



**UNIVERSIDADE DO SUL DE SANTA CATARINA**

**ISADORA CANDIDO PICKLER**

**FONTES DE ENERGIAS RENOVÁVEIS NO BRASIL**

Tubarão - SC

2023

**ISADORA CANDIDO PICKLER**

**FONTES DE ENERGIAS RENOVÁVEIS NO BRASIL**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Engenharia Civil da Universidade do Sul de Santa Catarina como requisito parcial à obtenção do título de Engenheiro Civil.

Orientadora: Prof. Lucimara Aparecida Schambeck Andrade, Ms.

Tubarão - SC

2023

**ISADORA CANDIDO PICKLER**

**FONTES DE ENERGIAS RENOVÁVEIS NO BRASIL**

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi julgado adequado à obtenção do título de Engenheiro Civil e aprovado em sua forma final pelo Curso de Engenharia Civil da Universidade do Sul de Santa Catarina.

Tubarão, 20 de junho de 2023.

---

Professora e orientadora Lucimara Aparecida Schambeck Andrade, Ms.  
Universidade do Sul de Santa Catarina

---

Professora Madelon Rebelo Peters, Ms.  
Universidade do Sul de Santa Catarina

---

Professor Gil Felix Madalena, Esp.  
Universidade do Sul de Santa Catarina

Dedico este trabalho aos meus pais por sempre acreditar em mim e pela oportunidade de ter chegado até aqui.

## **AGRADECIMENTOS**

Em primeiro lugar dedico esse trabalho a Deus pois me deu forças e principalmente sabedoria para chegar até o fim dessa jornada.

Aos meus pais Jair e Jilcélia, por todo suporte e ajuda para chegar até o fim da faculdade. Ao meu irmão Mauricio que foi peça fundamental em toda minha faculdade me auxiliando principalmente na parte de informática e, nas provas aguentando meus surtos.

Meus colegas de faculdade que estiveram comigo na minha caminhada, principalmente a Laisy e a Edna.

As minhas amigas da vida Danieli, Laís e Ana Paula por muitas vezes entenderem minha ausência e por aguentarem meus surtos, pôr fim a minha amizade mais nova e que aguenta minhas lamentações Mariani. O meu grupo de amigas "Sarnentas" por sempre torcerem por mim e me incentivarem.

Agradeço aos professores por transmitirem conhecimento para que eu chegasse até aqui. E, principalmente a minha orientadora Lucimara por todo suporte para que eu realizasse este TCC.

"A ciência é sobre saber, a engenharia é sobre fazer". (Henry Petroski)

## RESUMO

A eletricidade foi algo que surgiu há muitos séculos, o ser humano começou utilizando a energia do seu próprio corpo e do sol, logo em seguida foi para as fontes de energias não renováveis. Com a evolução foi percebendo que poderia utilizar fontes renováveis, ou seja, que não se esgotam. Esta monografia tem como objetivo estudar as energias renováveis, sendo elas: a hídrica, solar, eólica, biomassa, biogás, oceânica e geotérmica. Para fim disso será realizada uma revisão bibliográfica, que citam e explicam sobre o tema. O objetivo deste trabalho é mostrar para as pessoas o quanto a energia renovável é forte, e que existem várias fontes da mesma, demonstrando e afirmando a partir de autores. Acredita-se que as fontes de energia renováveis irão dominar o futuro. Os resultados obtidos foram os melhores, analisando o tema nota-se que tem muito futuro, e que aos poucos essas fontes irão predominar. Para área de engenharia civil é extrema importância pois ela é muito utilizada na construção civil, o intuito desse trabalho é fazer as pessoas enxergarem que a energia renovável vale cada centavo do seu investimento.

Palavras-chave: Eletricidade. Fontes Renováveis. Energias.

## **ABSTRACT**

Electricity was something that appeared many centuries ago, the human being started using the energy of his own body and the sun, shortly thereafter went to non-renewable energy sources. With evolution, he realized that he could use renewable sources, that is, that it do not run out. This monograph aims to study renewable energies, namely: hydro, solar, wind, biomass, biogas, oceanic and geothermal. For this, a bibliographical review will be carried out, which cite and explain on the subject. The objective of this work is to show people how important renewable energy is, and that there are several sources of it, demonstrating and affirming from authors. It is believed that renewable energy sources will dominate the future. The results obtained were the best, analyzing the theme it is noted that it has a lot of future, and that little by little these sources will predominate. For the civil engineering area it is extremely important because it is widely used in civil construction, the purpose of this work is to make people see that renewable energy is worth every penny of your investment.

Keywords: Electricity. Renewable sources. Energies.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Matriz Elétrica Mundial 2019 .....	13
Figura 2: Visão geral de um sistema de geração, transmissão e distribuição de energia elétrica .....	14
Figura 3: Selo Procel .....	28

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	<b>10</b>
1.1	JUSTIFICATIVA.....	11
1.2	OBJETIVOS .....	11
<b>1.2.1</b>	<b>Objetivo Geral</b> .....	<b>11</b>
<b>1.2.2</b>	<b>Objetivos específicos</b> .....	<b>11</b>
<b>2</b>	<b>GERAÇÃO DE ENERGIA NO MUNDO</b> .....	<b>12</b>
2.1	GERAÇÃO DE ENERGIA NO BRASIL .....	13
2.2	GERAÇÃO DE ENERGIA EM SANTA CATARINA .....	14
<b>3</b>	<b>ENERGIAS RENOVÁVEIS</b> .....	<b>16</b>
3.1	ENERGIA HIDRÁULICA .....	17
3.2	BIOMASSA E BIOCOMBUSTÍVEL .....	18
3.3	ENERGIA EÓLICA .....	19
3.4	ENERGIA SOLAR .....	20
3.5	ENERGIA OCEÂNICA .....	21
3.6	ENERGIA GEOTÉRMICA.....	22
<b>4</b>	<b>FONTES DE ENERGIAS RENOVÁVEIS UTILIZADAS NA CONSTRUÇÃO CIVIL</b> .....	<b>24</b>
4.1	IMPACTOS ECONÔMICOS E AMBIENTAIS DAS ENERGIAS RENOVÁVEIS NO BRASIL.....	25
<b>5</b>	<b>EFICIÊNCIA ENERGÉTICA</b> .....	<b>27</b>
<b>6</b>	<b>METODOLOGIA</b> .....	<b>29</b>
<b>7</b>	<b>ESTUDO DA ENERGIA RENOVÁVEL NA CONSTRUÇÃO CIVIL</b> .....	<b>30</b>
7.1	ENERGIA HIDRELÉTRICA .....	33
7.2	ENERGIA SOLAR .....	36
7.3	ENERGIA EÓLICA .....	37
7.4	BIOMASSA E BIOCOMBUSTÍVEL .....	40
7.5	ENERGIA GEOTÉRMICA.....	42
7.6	USO CONSCIENTE DA ENERGIA .....	42
<b>8</b>	<b>CONCLUSÃO</b> .....	<b>45</b>
	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	<b>46</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A eletricidade é algo que surgiu no século VI, a partir daí começou a se aprimorar depois da Revolução Industrial. A primeira energia que o ser humano começou a utilizar foi a do seu próprio corpo e a do sol. Logo vieram outras fontes de energia que impulsionaram o crescimento, dentre eles petróleo, carvão mineral, gás natural e nuclear. Essas, são fontes de energia não renováveis e que possuem uma cota esgotável (MUNDO EDUCAÇÃO, 2022).

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. 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 discutido 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 a consequente redução dos custos de geração dessas tecnologias (FREITAS & DATHEIN, 2013).

Mundialmente, a fonte energética mais utilizada para a produção de energia elétrica é proveniente de fontes fósseis e não renováveis como o petróleo, o carvão mineral e o gás natural. As grandes dependências de fontes não renováveis de energia têm acarretado, além da preocupação permanente com o seu esgotamento, a emissão de gases tóxicos e poluentes e material particulado. Dos gases liberados para a atmosfera, os mais preocupantes do ponto de vista mundial são os “gases do efeito estufa”, destacando-se o dióxido de carbono (FREITAS & DATHEIN, 2013).

Assim, várias são as razões para o fomento às fontes renováveis alternativas. Atualmente, os recursos naturais e renováveis tem 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).

Sendo assim, o homem começou a usar a natureza a seu favor e viu que poderia utilizar de bens da mesma para gerar energia, como o sol que gera a energia solar, a hídrica que transforma a água dos rios em energia, a energia eólica através do vento, a energia da biomassa que reúne diversas subcategorias, que vai desde a lenha e os resíduos de animais e vegetais até o etanol, biodiesel, bagaço de cana e gás de aterros sanitários.

## 1.1 JUSTIFICATIVA

Nos dias atuais, a energia tem sido um item de extrema importância e que a sociedade não vive mais sem. É quase impossível nos imaginarmos sem ela. Esta exigência das pessoas com a eletricidade cada vez em maior demanda fez com que se buscasse alternativas além das fontes esgotáveis de energia, assim surgiu as energias renováveis.

Com justificativa maior do tema, busca-se encontrar alternativas voltadas para a área do meio ambiente, onde buscam fontes inesgotáveis para transformar em eletricidade, onde não prejudica o meio ambiente e são fontes que se renovam a todo instante como o sol, a água, o vento, os dejetos de animais, vegetais entre outros.

## 1.2 OBJETIVOS

Neste tópico serão apresentados o objetivo geral e os objetivos específicos desse trabalho.

### 1.2.1 Objetivo Geral

Este trabalho tem como objetivo uma pesquisa bibliográfica na parte de energias, com foco na energia renovável e seus exemplos, como: a hídrica, solar, eólica, biomassa, biogás, oceânica e geotérmica.

### 1.2.2 Objetivos específicos

- a) Demonstrar a importância da energia renovável;
- b) Apresentar os exemplos de energia renováveis.

## 2 GERAÇÃO DE ENERGIA NO MUNDO

A energia é muito importante para a nossa sobrevivência e conforto e é parte da história da humanidade, que ao longo dos tempos vem aprimorando as formas de transformá-la e utilizá-la a seu favor. Mas nesses processos de transformação de energia, quase sempre causamos algum impacto ambiental, ou seja, prejudicamos a flora, a fauna ou pessoas, produzimos resíduos (lixo) ou corremos o risco de esgotar um recurso natural (acabar com florestas, por exemplo). Por isso, nós temos a responsabilidade de cuidar para que a energia não seja mal utilizada ou desperdiçada (EPE, 2022).

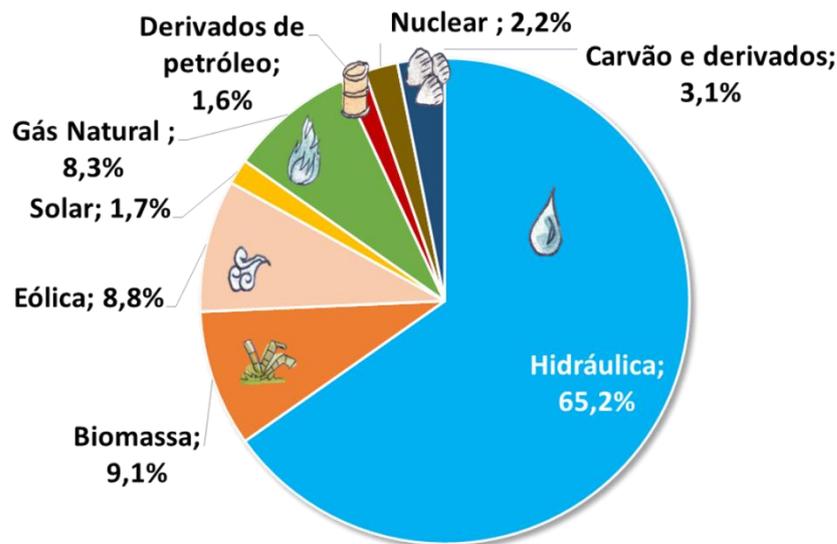
Segundo a IEA (Agência Internacional de Energia, em inglês), o mundo tem uma geração de energia elétrica próxima de 25.721 TWh (terawatt por hora). Desse montante, o consumo é de 21.371 TWh, desconsiderando as perdas que naturalmente ocorrem na transmissão. O carvão ainda desempenha um papel importante. Ele é responsável por 38% da matriz elétrica global, proveniente de usinas térmicas e conhecidas pelo alto teor poluente. Além disso, o gás natural, outra fonte não renovável, aparece em segundo lugar com 23% (RBE, 2022).

Precisamos de energia para tudo praticamente, acender as luzes, preparar nossas refeições e até para nos transportar de carro até a escola, praia, centros. Essa energia, vem de um conjunto de fontes que formam o que é chamada de matriz energética. Isso nos mostra que ela representa o conjunto de fontes que está disponível no país, estado, ou no mundo, para abastecer a demanda de energia.

Muitas pessoas confundem a matriz energética com a matriz elétrica, mas elas são diferentes. Enquanto a matriz energética representa o conjunto de fontes de energia disponíveis para movimentar os carros, preparar a comida no fogão e gerar eletricidade, a matriz elétrica é formada pelo conjunto de fontes disponíveis apenas para a geração de energia elétrica. Dessa forma, podemos concluir que a matriz elétrica é parte da matriz energética (EPE, 2022).

A figura 1 demonstra a Matriz Elétrica Mundial em 2019.

Figura 1: Matriz Elétrica Mundial 2019



Fonte: Empresa de Pesquisa Energética, 2022.

