32018, p. 29. 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.14393/SN-v30n3-2018-2>. Acesso em: 31 out. 2023.

FRISCHTAK, Claudio Roberto. O Brasil e a economia verde: fundamentos e estratégia de transição. *In*: GRAMKOW, Camila Luciana; PRADO, Paulo Gustavo. **Política Ambiental: Economia Verde: Desafios e Oportunidades**. Belo Horizonte, n. 8, p. 98-110, 2011. Disponível em: https://www.conservation.org/docs/default-source/brasil/politica_ambiental_08_portugues.pdf?sfvrsn=56e8b5ed_2. Acesso em: 17 set. 2023.

GALLO, Edmundo *et al.* Saúde e Economia Verde: Desafios para o Desenvolvimento Sustentável e Erradicação da Pobreza. **Cien Saude Colet**. 2012; 17(6):1457-1462. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1413-81232012000600010>. Acesso em: 15 out. 2023

GANDOOUR, Clarissa; SCHUTZE, Amanda. **A Amazônia produz energia renovável para o país, mas consome diesel.** 2022. Disponível em: <https://plenamata.eco/2022/06/14/amazonia-energia-renovavel-consome-diesel/>. Acesso em: 14 out. 2023.

GOMES, Denise Gomes de. **O setor elétrico brasileiro e sua transição para a economia verde no período 1970-2016.** 2018. Disponível em: https://repositorio.ufsm.br/bitstream/handle/1/17157/DIS_PPGED_2018_GOMES_DENISE.pdf?sequence=1&isAllowed=y. Acesso em: 15 out. 2023.

GRANZIERA, Maria Luiza Machado; REI, Fernando. Economia verde e matriz energética brasileira: delineamentos e reflexões. **ENERGIA E MEIO AMBIENTE**, v. 9. 2015 (p. 12). Disponível em: <https://www.unisantos.br/wp-content/uploads/2016/09/ENERGIA-E-MEIO-AMBIENTE.pdf>. Acesso em: 14 de out. 2023.

HINRICHS, Roger A.; KLEINBACH, Merlin. Energia e meio ambiente. Tradução da 5ª Ed. São Paulo: **Cengage Learning Brasil**, 2014. P. 01.
<https://www.portalsolar.com.br/noticias/mercado/geracao-distribuida/energia-solar-ultrapassa-24-gw-na-geracao-distribuida-no-brasil>. Acesso em: 30 out. 2023.

IDEIA SUSTENTÁVEL. **Sustentabilidade é palavra de ordem na nova carta de Larry Fink, CEO da BlackRock.** 15 de janeiro de 2020. Disponível em: <https://ideiasustentavel.com.br/sustentabilidade-e-palavra-de-ordem-na-nova-carta-de-larry-fink/>. Acesso em: 31 de outubro de 2021.

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE - IPCC. Climate Change 2014: Mitigation of Climate Change. Contribution of Working Group III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press: Cambridge, 1435 p. 2014. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 35, n. 1, 135-145, 2020. [rbmet.org.br](http://dx.doi.org/10.1590/0102-7786351009). Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/0102-7786351009>. Acesso em: 14 out. 2023.

ISAGUIRRE-TORRES, Katya Regina; MASO, Tchenna Fernandes. As lutas por justiça socioambiental diante da emergência climática. **Revista Direito e Práxis**, v. 14, p. 458-485, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/2179-8966/2023/73122>. Acesso em: 17 out. 2023

JACOBI, Pedro Roberto; SINISGALLI, Paulo Antonio de Almeida. Governança ambiental e economia verde. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 17, n. 6, p. 1469-1478, 2012. Disponível em: <https://www.scielo.org/pdf/csc/v17n6/v17n6a11.pdf>. Acesso em: 14 out. 2023.

LAKATOS, Eva Maria; MARCONI, Marina de Andrade. Fundamentos de metodologia científica. 5. ed. São Paulo: **Atlas**, 2003. Disponível em: https://docente.ifrn.edu.br/olivianeta/disciplinas/copy_of_historia-i/historia-ii/china-e-india/view. Acesso em: 29 out. 2023.

LEÃO, Rafael. A agenda 2030 das Nações Unidas e as energias renováveis no Brasil. **Radar: tecnologia, produção e comércio exterior**, [S.L.], Ed. n. 60, p. 7-11, 30 ago. 2019. Instituto de

Pesquisa Econômica Aplicada - IPEA. Disponível em: <https://doi.org/10.38116/radar60/agenda2030>. Acesso em: 23 out. 2023.

LOVELOOK, James. A vingança da gaia. ed. Intrínseca. Rio de Janeiro. 2006. p.17-19.

MARENGO, José A; JR, Carlos Souza. **Mudanças Climáticas: Impactos e cenários para a Amazônia.** 2018, p. 3. Disponível em: https://prioridadeabsoluta.org.br/wp-content/uploads/2019/05/relatorio_mudancas_climaticas-amazonia.pdf. Acesso em: 13 out. 2023.

MARENGO, José, NOBRE, Carlos A., BETTS, Richard A., COX, Peter M., SAMPAIO, Gilvan, SALAZAR, Luis. Aquecimento Global e Mudança Climática na Amazônia: Retroalimentação Clima-Vegetação e Impactos nos Recursos Hídricos. **Geophysical Monograph Series**, v. 186, p. 1-24, 2010. Disponível em: https://daac.ornl.gov/LBA/lbaconferencia/amazonia_global_change/17_Aquecimento_Global_Marengo.pdf. Acesso em: 14 out 2023.

