

## SISTEMA DE CONTROLE AVANÇADO PARA OTIMIZAÇÃO DA GERAÇÃO DE ENERGIA A PARTIR DE FONTES RENOVÁVEIS: ESTUDO DE CASO COM PAINÉIS SOLARES E TURBINAS EÓLICAS

Ana Luísa Gordiano de Carvalho

Universidade Salvador (Unifacs)

<http://lattes.cnpq.br/2583533835308383>

<https://orcid.org/0009-0009-5534-6440>

E-mail: [luisagordiano@gmail.com](mailto:luisagordiano@gmail.com)

DOI-Geral: <http://dx.doi.org/10.47538/BJE-2024.V2N1>

DOI-Individual: <http://dx.doi.org/10.47538/BJE-2024.V2N1-07>

**RESUMO:** A eletricidade surgiu há muitos séculos, quando o ser humano começou a utilizar a energia proveniente de seu próprio corpo e do sol. Logo após, passou a explorar fontes de energia não renováveis. Com o avanço, percebeu-se que seria possível utilizar fontes de energia renováveis, que não se esgotam. O objetivo desta monografia é estudar as energias renováveis, como a hidráulica, solar, eólica, biomassa, biogás, oceânica e geotérmica. Para isso, será realizada uma revisão bibliográfica que cita e explica sobre o tema. Este trabalho tem como propósito mostrar às pessoas o potencial da energia renovável, evidenciando a existência de várias fontes, com base em autores. Acredita-se que as fontes de energia renovável dominarão o futuro. Os resultados obtidos até agora mostram um futuro promissor, indicando que essas fontes gradualmente se tornarão predominantes.

**PALAVRAS-CHAVE:** Eletricidade. Fontes Renováveis. Energias.

### ADVANCED CONTROL SYSTEM FOR OPTIMIZING POWER GENERATION FROM RENEWABLE SOURCES: CASE STUDY WITH SOLAR PANELS AND WIND TURBINES

**ABSTRACT:** Electricity emerged many centuries ago, when human beings began to use energy from their own bodies and the sun. Soon after, he began exploring non-renewable energy sources. With progress, it was realized that it would be possible to use renewable energy sources, which do not run out. The objective of this monograph is to study renewable energies, such as hydraulic, solar, wind, biomass, biogas, oceanic and geothermal. To this end, a bibliographical review will be carried out that cites and explains the topic. This work aims to show people the potential of renewable energy, highlighting the existence of several sources, based on authors. It is believed that renewable energy sources will dominate the future. The results obtained so far show a promising future, indicating that these sources will gradually become predominant.

**KEYWORDS:** Electricity. Renewable sources. Energies.

## INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, a crescente conscientização sobre os impactos ambientais decorrentes da produção de energia a partir de fontes não renováveis, como combustíveis

fósseis, tem impulsionado um aumento significativo na busca por alternativas sustentáveis. A escala de seu uso está intimamente associada às suas capacidades e a qualidade de vida (HINRICHS; KLEINBACH, 2003) que os seres vivos experimentam. Nesse cenário, as fontes de energia renovável, como painéis solares e turbinas eólicas, desempenham um papel fundamental na transição para uma matriz energética mais limpa e ambientalmente responsável. Contudo, para que a geração de energia a partir dessas fontes alcance seu potencial máximo, é essencial desenvolver sistemas de controle avançados que otimizem a eficiência e a confiabilidade desse processo. Segundo Hinrichs e Kleinbach (2003), entender a energia significa entender os recursos energéticos e suas limitações, bem como as consequências ambientais de sua utilização.

Nos concentrando no desenvolvimento de um sistema de controle voltado para a otimização da geração de energia a partir de fontes renováveis, com um foco específico em painéis solares e turbinas eólicas. O presente trabalho não apenas explora os desafios técnicos e científicos relacionados a esse contexto, mas também demonstra como o controle eficiente desses sistemas pode contribuir significativamente para a transição energética global.

A transição para fontes de energia renovável é uma prioridade global, considerando os desafios relacionados às mudanças climáticas e a crescente demanda por energia. Painéis solares e turbinas eólicas representam duas das principais fontes de energia renovável, e seu uso tem crescido exponencialmente em todo o mundo. No entanto, a geração de energia a partir dessas fontes está sujeita a variações ambientais, como mudanças nas condições climáticas, e isso pode afetar a eficiência e a previsibilidade do processo.

