

**XXXI CONGRESSO NACIONAL DO
CONPEDI BRASÍLIA - DF**

**DIREITO AMBIENTAL, AGRÁRIO E
SOCIOAMBIENTALISMO I**

NORMA SUELI PADILHA

JERÔNIMO SIQUEIRA TYBUSCH

PAULA DE CASTRO SILVEIRA

Todos os direitos reservados e protegidos. Nenhuma parte destes anais poderá ser reproduzida ou transmitida sejam quais forem os meios empregados sem prévia autorização dos editores.

Diretoria - CONPEDI

Presidente - Profa. Dra. Samyra Haydée Dal Farra Naspolini - FMU - São Paulo

Diretor Executivo - Prof. Dr. Orides Mezzaroba - UFSC - Santa Catarina

Vice-presidente Norte - Prof. Dr. Jean Carlos Dias - Cesupa - Pará

Vice-presidente Centro-Oeste - Prof. Dr. José Querino Tavares Neto - UFG - Goiás

Vice-presidente Sul - Prof. Dr. Leonel Severo Rocha - Unisinos - Rio Grande do Sul

Vice-presidente Sudeste - Profa. Dra. Rosângela Lunardelli Cavallazzi - UFRJ/PUCRio - Rio de Janeiro

Vice-presidente Nordeste - Prof. Dr. Raymundo Juliano Feitosa - UNICAP - Pernambuco

Representante Discente: Prof. Dr. Abner da Silva Jaques - UPM/UNIGRAN - Mato Grosso do Sul

Conselho Fiscal:

Prof. Dr. José Filomeno de Moraes Filho - UFMA - Maranhão

Prof. Dr. Caio Augusto Souza Lara - SKEMA/ESDHC/UFMG - Minas Gerais

Prof. Dr. Valter Moura do Carmo - UFERSA - Rio Grande do Norte

Prof. Dr. Fernando Passos - UNIARA - São Paulo

Prof. Dr. Edinilson Donisete Machado - UNIVEM/UENP - São Paulo

Secretarias

Relações Institucionais:

Prof. Dra. Claudia Maria Barbosa - PUCPR - Paraná

Prof. Dr. Heron José de Santana Gordilho - UFBA - Bahia

Profa. Dra. Daniela Marques de Moraes - UNB - Distrito Federal

Comunicação:

Prof. Dr. Robison Tramontina - UNOESC - Santa Catarina

Prof. Dr. Liton Lanes Pilau Sobrinho - UPF/Univali - Rio Grande do Sul

Prof. Dr. Lucas Gonçalves da Silva - UFS - Sergipe

Relações Internacionais para o Continente Americano:

Prof. Dr. Jerônimo Siqueira Tybusch - UFSM - Rio Grande do Sul

Prof. Dr. Paulo Roberto Barbosa Ramos - UFMA - Maranhão

Prof. Dr. Felipe Chiarello de Souza Pinto - UPM - São Paulo

Relações Internacionais para os demais Continentes:

Profa. Dra. Gina Vidal Marcilio Pompeu - UNIFOR - Ceará

Profa. Dra. Sandra Regina Martini - UNIRITTER / UFRGS - Rio Grande do Sul

Profa. Dra. Maria Claudia da Silva Antunes de Souza - UNIVALI - Santa Catarina

Eventos:

Prof. Dr. Yuri Nathan da Costa Lannes - FDF - São Paulo

Profa. Dra. Norma Sueli Padilha - UFSC - Santa Catarina

Prof. Dr. Juraci Mourão Lopes Filho - UNICHRISTUS - Ceará

Membro Nato - Presidência anterior Prof. Dr. Raymundo Juliano Feitosa - UNICAP - Pernambuco

D597

DIREITO AMBIENTAL, AGRÁRIO E SOCIOAMBIENTALISMO I [Recurso eletrônico on-line] organização CONPEDI

Coordenadores: Norma Sueli Padilha, Jerônimo Siqueira Tybusch, Paula de Castro Silveira – Florianópolis: CONPEDI, 2024.

Inclui bibliografia

ISBN: 978-65-5274-036-6

Modo de acesso: www.conpedi.org.br em publicações

Tema: Saúde: UM OLHAR A PARTIR DA INOVAÇÃO E DAS NOVAS TECNOLOGIAS

1. Direito – Estudo e ensino (Pós-graduação) – Encontros Nacionais. 2. Direito ambiental e agrário. 3.

Socioambientalismo. XXXI Congresso Nacional do CONPEDI Brasília - DF (3: 2024 : Florianópolis, Brasil).

CDU: 34



XXXI CONGRESSO NACIONAL DO CONPEDI BRASÍLIA - DF

DIREITO AMBIENTAL, AGRÁRIO E SOCIOAMBIENTALISMO I

Apresentação

O Grupo de Trabalho Direito Ambiental, Agrário e Socioambientalismo I vem desempenhando importante papel na produção de pensamento crítico e reflexivo voltado à área do direito Ambiental e suas conexões interdisciplinares no âmbito da sustentabilidade e suas múltiplas dimensões.

Entre as temáticas abordadas em nosso Congresso de Brasília neste ano de 2024 estão: Racismo Ambiental, Incidente de Deslocamento de competência ecológica, Justiça Ambiental, Desenvolvimento Sustentável, proteção dos Recursos Naturais, Justiça climática, queimadas no Brasil, desinformação ambiental, áreas de preservação acadêmica, direito à sadia qualidade de vida das comunidades vulnerabilizadas, licenciamento ambiental, direitos da natureza, políticas públicas ambientais, preservação do patrimônio cultural, cidadania ambiental, soluções verdes, energias renováveis, controle concentrado de constitucionalidade como instrumento de defesa de direitos ambientais, uso de drones na agricultura e seus desafios ecológicos e vulnerabilidade socioambiental.

A diversidade e a qualidade das temáticas apresentadas demonstraram o comprometimento com a pesquisa ambiental na área do direito. Da mesma forma, percebe-se a evolução do Grupo de Trabalho nos seus mais de 15 anos de existência no âmbito do CONPEDI, fortalecendo e ampliando nossas redes de pesquisa. Boa leitura!

SOLUÇÕES VERDES: IMPACTOS E APLICABILIDADE DAS ENERGIAS RENOVÁVEIS NO BRASIL

GREEN SOLUTIONS: IMPACTS AND APPLICABILITY OF RENEWABLE ENERGY IN BRAZIL

Isabela Moreira Silva ¹

Goreth Maria Anicio de Almeida Alvarenga Alves ²

Resumo

Os recursos renováveis têm sido o foco de inúmeras pesquisas, devido à preocupação com as mudanças climáticas. Nesse sentido, várias são as razões para a implementação de fontes renováveis de energia. Assim, o objetivo desse estudo foi identificar os diferentes tipos de energias renováveis existentes no Brasil, bem como, a aplicabilidade e os impactos ambientais gerados por essas fontes. O trabalho foi desenvolvido sobre os preceitos do estudo exploratório por meio de uma pesquisa bibliográfica. Foram identificados cinco tipos de energias alternativas renováveis no Brasil, Biomassa, Eólica, Geotérmica, Hidráulica, Marítima e Solar. A energia solar foi considerada a mais viável em função de sua aplicabilidade, mesmo em locais isolados, do potencial encontrado em todo território, e, a redução dos impactos ambientais. Foram consideradas expressivas as diferenças de impacto ambiental entre as fontes estudadas e as fontes não-renováveis. Ainda, identificou-se que mesmo com diversas alternativas energéticas e um imenso potencial de recursos renováveis, a utilização desses recursos no Brasil deve ser considerada insuficiente para geração de energia.