MONGABAY. **Como a energia solar está transformando comunidades isoladas da Amazônia.** 2023. Disponível em: <https://brasil.mongabay.com/2023/03/como-a-energia-solar-esta-transformando-comunidades-isoladas-da-amazonia/>. Acesso em: 31 out. 2023.

NASCIMENTO, Jayne Soares Martins *et al.* Mudanças no Uso da Terra na Amazônia Ocidental e a Resposta do Microclima à Ocorrência de Eventos Extremos. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 35, n.1, p. 135-145, 2020. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/0102-7786351009>. Acesso em: 28 de out. 2023.

OLIVEIRA, Nathalia Capellini Carvalho de. A grande aceleração e a construção de barragens hidrelétricas no Brasil. **Varia História**, Belo Horizonte, vol. 34, n. 65, 2018, p. 318. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/0104-87752018000200003>. Acesso em: 17 out. 2023.

PAVESE, Helena Boniatti. Delineamento de uma economia verde. *In*: GRAMKOW, Camila Luciana; PRADO, Paulo Gustavo. **Política Ambiental: Economia Verde: Desafios e Oportunidades.** Belo Horizonte, n. 8, p. 15-23, 2011. Disponível em: https://www.conservation.org/docs/default-source/brasil/politica_ambiental_08_portugues.pdf?sfvrsn=56e8b5ed_2. Acesso em: 17 set. 2023.

PEREIRA, Enio Bueno *et al.* **Atlas brasileiro de energia solar.** 2.ed. São José dos Campos: INPE, p.11-12, 2017. Disponível em: <http://doi.org/10.34024/97885170008>. Acesso em: 28 out. 2023.

PNUMA. Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente. **Rumo a uma economia verde: caminhos para o desenvolvimento sustentável e a erradicação da pobreza**, 2011. Disponível em: <https://www.unep.org/resources/report/rumo-uma-economia-verde-caminhos-para-o-desenvolvimento-sustentavel-e-erradicacao>. Acesso em: 15 set. 2023.

PORTAL SOLAR. **Amazônia é um grande polo de geração de energia solar**. 2020. Disponível em: <https://www.portalsolar.com.br/noticias/materias/amazonia-e-um-grande-polo-de-geracao-de-energia-solar>. Acesso em: 30 out. 2023.

PORTAL SOLAR. **Energia hídrica ainda representa 70% da matriz elétrica nacional**. 2020. Disponível em: <https://www.portalsolar.com.br/noticias/materias/hidreletrica-ainda-representa-70-da-matriz-eletrica-nacional>. Acesso em: 17 out. 2023.

PORTAL SOLAR. **Energia solar ultrapassa 24 GW na geração distribuída no Brasil**. 2023. Disponível em: <https://www.portalsolar.com.br/noticias/mercado/geracao-distribuida/energia-solar-ultrapassa-24-gw-na-geracao-distribuida-no-brasil>. Acesso em: 17 out. 2023.

RIBEIRO, Patrícia de Freitas Reis Vilela; BRAGA, Ricardo Fabel; REZENDE, Elcio Nacur. A importância da energia solar no desenvolvimento sustentável e os rumos da política pública para incentivo a essa fonte renovável no Brasil. **Revista de Direito e Sustentabilidade**, v. 8, n. 1, 2022. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.26668/IndexLawJournals/2525-9687/2022.v8i1.8810>. Acesso em: 13 nov. 2023.

SANTOS, Fabiano Pereira dos. Análise da influência dos dados ambientais aplicáveis nas previsões de geração de energia solar fotovoltaica para Manaus. 2023. Dissertação (Mestrado em Sistemas de Energia) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2023. Disponível em: <https://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/handle/1/31084>. Acesso em: 13 nov. 2023.

SOARES, Marcelo Negri; BEZERRA, Eudes Vitor; MARQUES, Eduardo Coleta. Energia solar: benefícios fiscais como meio garantidor do desenvolvimento sustentável e direitos da personalidade. **Revista de Direito Brasileira**, [S.l.], v. 33, n. 12, p. 234-247, set. 2023. ISSN 2358-1352. Disponível em: <https://www.indexlaw.org/index.php/rdb/article/view/8471>. Acesso em: 04 nov. 2023.

SOUZA DAVIES, Felipe; FRISSE, Gustavo Luiz; BRANDAO, Matheus Vinicius. A UTILIZAÇÃO DO SILÍCIO NACIONAL PARA A FABRICAÇÃO DE PLACAS SOLARES: UMA REFLEXÃO DAS DIFICULDADES TECNOLÓGICA E FINANCEIRA. In: **Congresso Brasileiro de Energia Solar-CBENS**. 2018. Disponível em: <https://anaiscbens.emnuvens.com.br/cbens/article/view/491/491>. Acesso em: 13 nov. 2023.

SUSTENTABIL. **Natura Solar**. 2020. Disponível em: <https://sustentabil.com.br/?p=4572>. Acesso em: 31 out. 2023.

YOUNG, Carlos Eduardo Frickmann. Potencial de crescimento da Economia Verde no Brasil. In: GRAMKOW, Camila Luciana; PRADO, Paulo Gustavo. **Política Ambiental: Economia Verde: Desafios e Oportunidades**, n. 8, p. 88-97, 2011. Disponível em: https://www.conservation.org/docs/defaultsource/brasil/politica_ambiental_08_portugues.pdf?sfvrsn=56e8b5ed_2. Acesso em: 17 set. 2023.