Nos últimos anos, a energia eólica vem ganhando espaço na participação da matriz elétrica nacional. Por mais que a matriz energética elétrica brasileira em sua maioria venha de usinas hidrelétricas, considerada uma energia limpa, o uso da energia produzida pelas forças físicas ainda é escasso. Na atual situação das mudanças climáticas no mundo, o incentivo de tecnologias que visem o desenvolvimento sustentável e estudos sobre o uso de recursos naturais renováveis para produção de energia é de grande valia.

O desenvolvimento de sistemas de controle avançados que otimizem a operação

de painéis solares e turbinas eólicas se torna, portanto, crucial para garantir a confiabilidade e a eficiência dessas fontes de energia. Além disso, a integração eficaz de fontes renováveis no sistema elétrico contribui para a estabilidade da rede, reduzindo a dependência de fontes não renováveis e minimizando as emissões de gases de efeito estufa.

Visando contribuir para uma melhor compreensão do problema e fornecer soluções práticas no campo do controle de sistemas de energia renovável. Ao desenvolver um sistema de controle eficaz para a otimização da geração de energia a partir de fontes renováveis, oferecendo uma base sólida para a implementação prática dessas tecnologias.

Através da análise das técnicas de rastreamento do ponto de máxima potência (MPPT), previsão de energia renovável e estratégias de armazenamento de energia, este estudo visa fornecer insights valiosos que podem ser aplicados na indústria de energia e em projetos de infraestrutura sustentável. O resultado deste trabalho deve abrir caminho para uma geração de energia mais eficiente, previsível e amigável ao meio ambiente, contribuindo significativamente para a construção de um futuro mais sustentável.

O principal objetivo é projetar, implementar e avaliar um sistema de controle avançado que otimize a geração de energia a partir de fontes renováveis, com foco em painéis solares e turbinas eólicas. Especificamente, buscando desenvolver algoritmos de rastreamento de ponto de máxima potência (MPPT), técnicas de previsão de energia renovável e estratégias de armazenamento de energia, com o propósito de maximizar a eficiência e a confiabilidade da geração a partir dessas fontes.

Ao alcançar esse objetivo, pretendo contribuir para a promoção de uma matriz energética mais sustentável, alinhada com os imperativos ambientais do século XXI e, ao mesmo tempo, garantir um suprimento de energia confiável e acessível para as futuras gerações.

## FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A energia utilizada em nossas atividades diárias provém de várias fontes naturais e sua transformação em formas úteis é viabilizada por meio de tecnologias específicas.

Para compreender melhor como as tecnologias são empregadas para aproveitar essa energia e atender às necessidades humanas, é importante ter uma noção das fontes de origem da energia. Todas as formas de energia disponíveis na Terra derivam das quatro principais fontes a seguir (BANCO DO NORDESTE, 2022):

a) Fissão nuclear no interior da Terra, que gera energia geotérmica (calor da Terra). Vulcões e fontes termais são exemplos de manifestações dessa fonte de energia.

b) Fusão nuclear no Sol, que produz fótons. Esses fótons chegam à Terra na forma de radiação eletromagnética, ou seja, luz solar. Parte da luz solar se converte em calor ao atingir objetos materiais, enquanto outra parte é refletida de volta para o espaço. Uma fração menor da luz solar é transformada em biomassa. É importante notar que:

- O calor solar desempenha um papel fundamental na geração de vento e no ciclo da água, contribuindo para a formação de rios e a disponibilidade de energia hidráulica.

- A biomassa, criada através da fotossíntese, é a matéria orgânica presente em plantas e animais. Fontes de energia fósseis, como petróleo, gás natural e carvão, têm origem na biomassa de eras passadas.