Palavras-chave: Fontes alternativas, Energias renováveis, Impactos ambientais, Alterações climáticas, Energia verde

Abstract/Resumen/Résumé

Currently, renewable resources have been the focus of countless research, due to concerns about the environment. In this sense, there are several reasons for implementing renewable energy sources. Thus, the objective of this study was to identify the different types of renewable energy existing in Brazil, as well as the applicability and environmental impact generated by these sources. The work was developed based on the precepts of exploratory study through bibliographical research. Five types of renewable alternative energies were identified in Brazil: Biomass, Wind, Geothermal, Hydraulic, Maritime and Solar. Solar energy was considered the most viable due to its applicability, even in isolated locations, the potential found throughout the territory, and the reduction of environmental impacts. The differences in environmental impact between the sources studied and non-renewable sources were considered significant. Furthermore, it was identified that even with several energy

¹ Doutoranda pela Escola Superior Dom Helder Câmara

² Doutoranda pela Escola Superior Dom Helder Câmara

alternatives and an immense potential for renewable resources, the use of these resources in Brazil must be considered insufficient for energy generation.

Keywords/Palabras-claves/Mots-clés: Alternative sources, Renewable energy, Environmental impacts, Climate change, Green energy

1. INTRODUÇÃO

O desenvolvimento da humanidade, ao longo de muitos anos, garantiu melhores índices de conforto e longevidade devido a avanços na agricultura, na medicina, dentre outros. As fontes alternativas de energia verde são essenciais para o desenvolvimento sustentável. Elas oferecem soluções limpas e renováveis, reduzindo a dependência de combustíveis fósseis e minimizando os impactos ambientais. A busca por fontes de energia alternativa e sustentável se tornou uma prioridade global, à medida que enfrentamos os desafios das mudanças climáticas e a necessidade de reduzir nossa dependência de combustíveis fósseis.

A partir destes, a densidade populacional no planeta vem aumentando e, com isso, também aumenta a procura por mais recursos energéticos, causando impactos ambientais que vêm sendo discutidos mundialmente, mediante a conscientização da gravidade da questão. Nesse sentido, a crescente preocupação com as questões ambientais e a conscientização mundial sobre a promoção do desenvolvimento em bases sustentáveis vêm estimulando a realização de pesquisas de desenvolvimento tecnológico que visam à incorporação dos efeitos da aprendizagem e consequente redução dos custos de geração dessas tecnologias (Freitas & Dathein, 2013).

Assim, várias são as razões para o fomento às fontes renováveis alternativas, atualmente, os recursos naturais e renováveis têm sido o foco de inúmeras pesquisas, impulsionadas pelo aumento das preocupações com o meio ambiente, devido aos problemas ecológicos e do aquecimento global, gerados pela utilização de combustíveis fósseis. O aproveitamento correto das fontes renováveis é um excelente modo de substituir as “energias sujas” e evitar danos ao planeta (Azevedo, 2013).

As fontes renováveis de energia são aquelas em que os recursos naturais utilizados são capazes de se regenerar, ou seja, são considerados inesgotáveis, além de diminuir os impactos ambientais e contornar o uso de matéria prima que normalmente é não renovável. 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. Além de serem praticamente inesgotáveis, as energias renováveis podem apresentar impacto ambiental muito baixo, sem afetar o balanço térmico ou a composição atmosférica do planeta. O desenvolvimento das tecnologias para o

aproveitamento das fontes renováveis poderá beneficiar comunidades rurais e regiões afastadas, bem como a produção agrícola através da autonomia energética e consequente melhoria global da qualidade de vida dos habitantes (Cosbey, 2011).

Tendo em vista que as fontes alternativas renováveis de energia produzem benefícios para a sociedade e reduzem os impactos ambientais, este estudo teve como objetivo explorar algumas das principais fontes de energia verde que vêm ganhando destaque, como a energia solar fotovoltaica, a energia eólica, a energia hidroelétrica, a energia geotérmica e a energia de biomassa.

Abordamos seus princípios de funcionamento, benefícios ambientais, desafios e oportunidades, com o objetivo de fornecer uma visão abrangente sobre o papel vital dessas fontes alternativas na transição para um futuro mais sustentável. Para tal a metodologia utilizada foi um estudo exploratório por meio de pesquisa bibliográfica.

2- FONTES ALTERNATIVAS DE ENERGIA VERDE

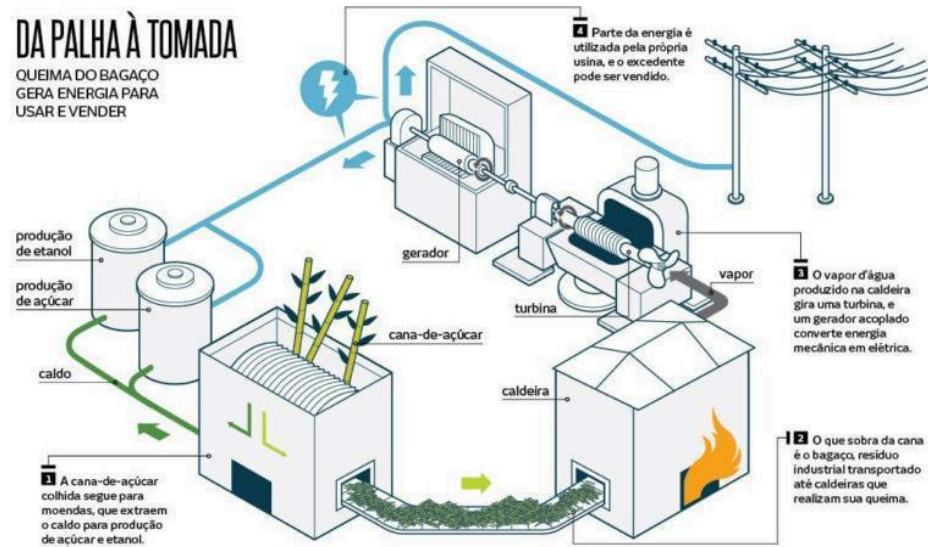
2.1 - Energia de Biomassa

A Biomassa é todo insumo renovável proveniente de matéria orgânica produzida em um ecossistema (animal ou vegetal), que pode ser utilizada na produção de energia elétrica, sendo apenas uma parte dessa matéria utilizada como biomassa, devido ao que o ecossistema absorve para sua própria manutenção. E assim como outras fontes renováveis de energia, é uma forma indireta da energia solar. Assim, para definir a biomassa para geração de energia elétrica, exclui-se os combustíveis fósseis (Eduardo & Moreira, 2010; Monteiro et al., 2013).