## 2.1 GERAÇÃO DE ENERGIA NO BRASIL

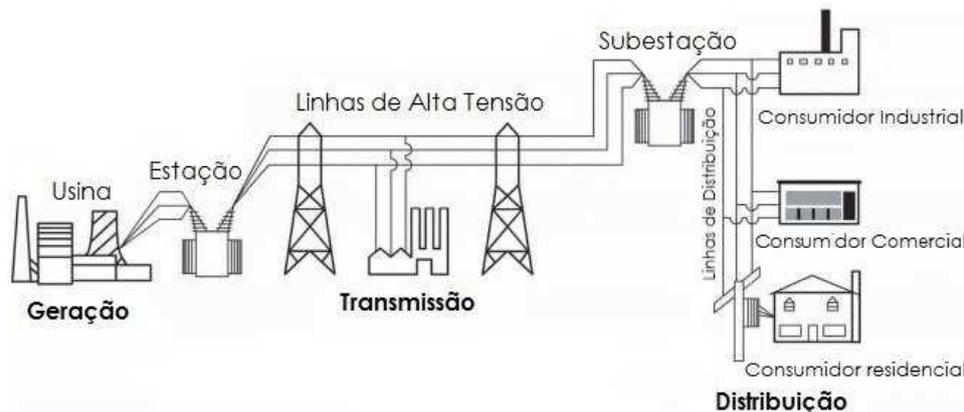
No Brasil, a energia elétrica tem como início o ano de 1873, com a inauguração do telégrafo elétrico (Salvador-Recife-Belém) e, no mesmo ano, a instalação de um cabo telegráfico ligando o Brasil à Europa. Em 1879, no fim da segunda fase depressiva da economia mundial, Dom Pedro II inaugura a iluminação elétrica da Central do Brasil, no Rio de Janeiro. Em 1883, Campos no Rio de Janeiro se torna a primeira cidade brasileira e da América do Sul a receber iluminação pública, que foi abastecida por uma pequena central térmica com capacidade de 52kW. Em 1889, inaugurou a primeira hidrelétrica do Brasil, em Minas Gerais na cidade de Juiz de Fora (BASTOS, MACHADO, VOIGT, 2022, p 450-451).

Pelo fato de que, até início do século XIX, a eletricidade tenha servido basicamente para iluminação pública, o desenvolvimento da indústria da produção de energia elétrica foi pouco acentuado, tendo sido apossado por empresas norte-americanas como Light, de capital Canadense, e a AMFORP, de capital Estadunidense. Atenta aos interesses imperialistas e sua relevância cada vez mais estratégica, tais empresas exerciam grande capacidade de influenciar o desenvolvimento industrial brasileiro, através da imposição de tarifas inadequadas e de restrição permanente na produção da energética, marcada por crises e relacionamentos que tiveram forte influência para a manutenção da nossa condição de país subdesenvolvido (BRANCO, 1975, p. 46).

O sistema elétrico brasileiro é formado por três estruturas básicas: a geração de energia elétrica que é proveniente de diversas fontes; a transmissão da energia elétrica desde as

geradoras até as subestações e a distribuição de energia elétrica, qual faz a entrega do produto ao consumidor final.

Figura 2: Visão geral de um sistema de geração, transmissão e distribuição de energia elétrica



Fonte: Blume (2007).

A matriz elétrica brasileira é ainda mais renovável do que a energética, isso porque grande parte da energia elétrica gerada no Brasil vem de usinas hidrelétricas. A energia eólica também vem crescendo bastante, contribuindo para que a nossa matriz elétrica continue sendo, em sua maior parte, renovável (EPE,2022).

## 2.2 GERAÇÃO DE ENERGIA EM SANTA CATARINA

O setor elétrico catarinense se caracteriza por 3 grandes fases. Sendo o início entre o final do século XIX até a revolução em 1930, com o predomínio do capital privado, com participação estrangeira, até de empresas norte-americanas, como a Light (Light and Power Company Limited) de capital canadense, e a AMFORP (American and Foreign Power Company), estadunidense (BASTOS, MACHADO, VOIGT, 2022, p-467).

Nessa fase, a geração de energia elétrica esteve ligada principalmente a iniciativa privada de pequenas indústrias fabris, como no vale de Itajaí e Joinville, isso no final do século XIX e início do século XX, que eram localidades próximas aos cursos de água para aproveitar a força hidráulica (BASTOS, MACHADO, VOIGT, 2022, p-467).

A segunda fase, inicia em 1930 até o início da década de 1990, onde se tem a predominância do Estado na geração de energia elétrica, acompanhando uma tendência nacional tal como a criação da ELETROBRÁS (1961) e sua secundária ELETROSUL. Nesta

fase, surge o segundo sistema regional elétrico, funcionado a partir do carvão no sul do estado e a instalação da usina Termelétrica Jorge Lacerda. A ocupação posterior e dispersa da região oeste catarinense fez com que essa fosse a última a receber um sistema regional de eletricidade, sendo só interligada ao fim do século XX. Ainda em 1950 foi criada a CEE (Comissão de Energia Elétrica), que fundou a CELESC (Centrais Elétricas de Santa Catarina), com a visão de expandir e unificar o sistema elétrico estadual (BASTOS, MACHADO, VOIGT, 2022, p-467).

A terceira e atual fase, pós 1990, passa a ser predominante novamente da iniciativa privada. Nos dogmas neoliberais, ocorre no país um enorme pacote de privatização, que atinge especificamente a região Sul, principalmente com a divisão da ELETROSUL em duas partes, uma estatal (até recentemente) e outra privada. Também a CELESC passa a firmar parcerias com diversas empresas privadas no setor elétrico (BASTOS, MACHADO, VOIGT, 2022, p-467).

Apesar das usinas hidrelétricas do rio Uruguai e a usina termelétrica Jorge Lacerda apresentarem maior força de geração elétrica para o estado, há participação na geração por meio de outras fontes como a eólica na região serrana, a solar e a termoelétrica no sul do estado. Tendo ainda essas fontes, constatou-se que a tendência atual do estado de Santa Catarina é apostar em Pequenas Centrais Hidrelétricas, para assim garantir a sua autossuficiência energética e desprender-se das usinas geradoras (BASTOS, MACHADO, VOIGT, 2022, p-467).

### 3 ENERGIAS RENOVÁVEIS

Devido a crescente procura de energia, as fontes renováveis são de grande importância nessa era de preocupação ambiental. O consumo de energia aumentará em 50% até 2030. Este crescimento está associado ao crescimento das economias, onde os países membros da OCDE (Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico) aumentarão seu consumo em 19%, enquanto que os países que não fazem parte da Organização aumentarão em 85% esse crescimento (MARINHO, 2012, p. 15/16).

As fontes de energia renováveis são aquelas que possuem um ciclo de renovação em escala de tempo humano, sendo assim elas estão sempre à disposição e são inesgotáveis.

Os incentivos à utilização de fontes renováveis de energia e o aumento do interesse sobre o assunto é devido à conscientização da possível escassez dos recursos fósseis, além do despertar da consciência ambiental da sociedade mundial e da necessidade da redução das emissões de gases nocivos para a atmosfera. Esse crescente interesse deve-se, especialmente as preocupações com as alterações climáticas e o Protocolo de Quioto (ENERGIAS RENOVÁVEIS, 2015).

Sendo assim o homem começou a optar por mais fontes renováveis, pois a conta de luz viria mais barata, e viu que tinha outras fontes além das esgotáveis, como a hidrelétrica, a solar, a eólica, a biomassa e a biogás.

Mesmo com a queda dos preços do petróleo, os investimentos em fontes renováveis tiveram considerável crescimento em 2014 com construções recordes de Petróleo e Derivados 39,4%, Derivados da Cana-de-açúcar 15,7%, Gás Natural 13,5%, Hidráulica 11,5%, Lenha e Carvão Vegetal 8,1%, Carvão Mineral e Derivados 5,7%, Outras Renováveis 4,1%, Urânio e Derivados 1,3%, Outras não Renováveis 0,6% (BRASIL, 2014).

Nos investimentos mundiais a China manteve-se na liderança de investimentos em energias renováveis, seguida pelos Estados Unidos. Tal crescimento dos investimentos é devido em grande parte pela demanda de painéis solares residenciais e pelo notável financiamento em projetos eólicos (MENDONÇA, 2015).

O Brasil, por sua vez, é uma grande referência mundial no que diz respeito a energia renovável, e entre essas fontes, destaca-se a energia hidráulica, energia eólica, energia solar, biomassa e a mare motriz (SILVA; GUIMARÃES; LORDÊLO e PORTO, 2011, p. 3).

### 3.1 ENERGIA HIDRÁULICA

A energia hidráulica é obtida através do aproveitamento gravitacional da água corrente e de quedas d'água. Quando é usada para gerar eletricidade é chamada de energia hidrelétrica.

O Brasil possui o maior potencial para a geração de energia hidráulica do planeta Terra, no qual ainda faltam 50% a ser explorado. O fato de as energias não renováveis serem caras, altamente poluentes, e estarem se acabando, tem feito com que a energia hidráulica, seja vista como uma importante fonte de energia renovável, sendo pouco poluente (ABBUD; TANCREDI, 2010).

As características físicas, geográficas e a grande disponibilidade de recursos hídricos no Brasil, foram determinantes para que o país fosse hoje, o terceiro maior potencial hidráulico do mundo. Em termos absolutos, os cinco maiores produtores desse tipo de energia são Canadá, China, Brasil, Estados Unidos e Rússia (CERPCH, 2011).

A estrutura de uma usina hidrelétrica funciona de maneira integrada e em conjunto, e é formada principalmente, pelo sistema de captação e adução de água, pela barragem e pela casa de força e vertedouro. A função da barragem é interromper o curso normal da água, criando um reservatório, onde será armazenada a água. Além de armazenar água, este reservatório também permite que a vazão dos rios seja adequada, tanto em períodos chuvosos, quanto de estiagem, a captação da chuva em volume adequado e uma diferença de altura que PE necessária para a geração da energia hidráulica (ANEEL, 2005).

As fontes de energia hidráulica travam uma longa briga com os órgãos protetores do meio ambiente, pois em muitos casos a construção de usinas hidrelétricas "alagam áreas produtivas e de importância sob o aspecto da biodiversidade, podendo também inundar locais habitados" nesse caso obrigando a transferência da população, por isso o grande desafio atualmente é conciliar os benefícios das hidrelétricas com os impactos ambientais (UCZAI, 2012, p. 106). Todavia, "uma vez construída, uma usina hidrelétrica apresenta longa vida útil, podendo gerar grande quantidade de eletricidade com baixo custo de geração" (UCZAI, 2012, p. 144).

As usinas hidrelétricas apresentam alguns impactos ambientais, como: na construção do canteiro de obras, que modificam a economia local, pois com o aumento no uso de materiais e energia, estes sofrem inflação, o que prejudica financeiramente os moradores locais; aumento da população, gera problemas com resíduos, tanto no lixo quanto resíduos sanitários; circulação intensa de caminhões pesados, estragando as vias públicas; impacto no solo, na fauna e na flora; impactos históricos, como perda de materiais que estariam nessa parte alagadas; impactos

sociais, pois causa realojamento de famílias, muitas vezes ocorre inundações em cidades inteiras. Essas famílias geralmente são indenizadas e transferidas para outro local tendo que se adaptar a uma nova vida; entre outros fatores.

Cada rio possui características próprias, de fauna, flora, vazão e ciclos específicos, e mesmo quando estudos ambientais são realizados corretamente, muitas das vezes não é possível corrigir totalmente os danos causados pela construção das hidrelétricas. As ações de mitigação têm grande importância, para a redução destes impactos, mas não conseguem compensar de fato, os danos causados. Cada rio apresenta também diferentes tipos de população (ribeirinhos, indígenas, etc.) as quais são afetadas diretamente por construções deste porte (VIEIRA & VAINER, 2010).

Apesar de tantos impactos ambientais causados pelas centrais hidrelétricas, tornam-se poucos diante a importância da energia hidráulica para a matriz energética mundial. Sendo assim, a maioria dos problemas é local sendo possível realizar ações mais leves para reduzir esse impacto.

A energia hidráulica continua sendo uma energia renovável, pois não mexe nas propriedades físico-químicas das águas, e permitem o retorno da água ao leito original do curso d'água alguns quilômetros abaixo da barragem.

### 3.2 BIOMASSA E BIOCOMBUSTÍVEL

O Biogás é uma mistura gasosa obtida através da fermentação bacteriana anaeróbica de matérias orgânicas. Composto por 50 a 70% de metano ( $\text{CH}_4$ ) e de 30 a 45% de dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ), tendo também presença em alguns casos de ácido sulfídrico ( $\text{H}_2\text{S}$ ), amônia ( $\text{NH}_3$ ), hidrogênio ( $\text{H}_2$ ), nitrogênio ( $\text{N}_2$ ), diz que o biogás é um gás combustível limpo e renovável, o que pode ser usado como fonte de energia alternativa. Uma delas sendo a energia química para elétrica, através de geradores a combustão (OLIVER ET AL, 2008).

No contexto da matriz energética, a biomassa, se insere nas energias renováveis e vem se destacando com a incorporação de novas possibilidades de exploração e utilização. As biomassas podem ser rotuladas em “biomassas modernas” e “biomassas tradicionais”. As biomassas modernas compreendem os biocombustíveis (etanol e biodiesel), derivados do bagaço de cana-de-açúcar, da madeira de reflorestamento e de outras fontes, desde que aproveitadas de modo sustentáveis e com métodos tecnológicos eficientes e avançados. As chamadas biomassas tradicionais são aquelas empregadas de maneira rústica, geralmente utilizada para suprir a classe residencial (aquecimento de ambientes e alimentação) em

comunidades isoladas. Podem-se enfatizar os resíduos florestais, a madeira de desflorestamento e os dejetos de animais (VICHI e MANSOR, 2009; DHILLON e WUEHLISCH, 2013).