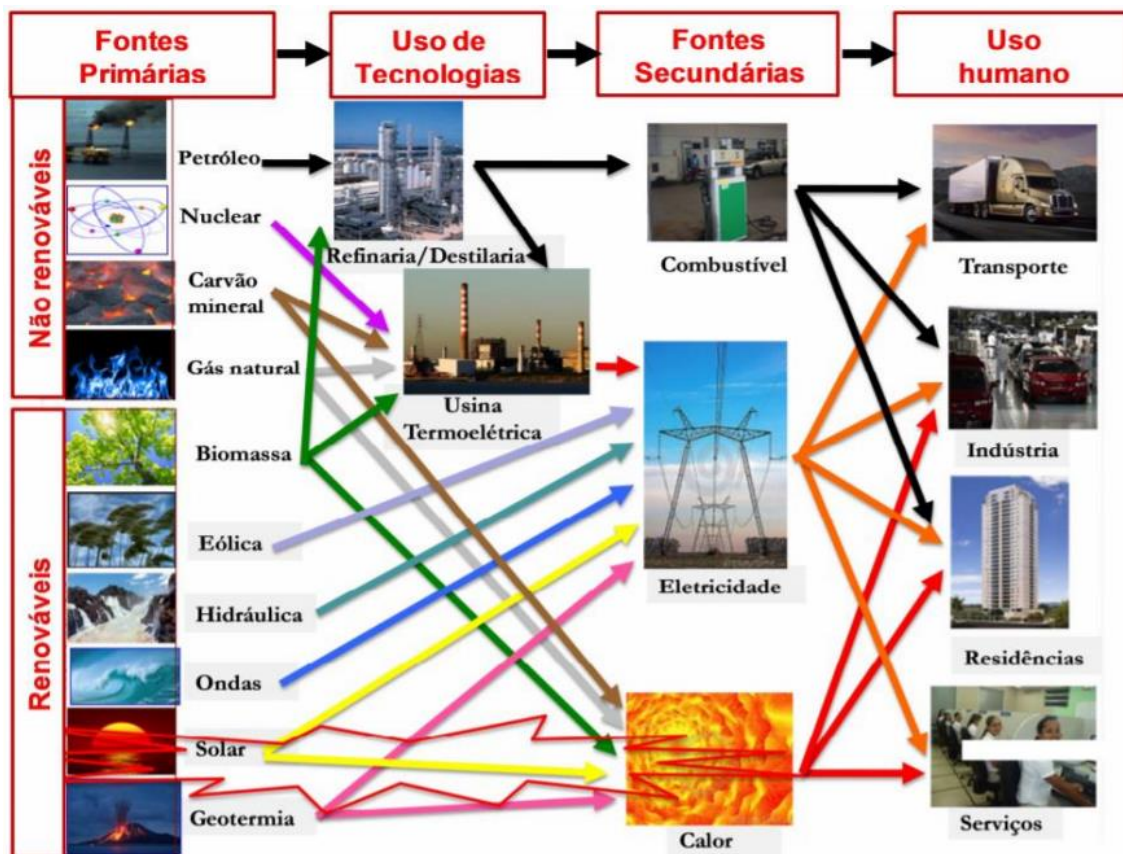
c) A gravidade, que surge da atração entre corpos materiais. As marés, principalmente aquelas causadas pela atração gravitacional entre a Lua e a Terra, exemplificam essa força fundamental da natureza.

d) Minerais energéticos, como o urânio.

Essas quatro "matrizes" energéticas mencionadas dão origem às fontes primárias de energia, que são encontradas na natureza em sua forma direta. Exemplos incluem petróleo, madeira, vento, luz solar e urânio, entre outros. As fontes primárias de energia são geralmente categorizadas como renováveis (não esgotáveis, como o sol e o vento) e não renováveis (recursos finitos, como o petróleo) (BANCO DO NORDESTE, 2015).

As fontes secundárias de energia são derivadas da transformação das fontes primárias, como eletricidade e gasolina. Essa transformação é realizada por meio do uso de tecnologias específicas, de acordo com a finalidade desejada (BANCO DO NORDESTE, 2015). A Figura 1 ilustra como a energia útil para atividades humanas é obtida a partir de diversas fontes primárias, destacando exemplos de fontes renováveis e

não renováveis.



A Engenharia Civil tem uma importância extrema, pois é amplamente utilizada na indústria da construção. O objetivo deste trabalho é conscientizar as pessoas de que a energia renovável vale cada centavo do investimento.