Existem vários tipos de tecnologias empregadas para a produção de energia elétrica a partir da biomassa, porém todas elas estimam-se a conversão de matéria orgânica em um produto mediatário que será utilizado em máquina motriz, fazendo com que esta máquina gere energia mecânica movendo-se o gerador de energia elétrica. De maneira geral, todas as tecnologias existentes são aplicadas em processo de cogeração. Esse sistema de cogeração permite produzir sincronicamente energia e calor e assim permite configurar estes sistemas à forma mais coerente para a utilização de combustíveis. No entanto, dentre os principais processos de conversão da biomassa em energéticos e seu aproveitamento, podemos citar a combustão direta, gaseificação, pirólise, digestão anaeróbica, fermentação e transesterificação (Atlas, 2008; WWF, 2012; CEMIG, 2012).

A Biomassa é uma das fontes que tem crescido muito no Brasil com sistemas de cogeração do setor industrial e de serviços e possivelmente tende a crescer muito mais aos longos dos anos. Vários são os fatores para esse crescimento sendo os principais deles a capacidade já instalada até agora e o aumento do potencial da produção de cana-de-açúcar, motivado pelo consumo crescente do etanol (Eduardo & Moreira, 2010).

Figura 1 - Energia de Biomassa



Fonte: Energes (2020).

2.2 - Energia Eólica

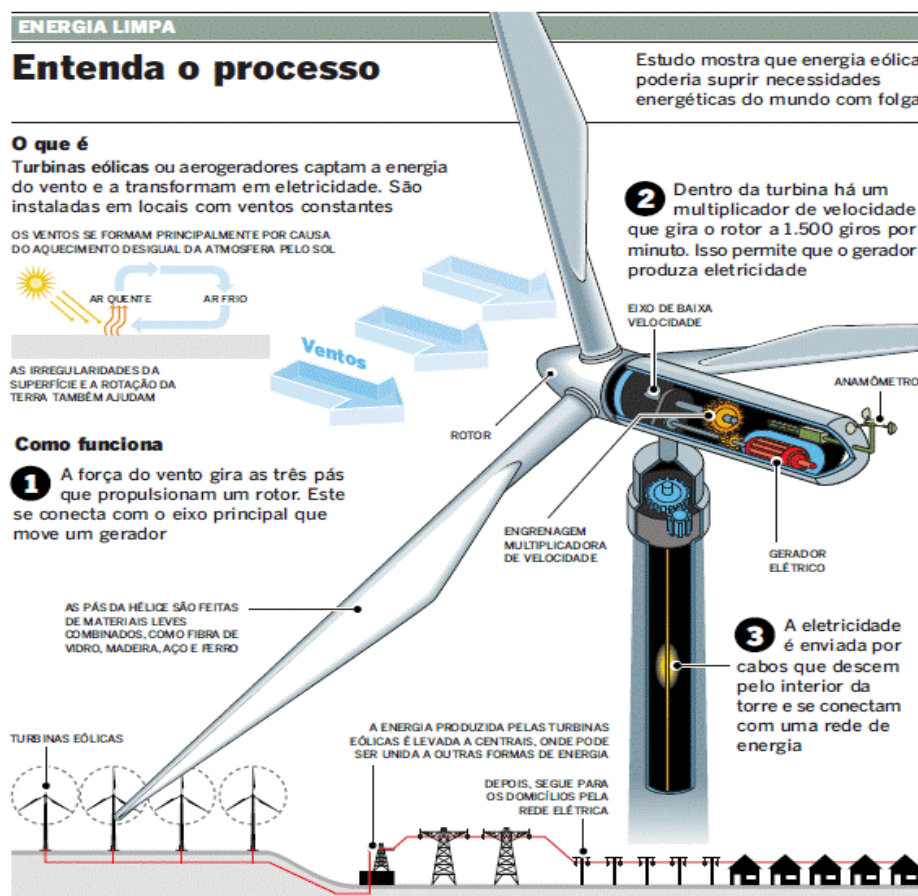
A energia cinética contida nas massas de ar em movimento (vento) vem sendo usado pelo homem há mais de 3.000 anos. O conceito de gerar energia elétrica a partir dos ventos teve início no século XIX, naquela época eram usados os moinhos para moer grãos, transportar mercadorias em barcos a vela e bombear água, sendo utilizado o mesmo método até os dias de hoje, onde o vento atinge a hélice da qual gira um eixo impulsionando gerador (Atlas, 2008).

As tecnologias de aproveitamento para a geração de energia eólica, se dá através dos aerogeradores eólicos que têm por objetivo principal maximizar o aproveitamento do vento para a geração de eletricidade, obedecendo os seguintes aspectos como locais com muito ou pouco vento, conexão aos sistemas elétricos locais, desempenho aerodinâmico, desempenho acústico, situações climáticas extremas, integração com o meio ambiente e impacto visual. As turbinas são classificadas como pequenas, medias e grandes (Atlas, 2008; CEMIG, 2012).

Apesar deste tipo de tecnologia não queimar combustíveis fósseis e consequentemente não produzir emissões atmosféricas poluentes, a sua implantação com fazendas eólicas não é plenamente privada dos impactos ambientais, visto que elas modificam as paisagens com suas grandes torres e hélices e ainda ameaçam as aves se forem implantados em rotas migratórias. Sem contar os ruídos emitidos (baixa frequência) podem causar incomodo e até mesmo interferências nas TVs. Outro problema grande também enfrentado é o alto custo dos geradores eólicos e a ainda assim com esses custos elevados acaba sendo uma fonte de alternativa viável, pois tem um retorno financeiro a curto prazo (CEMIG, 2012; Silva & Brito, 2016).

Assim, no âmbito nacional e em relação à crise energética existente, as perspectivas quanto ao uso dessa energia são cada vez maiores e apesar de estarem em crescimento no Brasil, no mundo ela já movimenta cerca de 2 bilhões de dólares. No Brasil o Ceará foi o primeiro estado a se manifestar em relação a essa energia e assim estimulou vários outros estados brasileiros que hoje têm 20,3 MW de capacidade instalada em território nacional conectadas à rede elétrica (ANEEL, 2016; Silva & Brito, 2016).

Figura 2 - Energia Eólica



Fonte: Leonardo Energy Brasil (2017)

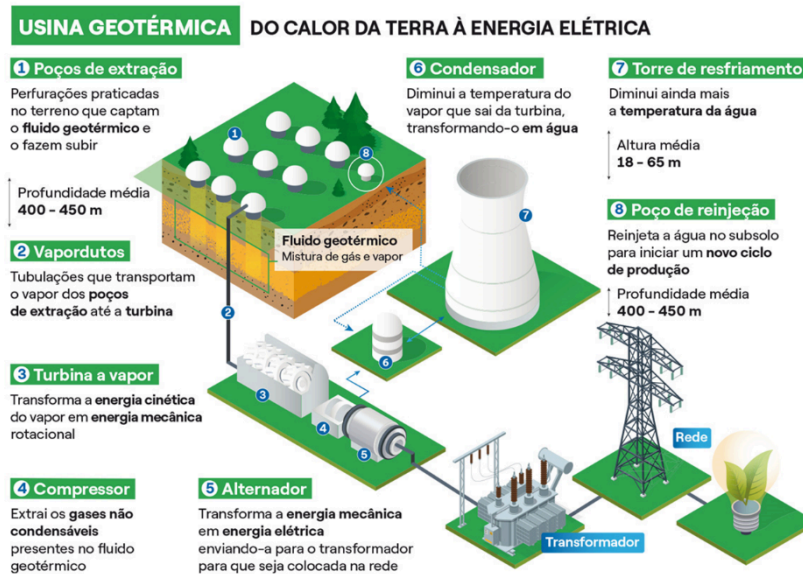
A energia eólica é gerada pelo movimento das turbinas movidas pelo vento. É uma das fontes de energia que mais cresce no mundo, contribuindo significativamente para a redução de emissões de CO₂.