No caso da energia elétrica, o processo para obtenção de eletricidade ocorre por meio da queimada do bagaço da cana-de-açúcar (pontas e palhas, inclusive). Essa biomassa, de acordo com Gentil (2011), é a mais recomendada, uma vez que seu custo de obtenção é baixo, existem termelétricas já em funcionamento, mão de obra capacitada; dentre outros fatores. Campos e Moraes (2012, p. 44) salientam que a biomassa de usinas sucroalcooleiras é responsável por quase a totalidade da energia produzida e utilizada pelas próprias usinas. Além disso, ressaltam que esse tipo de biomassa “é uma das principais fontes de geração elétrica a partir de fontes renováveis de energia, especialmente pelas grandes possibilidades em termos de natureza, origem e tecnologia disponível para conversão”.

Assim, diante das possibilidades de uso da biomassa para fins energéticos, há uma preocupação com medidas que possam estimular essa produção. Nesse sentido, as políticas públicas são importantes para incentivar um ambiente favorável para o desenvolvimento do setor (TRUMBO; TONN, 2016).

Grande parte das usinas sucroenergéticas é autossuficiente em energia elétrica, pois aproveita o bagaço proveniente da moagem da cana para geração de sua própria energia. O caldo da cana-de-açúcar contém aproximadamente um terço da energia total da planta. O bagaço, as pontas e as folhas são responsáveis pelos outros dois terços (MARTINS, 2011; VECCHIA, 2010). Adicionalmente, o processo de aproveitamento para geração de energia, chamado de cogeração, acaba gerando excedentes que podem ser comercializados (JANK; NAPPO, 2009).

Entre os benefícios da geração de energia elétrica a partir da biomassa cabe salientar o custo de obtenção da matéria-prima, conforme mencionado anteriormente, e a complementariedade com a geração por hidrelétricas, principalmente em períodos de baixa densidade pluviométrica em regiões como o Sudeste (CAMPOS; MORAES, 2012).

### 3.3 ENERGIA EÓLICA

A energia eólica é a energia existente na movimentação dos ventos, ou seja, é a energia cinética contida nas massas de ar da atmosfera. Uma estimativa da energia total disponível dos ventos ao redor do planeta pode ser feita a partir da hipótese de que, aproximadamente, 2% da energia solar absorvida pela Terra é convertida em energia cinética dos ventos. Este percentual,

embora pareça pequeno, representa uma centena de vezes a potência anual instalada nas centrais elétricas do mundo (CRESESB, 2014).

A utilização dessa energia para fins mecânicos, como impulsão de barcos a vela, rotação de moinhos, bombeamento e água ou moagem de grãos, é muito antiga. Em contrapartida, seu uso para obtenção de energia elétrica é bem mais recente, havendo relatos de estudo no século XIX, mas sendo consolidada apenas em 1970, onde se viu necessária devido à crise do petróleo (REIS, 2011).

O primeiro aerogerador foi instalado no Brasil em 1992 no arquipélago de Fernando de Noronha. Dados recentes mostram que 336 usinas eólicas estão operando no Brasil, totalizando uma potência instalada da ordem de 8195 MW (Banco de Informações de Geração ANEEL - 2016). Embora ainda existam divergências entre especialistas na estimativa do potencial eólico brasileiro, vários estudos indicam valores consideráveis para um alto desempenho deste tipo de energia no Brasil (COSTA E LYRA, 2012).

Assim como uma das tecnologias mais maduras dentre as fontes renováveis, a energia eólica tem visto seu crescimento acelerado durante a última década no Brasil. Ela tornou-se a principal opção para os planejadores e os governos nacionais, que procuram diversificar os recursos energéticos e reduzir as emissões de CO<sub>2</sub>, fomentar novas indústrias, e gerar novas oportunidades de emprego (AZEVEDO ET AL., 2017).

Os impactos ambientais associados à energia eólica possuem um caráter bastante específico e fortemente dependente da localização selecionada para a instalação do parque eólico. Na Europa, onde existe maior experiência com a operação de parques eólicos, estudos mostram que os impactos considerados mais críticos são: impacto visual (estético), ruído acústico e os impactos sobre a fauna (BURTON ET AL., 2001).

### 3.4 ENERGIA SOLAR

O sol é uma fonte de energia extremamente abundante em todo o planeta sendo de fácil acesso a todos e uma fonte de energia limpa.

Assim como na definição de Guerra e Youssef (2012, p. 212) "Energia solar é o nome dado a qualquer tipo de captação de energia luminosa originada pelo sol. Caracteriza-se por ser uma opção renovável e limpa de produção de energia".

No que diz respeito ao potencial de radiação "O Brasil é favorecido na captação de radiação solar, com destaque para a região do Nordeste que se posiciona entre as melhores do mundo" (MACHADO JÚNIOR; SARAIVA DE SOUZA e FURLANETO, 2010, p. 217).

Segundo Rodrigo Sauaia, diretor executivo da Absolar a geração de energia elétrica através de fontes solares “trata-se de uma evolução tecnológica, que tem tudo para deslanchar nos próximos anos no Brasil, no Nordeste e especialmente na Bahia” (RENOVA ENERGIA, 2015).

A energia solar funciona captando a luz do sol através de placas instaladas em diversas superfícies. Existem 3 formas: a fotovoltaica, térmica e heliotérmica.

Na fotovoltaica, há um deslocamento de elétrons para surgir a corrente elétrica.

Na térmica, a luz do sol aquece um líquido presente nas tubulações de uma residência, que aquece a água.

Na heliotérmica o sol aquece um líquido até que solte um vapor que vai movimentar uma série de turbinas, transformando a força mecânica em eletricidade.

### 3.5 ENERGIA OCEÂNICA

Segundo pesquisas científicas, no período da Idade Média, a França e a Inglaterra foram as pioneiras na utilização das marés para a geração de energia, pois por meio de pequenos moinhos d'água trituravam diversos tipos de cereais deslocando a água em barragem provendo assim, energia cinética vinda do processo. Na década de 1930 houve inúmeras tentativas de exploração desta fonte renovável de energia e logo após esses registros se tem, em meados de 1967, relatos da instalação de usinas maremotrizes em regiões da França, Rússia, Canadá e China as quais exploraram a utilização das marés para gerar eletricidade. Hoje, existem lugares em que se há projetos para a instalação de usinas maremotrizes em grande porte como por exemplo na Grã Bretanha, a qual terá uma capacidade de suprir pelo menos 5% das necessidades energéticas do país, o que já é um enorme avanço, por indicar que esta fonte de energia renovável também pode ajudar a manter a geração de eletricidade de um país trabalhando com outras fontes de energia (MOREIRA'S, 2017).

Conceitua-se Energia Oceânica como a energia que vem das ondas e/ou marés, através da captação da energia vinda de um processo mecânico que ocorre diante do movimento das correntes marinhas, ondas e o desnível ou diferencial de altura causado pelas marés. A conversão da energia das ondas em energia elétrica se encontra em fase pré-comercial, isso ocorre por meio de um conceito denominado "coluna de oscilação da água", que altera a pressão do ar na câmara e aciona a turbina para gerar eletricidade. Para as grandes empresas e instituições de pesquisas atuais que buscam converter essa fonte em energia, reduzir custos e

garantir a competitividade comercial desse novo tipo de produção renovável e livre de poluição que usa o próprio oceano como reservatório, ainda é um desafio (SANTOS, 2013).

O EPE ([2022]) fundamenta que a energia gerada a partir desta fonte vem dos oceanos, de onde se aproveita o movimento das águas. Essa energia pode vir das ondas, das marés e das correntes marinhas, transformando a energia mecânica dos oceanos em energia elétrica. O aproveitamento dessa fonte ainda está em desenvolvimento, havendo poucas usinas em operação no mundo.

A Energia Oceânica, também chamada de “energia das ondas” é a proveniente dos movimentos gerados pelas marés, correntezas e ondas. É uma energia que apesar de incomum gera grandes expectativas para futuros grandes projetos, visto que, a maior parte da água do planeta vem de oceanos e mares. Diante disto, existem dois principais tipos: a energia Maremotriz e suas variações e a Ondomotriz (ROTHBARTH, 2017).

A energia Maremotriz é dada pela variação das marés e acontece devido ao fenômeno natural e astronômico de atração média das águas do mar pela lua e o sol. Obedecendo o seguinte princípio, a água do oceano desce quando a maré é baixa e sobe quando ela está enchendo, isto acontece por conta das forças de gravidade dos corpos celestes citados, que puxam as águas para sua direção (BEZERRA, et al., 2011).

Já a energia Ondomotriz é gerada através da conversão de energia cinética do movimento das ondas em energia elétrica, os tipos mais comuns de geração de construções para geração de energia marítima são classificados em construção onshore, nearshore e offshore (OLIVEIRA, et al., 2020).

### 3.6 ENERGIA GEOTÉRMICA

Com a possível escassez de combustíveis fósseis e as preocupações crescentes sobre os problemas ambientais que os mesmos causam, o uso de recursos energéticos renováveis tende a aumentar e diversificar. A energia geotérmica, definida como a energia térmica proveniente do interior da Terra, pode ser capaz de solucionar alguns desses problemas atuais de energia e do meio ambiente, se tornando um recurso fundamental para tornar a sociedade mais sustentável (OZGENER; HEPBASLI; DINCER, 2007).

O EPE ([2019]) acrescenta que a energia geotérmica ou energia geotermal (do grego geo: terra; térmica: calor) é a energia obtida do calor presente no interior da Terra. Circundando o núcleo existe uma camada chamada manto que é formada por magma (semelhante à lava dos vulcões) e rocha, e a última camada, mais externa é a crosta terrestre, onde habitamos. Para a

geração elétrica, perfura-se o subsolo onde há grande quantidade de vapor e água quente, os quais devem ser retirados por dutos e conduzidos a um gerador na superfície da terra para a transformação da energia geotérmica em elétrica. É uma fonte de energia renovável porque o calor é produzido continuamente nessas camadas internas da Terra. Esta fonte é utilizada geralmente em regiões com alta atividade vulcânica ou encontros de placas tectônicas.

A utilização desta fonte renovável traz muitas vantagens no setor sustentável. A emissão de dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ) e dióxido de enxofre ( $\text{SO}_2$ ) é tão pequena que, em comparação com os combustíveis fósseis, não contribui para degradação da camada de ozônio. Além disso, utiliza um espaço relativamente pequeno em comparação com outras fontes, podendo suprir áreas pequenas e afastadas, conseguindo operar de forma incessante, não dependendo de nenhuma condição climática (CAMPOS et al., 2017).

Em contrapartida, o rendimento é muito baixo com um custo altíssimo de instalação, podendo ser construída somente em locais específicos que correspondem 10% do planeta. Além do risco de deteriorar o campo geotérmico, aumenta a temperatura da região em que for instalada, causando o afundamento da terra em torno de 40 cm por ano e também da emissão de  $\text{H}_2\text{S}$  (Ácido sulfúrico), seriamente prejudicial à saúde e corrosivo (CAMPOS et al., 2017).

Contudo, apesar do potencial, a utilização de energia geotérmica no Brasil não é utilizada para geração elétrica, somente para fins recreativos ademais, o país carece de um apoio de pesquisa e desenvolvimento para incentivar a indústria (CAMPOS et al., 2017).

A energia geotérmica é uma fonte de energia alternativa que é encontrada em regiões especiais da superfície da terra, que necessita de muita pesquisa para melhor ser aproveitada, pois mesmo com os 94 anos que se passaram, da primeira tentativa de exploração, ocorrida em 1904 em Lardarello, na Toscana, o rendimento que se consegue é ainda muito baixo. O alto custo de construção das usinas, principalmente o da perfuração inviabiliza muitos projetos. (FREITAS; FREITAS, 1998).

O fragmento acima relata a problemática da implementação de um sistema de energia renovável geotérmico, abordando desde o seu descobrimento até a atualidade. Enfatiza, também, que mesmo ao longo de todos esses anos, essa é uma área ainda pouco explorada em virtude dos possíveis riscos ambientais e dos altos custos, o que a torna, portanto, inviável muitas vezes.

#### **4 FONTES DE ENERGIAS RENOVÁVEIS UTILIZADAS NA CONSTRUÇÃO CIVIL**

Além de questões ambientais e de segurança da fauna e flora, investir em energia de matriz renovável pode ser de grande benefício para a construção civil, ajuda a valorizar o empreendimento construído e até melhorar o status e imagem das empresas construtoras. Além de agregar valor ao seu empreendimento, seja ele pequeno ou grande porte, ainda garante economia de dinheiro e recursos ao longo prazo.

O avanço científico e tecnológico na área de energia permitiu o vislumbre do desenvolvimento de concepções modelares inspiradas em cidades globais digitais e inteligentes, bem como a projeção de construções ou edifícios sustentáveis, que pudessem explorar energias renováveis, a serem utilizadas pelos setores industriais, comerciais e domésticos, e os esforços se concentraram na evolução e no desenvolvimento de sistemas para captação e conversão de energia para uso residencial e empresarial (GOLDEMBERG, 2000; BERMAN, 2008; KANTER E LITOW, 2009; HARRISON E DONNELLY, 2011).

Essa possibilidade de exploração de fontes de energia renováveis passou a ser difundida por meio de políticas públicas fundadas no âmbito científico e informacional, e deixou o campo da mera publicidade para assumir valores que foram assimilados por diversas cidades, o que propiciou o despertar da consciência coletiva cidadina para a questão (PERBOLI ET AL., 2014).

Essa recente conformação compreensiva sobre os valores que sedimentam a cidade digital e inteligente, assimilada por determinadas cidades, tem-se ampliado para o compromisso social sobre meio ambiente sustentável e saudável, no qual se insere o uso de energias alternativas renováveis, e esta missão coletiva reproduziu-se às demais cidades, com vistas à redução da utilização ou dependência de energias fósseis e de outras fontes de energia que comprometem em demasia o meio ambiente (ABDALA ET AL., 2014).