A utilização correta das fontes de energia renovável é uma ótima maneira de substituir as chamadas "energias sujas" e evitar danos ao meio ambiente (AZEVEDO, 2023). Portanto, o ser humano começou a aproveitar a natureza a seu favor e percebeu que poderia utilizar diferentes recursos para gerar energia. Por exemplo, o sol pode gerar energia solar, a água dos rios pode ser transformada em energia hidrelétrica, o vento pode ser transformado em energia eólica e a biomassa pode ser convertida em várias formas de energia, desde a lenha e resíduos animais e vegetais até o etanol, biodiesel, bagaço de cana e gás de aterros sanitários.



## GERAÇÃO DE ENERGIA NO BRASIL

No Brasil, o início da energia elétrica remonta ao ano de 1873, quando o telégrafo elétrico (Salvador-Recife-Belém) foi inaugurado e, no mesmo ano, um cabo telegráfico conectou o Brasil à Europa. Em 1879, ao final da segunda fase depressiva da economia mundial, Dom Pedro II inaugurou a iluminação elétrica da Central do Brasil, no Rio de Janeiro. Em 1883, a cidade de Campos, no Rio de Janeiro, tornou-se a primeira cidade brasileira e sul-americana a receber iluminação pública, que era fornecida por uma pequena central térmica com capacidade de 52kW. Em 1889, foi inaugurada a primeira usina hidrelétrica do Brasil, na cidade de Juiz de Fora, em Minas Gerais (BASTOS, MACHADO, VOIGT, 2022, p. 450-451).

Devido ao fato de que, até o começo do século XIX, a eletricidade era principalmente usada para iluminação pública, houve um desenvolvimento limitado na indústria de produção de energia elétrica, que foi dominada por empresas norte-americanas como a Light, de capital canadense, e a AMFORP, de capital estadunidense. Essas empresas, conscientes dos interesses imperialistas e da sua crescente importância estratégica, exerciam grande influência no desenvolvimento industrial do Brasil, impondo tarifas inadequadas e restrições permanentes na produção de energia, resultando em crises e relacionamentos que tiveram um impacto significativo na manutenção da nossa condição de país subdesenvolvido (BRANCO, 1975, p. 46).

A energia elétrica brasileira é ainda mais sustentável do que a energética, pois a maior parte da eletricidade gerada no Brasil provém de usinas hidrelétricas. A energia eólica também tem aumentado significativamente, contribuindo para que a nossa matriz elétrica permaneça em grande parte renovável (EPE, 2022).

## ENERGIAS RENOVÁVEIS

Devido à crescente demanda por energia, as fontes renováveis são de grande importância nesta era de preocupação ambiental. O consumo de energia aumentará em 50% até 2030. Esse crescimento está associado ao crescimento das economias, onde os países membros da OCDE aumentarão seu consumo em 19%, enquanto os países não

membros da organização terão um aumento de 85% nesse crescimento (MARINHO, 2012, p. 15/16).

As fontes de energia renováveis são aquelas que se renovam em uma escala de tempo humana, assim, elas estão sempre disponíveis e são inesgotáveis.

A conscientização sobre a possível escassez dos recursos fósseis e a crescente consciência ambiental da sociedade mundial, juntamente com a necessidade de reduzir as emissões de gases danosos à atmosfera, são os motivos pelos quais os estímulos ao uso de fontes renováveis de energia e o interesse no assunto estão aumentando. Esse interesse em constante crescimento está particularmente ligado às preocupações com as mudanças climáticas e o Protocolo de Quioto (ENERGIAS RENOVÁVEIS, 2015).

Apesar da diminuição nos preços do petróleo, houve um notável crescimento nos investimentos em fontes renováveis em 2014, com registros de recorde na construção de petróleo e derivados em 39,4%, derivados da cana-de-açúcar em 15,7%, gás natural em 13,5%, energia hidráulica em 11,5%, lenha e carvão vegetal em 8,1%, carvão mineral e derivados em 5,7%, outras renováveis em 4,1%, urânio e derivados em 1,3%, e outras não renováveis em 0,6% (BRASIL, 2014).

Assim, as pessoas começaram a optar por fontes de energia renovável, pois perceberam que isso tornaria a conta de eletricidade mais barata e descobriram alternativas para além das fontes esgotáveis, como energia hidrelétrica, solar, eólica, biomassa e biogás.

Em termos de investimentos globais, a China continua liderando os investimentos em energias renováveis, seguida pelos Estados Unidos. Esse crescimento nos investimentos se deve, em grande parte, à demanda por painéis solares residenciais e ao notável financiamento de projetos eólicos (MENDONÇA, 2015).