2.3 - Energia Geotérmica

A energia geotérmica ou geotermal é proveniente do calor existente no interior da terra e existe desde que o planeta foi criado. Ela surgiu na Itália em 1904 com tentativa de gerar eletricidade a partir dessa energia, porém não foi bem-sucedido devido substâncias encontradas no vapor absorvido. Assim, os principais recursos desta energia são os gêiseres (fontes de vapor no interior da terra que demonstram erupções frequentemente) e onde existem água ou rochas a temperaturas altas, possibilitando o seu aproveitamento de energia térmica e conseqüentemente energia elétrica. Portanto, esta água a temperaturas altas produz o vapor que posteriormente alimenta os geradores de turbina e produz eletricidade. Essa fonte alternativa de energia é possível em razão da capacidade natural da terra em reter calor em seu interior, onde acha-se magma que se constitui em rochas derretidas. Atualmente existem três formas de aproveitamento da energia geotérmica dentre elas a utilização direta, centrais geotérmicas e as bombas de calor (CEMIG, 2012; Pimenta Neto & Araujo, 2014).

Este tipo de energia possui muitos benefícios em relação aos impactos ambientais como não agredir o solo, custo baixo para manutenção, não é vulnerável ao clima, benefícios em áreas afastadas, porém também gera impactos ambientais como liberação de dióxido de enxofre que é prejudicial à saúde e altamente corrosivo gerando também um odor desagradável, eventual afundamento do terreno, possível contaminação de lagos e rios e a principal desvantagem é que só pode ser operada em áreas propícias (Pimenta Neto & Araujo, 2014). No Brasil existem poucas áreas para esse tipo de aproveitamento de energia, e mesmo as que existem praticamente não são utilizadas. Não há produção de energia geotérmica no Brasil, o país aproveita apenas o calor gerado por águas termais e utiliza as mesmas para o turismo como encontrado nas cidades de Poços de Caldas (MG) e Caldas Novas (GO) (Atlas, 2008).

Figura 3 – Usina Geotérmica do calor da terra à energia elétrica



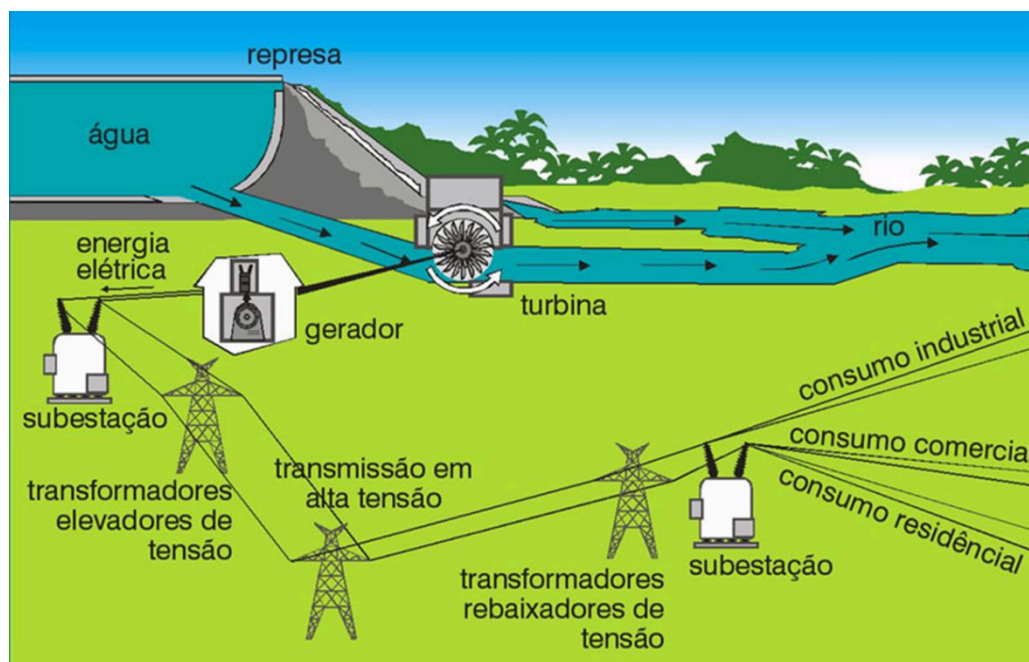
Fonte: Enel Green Power, 2024.

2.4 - Energia hidráulica

A energia hidráulica teve origem desde os tempos remotos no século II a.c, onde utilizavam-se as famosas noras (rodas de água do tipo horizontal), na qual começaram-se a substituir o trabalho animal pelo trabalho mecânico. E assim com o desenvolvimento tecnológico no século XVIII surgiram as primeiras turbinas e os motores hídricos o que favoreceu na transformação de energia mecânica em energia elétrica. Essa energia tinha como parâmetros a acumulação, a aceleração e a evaporação da água, características estas causadas pela energia gravitacional e pela irradiação solar, tornando estes responsáveis pela geração de energia elétrica (Atlas, 2008; CEMIG, 2012).

A constituição de uma usina hidroelétrica, se dá de forma conjunta e integrada sendo formada basicamente pelo sistema de captação e adução da água, pela barragem, pela casa de força e pelo vertedouro. A finalidade da barragem é interceptar água, formando um reservatório onde será armazenada a água. Afora o armazenamento de água este reservatório facilita para que a vazão do rio seja adequada, tanto em dias chuvosos quanto em dias de estiagem, acarretando na captação da chuva em volume adequado e em uma diferença de altura de modo que se torna essencial para a geração de energia hidroelétrica (Eduardo & Moreira, 2010; CEMIG, 2012).

Figura 4 – Energia hidráulica



Fonte: LinkedIn, 2016.

Mesmo com o alto custo para implantação de usinas hidrelétricas, o preço do seu combustível principal (a água) é zero o que o torna uma energia renovável e não poluidora de gases poluentes na atmosfera, contribuindo para a luta contra o aquecimento global. Entretanto apesar de ser uma energia renovável e não liberar gases poluentes, as usinas hidrelétricas causam grandes impactos ambientais e sociais na sua implantação como a destruição vegetal natural, o assoreamento do leito dos rios, o desmoronamento de barreiras, a extinção de certas espécies de peixes, além dos impactos sociais relacionados ao deslocamento das populações que ali viviam (Queiroz et al., 2013).