A consciência ambiental vem despertando interesse em cidades de todo o mundo, inclusive brasileiras, para a utilização dessas fontes de energia renováveis, como forma de se reduzir o impacto ambiental local e universal, por meio de ações responsáveis com o planeta pela coletividade (BRASIL, 2015). As fontes renováveis são consideradas, para qualquer efeito prático, como inesgotáveis, e variam, em relação às matrizes disponíveis, em razão das condições climáticas e geográficas específicas das diversas cidades mundiais (MONZONI ET AL., 2010; BEZERRA ET AL., 2013).

Nesta concepção conjuntural, várias administrações, por meio de suas políticas públicas, incentivam os construtores/incorporadores e proprietários a incluir, em seus projetos, sistemas integrados voltados à utilização de energias renováveis. Trata-se, pois, de medidas eficientes,

econômicas e duradouras, que contribuem para a preservação ambiental e para que a cidade digital e inteligente seja também sustentável (ISHIDA, 2000; JUCEVICIUS, PATAŠIENE E PATAŠIUS, 2014).

De qualquer forma, a adoção de cidades digitais e inteligentes é uma oportunidade ímpar para elevar a qualidade de vida dos cidadãos, e emerge como um grande desafio aos gestores públicos. A cidade inteligente é sinônimo de cidade resiliente e sustentável, com flexibilidade e capacidade de adaptação, composta por construções inteligentes, cujas premissas de elaboração tenham por objetivo a harmonia entre arquitetura, pessoas, ambientes, tecnologias avançadas e regionalidades – circunstâncias que promovem a criação de ambientes de convivência sustentáveis, projetos ecológicos e sistemas de tecnologias com características adaptativas e reativas (ABDALA ET AL., 2014).

Percebe-se, portanto, que a busca pela integração das fontes de energia renováveis nas construções edilícias ou unitárias, comerciais, industriais ou residenciais, tornou-se um desafio às administrações das cidades, que devem ter por objetivo a composição de edificações eficientes que permitam a incorporação de sistemas de aproveitamento de fontes de energia renováveis, que possibilitem a autossuficiência energética e a eficiência da edificação, contribuindo, assim, com a preservação ambiental e com a plenitude do conceito de cidade digital e inteligente (ABDALA ET AL., 2014).

As observações científicas conduzem à reflexão de que as edificações das cidades podem contemplar o potencial energético local e, para isto, fazem-se necessárias estratégias de arquitetura que maximizem o perfil receptor em relação às diversas fontes de energia disponíveis, possibilitando a captação dessas fontes e a transformação em energia utilizável, alcançando, com isso, a sustentabilidade da construção (GONÇALVES E DUARTE, 2006).

#### 4.1 IMPACTOS ECONÔMICOS E AMBIENTAIS DAS ENERGIAS RENOVÁVEIS NO BRASIL

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 ao longo dos 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 ambiente seja ela renovável ou não renovável, de pequena ou grande proporção. Porém, esses impactos podem ser minimizados quando associados o 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).

Diante de tantos benefícios que as energias renováveis trazem, o que elas causam de impactos no meio ambiente, a utilização sustentável e racional das fontes de energia reduz o aquecimento global, como também é a melhor alternativa para substituir os combustíveis fósseis.

## 5 EFICIÊNCIA ENERGÉTICA

De acordo com a EPE (2010), o termo eficiência energética é a relação entre a quantidade de energia final utilizada e de um bem produzido ou serviço realizado, em que a eficiência está associada à quantidade efetiva de energia utilizada e não à quantidade necessária para realizar um serviço. Para Hordeski (2005) o termo eficiência é a capacidade de equipamentos que operam em ciclos ou processos produzirem os resultados esperados.

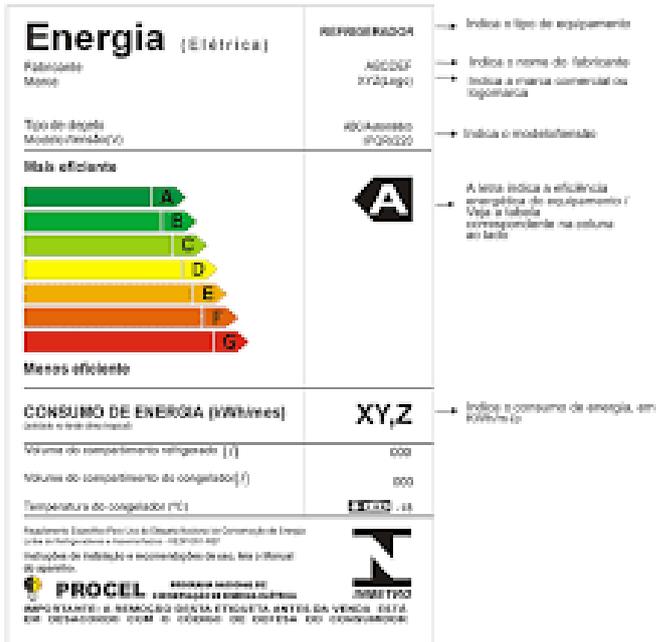
Para a International Energy Agency (IEA, 2007), o conceito de eficiência energética está voltado à obtenção de serviços energéticos como produção, transporte e calor, por unidade de energia utilizada, como gás natural, carvão ou eletricidade.

Em dezembro de 1985 foi criado o Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica (PROCEL). Esse programa é coordenado pelo Ministério de Minas e Energia e executado pela Eletrobras, cuja finalidade é promover o uso eficiente de energia e combater o seu desperdício. Já em dezembro de 1993, o PROCEL criou o Selo Procel de Economia de Energia, ou simplesmente Selo Procel. Essa ferramenta tem a função, de maneira simples e eficiente, de permitir que o consumidor tenha conhecimento de equipamentos e eletrodomésticos disponíveis no mercado que são mais eficientes e por isso consomem uma quantidade menor de energia (PROCEL INFO, 2022).

A Lei nº 10.295, de 18 de outubro de 2001, denominada Lei de Eficiência Energética, dispõe sobre a Política Nacional de Conservação e Uso Racional de Energia. O artigo 1º da referida lei destaca a necessidade de se alocar eficientemente os recursos energéticos e preservar o meio ambiente. O artigo 2º dispõe que fica a cargo do Poder Executivo estabelecer os níveis máximos de consumo específicos de energia, ou mínimos de eficiência energética de máquinas e aparelhos consumidores de energia que sejam fabricados ou comercializados no país, seguindo como base indicadores técnicos específicos (BRASIL, 2001).

A partir do selo é possível identificar o grupo do equipamento, o seu consumo mensal e sua eficiência, conforme apresenta a figura 3. Cabe ao Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia (INMETRO) avaliar os produtos fabricados enviados para seus laboratórios, onde será realizada a certificação destes. Esses produtos, após a realização de vários testes, recebem uma etiqueta inerente ao seu nível de eficiência energética, cuja classificação irá variar de acordo com sua performance, sendo representada pelas letras “A” à “G”, isto é, o produto etiquetado com a letra “A” que é o mais eficiente energeticamente, causa menor impacto ambiental e como consequência gera uma redução econômica na conta de energia (PAVANI, 2021).

Figura 3: Selo Procel



Fonte: Pavani (2021).

Segundo Santos (2020), os principais benefícios que um desempenho energético adequado pode apresentar são: diminuição do desperdício de energia; otimização do consumo; economia devido ao uso consciente; traz incentivos à competitividade da tecnologia industrial para criar equipamentos que apresentam melhor índice de eficiência energética; aumento da produtividade, redução de custos e aumento da qualidade dos produtos; entre outros.

## 6 METODOLOGIA

O objetivo desta pesquisa é ter como característica uma abordagem qualitativa a partir de uma revisão de literatura. Terá como fim, elucidar o conhecimento sobre as fontes de energias renováveis com foco na energia solar no Brasil.

Quanto ao nível, em se tratando de pesquisa qualitativa, o exploratório foi o adotado, onde o pesquisador busca o aprofundamento no tema. Existem estudos de caso exploratórios, descritivos e explicativos. O que diferencia esses níveis não é a hierarquia, mas, três outras condições dadas pelo: tipo de questão de pesquisa proposta; extensão do controle que o pesquisador tem sobre eventos comportamentais atuais e, no grau de enfoque em acontecimentos contemporâneos em oposição à acontecimentos históricos (YIN, 2005).

Sobre o nível exploratório, Gil (1999, p. 43) nos diz que “As pesquisas exploratórias têm como principal finalidade desenvolver, esclarecer e modificar conceitos e ideias, tendo em vista, a formulação de problemas mais precisos ou hipóteses pesquisáveis para estudos posteriores”.

Nesta monografia, inicialmente foi realizada uma pesquisa bibliográfica para conseguir obter maior conhecimento sobre o tema. A pesquisa bibliográfica permite ao pesquisador o contato direto com tudo o que foi publicado ou registrado sobre o assunto estudado.

Essa pesquisa foi realizada por meios de artigos científicos, pesquisados no período de março de 2023 a junho de 2023, encontrados a partir das bases de dados utilizando as palavras chaves: energia renovável, energia limpa, na língua portuguesa.

Os artigos selecionados tiveram como objetivo mostrar maiores conhecimentos sobre o tema da pesquisa e foram incluídos artigos que mostram a revisão de literatura sobre fontes de energias renováveis em Santa Catarina e no Brasil.

## 7 ESTUDO DA ENERGIA RENOVÁVEL NA CONSTRUÇÃO CIVIL

Diante do conteúdo pesquisado, nos deparamos, segundo alguns autores, em um acentuado crescimento globalizado. Gerando grandes problemas no nosso ecossistema, com a utilização de insumos não renováveis, onde, cerca de 61% dos Resíduos Sólidos são gerados da Construção Civil, inflando ainda mais a degradação do nosso meio ambiente. Apresentando no Brasil, por muito tempo, um país considerado em escala econômica, como nação de terceiro mundo, hoje sendo considerado um país em desenvolvimento. Mostrando nesse contexto imperioso, o quão atrasado, em relação ao crescimento nas mais diversas áreas foi durante muitos anos e ainda necessitando desenvolver a sustentabilidade em diversas áreas, principalmente na construção civil, nos tempos atuais (COSTA, 2020).

Dentro do contexto de sustentabilidade, sabemos que o próprio atentar-se para essa realidade foi tardio por nações de grande poder econômico, quiçá para países que na época tinham pouco desenvolvimento, e nesse contexto cabe o Brasil.

Dessa realidade, Cortes et al. (2011), infere:

No Brasil, a Indústria da Construção Civil apresenta um quadro de atraso quanto à responsabilidade socioambiental, que se revela, por exemplo, nos investimentos pouco expressivos na formação e qualificação dos profissionais e na destinação inadequada dos resíduos sólidos. Entretanto, iniciativas mais recentes que começam a surtir efeito, como as determinações do Ministério do Meio Ambiente: as Resoluções do Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA.

Nos estudos de Agopyan e John (2011), um dos pontapés iniciais para a sustentabilidade na construção civil no país foi o Simpósio do CIB sobre Construção e Meio Ambiente, organizado pelo Departamento de engenharia de Construção Civil da Escola Politécnica da USP, em 2000, que alavancou as preocupações dessa indústria e a necessidade de projeções e estratégias para o futuro. Contudo, desde os anos 90 existem empresas pioneiras nesse sentido, as quais se norteavam pelos processos sustentáveis já implementados em outros países.

Segundo Correa (2009), foi a partir dos anos 2000 que no Brasil se intensificou a busca pela inserção da sustentabilidade na construção civil. Nesse contexto, é que em 2002 se apresentou a Resolução 307 do CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente, que são diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão de resíduos sólidos na construção civil. Na própria letra de lei estão definidos o que são ações de reciclagem, reutilização, gerenciamento de resíduos e beneficiamento, classificando também as espécies de resíduos e as etapas que devem ser seguidas por esses projetos.

Nesse sentido, como fonte de busca por sustentabilidade, foi apresentado a importância das certificações, que são os processos em que se avaliam as construtoras, a saber se as mesmas estão adequadas em todos os requisitos definidos para tal certificado. Onde foi dada ênfase as certificações verdes, que por sua vez, foram criadas para avaliar se as indústrias estavam seguindo diversos critérios para minimizar seu impacto no meio ambiente, se tornando cada vez mais sustentáveis (SEVERIANO, 2021).

Cortes et al. (2011), afirma que as certificações nacionais e internacionais geram competitividade entre as empresas além de proporcionar benefícios a sociedade. Nesse sentido, as normas da ABNT como a ISO 9001, a ISO 14000, ISO 14001, ligadas respectivamente a busca pela otimização de diversos processos dentro da organização, a gestão ambiental e a melhoria de imagem ligada a gestão ambiental, são exemplos de direcionamento para a sustentabilidade nas empresas.

A certificações ambientais, são meios de aferir se as construções são de fato saudáveis para o meio ambiente, ainda mesmo em seus planejamentos. No Brasil, se destacam três certificações ligadas a construção sustentável, a LEED, a AQUA e a PROCEL. A primeira desenvolvida nos Estados Unidos, sendo um sistema que observa o desempenho do impacto ambiental de um edifício, a partir de áreas como o local, o uso de recursos hídricos, energia, materiais, além da qualidade do ar e a inovação trazida por tal projeto (CORTES ET AL., 2011).

Já a AQUA, usada na Europa desde 2002, traz quatorze critérios de avaliação que vão desde a gestão ambiental das obras até as especificidades técnicas e arquitetônicas. E, por fim a PROCEL que se trata do plano de ação do governo em busca da Eficiência energética em projetos residenciais, públicos e de serviços, o qual se tornou obrigatório desde 2012 (CORTES ET AL., 2011).