Por outro lado, o Brasil é amplamente reconhecido internacionalmente no que diz respeito à energia renovável, e dentre essas fontes destacam-se a energia hidráulica, energia eólica, energia solar, biomassa e a energia das marés.

## FONTES DE ENERGIAS RENOVÁVEIS UTILIZADAS NA CONSTRUÇÃO CIVIL

Além das preocupações ambientais e de segurança da fauna e flora, investir em energia proveniente de fontes renováveis pode trazer grandes vantagens para o setor da construção civil, contribuindo para valorizar o empreendimento construído e até mesmo melhorar o prestígio e imagem das empresas do ramo. Além de agregar valor ao seu empreendimento, independentemente do seu tamanho, a adoção de energias renováveis também garante economia de dinheiro e recursos a longo prazo.

Os avanços científicos e tecnológicos no campo da energia possibilitaram o surgimento de conceitos inovadores, inspirados em cidades globais digitais e inteligentes, bem como a criação de edificações sustentáveis capazes de explorar fontes renováveis de energia. Essas fontes podem ser utilizadas nos setores industrial, comercial e residencial. Os esforços têm sido concentrados na evolução e desenvolvimento de sistemas de captação e conversão de energia para uso em residências e empresas.

A possibilidade de explorar fontes de energia renováveis está sendo cada vez mais divulgada por meio de políticas públicas baseadas em conhecimento científico e informacional. Essa abordagem deixou de ser apenas uma estratégia de marketing e passou a assumir valores que foram adotados por várias cidades, despertando a consciência coletiva sobre essa questão (PERBOLI et al., 2014). O entendimento abrangente desses valores, que fundamentam a ideia de uma cidade digital e inteligente, tem sido adotado por algumas cidades, ampliando o compromisso social com um meio ambiente sustentável e saudável. Isso inclui o uso de energias alternativas renováveis. Essa missão coletiva tem se espalhado para outras cidades, visando reduzir a utilização ou dependência de energias fósseis e outras fontes de energia prejudiciais ao meio ambiente (ABDALA et al., 2014).

A preocupação com o meio ambiente está despertando interesse em cidades ao redor do mundo, incluindo aquelas no Brasil, em relação ao uso de fontes de energia renovável como maneira de reduzir o impacto ambiental local e global, através de ações responsáveis para com o planeta pela comunidade (BRASIL, 2015). As fontes renováveis são consideradas praticamente inesgotáveis e variam em relação às opções de matriz



disponíveis, de acordo com as condições climáticas e geográficas específicas de diferentes cidades ao redor do mundo (MONZONI et al., 2010; BEZERRA et al., 2013).

Nesta perspectiva atual, várias administrações têm incentivado os construtores, incorporadores e proprietários a incluírem, em seus projetos, sistemas integrados que visem ao uso de energias renováveis, através de suas políticas públicas.

O interesse pela preservação do meio ambiente desperta cada vez mais atenção em cidades ao redor do mundo, incluindo aquelas no Brasil. Essas cidades estão adotando o uso de fontes de energia renovável como forma de reduzir o impacto ambiental local e global, por meio de ações responsáveis em prol do planeta (BRASIL, 2015). As fontes renováveis, que são praticamente inesgotáveis, variam de acordo com as diferentes condições climáticas e geográficas das cidades ao redor do mundo, oferecendo várias opções de matriz energética (MONZONI et al., 2010; BEZERRA et al., 2013).

Nessa perspectiva atual, diversas administrações têm incentivado construtores, incorporadores e proprietários a incluírem em seus projetos sistemas integrados que promovam o uso de energias renováveis, por meio de políticas públicas.

Independentemente do modo como isso ocorre, a implantação de cidades digitais e inteligentes representa uma oportunidade única para melhorar a qualidade de vida dos cidadãos, ao mesmo tempo que se apresenta como um grande desafio para os gestores públicos. A cidade inteligente é aquela que é resiliente e sustentável, possuindo flexibilidade e capacidade de adaptação. Ela é composta por edificações inteligentes, cujo planejamento prioriza a harmonia entre arquitetura, indivíduos, ambientes, tecnologias avançadas e características regionais - fatores que promovem a criação de ambientes sustentáveis para convivência, projetos ecológicos, e sistemas de tecnologia com capacidades adaptativas e reativas (ABDALA et al., 2014).