O Brasil hoje desfruta das hidrelétricas como sendo sua principal fonte de energia, composto atualmente por 1220 usinas hidrelétricas com capacidade total de 92.415MW instalada correspondendo a 61,34% na matriz elétrica brasileira, e esses números tendem a subir nos próximos anos com mais sete empreendimentos em construção e seis para iniciar (ANEEL, 2016).

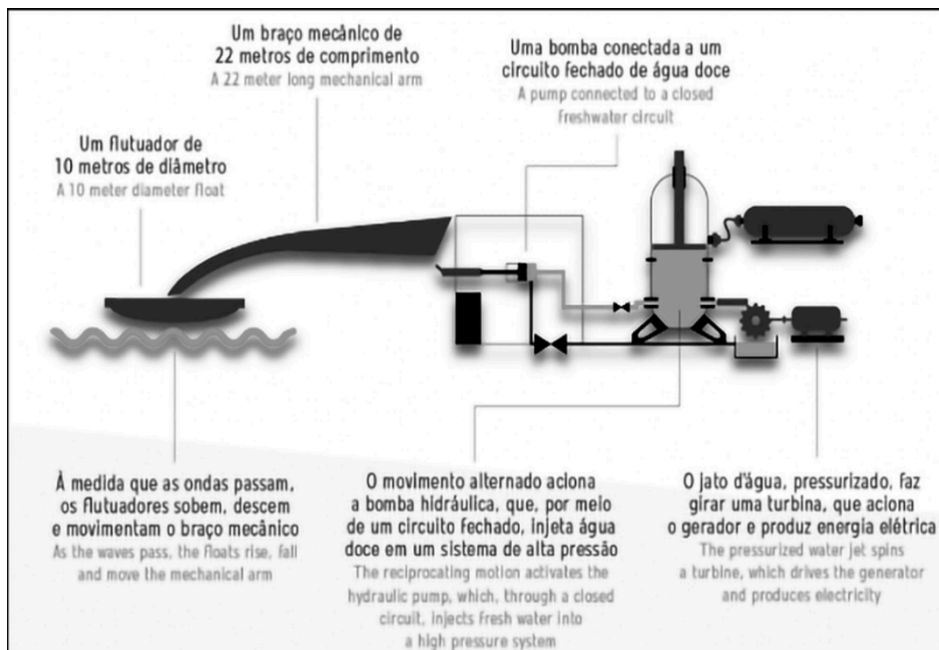
2.4 - Energia das Marés

Assim como algumas energias a energia dos oceanos é indiretamente oriunda da energia solar, visto que o sol aquece a superfície da terra provocando os ventos que de modo em contato com a água transfere energia através da operação das tensões cisalhantes, que por sua vez resulta na formação e crescimento das ondas. Essa energia teve origem no século XII

na Europa, onde usavam-se moinhos submarinos nas entradas de estreitas baías (o fluxo e o refluxo movimentavam as pedras de moer). A energia proveniente do mar demonstra grandes quantidades de energia armazenada no deslocamento das suas massas de água, sendo essa energia uma grande oportunidade em todo o mundo, visto que é uma energia limpa sem agredir ao meio ambiente (ATLAS, 2008).

Para o aproveitamento dessa energia existem no momento basicamente 4 tecnologias envolvidas, energia das ondas, energia das marés, energia térmica dos oceanos e energia cinética através das correntes marítimas. Contudo há perspectivas de aperfeiçoamento de diferentes tecnologias, que ainda estão a dar os primeiros passos, que serão aprimoradas e posteriormente expandidas em todo o mundo ao longo dos anos (CEMIG, 2012). Este tipo de energia ainda não tem um grande avanço mundial, entretanto em nosso país estudos feitos pela Coordenação de Pós-Graduação de Engenharia (COOPE) da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), visam um potencial de geração de 40GW existente. Desta forma foi instalado um protótipo de forma experimental no Porto de Pécem no estado do Ceará e é a primeira usina da América Latina movida pela força das ondas, tendo a capacidade de geração de 50kW (ATLAS, 2008; CEMIG, 2012).

Figura 5 – Energia marítima: aspectos tecnológicos, econômicos e impactos ambientais na geração de eletricidade



Fonte: ResearchGate, 2021.

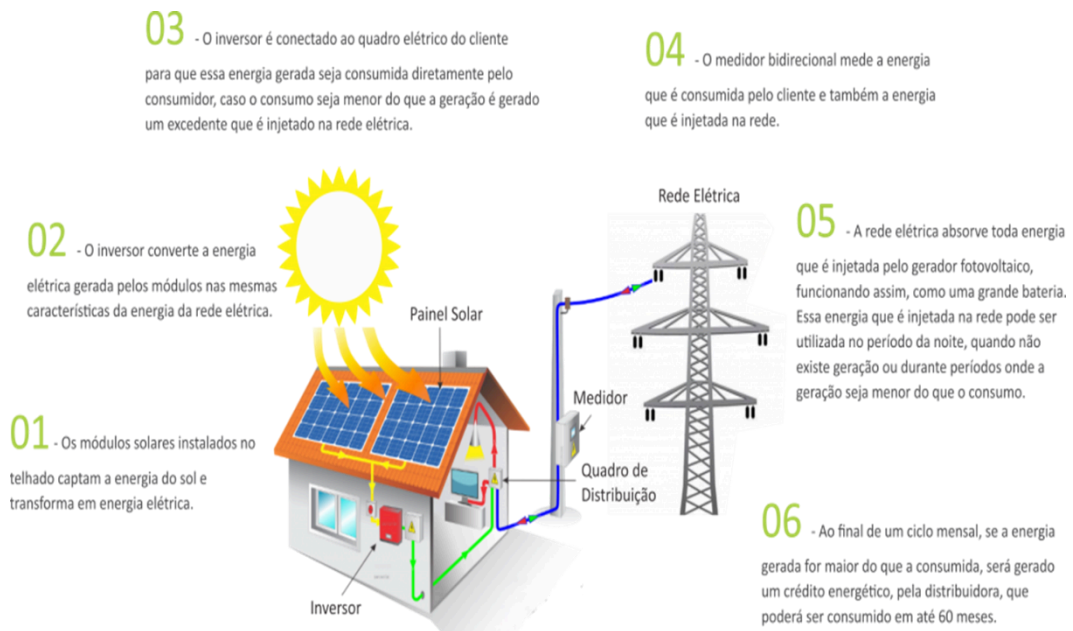
2.5 - Energia Solar

O mundo tem ligação com a energia desde os tempos primórdios, mais especificamente no século VII a.C, visto que já naquela época o sol era utilizado para secar peles e alimentos e até mesmo para fazer fogo na qual usavam lentes para concentrar o sol e assim queimar pequenos pedaços de madeira. O sol é o maior potencial de energia que supre a terra, sendo uma fonte indireta de quase todas as outras formas de energia (hidráulica, biomassa, eólica, combustíveis fósseis e energia dos oceanos). O processo de energia oriunda sol acontece com o aquecimento da atmosfera desproporcional, produzindo a circulação atmosférica e o ciclo das águas, de forma a serem aproveitados nos parques eólicos e com seu represamento posteriormente proporcionando a geração hidroelétrica. Existem duas formas para o aproveitando do potencial de sendo elas a sistemas de altas temperaturas e as sistemas de coletores solares (EDUARDO & MOREIRA, 2010; DANIEL et al., 2016).