Ainda apresentado como uma das soluções sustentáveis, o uso de dados, do Centro de Tecnologia de Edificações - CTE, existiam no Brasil, ainda em 2020, cerca de 1800 projetos de empreendimentos saudáveis certificados ou em processo de certificação. Em matéria jornalística veiculada pelo jornal folha da região, em 2021, existe a informação de que, a partir de números do USGBC (United States Green Building Council, criador do sistema LEED, o Brasil é o 5º país do mundo com maior número de certificações de edifícios sustentáveis, dentre os 180 países, porém ainda pouco, comparado com o grande volume de RCC descartados de formas irregular (CORREA, 2009).

Ademais, existem também iniciativas e incentivos do governo brasileiro, como a própria construção de casas do projeto Minha Casa Minha Vida, que a partir de 2011, passou a inserir projetos fotovoltaicos (energia solar) em suas construções, visando habitações mais

sustentáveis. Bem como, projetos de Lei como a PL 252/2014, em que são deliberados incentivos fiscais para imóveis construídos com medidas à redução do consumo de água e maior eficiência energética. Visualizamos, ao ler estas linhas que o Brasil, por assim dizer, em linguagem popular, corre atrás do prejuízo no que se atenta a sustentabilidade na construção civil no país há pelo menos vinte anos, e que tende a ter melhores respostas futuras com o investimento em novas tecnologias e maiores incentivos governamentais, mas de certa forma falta ainda o pensamento globalizado da estrutura ou do empreendimento, pensando desde seu projeto (construção) até o fim de sua vida útil, ou seja, sua demolição (SEVERIANO,2021).

O intuito dessa monografia é apresentar uma análise geral do consumo energético no setor da construção civil, durante as fases de execução e ocupação de uma obra, demonstrando medidas que podem ser adotadas no âmbito de projetos e técnicas de construção que podem propiciar a redução no consumo energético e melhora no desempenho.

Observa-se que ainda há grandes oposições quanto ao uso de novas tecnologias dentro do setor, tanto pela característica tradicional quanto pelo quesito financeiro, pois, em geral, materiais e inovações ambientalmente corretos são mais caros do que as tradicionais. Contudo, ao se aplicar esses materiais e técnicas alternativas e mais eficientes, há um melhor aproveitamento da energia disponível, demonstrando em longo prazo os efeitos econômicos, sociais e ambientais resultantes.

Recomenda-se que na fase de projeto arquitetônico priorizem-se edificações com condicionamento térmico aceitável aliado a um mínimo consumo de energia, oferecendo proteção adequada contra insolação no verão, amortecimento da temperatura pela utilização de materiais de grande inércia térmica, alta qualidade de ventilação e iluminação, aproveitamento da insolação no inverno e isolamento racional de superfícies externas para proteger os ambientes contra trocas de calor indesejáveis e condensação (BALTAR, KAEHLER E PEREIRA, 2006).

Somando-se a isso, podem ser adotadas fontes renováveis de energia como, por exemplo, a utilização de painéis solares, e contribuir utilizando-se tanto de materiais com menores níveis de emissões, quanto de materiais que apresentem níveis reduzidos de emissões na fase de produção (BENITE, 2011; ABREU, 2012; APUD MOURA E MOTTA, 2013).

Baltar, Kaehler e Pereira (2006), complementam as ideias anteriores ao citarem importantes aspectos que podem ser observados na concepção do projeto, que também podem auxiliar na eficiência energética das edificações, como:

- Janelas e portas que possam ser totalmente abertas em dia com temperaturas elevadas;

- Telhado orientado com seu eixo longitudinal no sentido Leste-Oeste, para que o plano do telhado fique voltado para o norte, reduzindo a insolação no verão;
- Aberturas zenitais (domus e/ou claraboias) fixas ou não, que podem servir para gerar o efeito estufa necessário quando fechadas, ou para resfriar os ambientes quando abertas, já que o ar quente tende a se acumular nas partes mais elevadas;
- Controle de radiação solar nas aberturas por brises de sombreamento fixos ou móveis;
- Vegetação externa para redução da temperatura de paredes por evapotranspiração do vegetal e pelo sombreamento;
- Telhados verdes, com superfícies gramadas, que retardam o aquecimento e resfriamento do telhado e, conseqüentemente, do interior da edificação, já que plantas expostas ao sol consomem parte do calor recebido para realizar a fotossíntese, sendo a outra parte absorvida para evaporar água, criando um microclima agradável no interior das edificações.

O aumento da participação de fontes de energia renovável na matriz energética brasileira e mundial mostra-se imprescindível para a promoção do desenvolvimento sustentável. Além disso, a disponibilidade restrita dos tradicionais combustíveis fósseis faz do desenvolvimento e aplicação de tecnologias que permitam o uso de fontes renováveis em grande escala um dos grandes desafios deste século, como previsto pelo Protocolo de Kyoto em 1997. Entretanto, as alternativas de produção sustentável de energia mais razoáveis não são óbvias e ainda não existe uma solução clara para a futura demanda energética mundial (DUNLAP, 2015).

Os desafios inerentes ao desenvolvimento de energias renováveis não envolvem somente o atendimento das necessidades energéticas futuras, mas também realizá-lo de forma coordenada à proteção do meio ambiente e recursos naturais, de modo a garantir a inclusão energética de toda a população (UM FUTURO..., 2010). Considerando esses desafios, segundo Dunlap (2015), os fatores de maior influência no desenvolvimento de sistemas energéticos sustentáveis são: (a) disponibilidade de recursos; (b) fatores econômicos e tecnológicos; (c) fatores socioambientais; (d) fatores políticos; e (e) integração entre tecnologias novas e antigas.

## 7.1 ENERGIA HIDRELÉTRICA

O Brasil é um dos países que possuem a maior reserva mundial de hidroenergia devido à imensa quantidade de rios que o cobre. Este recurso é o mais utilizado para geração de

eletricidade (cerca de 70%), sendo o potencial hidrelétrico brasileiro estimado em 261.400 MW, equivalente a quase nove milhões de barris(petróleo)/dia. Entretanto, devido à menor oferta hídrica dos últimos anos, ocorreu um recuo da participação de energia hidrelétrica na matriz energética brasileira, de 84,5% em 2012 para 79,3% em 2013 e 65,2% em 2014, apesar do aumento de 3.177 MW na potência instalada (BRASIL, 2015).

Apesar deste enorme potencial, é importante salientar que uma possível crise de energia não é uma crise de fontes, mas uma crise criada pelo problema econômico. Durante a década da “prosperidade”, década de setenta, o Brasil cresceu em hidroeletricidade a taxas de 12,2% ao ano. Durante este período criou-se a famosa dívida externa brasileira. Com o início dos anos oitenta, a crise econômica mundial levou o Brasil a uma grande recessão, os investimentos diminuíram e o crescimento desceu a taxas de 6% ao ano. Em 1987 observou-se um crescimento de 4% somente. Aliado à questão econômica, as tarifas cobradas por eletricidade não permitiram novos investimentos. Na época, o setor elétrico possuía dívidas superiores a 20 bilhões de dólares. No final dos anos 90, a expansão na produção de energia hidrelétrica também foi pequena, quando comparada à expansão da oferta interna de energia. Como consequência da modesta expansão deste período, ocorreram racionamentos em 2001- 2002 por grande parte do sistema elétrico interligado (BRASIL, 2007).

O custo de uma hidrelétrica depende fortemente das características específicas de cada local, embora, no caso de micro-usinas, esta dispersão tenda a ser um pouco menor, pela maior padronização de projetos e equipamentos. Estas pequenas usinas, quando comparada à grandes aproveitamentos hidrelétricos, costumam apresentar período de retorno do investimento menor e custos de operação e manutenção mais baixos (ADRAD; MANCEBO; MARTINEZA, 2013).

Além disso, as PCHs são mais fáceis de construir e operar, devido a seu desenho mais simples, o que também proporciona custos menores.

Segundo Adrada, Mancebo e Martineza (2013), os principais fatores a serem considerados para se realizar o estudo econômico de instalação e operação de uma PCH são:

- Vida útil da instalação: pode-se adotar valores de 25 a 40 anos;
- Período de amortização do investimento: corresponde em média a 25 anos;
- Investimento: Custo total de execução do projeto;
- Fundo de manobra: Valor necessário para realizar o pagamento de impostos ou para depositar fianças;

- Gastos pré-operacionais: Engloba os gastos gerados pela realização do projeto concessional, gastos administrativos, licenças, seguros de responsabilidade civil, estudo de impacto ambiental, etc.
- Gastos de operação e manutenção: Quantia gasta durante a exploração da usina, como: pessoal, reposição, seguros, etc.
- Taxa de juros: Considera-se entre 2 e 3.

A energia hídrica é vista como uma forma de reduzir os gases do efeito estufa, como a quantidade de CO<sub>2</sub> liberada na atmosfera, o que a torna uma boa opção de energia sustentável. Porém as construções de barragens hidrelétricas geram outros impactos ao meio ambiente, como alteração do solo, causando impactos também a fauna do local, além do risco de rompimento de barragens “sendo que as falhas podem ocorrer por diferentes motivos, tais como erros estruturais na construção ou terremotos” (REBOLLAR, 2011).

A construção do reservatório de grandes usinas hidrelétricas implica na inundação de áreas extensas. Assim, diversos são os impactos físico-químicos e biológicos ocasionados por essa grande intervenção no meio. Os principais impactos físico-químicos que podem ser identificados são a diminuição da correnteza do rio e alteração da dinâmica do ambiente aquático (SOUSA, 2000). Essa alteração faz com que o fluxo de sedimentos seja alterado, favorecendo sua deposição no ambiente lótico. Além disso, a temperatura do rio também sofre mudanças, estratificando a represa entre o fundo do lago, onde a temperatura é mais baixa, e sua superfície, onde a temperatura é mais alta. Essa estratificação é responsável ainda por outros impactos físicos, pois reduz a mistura da água do ambiente represado, criando condições anóxicas, favorecendo sua eutrofização, e facilitando a ocorrência de reações químicas, que resultam em compostos nocivos (SOUSA, 2000).

Com relação aos impactos biológicos, pode-se citar a grande perda de biodiversidade, afogada pelo reservatório, e o estabelecimento de uma barreira física, constituída pela barragem, para as espécies terrestres e aquáticas. A construção de novas usinas leva ao retalhamento de unidades de conservação, aumentando sua fragmentação, o que constitui uma das maiores causas da perda de biodiversidade de uma área, muitas vezes também comprometendo a disponibilidade e qualidade dos recursos naturais disponíveis à população de uma região (LUCAS, 2011). A barragem pode causar também o isolamento de populações aquáticas e impedir ou dificultar a piracema das espécies de peixe (SOUZA, 2000).

Além disso, as alterações na qualidade da água e a transformação da dinâmica do rio podem repercutir tanto na região a montante quanto a jusante da barragem, afetando ainda mais

o ecossistema do rio. Além do severo impacto na biodiversidade da região, a construção de um reservatório provoca efeitos negativos na população local e em suas comunidades tradicionais, inundando elementos importantes de seu patrimônio natural, cultural e social. Com a implantação das hidrelétricas, um grande número de famílias perde suas terras e residências.

Nesse contexto, quando uma população é forçada a sair de um determinado local, ela sofre mudanças bruscas na sua maneira de trabalhar a terra e nas suas relações de vizinhança ao abandonar um local que fazia parte de sua identidade histórica e cultural. Além disso, muitas delas deixam de ser reassentadas, e quando indenizadas, em geral não conseguem comprar novas terras, devido ao diminuto valor recebido (MENDES, 2005).

## 7.2 ENERGIA SOLAR

A energia solar é a única fonte considerada indefinidamente renovável que pode apresentar capacidade de satisfazer completamente a demanda energética mundial. Diante deste cenário, o Brasil é um país privilegiado com altas taxas de irradiação solar em todas as regiões, sendo possível esperar que alcancemos um potencial de geração fotovoltaica no mínimo dez vezes maior que a capacidade instalada hoje na Alemanha.

Sistemas fotovoltaicos de aproveitamento da energia solar não geram nenhum tipo de resíduo sólido, líquido ou gasoso durante seu funcionamento. Além disso, a operação desses sistemas não emite ruídos nem requer o uso de nenhuma fonte de energia não-renovável (IPCC, 2012). A produção fotovoltaica de energia não está completamente livre de impactos ambientais. Embora não exista literatura extensa sobre os impactos gerados por esse tipo de aproveitamento energético, atualmente as principais preocupações estão relacionadas à geração de poluentes durante todo o ciclo de vida de um módulo fotovoltaico e à possibilidade de reciclagem dos materiais dos painéis ao término do uso dos sistemas de geração (IPCC, 2012).

O ciclo de vida de um módulo fotovoltaico envolve as etapas de extração da matéria-prima, produção dos painéis, uso (instalação, operação e manutenção) do sistema, e o pós-uso ou destinação final. A análise do ciclo de vida de uma placa fotovoltaica revela que, apesar da isenção de geração de qualquer tipo de resíduo durante a fase de uso, a emissão de gases estufa durante sua produção não pode ser desprezada. Em que a energia solar é a maior emissora de gases estufa, dentre as energias renováveis analisadas. Essas emissões não desprezíveis podem ser explicadas pelo fato de que a produção dos módulos fotovoltaicos exige, de modo intensivo, materiais relativamente raros, como o Silício e o Telureto de Cádmio (DUNLAP, 2015). Além disso, muita energia é consumida para que esses materiais sejam extraídos, sendo necessária a

mineração de enorme quantidade de matéria-prima para a obtenção de pequena quantidade do componente da placa. Outro ponto a ser considerado, é a necessidade de alta tecnologia para a produção dessas placas e muitas placas para a produção da energia desejada, devido à baixa densidade da energia solar (DUNLAP, 2015).