Portanto, percebe-se que a busca pela incorporação de fontes de energia renovável nas construções tornou-se um desafio para as administrações das cidades. O objetivo é criar edifícios eficientes que possibilitem a utilização de sistemas de aproveitamento de energia renovável, promovendo a autossuficiência energética e a eficiência da construção. Isso contribui para a preservação ambiental e para a concretização do conceito de cidade digital e inteligente (ABDALA et al., 2014).

A partir das observações científicas, é possível refletir sobre o fato de que as construções nas cidades têm a capacidade de aproveitar o potencial energético local. Para isso, é necessário adotar estratégias arquitetônicas que maximizem o uso das diversas fontes de energia disponíveis. Essas estratégias possibilitam a captação e a transformação dessas fontes em energia utilizável, garantindo assim a sustentabilidade da construção (GONÇALVES; DUARTE, 2006).

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

As fontes de energia alternativas renováveis estão em constante crescimento e são impulsionadas em todos os países devido às graves consequências ambientais causadas pelas energias não renováveis, como petróleo, gás natural, carvão mineral e combustíveis nucleares, na luta contra o aquecimento global. Diante dessa preocupação com o impacto ambiental das energias não renováveis e da crescente demanda por energia em todo o mundo, o grande desafio nos próximos anos será produzir mais energia emitindo menos gases de efeito estufa (AGUILAR et al., 2012; SANTOS, 2015).

O Planejamento de Recursos Integrados (PRI) faz parte desse processo como uma forma de minimizar os custos, os impactos ambientais e sociais das energias renováveis mencionadas anteriormente, permitindo um planejamento a curto ou longo prazo que leva em consideração as dimensões sociais, políticas, técnicas-econômicas e ambientais (TUNDISI; MATSUMURATUNDISI, 2011).

A aproveitação de energia sempre resulta em algum tipo de impacto ambiental, seja ela renovável ou não renovável, de magnitude pequena ou grande. Contudo, é possível minimizar tais impactos por meio do planejamento integrado de recursos, que tem como objetivo a construção de um mundo mais sustentável, promovendo medidas políticas e econômicas (TUNDISI; MATSUMURA-TUNDISI, 2011; FREITAS; DATHEIN, 2013; SANTOS, 2015).

Considerando os inúmeros benefícios trazidos pelas energias renováveis, é importante ressaltar que seu uso sustentável e racional das fontes de energia contribui

para a redução do aquecimento global, sendo, assim, a melhor alternativa para substituir os combustíveis fósseis.

Conforme exposto pela EPE (2010), o conceito de eficiência energética engloba a relação entre a quantidade de energia final consumida e a produção de um bem ou a realização de um serviço, sendo a eficiência associada ao uso efetivo de energia, e não à quantidade necessária para executar um serviço. Segundo Hordeski (2005), o termo eficiência refere-se à capacidade de equipamentos que operam em ciclos ou processos entregarem os resultados desejados. A Agência Internacional de Energia (IEA, 2007) enfatiza que o conceito de eficiência energética está direcionado à obtenção de serviços energéticos, como produção, transporte e calor, por unidade de energia utilizada, tais como gás natural, carvão ou eletricidade. Em dezembro de 1985, foi instituído o Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica (PROCEL), cuja coordenação está sob responsabilidade do Ministério de Minas e Energia e sua execução é realizada pela Eletrobras. O objetivo primordial desse programa é estimular o uso eficiente de energia e combater seu desperdício.

A partir de dezembro de 1993, o PROCEL criou o Selo Procel de Economia de Energia, também conhecido como Selo Procel. Essa ferramenta desempenha uma função simples e eficiente ao permitir que os consumidores conheçam os equipamentos e eletrodomésticos disponíveis no mercado que são mais eficientes e, portanto, consomem menos energia (PROCEL INFO, 2022).

A Lei nº 10.295, de 18 de outubro de 2001, intitulada Lei de Eficiência Energética, estabelece a Política Nacional de Conservação e Uso Racional de Energia. O primeiro artigo mencionado na referida lei destaca a importância de alocar de maneira eficiente os recursos energéticos e preservar o meio ambiente. O segundo artigo prevê que o Poder Executivo é responsável por estabelecer os níveis máximos de consumo de energia específicos ou os requisitos mínimos de eficiência energética para máquinas e aparelhos que consomem energia, sejam fabricados ou comercializados no país, com base em indicadores técnicos específicos (BRASIL, 2001).