O Brasil, em relação à energia solar, é considerado privilegiado, visto a imensa incidência de raios solares emitidos em seu território e pelas reservas de quartzo para a produção do silício, utilizados na fabricação de células solares. Ainda em razão disso vários são os benefícios como gases não poluentes na atmosfera comparada a outras energias, a mínima manutenção em suas centrais, a sua utilização em lugares remotos ou de difícil acesso, e uma grande vida útil de seus sistemas implantados. Entretanto, ainda causa alguns impactos ambientais como emissões de produtos tóxicos durante a produção do insumo utilizado para a produção dos módulos e componentes periféricos, não podendo ser usado nos períodos de chuva e noturno (AGUILAR et al., 2012).

Com a grande e acelerada crescente da energia solar, o Brasil atualmente possui atualmente 39 usinas solares com capacidade de 22.952kW representando 0,0150% na matriz elétrica brasileira conectadas a rede elétrica e as não conectadas a rede estima-se o consumo entre 300 a 500kWh/mês (ANEEL, 2016).

Figura 6 – Diagrama esquemático da Energia Solar



Fonte: Luz Solar, 2021.

03 - Custo das fontes alternativas renováveis de energia

O Brasil possui um gigantesco potencial de geração de energia e possui vantagem em relação aos outros países no que se refere a alternativas renováveis de energia, porém quando se trata da implementação das tecnologias dessas fontes encontramos ainda algumas dificuldades. Essas dificuldades geralmente são as mesmas em todas as novas tecnologias de implantação dessas fontes, pois as fontes em nosso país ainda estão em desenvolvimento. Na maioria das vezes encontramos um mercado limitado junto a essas tecnologias influenciando diretamente no custo dessas fontes como ilustrado na tabela abaixo, o que favorece constantemente a importação de tecnologias de outros países (CEMIG, 2012; WWF, 2012).

Tabela 1 - Custo estimado para implantação das fontes renováveis de energia (adaptado WWF, 2012) (Símbolos: ↑= Aumentar, ↓= Diminuir, → = Manter-se).

Fonte	Custos de Instalação (R\$/KW)	Tendência da evolução dos custos nos próximos 10-15 anos
Biomassa (cana-de açúcar)	3.000,00	↓
Eólica	3.350,00	↓
Geotérmica	3.000,00	→
Hidráulica (UHEs)	3.450,00	↑
Hidráulica (PCHs)	5.000,00	→
Mar (Ondas)	9.800,00	↓
Mar (Correntes marítimas)	7.770,00	↓
Solar (UFV)	5.100,00	↓

04 - Impactos ambientais e sociais das energias alternativas renováveis

As fontes de energias alternativas renováveis vêm numa crescente aceleração e motivadas em todos os países por conta das consequências severas em relação aos impactos ambientais produzidos pelas energias não renováveis como o petróleo, gás natural, carvão mineral e combustíveis nucleares, em razão da luta contra o aquecimento global. Visto essa preocupação com as energias não renováveis em relação aos seus impactos ambientais causados e a crescente demanda de energia em todo o mundo, o grande desafio aos longos anos será a produção de mais energia emitindo menos gases de efeito estufa (Aguilar et al., 2012; Santos, 2015).

O Planejamento de Recursos Integrados (PRI) se inclui nesse processo como forma de minimização dos custos, impactos ambientais e sociais das energias renováveis levantadas anteriormente, possibilitando um planejamento a curto ou a longo prazo observando as dimensões sociais, políticas, técnico-econômicas e ambientais (Tundisi & Matsumura–Tundisi, 2011).

O aproveitamento da energia sempre gera algum tipo de impacto ambiental, seja ela renovável ou não renovável, de pequena ou grande proporção. Porém, esses impactos podem ser minimizados quando associados ao planejamento de recursos integrados, visto que eles visam um mundo mais sustentável, promovendo medidas políticas e econômicas (TUNDISI & Matsumura–Tundisi, 2011; Freitas & Dathein, 2013; Santos, 2015).

Contudo, com um Planejamento de Recursos Integrados bem estruturado, desenvolvido e adequadamente avaliado é praticável a realização de uma análise e exploração da real necessidade de uma implantação de um projeto energético possibilitando a minimização dos impactos sociais provenientes na implantação dessas energias e assim promovendo o desenvolvimento sustentável.

A soma dos novos investimentos privados em GD (geração distribuída) e GC (geração centralizada) poderão ultrapassar de R\$22,6 bilhões em 2021, segundo as projeções da ABSOLAR (Associação Brasileira de Energia Solar Fotovoltaica).

De acordo com a entidade ABSOLAR, é esperado um crescimento de 4,9 GW de potência instalada no Brasil, o que representa 68% da capacidade atual de 7,5 GW.

O levantamento apontou ainda que o seguimento de GD deve aumentar 90%, passando de 4,4 GW para 8,3 GW. Já o mercado de GC pode esperar uma expansão de 37% neste ano, alcançando a marca de 4,2 GW.

A solar é a fonte renovável mais competitiva do país e uma verdadeira alavanca para o desenvolvimento econômico, social e ambiental, com geração de emprego e renda, atração de investimentos, diversificação da matriz elétrica e benefícios sistêmicos para todos os consumidores brasileiros, afirma Rodrigo Sauaia, CEO da ABSOLAR.

Segundo a associação, os investimentos no setor de energia solar fotovoltaica aumentam a arrecadação líquida dos governos federais, estaduais e municipais, sendo responsáveis por angariar cerca de R\$6,7 bilhões.

O valor está contabilizando a economia gerada pelos consumidores em suas contas de eletricidade, mostrando que o benefício econômico do setor é favorável também para o poder público.

“A energia solar reduz o custo de energia elétrica da população, aumenta a competitividade das empresas e desafoga o orçamento do poder público, beneficiando pequenos, médios e grandes consumidores do país”, afirma Ronaldo Koloszuk, presidente do Conselho de Administração da ABSOLAR.

A ABSOLAR estima que o setor de energia fotovoltaica gere mais de 147 mil empregos por todo o território nacional em 2021.

As perspectivas para o segmento é finalizar este ano com um total acumulado de 377 mil empregos no país desde 2012, distribuídos entre todos os elos produtivos do mercado. A maior parte dessa parcela é de GD, responsável por 118 mil empregos projetados para 2021.

3- ENERGIA VERDE E O PRINCÍPIO DA PRECAUÇÃO

O princípio da precaução de acordo com Gomes e Oliveira (2024), se aplica em relação aos riscos ambientais nos quais a ciência ainda nos oferece pouca certeza, no contexto das alterações climáticas e da redução das emissões de GEE, o princípio da precaução ganhou centralidade na medida em que o conhecimento científico sobre mudanças climáticas deu ênfase à maior imprevisibilidade de seus efeitos.