Com relação ao pós-uso das placas fotovoltaicas, a reciclagem do material dos módulos já é considerada economicamente viável, principalmente para aplicações concentradas e em grande escala (IPCC, 2012). Atualmente, existem projeções de reutilização de 80 a 96% do vidro, do acetato de etileno vinilo, e dos metais (TE, selênio e chumbo). Outros metais, tais como Cd, Te, estanho, níquel, alumínio e cobre, devem ser armazenados ou reciclados por outros métodos (IPCC, 2012). Além dos impactos ambientais, deve-se considerar também os impactos sociais da geração de energia por painéis fotovoltaicos. Embora essa seja uma fonte renovável com grandes potenciais, ela causa resistência no público consumidor em alguns pontos. Um deles é o impacto estético de uma grande usina solar, que requer grandes áreas para sua instalação. Entretanto, isso pode ser evitado pela escolha de áreas mais afastadas e com mais densidade populacional, que normalmente já são mais ideais para a implantação dessas usinas (IPCC, 2012). Outra preocupação estética é a descaracterização de prédios históricos através da implementação de painéis, que são considerados uma tecnologia de feição muito moderna. Já o barulho gerado durante a implementação dos módulos, que pode também representar uma preocupação, pode ser controlado durante o processo de escolha do local e através da adoção de boas práticas de trabalho (IPCC, 2012).

### 7.3 ENERGIA EÓLICA

Têm-se como uma forma de energia limpa, renovável e de disponível acesso, a energia eólica, que é àquela proveniente do vento. Esta energia é gerada por meio de um aro gerador, em que a força do vento é captada por hélices ligadas a uma turbina que aciona um gerador elétrico, a quantidade de energia captada varia conforme a velocidade do vento, a área de cobertura das hélices, juntamente com a densidade do ar (JUNIOR, 2015).

O aproveitamento da energia eólica tem um potencial significativo para reduzir as emissões de gases estufa, juntamente com as emissões de outros poluentes do ar, ao substituir a geração de eletricidade baseada em combustíveis fósseis (IPCC, 2012). Segundo a ANEEL (2002), enquanto as pequenas centrais são capazes suprir pequenas localidades distantes da rede, contribuindo para o processo de universalização do atendimento, as centrais de grande porte têm potencial para atender uma significativa parcela do Sistema Interligado Nacional

(SIN). Logo, no âmbito brasileiro, essa participação gera importantes benefícios ambientais e sociais, como a redução da emissão de poluentes atmosféricos, pelas usinas térmicas; redução da necessidade de construção de grandes reservatórios; e diminuição do risco de falta de energia gerado pela sazonalidade hidrológica, devido a complementaridade dos dois sistemas (ANEEL, 2002).

Devido à disponibilidade comercial e ao custo da tecnologia, esse tipo de aproveitamento pode ser imediatamente implantado em grande escala (IPCC, 2012). Contudo, semelhante a outros tipos de energia, a produção de energia eólica também é responsável por causar impactos sociais e ambientais negativos. Dessa forma, muitos governos locais e nacionais estabeleceram requisitos de planejamento, permissão e implantação para reduzir esses impactos. A preocupação com esses potenciais impactos é imprescindível, de modo a assegurar uma visão equilibrada das vantagens e desvantagens da energia eólica, especialmente se ela se expandir em grande escala (IPCC, 2012).

As usinas eólicas podem causar diferentes impactos ecológicos, dependendo de sua localização. Os principais impactos ecológicos potenciais relacionados a usinas eólicas onshore incluem as mortes de pássaros e morcegos, devido a colisões, e as modificações mais indiretas do habitat e do ecossistema. Esses impactos também são observados nas usinas eólicas offshore, além de implicações para os recursos bentônicos, pescas e vida marinha em geral. Além disso, os possíveis impactos da energia eólica sobre o clima local têm recebido atenção (IPCC, 2012). As mortes de aves e morcegos devido a colisões com turbinas eólicas estão entre as preocupações ambientais mais divulgadas associadas às usinas eólicas.

Para reduzir uma possível resistência das comunidades à instalação de qualquer tipo de sistema de geração renovável, não somente o solar, é importante que essas sejam integradas ao processo de planejamento do sistema, de modo com que tenham mais acesso e conhecimento sobre esses métodos alternativos de geração de energia. Outra vantagem que deve ser ressaltada sobre os sistemas fotovoltaicos é a sua capacidade de atender comunidades isoladas desconectadas do sistema nacional de distribuição em que, devido a localização, seja impossível explorar outras fontes, como a hidrelétrica ou a eólica. Essa tecnologia tem o potencial de melhorar a qualidade de vida dessas populações, gerando novas oportunidades econômicas, melhores condições de trabalho, e maior acesso à informação (IPCC, 2012).

Segundo IPCC (2012), embora muito permaneça desconhecido sobre a natureza e as implicações a nível de população destes impactos, as taxas de fatalidade aviária são específicas para diferentes tipos de usinas e diferentes tipos de espécie, podendo variar com a região, as características do local, a estação, o clima, o tamanho, altura e design da turbina, entre outros

fatores (IPCC, 2012). Entretanto, quando a magnitude e as consequências populacionais dessas colisões são vistas no contexto de outras mortes causadas por atividades humanas, a produção de energia eólica não apresenta posição de destaque. O número de mortes de aves nas centrais eólicas existentes apresenta ordens de grandeza inferiores a outras causas antropogênicas, como, por exemplo: choques com veículos, edifícios e janelas, linhas de transmissão, e torres de comunicações; predação por gatos domésticos; e poluição do ambiente (ERICKSON et. al., 2005).

O possível impacto das usinas eólicas no clima local também tem sido o foco de algumas pesquisas. As usinas de energia eólica extraem o impulso do fluxo de ar e, dessa forma, reduzem a velocidade do vento por trás das turbinas, além de aumentar a mistura vertical ao introduzir turbulência em diversas escalas de comprimento (BAIDYA; TRAITÉUR, 2010). Embora intuitivamente a passagem do ar pela turbina possa aumentar a mistura vertical da camada próxima a superfície e, portanto, aumentar a atmosfera de troca de superfície de calor, vapor de água e outros parâmetros, a magnitude do efeito permanece incerto (IPCC, 2012). Outros estudos indicam que esses efeitos locais também podem afetar as chuvas, a radiação, as nuvens, a direção do vento e outras variáveis climáticas. Embora o impacto médio global dessas mudanças locais seja pouco pronunciado, as mudanças locais podem ter implicações para os ecossistemas e as atividades humanas (IPCC, 2012). Entretanto, devido a quantidade atual insuficiente de literatura sobre esses fenômenos, o impacto da energia eólica nos climas locais permanece incerto.

Com relação aos impactos sociais causados pela produção de energia eólica, destacam-se os sonoros e os visuais. Os impactos sonoros são resultantes do ruído dos rotores e variam de acordo com os equipamentos. De acordo com ANEEL (2002), as turbinas de múltiplas pás possuem menor eficiência e geram mais ruído que os aerogeradores de hélices de alta velocidade. Logo, de modo a evitar transtornos à população vizinha, o nível de poluição sonora emitido pelas turbinas deve atender à legislação vigente. Já os impactos visuais são consequência do agrupamento de torres e aerogeradores, em especial no caso de fazendas eólicas com significativo número de turbinas. Portanto, os impactos variam de acordo com o local das instalações, o arranjo das torres e as especificações das turbinas.

Considerado o acentuado desenvolvimento atual da produção de energia eólica e o crescente número de novas usinas eólicas no Brasil, é possível que as preocupações existentes possam se agravar e que novas preocupações possam surgir. Entretanto, independentemente do tipo e grau de impactos sociais e ambientais, abordá-los diretamente é parte essencial de qualquer planejamento bem-sucedido de usinas eólicas (IPCC, 2012). Para isso, é imperativo

que a comunidade local esteja envolvida no planejamento e implantação destas, permitindo, por exemplo, que ela opine sobre locais alternativos para o empreendimento e suas turbinas. Além disso, melhorar a educação e familiarizar a população vizinha com relação ao funcionamento da usina é essencial para evitar atritos embasados no desconhecimento. Isso pode ser promovido através da realização de visitas a usinas eólicas existentes. Pesquisas comprovam que a reação do público a um empreendimento eólico melhorou significativamente quando o processo de desenvolvimento foi realizado e percebido como transparente (WOLSINK, 2000). Além disso, o pertencimento das usinas eólicas à comunidade local, entre outros mecanismos de compartilhamento de benefícios, pode melhorar as atitudes públicas com relação ao desenvolvimento desse tipo de energia (IPCC, 2012).

#### 7.4 BIOMASSA E BIOCOMBUSTÍVEL

O termo “biomassa” é amplo e se refere, de forma generalizada, a diferentes materiais orgânicos que podem de alguma forma serem utilizados para gerar energia, seja para uma pequena residência ou para incorporação no Sistema Interligado Nacional. O aproveitamento da biomassa é considerado hoje uma das fontes com maior potencial de crescimento para o suprimento energético mundial no futuro (ANEEL, 2008), não só por ser considerada renovável (em detrimento de fontes como os combustíveis fósseis), mas também por, em muitos casos, aproveitar materiais que antes seriam descartados como resíduos.

As formas de aproveitamento da biomassa são inúmeras, o que torna as pesquisas relacionadas a esta fonte diversas – da cana-de-açúcar, por exemplo, pode ser gerado o etanol, combustível com consumo crescente em substituição a derivados de petróleo (ANEEL, 2008), e energia elétrica através de seus resíduos, como o bagaço e as cascas. Apesar de ser inegável a diversidade de rotas tecnológicas para a geração de energia através da biomassa, também deve ser constatado que todas possuem como base a transformação da biomassa em um produto intermediário por meio de processos que podem ser termoquímicos, bioquímicos ou físico-químicos. É este produto intermediário que será usado, por fim, para a geração de energia (CARDOSO, 2012).

As principais vantagens da utilização da biomassa como fonte de energia se consistem da característica renovável deste insumo; a redução de impactos socioambientais; a possibilidade de diversificação da matriz energética brasileira; a agregação de valor às cadeias produtivas de base rural; o aproveitamento de resíduos urbanos e rurais, transformando em insumo e possibilidade de complementação de renda o que antes era visto como um problema

a ser resolvido; a potencial redução no consumo de combustíveis fósseis e a enorme disponibilidade de resíduos do cultivo de cana em âmbito nacional, devido ao enorme mercado doméstico e internacional que esta cultura possui (TOLMASQUIM, 2016b).

No Brasil, esta fonte de energia se apresenta hoje como a terceira mais utilizada, de acordo com o número de empreendimentos em operação e a participação destes na matriz nacional (CARDOSO, 2012). Os incentivos fornecidos pelo governo, alguns implantados desde a primeira metade da década passada, o que inclui os leilões de energia dedicados às fontes renováveis, intensificam ainda mais a participação da biomassa no segmento. A reestruturação ocorrida no setor elétrico nacional, com vistas a adoção de um mercado competitivo descentralizado e a exigência do uso mais racional da energia também abre portas para o aumento do potencial desta fonte (BRASIL, 2004).

Ainda é necessário considerar a participação do biodiesel na cadeia nacional de combustíveis, que hoje já compõe, através da Lei 11.097 publicada em 2005, 5% do diesel comercializado em todo o Brasil. A grande variedade de espécies oleaginosas no território nacional e a existência de incentivos governamentais como o Programa Nacional de Produção e Uso do Biodiesel (PNPB) são alguns dos motivos para que se perceba um aumento exponencial da produção do combustível nos últimos anos, o que se mostra como tendência também para o futuro. Essa tendência se mostra verdadeira mundialmente, já que há um estímulo dos governos de muitos países (como Canadá, Argentina e Japão) para um aumento no uso e produção desse combustível (SEBRAE, 2017).

Apesar das vantagens e do potencial crescente do aumento do uso da biomassa para geração de energia, ainda há alguns desafios que devem ser vencidos no segmento. Devido à ainda bastante significativa participação da madeira no mercado mundial de consumo de biomassa como fonte energética, muitas pessoas associam a utilização da biomassa com o desflorestamento e à desertificação de áreas, problema que, segundo o Atlas da ANEEL (2008), está hoje bastante atenuado em comparação com cenários passados. Com relação ao setor sucroalcooleiro, são identificados como desafios a falta de experiência ainda frequente com os métodos de aproveitamento energético com rejeitos e os custos elevados das tecnologias mais eficientes (TOLMASQUIM, 2016b). Para o aproveitamento de biomassa energética proveniente de resíduos sólidos, é considerado um desafio os investimentos de magnitudes diferenciadas necessários para o preparo inicial da biomassa (como secagem ou adequação granulométrica, por exemplo), além de ser fundamental que haja um desenvolvimento técnico e comercial em larga-escala de plantas com alta eficiência de aproveitamento (TOLMASQUIM, 2016b). Por fim, deve-se ainda mencionar a pulverização do consumo da biomassa, já que esta

é bastante utilizada em localidades isoladas e pequenos núcleos rurais, o que torna difícil a estimativa precisa do seu consumo (ANEEL, 2008).

Caso sejam vencidos os desafios, porém, a maior diversificação na matriz energética brasileira trazida pelo aumento da participação da biomassa no setor traria vantagens econômicas, sociais e ambientais para o país. E apesar dos obstáculos ainda existirem, essa diversificação, com o notável aumento da produção através de fontes renováveis, já está sendo percebida através de estudos ao longo do tempo (TOLMASQUIM; GUERREIRO; GORINI, 2007).