Através do selo é possível identificar o grupo do equipamento, o consumo mensal e a eficiência, como mostrado na Figura 3. Cabe ao Instituto Nacional de Metrologia,

Qualidade e Tecnologia (INMETRO) avaliar os produtos fabricados enviados para seus laboratórios, onde será feita a certificação. Após vários testes, esses produtos recebem uma etiqueta indicando seu nível de eficiência energética, que varia de "A" a "G", ou seja, o produto que recebe a letra "A" é o mais eficiente em termos energéticos, tendo menor impacto ambiental e gerando economia na conta de energia. (PAVANI, 2021).

## MATERIAIS E MÉTODOS

O objetivo deste estudo é ter como característica uma abordagem de natureza qualitativa, por meio de uma revisão bibliográfica. Tem como finalidade fornecer conhecimento sobre as fontes de energia renováveis, com foco na energia solar no Brasil.

Quanto ao nível da pesquisa, no que se refere à abordagem qualitativa, foi adotado o exploratório, em que o pesquisador busca aprofundar-se no tema. Existem estudos de caso exploratórios, descritivos e explicativos. O que diferencia esses níveis não é uma questão de hierarquia, mas sim três outras condições que são: o tipo de questão de pesquisa proposta, o grau de controle que o pesquisador possui sobre eventos comportamentais atuais e o enfoque em acontecimentos contemporâneos, em oposição aos acontecimentos históricos (YIN, 2005).

Com relação ao nível exploratório, Gil (1999, p. 43) nos informa que "As pesquisas exploratórias têm como principal objetivo desenvolver, esclarecer e modificar conceitos e ideias, com o intuito de formular problemas mais precisos ou hipóteses passíveis de investigação para estudos futuros".

Neste trabalho, primeiramente foi realizada uma pesquisa bibliográfica visando obter um maior conhecimento sobre o tema. A pesquisa bibliográfica permite ao pesquisador ter acesso direto a tudo o que foi publicado ou registrado sobre o assunto em estudo.

Essa pesquisa foi conduzida por meio de artigos científicos encontrados em bases de dados, utilizando as palavras-chave: energia renovável, energia limpa, em língua portuguesa.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Diante do conteúdo pesquisado, nos deparamos, de acordo com alguns autores, com um crescimento globalizado significativo. Isso tem gerado grandes problemas em nosso ecossistema devido à utilização de recursos não renováveis. Cerca de 61% dos resíduos sólidos são provenientes da Construção Civil, o que agrava ainda mais a degradação ambiental. Durante muito tempo, o Brasil foi considerado um país em escala econômica de terceiro mundo, mas hoje é considerado em desenvolvimento. Esse contexto revela o quão atrasado o crescimento em diversas áreas foi por muitos anos e como é necessário desenvolver a sustentabilidade, especialmente na construção civil, nos tempos atuais (COSTA, 2020).

No contexto da sustentabilidade, é sabido que as nações de grande poder econômico demoraram a reconhecer essa realidade, quicá os países com pouco desenvolvimento na época, como é o caso do Brasil.

De acordo com os estudos de Agopyan e John (2011), um dos primeiros passos rumo à sustentabilidade na indústria da construção civil no Brasil foi marcado pela realização do Simpósio do CIB sobre Construção e Meio Ambiente em 2000, evento organizado pelo Departamento de Engenharia de Construção Civil da Escola Politécnica da USP, que impulsionou as preocupações desse setor e a necessidade de projeções e estratégias para o futuro.

Entretanto, desde a década de 90, já existiam empresas pioneiras nesse sentido, baseadas nos processos sustentáveis já implementados em outros países. Segundo Correa (2009), foi a partir dos anos 2000 que a busca pela incorporação da sustentabilidade na construção civil se intensificou no Brasil. Foi nesse contexto que, em 2002, foi apresentada a Resolução 307 do CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente, que estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão de resíduos sólidos na construção civil.

No próprio texto da lei estão expressas as definições de ações de reciclagem, reutilização, gestão de resíduos e beneficiamento, também classificando os tipos de resíduos e as etapas a serem seguidas por esses projetos.