Os efeitos das alterações climáticas podem ser diversos, tais como; o aumento da temperatura global, alterações nas correntes marítimas, derretimento das geleiras, mudança no ciclo hidrológico que pode acarretar tanto secas prolongadas como inundações, como por exemplo, a grande inundação do Rio Guaíba no Rio Grande do Sul em abril de 2024 devido a chuvas intensas na região. Sendo assim, é imprescindível que políticas públicas sejam constantemente aprimoradas para mitigar os efeitos das mudanças climáticas.

Por isso, aplicar o princípio da precaução é uma importante estratégia para que os governos e empresas adotem políticas que minimizem esses riscos, já que há uma certa incerteza de quando e onde uma catástrofe climática pode acontecer, nesse sentido a energia verde é uma alternativa para substituir em certa medida os combustíveis fósseis que contribui na mitigação das alterações climáticas.

Em relação aos marcos legais nacionais que viabilizam a mudança do nosso cenário energético fóssil para energia verde podemos destacar a Política Nacional sobre Mudança do Clima (PNMC), Lei nº 12.187/2009, que estabelece diretrizes para a mitigação das mudanças climáticas, incentivando o uso de energias renováveis. Entre os objetivos está a promoção do desenvolvimento sustentável, o que inclui a ampliação da participação de fontes renováveis na matriz energética do país.

A PNMC oficializa o compromisso voluntário do Brasil junto à Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima de redução de emissões de gases de efeito estufa entre 36,1% e 38,9% das emissões projetadas até 2020, foi instituída em 2009 pela Lei nº 12.187, buscando garantir que o desenvolvimento econômico e social contribuam para a proteção do sistema climático global (BRASIL, 2024).

No plano internacional podemos destacar a elaboração dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) propostos na Agenda 2030 pela ONU em 2015, sendo que vários desses objetivos estão diretamente alinhados com a promoção de energia verde e a mitigação das alterações climáticas sendo o principal deles ODS 7: Energia Acessível e Limpa, cujo objetivo é "assegurar o acesso confiável, sustentável, moderno e a preço acessível à energia para todos".

Especificamente, o ODS 7 visa:

1. Expandir o acesso universal à energia moderna: Garantir que todas as pessoas, especialmente aquelas em regiões isoladas e em desenvolvimento, tenham acesso a fontes de energia modernas, seguras e sustentáveis.
2. Aumentar a participação de energias renováveis na matriz energética global: Promover o uso de fontes renováveis, como solar, eólica, hidrelétrica e biomassa, reduzindo a dependência de combustíveis fósseis.
3. Dobrar a taxa global de melhoria da eficiência energética: Incentivar práticas e tecnologias que reduzam o consumo de energia, promovendo maior eficiência no uso de recursos.

4. Aumentar a cooperação internacional: Facilitar o acesso à pesquisa, desenvolvimento e tecnologias em energia limpa, principalmente para os países em desenvolvimento, e apoiar investimentos em infraestrutura energética sustentável.

Outros ODS relacionados:

- ODS 13: Ação Contra a Mudança Global do Clima: Incentiva ações para combater a mudança climática e seus impactos, o que inclui a transição para fontes de energia mais limpas e a redução das emissões de gases de efeito estufa.
- ODS 9: Indústria, Inovação e Infraestrutura: Promove a construção de infraestruturas resilientes e a promoção de uma industrialização inclusiva e sustentável, com ênfase em inovações que utilizem energia renovável.
- ODS 11: Cidades e Comunidades Sustentáveis: Encoraja a criação de cidades sustentáveis, o que inclui o uso de energia verde para reduzir a poluição e promover um ambiente urbano mais saudável.

Contudo, pode se ressaltar que tanto a política nacional como órgãos internacionais elaboram instrumentos legais para a promoção da substituição da matriz energética, considerando para tal o princípio da precaução que requer mitigar possíveis efeitos das alterações climáticas, já que os cenários futuros são incertos em relação aos locais e momentos que tais eventos podem acontecer, porém esse processo de mudança encontra alguns desafios como a implementação tecnológica e recursos financeiros.

4- CONSIDERAÇÕES FINAIS

Foram identificados seis tipos de energias alternativas renováveis no Brasil, Biomassa, Eólica, Geotérmica, Hidráulica, Marítima (energia do mar) e solar. A energia solar é a que mais se viabiliza aos mecanismos existentes no Brasil em função de sua aplicabilidade mesmo em locais isolados, devido ao imenso potencial energético dessa fonte, encontrado em todo território e quanto à redução dos impactos ambientais, em comparação com as outras fontes de energia.

Quanto aos impactos ambientais identificados nas diferentes fontes renováveis de energia, concluiu-se que esses são considerados de baixa escala e com uma expressiva minimização desses impactos quando comparados às fontes não renováveis de energia.

Embora as novas tecnologias de aproveitamento de energia ainda tenham um alto custo de implantação, vale ressaltar que algumas delas, como a energia eólica, biomassa e a solar, apresentam um curto prazo, tanto de implantação, quanto de retorno financeiro, além de minimizar o impacto no meio ambiente. Deste modo, este estudo evidenciou que mesmo com diversas alternativas energéticas e um imenso potencial de recursos naturais renováveis, o Brasil ainda utiliza pouco dos seus recursos naturais, ainda que as crescentes implantações das energias eólica e solar estejam em expansão, quando analisado o imenso potencial existente em território brasileiro, o potencial instalado de energias renováveis pode ser considerado insuficientes para a geração de energia.

A mudança de matriz energética é uma demanda tanto nacional como mundial, visto que tanto o Estado brasileiro estabeleceu normas para reduzir as emissões de GEE, como a ONU elaborou os objetivos de desenvolvimento sustentável na Agenda 2030, com várias metas, dentre elas, podemos destacar a potencialização da eficiência energética e a mitigação das alterações climáticas. No cenário nacional a substituição completa para energia verde ainda encontra muitos desafios, tanto tecnológicos como recursos financeiros.

REFERÊNCIAS

AGUILAR R.S; OLIVEIRA L.C.S; ARCANJO G.L.F. **Energia Renovável: Os Ganhos E Os Impactos Sociais Ambientais E Econômicos Nas Indústrias Brasileiras.** In: XXXII Encontro Nacional De Engenharia De Produção. Bento Gonçalves. Rio Grande do Sul: UFRGS, 2012. Disponível em: https://abepro.org.br/biblioteca/enegep2012_tn_stp_167_970_19670.pdf. Acesso em: 31 jul 2024.

ANEEL – **Agência Nacional de Energia Elétrica.** Disponível em: <http://www2.aneel.gov.br/aplicacoes/capacidadebrasil/capacidadebrasil.cfm>. Acesso em 29 jul. 2024.

Associação Brasileira de Energia Solar Fotovoltaica (ABSOLAR). (2021). Mercado. Disponível em: <https://www.absolar.org.br/noticia/absolar-projeta-investimento-de-r-226-bilhoes-no-setor-solar-em-2021>. Acesso em 10 jul. 2024.