## 7.5 ENERGIA GEOTÉRMICA

Soma-se às tipologias de energias renováveis, a energia geotérmica, que consiste na energia proveniente do interior da Terra, sendo classificada e utilizada de formas diferentes, dependendo de multifatores, como por exemplo, a temperatura da água subterrânea. Ressaltando que o aproveitamento de uma fonte de energia geotermal está associado a diferentes fatores, como existência de uma fonte de calor, como um corpo magmático ou rochas quentes; um fluido para transportar o calor, como a água; também depende da existência de rochas para constituir o reservatório (ARBOIT et al, 2013).

Sendo a energia geotérmica uma das formas mais limpas de energia disponíveis, vem crescendo o seu emprego gradativamente, em diversos países, embora no Brasil ainda tenha muito a se desenvolver em relação a outras energias que são dispostas. Das questões ambientais, a energia geotérmica não produz gases tóxicos na atmosfera, como CO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>, entre outros, considerada uma energia limpa. Dependendo do sistema de aproveitamento escolhido, os aspectos negativos podem acarretar efeitos visuais, disposição de água residual salobra, ruído, recalque superficial, entre outros, no entanto, esses são efeitos secundários em relação ao custo-benefício desta forma de energia (RABELO et al, 2002).

## 7.6 USO CONSCIENTE DA ENERGIA

Os impactos ambientais tais como: grandes extensões de área inundadas, assoreamento, mudanças no ambiente social, transformações drásticas da fauna e flora e a emissão de CO<sub>2</sub> (gás carbônico), são provenientes das fontes atuais geradoras de energia elétrica para o sistema elétrico do Brasil.

Neste contexto destaca-se a tecnologia de iluminação LED (Light Emitting Diode), trazendo soluções mais eficientes para nossas residências e para o meio ambiente, pois atua na diminuição da emissão de CO<sub>2</sub>, produzindo impacto imediato na utilização de energia elétrica e podendo prorrogar os grandes investimentos em hidroelétricas no Brasil, impactando no gasto do dinheiro público e privado.

O consumo consciente de energia, com consequente ampliação das fontes de energia renovável, são temas bastante discutidos atualmente, inclusive pela crescente preocupação da sociedade com a importância da sustentabilidade. A energia, como um dos principais pontos do desenvolvimento de um país, torna-se um tema de extrema importância na atualidade, o que mostra a importância do desenvolvimento de trabalhos como este.

Buscar soluções energéticas eficientes, como a tecnologia LED, certamente ajudará na redução do consumo de energia elétrica com maior eficiência. Mas a busca dessas soluções deverá levar em conta o bem-estar e a técnica de aplicação, para isso, a escolha de luminárias e lâmpadas eficientes com tecnologia LED, sempre observando a potência, a quantidade de lúmens emitidos e a temperatura de cor de acordo com o tipo de ambiente que deseja iluminar.

O aumento da iluminação LED em todas as áreas de aplicações, residencial, comercial, industrial e iluminação pública, é uma tendência mundial, sendo a substituição da iluminação convencional pela iluminação LED uma realidade para todos os segmentos.

A busca constante pelo consumo consciente de energia elétrica é uma meta a ser atingida com urgência em todas as residências do país. Em busca da maior eficiência energética residencial, a tecnologia LED tem agregado ao setor de iluminação, pois em comparação com as lâmpadas tradicionais incandescentes, as lâmpadas de LED consomem até 90% menos de energia.

Consequentemente reduz o impacto ambiental, com essa menor utilização de energia e o impacto econômico, com a conta no final do mês. Portanto, trabalhos como este são tão importantes, pois trazem à tona uma discussão importante, de como utilizar as novas tecnologias, aliadas a boas práticas de consumo, para obtenção de uma eficiência energética melhor.

Com o aumento do consumo de fontes de energias, a tônica que permeia a sustentabilidade precisa ser incorporada, em primazia, não apenas no aspecto relativo ao consumo, mas também quanto à produção e desperdício, uma vez que se verifica, no tecido social, negligências condizentes a estes fatores, não apenas advindas de grandes conglomerados industriais, como e inclusive de ações individuais. Neste sentido, por comodismo ou insipiência, muitos negam que seu modo de vida está intrinsecamente relacionado com os impactos

ambientais. Assim, ações que abarcam o consumo consciente, bem como a preservação das fontes de energia, sobretudo, as de tipologia renovável, colaboram com a sustentabilidade mundial (GOMES, 2018).

Outro empecilho à sustentabilidade no setor energético diz respeito ao fato de que as energias renováveis ainda competem com as velhas usinas de combustíveis fósseis, cuja eletricidade é produzida a custos baixos devido à depreciação dos parques energéticos e em virtude de os consumidores e contribuintes já terem arcado com os juros dos investimentos originais (SILVEIRA, 2018; OLIVEIRA; FERNANDES; PEREIRA, 2014). Ademais, muitos equipamentos e processos utilizados atualmente, nos setores de transporte, industrial e residencial foram desenvolvidos num período de energia abundante e barata e quando as preocupações ambientais ou não existiam, ou eram pouco compreendidas. Tal conjuntura alavanca oportunidades para melhorias na economia de energia, quer seja para aumentar a competitividade das empresas, quer seja para melhorar a imagem pública de indústrias que deixaram de ser poluentes, de forma a corroborar com ações mais sustentáveis (GOLDEMBERG, 2000).

Sob o viés das práticas mais sustentáveis, cabe ainda ressaltar que as expansões da oferta e de consumo de energia, com a manutenção dos indicadores de fontes renováveis devem se apresentar desta forma: entre 45 e 50% na matriz energética, e entre 80 e 85% na matriz de geração elétrica. Ademais, a otimização do aproveitamento dos recursos energéticos do País de modo sustentável, deve se basear em um desenho de políticas públicas que considerarem o crescimento do consumo de energia e os compromissos ambientais, no sentido de atender os aspectos de desenvolvimento sustentável voltados para processo de transformações em direção a uma economia de baixo carbono e menor pegada ambiental. Logo, é imprescindível a articulação entre as políticas para o desenvolvimento energético e o planejamento de políticas ambientais e os compromissos internacionais assumidos pelo Brasil, quanto às questões climáticas e ambientais e de desenvolvimento sustentável (MME, 2020).

## 8 CONCLUSÃO

O presente trabalho teve como intuito uma revisão bibliográfica, falando sobre o tema fontes de energias renováveis. A energia surgiu há muito tempo, mas com o passar dos anos foi se obtendo novas formas de reutilizar e usar da natureza de fontes inesgotáveis.

Nesta revisão bibliográfica foi falado, da energia hidráulica, biomassa e biocombustível, eólica, solar, oceânica e geotérmica, sendo elas energias renováveis.

As fontes renováveis têm se tornado cada vez mais importante em âmbito global, devido principalmente ao esgotamento das reservas de combustíveis fósseis e a busca pela redução de emissões de gases do efeito estufa (GEE). Sendo assim, é necessária uma mudança na produção de energia, visando a utilização das fontes renováveis (SANTOS et al., 2014).

As energias renováveis são derivadas de ciclos naturais de conversão da radiação solar e, através da eletricidade, apresentam a possibilidade de reduzir em 70% o consumo de energia convencional (PACHECO, 2006).

Esta monografia, é um tema de bastante futuro e fácil de ser estudado, acredita-se que aos poucos as energias renováveis irão dominar as energias não-renováveis. As fontes são limpas e a natureza nos oferece de graça, apesar de ser um pouco cara para implementar e ter alguns pontos negativos, como por exemplo o desmatamento em algumas áreas e a morte de aves na energia eólica com suas turbinas, ela possui muito mais pontos negativos do que positivos.

Concluindo então este TCC, pude notar que tem muitos autores que citam sobre as fontes de energias renováveis, que elas estão cada vez mais presente no nosso dia a dia e de fácil acesso, aos poucos o custo-benefício vai ficando mais fácil para a população. O trabalho apesar de ser extenso é essencial e uma área que traz muito futuro, já que a construção civil está cada vez mais tecnológica e contribuindo para a natureza.

## REFERÊNCIAS

- ABBUD, Omar Alves; TANCREDI, Márcio 2010. Transformações recentes da matriz brasileira de geração de energia elétrica – causas e impactos principais. Disponível em: <http://www12.senado.gov.br/publicacoes/estudos-legislativos/tipos-de-estudos/textos-para-discussao/td-69-transformacoes-recen-tes-da-matriz-brasileira-de-geracao-de-energia--eletrica-causas-e-impactos-principais>. Acesso em: 20/10/2022.
- ABDALA, L. et al. (2014). Como as Cidades Inteligentes Contribuem para o Desenvolvimento de Cidades Sustentáveis? Uma Revisão Sistemática de Literatura. *International Journal of Knowledge Engineering and Management*, v. 3, n.5, p. 98-120.
- ADRADA, T., MANCEBO, J.A. e MARTINEZA, C. Pequenas Centrais Hidrelétricas. ONUDI, 2013.
- 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.
- Além das fronteiras: entenda como funciona o mercado de energia em diferentes partes do mundo, rbenergia, disponível em: <<https://www.rbenergia.com.br/blog/producao-mundial-de-energia-eletrica/>>.
- ANDRADE, A.L.; SANTOS, M.A. Razões e critérios para definição da viabilidade ambiental de hidrelétricas no Brasil. *Rev. Gest. Ambient. Sustentabilidade*, São Paulo, v. 7, n. 2 p.284-299, novembro, 2022.
- AZEVEDO, P.J.S. Uma análise dos efeitos da crise econômica-financeira sobre as políticas de incentivo às energias renováveis. [Dissertação] Universidade do Porto, 2013. - CEMIG - Companhia Energética de Minas Gerais. Alternativas energéticas: Uma visão da Cemig. Belo Horizonte: CEMIG, 2012.
- BARDINE, Renan. História da Eletricidade, Coladaweb.com, disponível em: <<https://www.coladaweb.com/fisica/eletricidade/historia-da-eletricidade>>.
- BASTOS, J. M.; MACHADO, E. de M.; VOIGT, M. E. Desenvolvimento do setor elétrico no Brasil, em Santa Catarina e suas influências no processo de industrialização. *PerCursos*, Florianópolis, v. 23, n. 52, p. 444 - 471, 2022. DOI: 10.5965/1984724623522022444. Disponível em: <https://www.revistas.udesc.br/index.php/percursos/article/view/20606>. Acesso em: 18 out. 2022.
- BERMANN, C. (2008). Crise Ambiental e as Energias Renováveis. *Ciência e Cultura*, v. 60, n. 3, p. 20-29.
- BEZERRA, I. L. S. et al. (2013). Produção de Gás Combustível: Construção de um Biodigestor Caseiro. *Anais do IX Congresso de Iniciação Científica do Instituto Federal do Rio Grande do Norte*, p. 2585-2594.
- BEZERRA LEITE NETO, Pedro et al. Exploração de energia maremotriz para geração de eletricidade: aspectos básicos e principais tendências. *Ingeniare. Rev. chil. ing.*, Arica, v. 19,

n. 2, p. 219-232, agosto 2011. Disponível em:

[http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0718-33052011000200007&lng=es&nrm=iso](http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-33052011000200007&lng=es&nrm=iso). Acesso em 02 de nov. 2022.

BLUME. Visão geral de um sistema de geração, transmissão e distribuição de energia elétrica. 2007. Disponível em: [https://www.researchgate.net/figure/figura-3- visao-geral-de-um-sistema-de-geracao-transmissao-e-distribuicao-de-energia\\_fig1\\_262373193](https://www.researchgate.net/figure/figura-3- visao-geral-de-um-sistema-de-geracao-transmissao-e-distribuicao-de-energia_fig1_262373193). Acesso em: 10 out. 2022.

BOCK, Maiquel. Veja como funciona uma Hidrelétrica – de maneira simples e prática, como você nunca viu! | Hidroenergia Engenharia e Automação. Disponível em: <https://www.hidroenergia.com.br/blog/veja-como-funciona-uma-hidreletrica-de-maneira-simples-e-pratica-como-voce-nunca-viu/>. Acesso em: 01 nov. 2022.

BORBA S. C. CASTRO, M. A. M. COSTA, F. G. NETO, E. F. RABELO, A. A. Avaliação das propriedades mecânicas de tijolos solo-cimento formulados com refugo do mesmo e escória de aciaria. 21º CBECIMAT - Congresso Brasileiro de Engenharia e Ciência dos Materiais 09 a 13 de novembro de 2014, Cuiabá, MT, Brasil.

BORGES, Ane Caroline Pereira et al. Energias renováveis: uma contextualização da biomassa como fonte de energia. Rede - Revista Eletrônica do PRODEMA, Fortaleza, v. 10, n. 2, mar. 2017. ISSN 1982-5528. Disponível em: <http://www.revistarede.ufc.br/rede/article/view/239>. Acesso em: 19 out. 2022.

BRANCO, Catullo. Energia elétrica e capital estrangeiro no Brasil. São Paulo: Editora Alfa Ômega, 1975.

BRASIL, Lei nº 10.295, de 18 de outubro de 2001. Dispõe sobre a Política Nacional de Conservação e Uso Racional de Energia e dá outras providências.

BRASIL. Câmara dos Deputados (2015). Sustentabilidade e as Principais Fontes de Energia. Consultoria Legislativa, p. 133-175.

BRASIL. MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA (MME), EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA (EPE). Plano Nacional de Energia 2050. Brasília: MME/EPE, 2020.

CAMPOS, A. F.; MORAES, N. G. Tópicos em energia. Teoria e exercícios com respostas para concursos. Rio de Janeiro: Synergia, 2012.