Associação Brasileira de Geração Distribuída (ABGD). (2021). Mercado de Geração Distribuída no Brasil. Disponível em: <https://www.abgd.com.br/portal/>. Acesso em 09 jun. 2024.

AZEVEDO P.J.S. **Uma análise dos efeitos da crise econômico-financeira sobre as políticas de incentivo às energias renováveis.** [Dissertação] Universidade do Porto, 2013. Disponível em: <https://repositorio-aberto.up.pt/bitstream/10216/70009/2/25034.pdf>. Acesso em: 31 jul 2024.

Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES). (2021). **Financiamento para Energias Renováveis.** Disponível em: <https://www.bndes.gov.br/wps/portal/site/home/financiamento/produto/bndes-finem-energia>. Acesso em 09 jun. 2024.

BRASIL. **Lei nº 12.187, de 29 de dezembro de 2009.** Institui a Política Nacional sobre Mudança do Clima - PNMC e dá outras providências. Disponível em: http://legislacao.planalto.gov.br/legisla/legislacao.nsf/View_Identificacao/lei%2012.187-2009?OpenDocument. Acesso em 20 de ago. de 2024.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Política Nacional sobre Mudança do Clima.** Disponível em: <https://antigo.mma.gov.br/clima/politica-nacional-sobre-mudanca-do-clima.html>. Acesso em 18 de ago. de 2024.

CEMIG - Companhia Energética de Minas Gerais. **Alternativas energéticas: Uma visão da Cemig.** Belo Horizonte: CEMIG, 2012. Disponível em: <https://www.solenerg.com.br/wp-content/uploads/2013/04/Alternativas-Energ%C3%A9ticas-Uma-Visao-Cemig.pdf>. Acesso em: 31 jul 2024.

DANIEL P. et al. **Paradigmas da energia solar no Brasil e no mundo.** Revista Eletrônica em Gestão Educação e Tecnologia Ambiental, v. 20, n. 1, p. 241-247, 2016. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/341536092_Paradigmas_da_energia_solar_no_Brasil_e_no_mundo. Acesso em: 31 jul 2024.

EDUARDO C.; MOREIRA S. **Fontes alternativas de energia renovável que possibilitam a prevenção do meio ambiente.** Revista de Divulgação do Projeto Universidade PETROBRAS/IF Fluminense, v. 1, p. 397-402, 2010. Disponível em: <https://tupa.claec.org/index.php/ehm/6ehm/paper/download/2602/962>. Acesso em: 31 jul 2024.

Empresa de Pesquisa Energética (EPE). (2021). **Balanco Energético Nacional 2021.** Disponível em: <https://www.epe.gov.br/pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/balanco-energetico-nacional-2021>. Acesso em 14 jul. 2024.

FREITAS G.C.; DATHEIN R. **As energias renováveis no Brasil: uma avaliação acerca das implicações para o desenvolvimento socioeconômico e ambiental.** Revista Nexos Econômicos, v. 7, n. 1, p. 71-94, 2013. Disponível em: <https://periodicos.ufba.br/index.php/revnexeco/article/view/8359>. Acesso em: 31 jul 2024.

GOMES, C. A; OLIVEIRA, H. **Tratado de Direito do Ambiente.** Volume II. Parte Especial. Lisboa. 2ª ed. 2024.

Instituto Akatu. **Relatório Anual de Atividades 2020.** Disponível em: <https://akatu.org.br/confira-o-relatorio-de-atividades-akatu-2020/>. Acesso em 09 jun. 2024.

Instituto Nacional de Metrologia Qualidade e Tecnologia (INMETRO). **Tabelas de eficiência energética.** Disponível em: <https://www.gov.br/inmetro/pt-br/assuntos/avaliacao-da-conformidade/programa-brasileiro-d-e-etiquetagem/tabelas-de-eficiencia-energetica>. Acesso em 24 jun. 2024.

Ministério do Meio Ambiente (MMA). (2020). **Programa Nacional de Educação Ambiental (ProNEA).** Disponível em: <https://antigo.mma.gov.br/educacao-ambiental/pol%C3%ADtica-nacional-de-educac%C3%A7%C3%A3o-ambiental/programa-nacional-de-educacao-ambiental.html>. Acesso em 09 jun. 2024.

MONTEIRO, M.; FERREIRA M.; SANTOS D. **Energia da Biomassa.** Revista de Divulgação do Projeto Universidade PETROBRAS/IF Fluminense, v. 3, 2013. Disponível em: http://www.inicepg.univap.br/cd/INIC_2016/anais/arquivos/0859_1146_01.pdf. Acesso em: 31 jul 2024.

NAÇÕES UNIDAS BRASIL. **Objetivos de desenvolvimento sustentável.** Disponível em: <https://brasil.un.org/pt-br/sdgs/13>. Acesso em 20 de ago. de 2024.

Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica (PROCEL). (2020). **Relatório de Resultados 2020.** Disponível em: <http://www.procelinfo.com.br/main.asp?View=%7B5A08CAF0-06D1-4FFE-B335-95D83F8DFB98%7D&Team=¶ms=itemID=%7B329A1A87-3527-4C64-91C7-BA489C167556%7D;&UIPartUID=%7B05734935-6950-4E3F-A182-629352E9EB18%7D>. Acesso em 01 jul. 2024.

QUEIROZ R. et al. **Geração de energia elétrica através da energia hidráulica e seus impactos ambientais.** Revista Eletrônica em Gestão Educação e Tecnologia Ambiental, v. 13, n. 13, p. 2774-2784, 2013. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/272773274_GERACAO_DE_ENERGIA_ELETRI

[CA ATRAVES DA ENERGIA HIDRAULICA E SEUS IMPACTOS AMBIENTAIS.](#)

Acesso em: 31 jul 2024.

SANTOS H. M. **Impacto da Produção de Energias Renováveis nas Emissões de CO2.** [Trabalho de Conclusão de Curso] Faculdade de Economia, Universidade de Porto, 2015. Disponível em: http://www.inicepg.univap.br/cd/INIC_2016/anais/arquivos/0859_1146_01.pdf. Acesso em: 31 jul 2024.

SILVA, M. S. T.; BRITO, S. O. **Impactos ambientais associados à construção de empreendimentos elétricos no setor de distribuição de energia.** Revista Faroeciância, v. 1, n. 1, p. 266-280, 2016. Disponível em: <http://tede.bc.uepb.edu.br/jspui/handle/tede/3794?mode=full>. Acesso em: 31 jul 2024.

TUNDISI J.G.; MATSUMURA-TUNDISI T. **Recursos hídricos no Século XXI.** São Paulo: Oficina de Textos, 2011. Disponível em: <https://acervo.enap.gov.br/cgi-bin/koha/opac-detail.pl?biblionumber=523990>. Acesso em: 31 jul 2024.

WWF - Fundo Mundial para a Natureza. **Além de grandes hidrelétricas: Políticas para fontes renováveis de energia elétrica no Brasil.** Relatório Técnico. Brasília, 2012. Disponível em: https://www.wwf.org.br/natureza_brasileira/areas_prioritarias/amazonia1/dia_da_amazonia/. Acesso em: 31 jul 2024.