CAMPOS ET AL, 2017. Um panorama sobre a energia geotérmica no Brasil e no Mundo: Aspectos ambientais e econômicos. Disponível em: <https://www.revistaespacios.com/a17v38n01/a17v38n01p08.pdf> Acesso em: 28 out. 2022.

CARDOSO, B.M. Uso da biomassa como alternativa energética. 2012. 112p. Monografia (TCC) - Escola Politécnica, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2012.

CASADOSVENTOS. Energia eólica. Disponível em: <http://casadosventos.com.br/pt/energia-dos-ventos/energia-eolica> Acesso em: 28 out. 2022.

CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente (2002). Resolução Nº 307, de 5 de julho de 2002. Ministério das Cidades, Secretaria Nacional de Habitação. Publicada no Diário Oficial da União em 17/07/2002.

CORTES, et al. Contribuições Para A Sustentabilidade Na Construção Civil. Revista Eletrônica Sistemas & Gestão Volume 6, Número 3, 2011, pp. 384-397 DOI: 10.7177/sg.2011.v6.n3.a10.

DE CASTRO SOARES, Fontes de Energias Renováveis: o que Você Deveria Saber mas ainda não Sabe, disponível em: <<https://blog.bluesol.com.br/fontes-de-energia-renovaveis/>>.

DE FREITAS R. V., DE FREITAS R. T., 1998. Aproveitamento da Energia Geotérmica. Disponível em: <http://www.fem.unicamp.br/~em313/paginas/geoter/geoter.html> Acesso em: 28 out. 2022.

DUNLAP, R.A. Sustainable energy. Halifax: Dalhousie University, 2015.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA – EPE – Balanço Energético Nacional 2012 – Eficiência Energética. Disponível em: [https://ben.epe.gov.br/downloads/Relatorio\\_Final\\_BEN\\_2012.pdf](https://ben.epe.gov.br/downloads/Relatorio_Final_BEN_2012.pdf) . 2012. Acesso em: 17 de novembro de 2022.

ENERGIAS renováveis: riqueza sustentável ao alcance da sociedade. Relator: Pedro Uczai. Equipe técnica: Wagner Marques Tavares (coord.), Alberto Pinheiro de Queiroz Filho (recurso eletrônico). – Brasília: Câmara dos Deputados, p. 273, Edições Câmara, 2012. Disponível em: <http://www2.camara.leg.br/acamara/altosestudos/pdf/energias-renovaveis-riqueza-sustentavel-ao-alcance-dasociedade> Acesso em: 20 out. 2022.

EPE - Empresa de Pesquisa Energética. Fontes de Energia. Disponível em <http://epe.gov.br/pt/abcdenergia/fontes-de-energia>; Acesso em 28 de outubro de 2022.

ESPOSITO, A.; FUCHS, P. Desenvolvimento tecnológico e inserção da energia solar no Brasil - BNDES. Revista do BNDES, 40, p. 85-114, 2013.

FREITAS, Giovana & DATHEIN, Ricardo. (2013). As energias renováveis no Brasil: uma avaliação acerca das implicações para o desenvolvimento socioeconômico e ambiental. Revista Nexos Econômicos. 7. 71. 10.9771/1516-9022rene.v7i1.8359.

GENTIL, L. V. 202 perguntas e respostas sobre biocombustíveis. Brasília: SENAC-DF, 2011.

GOLDEMBERG, J. Pesquisa e desenvolvimento na área de energia. Revista São Paulo em Perspectiva, v. 14, n. 3, p. 91-97, 2000.

GOLDEMBERG, J.; LUCON, O. Energia e meio ambiente no Brasil. Estudos Avançados, v. 21, n. 59, p. 7-20, 2007.

GOMES, W. M. B.; SILVA, J. A. A. Potencialidades e desafios das energias renováveis para o desenvolvimento sustentável: análise do programa de certificação de energia renovável no Brasil. Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental, Florianópolis, v. 9, n. 2, p. 545-565, 2020. DOI: 10.19177/rgsa.v9e22020545-565.

GONÇALVES, J. C. S.; DUARTE, D. H. S. (2006). Arquitetura sustentável: uma integração entre ambiente, projeto e tecnologia em experiências de pesquisa, prática e ensino. Associação Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, v. 6, n. 4, p. 51-81.

HARRISON, C.; DONNELLY, I. A. (2011). A Theory of Smart Cities. Annual meeting of the ISSS. Disponível em: <<http://goo.gl/Xz5zYl>>. Acesso em: 08 nov. 2022.

ISHIDA, T. (2000). Digital City Kyoto: Social Information Infrastructure for Everyday Life. Disponível em: <<http://goo.gl/w3u8RG>>. Acesso em: 08 nov. 2022.

JANK, M. S; NAPPO, M. Etanol de cana-de-açúcar. Uma solução energética global sob ataque. 2009. In: ABRAMOVAY, R. Biocombustíveis – a energia da controvérsia. São Paulo: Editora Senac, 2009.

JUCEVICIUS R.; PATASIENO, I.; PATASIUS M. (2014). Digital dimension of smart city: critical analysis. Procedia – Social and Behavioral Sciences Management v. 156, p. 146–150

KANTER, R. M.; LITOW, S. S. (2009). Informed and Interconnected: A Manifesto for Smarter Cities. Disponível em: <<http://goo.gl/eKz9MF>>. Acesso em: 08 nov. 2022.

MARTINS, H. A Ameaça à soberania nacional pela expansão do complexo agroquímico a partir da cana-de-açúcar e do etanol. In: STEDILE, J. P. Coletânea de Textos da ENFF. nº 10. Questão Agrária Contemporânea e os Movimentos Camponeses da América Latina. São Paulo: 2011.

Matriz Energética e Elétrica, EPE, disponível em:  
<<https://www.epe.gov.br/pt/abcdenergia/matriz-energetica-e-eletrica>>.

MENDES, N. A. S. As usinas hidrelétricas e seus impactos: os aspectos socioambientais e econômicos do Reassentamento Rural de Rosana - Euclides da Cunha Paulista. Presidente Prudente: UNESP, 2005.

MONTEIRO, Renan Luquin, Energias alternativas renováveis e o futuro dos combustíveis na aviação, repositorio.animaeducacao, disponível em:  
<<https://repositorio.animaeducacao.com.br/bitstream/ANIMA/23693/1/renanluquinmonteiro.pdf>>.

MONZONI, Mario et al. (2010). Tendências e Oportunidades na Economia Verde: Energias Renováveis. Instituto de Estudos para o Desenvolvimento Industrial. Disponível em:  
<<http://goo.gl/zC9kuj>>. Acesso em: 08 nov. 2022.

MOREIRA, J.R. S. (2021). Energias Renováveis, Geração Distribuída e Eficiência Energética (2ª edição). Grupo GEN. <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/books/9788521636816>. Acesso em: 02 novembro. 2022.

OLIVEIRA, A. S. D.; DIAS, H. M.; FURTADO NETO, G. Estudo de Viabilidade para Geração de Energia Ondomotriz em Determinadas Regiões do Brasil, 2020, 26 p. Disponível em: <http://dspace.doctum.edu.br:8080/xmlui/handle/123456789/3668?show=full>. Acesso em: 02 nov. 2022.

PAVANI, D.R. Estudos de eficiência energética aplicada à iluminação. 2021, 40 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Elétrica), Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, 2021.

PERBOLI, G. et al. (2014). New Taxonomy of Smart City Projects. 17th Meeting of the EURO Working Group on Transportation, EWGT2014, 2-4 July 2014, Sevilla, Spain. Transportation Research Procedia v. 3, p. 470–478.

QUEIROZ, R. Geração de energia elétrica através da energia hidráulica e seus impactos ambientais. Revista do Centro do Ciências Naturais e Exatas – UFSM, v. 13, n. 13, 2013.

RABELO, J. Aproveitamento da energia geotérmica do sistema Aquífero Guarani - estudo de caso. XII Congresso Brasileiro de Águas Subterrâneas. 2002.

REBOLLAR, P.; GUERRA, J.; YOUSSEF, Y. Energias Renováveis Energia Hídrica. JELARE, 2011.

Repositório Ânima Educação:

<https://repositorio.animaeducacao.com.br/bitstream/ANIMA/17543/1/O%20Setor%20El%c3%a9trico%20Brasileiro%20e%20o%20C%c3%b3digo%20Brasileiro%20de%20Energia%20El%c3%a9trica.pdf>

RIBEIRO, Luiz Henrique Pereira. ENERGIA SOLAR: importância, implantação, instalação, vantagens e durabilidade de um sistema de energia renovável. Disponível em: <<http://192.100.247.84/bitstream/prefix/597/1/TCC%20-%20Mec%c3%a2nica%20A%20-%20Luiz%20H%20P%20Ribeiro.pdf>>.

ROTHBARTH, S. G. B. G. Estudo de Viabilidade da Instalação de Usina Marítima de Geração de Energia Elétrica no Litoral Norte de Santa Catarina, Joinville, SC, 2017, 115 p. Disponível em: [http://www.npee.joinville.br/\\_publicacoes/arquivo891.pdf](http://www.npee.joinville.br/_publicacoes/arquivo891.pdf). Acesso em: 02 nov. 2022.

SANTOS, Fernanda Barbosa Silva; MOREIRA, Ícaro Thiago Andrade. Viabilidade da maremotriz em algumas das regiões litorâneas do nordeste do Brasil. Revista Eletrônica de Energia, v. 5, p. 71-78, 2015. Disponível em: <https://repositorio.ufba.br/handle/ri/28985>. Acesso em: 02 nov. 2022.

SANTOS, M.A. D. (2013). Fontes de Energia Nova e Renovável. Grupo GEN. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/books/978-85-216-2474-5>. Acesso em: 02 Nov. 2022.

SILVA, Bruna Fernanda Matos da. O desenvolvimento das energias renováveis no Brasil. repositorio.animaeducacao.com.br, 2015. Disponível em: <<https://repositorio.animaeducacao.com.br/handle/ANIMA/10675>>. Acesso em: 2 nov. 2022.

SILVA, Ramos. Energias renováveis – uso da energia solar fotovoltaica em edificações urbanas: estádios solares, <https://repositorio.animaeducacao.com.br/>, disponível em: <Energias renováveis – uso da energia solar fotovoltaica em edificações urbanas: estádios solares>.

SOUZA, A. Meteorologia e climatologia agrícola. Barra da Estiva: Instituto Formação – cursos técnicos profissionalizantes, 2000.

SOUZA, V. H. A. de; SANTOS, L. T. dos; PAGEL, U. R; SCARPATI, C. de B. L; CAMPOS, A. F. Aspectos Sustentáveis da Biomassa como Recurso Energético. Revista Augustus, v. 20, nº 40, p. 105-123, 2015.

SILVEIRA, P. G. Energia e mudanças climáticas: impactos socioambientais das hidrelétricas e diversificação da matriz energética brasileira. *Opini3n Jur3dica*, Medell3n, Col3mbia, v. 17, n. 33, p. 123-147, 2018. DOI: 10.22395/ojum.v17n33a5.

TOLMASQUIM, M.T. Energia renov3vel: hidr3ulica, biomassa, e3lica, solar, oce3nica. Rio de Janeiro: EPE, 2016a.

TOLMASQUIM, M. T.; GUERREIRO, A.; GORINI, R. Matriz Energ3tica Brasileira: uma prospectiva. *Novos Estudos*, n. 79, p. 47-69, 2007.

TRUMBO, J. L; TONN, B. E. Biofuels: A sustainable choice for the United States' energy future? *Technological Forecasting & Social Change*, v. 104 p. 147–161, 2016.

TUNDISI, J.G.; MATSUMURA-TUNDISI, T. Recursos h3dricos no S3culo XXI, S3o Paulo: Oficina de Textos, 2011.

UM FUTURO com energia sustent3vel: iluminando o caminho. Traduç3o M. BORBA; N. GASPAR. S3o Paulo: FAPESP; Amsterdam: InterAcademy Council; Rio de Janeiro: Academia Brasileira de Ci3ncias, 2010. Dispon3vel em: Acesso em: 15 nov. 2015.

VAN DER SELT, M. J. C. et al. Biomass upgradings by torrefaction for the production of biofuels: A review. *Biomass and Bioenergy*, The Netherlands, n.35, p. 3748-3762, 2011.

VICHI, F. M.; MANSOR, M. T. C. Energia, meio ambiente e economia: o Brasil no contexto mundial. *Qu3mica Nova*, v. 32, n. 3, p. 757-767, 2009.

VIEIRA, Fl3via; VAINER, Carlos. 2010 Manual do Atingido. Impactos Sociais e Ambientais de Barragens. Manual do Atingido - Impactos Sociais e Ambientais de Barragens. Acesso em: 20/10/2022.

<http://dx.doi.org/10.5902/223611709124>. Revista do Centro do Ci3ncias Naturais e Exatas - UFSM, Santa Maria Revista Eletronica em Gest3o, Educaç3o e Tecnologia Ambiental - REGETe-ISSN 2236 1170 - v. 13 n. 13 Ago. 2013, p. 2774- 2784.

[https://engenhariaedesenvolvimentosustentavel.ufes.br/sites/engenhariaedesenvolvimentosustentavel.ufes.br/files/field/anexo/artigo\\_os\\_biocombustiveis\\_e\\_a\\_geracao\\_de\\_eletricidade.pdf](https://engenhariaedesenvolvimentosustentavel.ufes.br/sites/engenhariaedesenvolvimentosustentavel.ufes.br/files/field/anexo/artigo_os_biocombustiveis_e_a_geracao_de_eletricidade.pdf)

<https://repositorio.animaeducacao.com.br/handle/ANIMA/8169>

<https://andaluga.com.br/2021/10/14/entenda-a-importancia-da-energia-renovavel-na-construcao-civil/>

<https://www.revistaespacios.com/a16v37n11/16371112.html>