Nesse contexto, como fonte de busca pela sustentabilidade, foi enfatizada a importância das certificações, que são os processos nos quais as construtoras são avaliadas para verificar se estão aderentes a todos os requisitos estabelecidos para a obtenção desse certificado. Foi dado destaque às certificações ambientalmente responsáveis, que, por sua vez, foram criadas para avaliar se as indústrias estão seguindo diversos critérios para minimizar seu impacto no meio ambiente, tornando-se cada vez mais sustentáveis (SEVERIANO, 2021).

De acordo com Cortes et al. (2011), é afirmado que as certificações nacionais e internacionais trazem competitividade entre as empresas e trazem benefícios para a sociedade. Nesse sentido, as normas da ABNT, como ISO 9001, ISO 14000, ISO 14001, relacionadas, respectivamente, à busca pela otimização de diversos processos dentro da organização, à gestão ambiental e à melhoria de imagem relacionada à gestão ambiental, são exemplos de direcionamento para a sustentabilidade nas empresas. As certificações ambientais são uma forma de verificar se as construções são realmente saudáveis para o meio ambiente, mesmo em suas fases de planejamento. No Brasil, três certificações se destacam no campo da construção sustentável: LEED, AQUA e PROCEL. A primeira é desenvolvida nos Estados Unidos e é um sistema que avalia o impacto ambiental de um edifício, levando em consideração aspectos como localização, uso de recursos hídricos, energia, materiais, qualidade do ar e inovação trazida pelo projeto (CORTES, 2011).

O objetivo desta monografia é apresentar uma análise abrangente do consumo de energia no setor da construção civil, durante as etapas de execução e ocupação de uma obra, evidenciando estratégias que podem ser implementadas nos projetos e técnicas de construção para reduzir o consumo energético e melhorar o desempenho.

Percebe-se que ainda há resistência em relação à adoção de novas tecnologias no setor, tanto devido à tradição como também por questões financeiras, já que, em geral, materiais e inovações ambientalmente corretos são mais caros do que os tradicionais. No entanto, ao utilizar esses materiais e técnicas alternativas e mais eficientes, é possível aproveitar melhor a energia disponível, o que resulta em efeitos econômicos, sociais e ambientais a longo prazo.

É recomendado que, durante a fase de projeto arquitetônico, sejam priorizadas

construções com conforto térmico aceitável, juntamente com um consumo mínimo de energia. Essas construções devem oferecer proteção adequada contra o calor excessivo no verão, regular a temperatura por meio do uso de materiais com alta inércia térmica, garantir uma ventilação e iluminação de alta qualidade, aproveitar a luz solar no inverno e isolar adequadamente as superfícies externas para evitar a transferência indesejada de calor e a condensação (BALTAR, KAEHLER, PEREIRA, 2006).

Além disso, pode-se adotar fontes renováveis de energia, como a instalação de painéis solares, e contribuir para a sustentabilidade utilizando materiais com baixos níveis de emissões, tanto na produção quanto no uso (BENITE, 2011; ABREU, 2012; APUD MOURA, MOTTA, 2013).

## CONCLUSÃO

O objetivo deste trabalho foi fazer uma revisão bibliográfica sobre o tema das fontes de energia renováveis. A energia existe há muito tempo, mas ao longo dos anos, foram sendo desenvolvidas novas maneiras de reutilizar e aproveitar recursos naturais inesgotáveis. Nesta revisão bibliográfica, foi abordada a energia hidráulica, biomassa e biocombustíveis, eólica, solar, oceânica e geotérmica, todas elas consideradas energias renováveis.

As fontes renováveis têm se tornado cada vez mais importantes globalmente, principalmente devido ao esgotamento das reservas de combustíveis fósseis e à necessidade de redução das emissões de gases do efeito estufa (GEE). Portanto, é necessária uma mudança na produção de energia, com foco no uso de fontes renováveis (SANTOS et al., 2014). As energias renováveis são derivadas de ciclos naturais de conversão da radiação solar e, em termos de eletricidade, têm o potencial de reduzir o consumo em 70% em comparação com a energia convencional (PACHECO, 2006).

Esta monografia aborda um tema promissor e de fácil estudo, acredita-se que gradualmente as energias renováveis irão superar as energias não-renováveis. As fontes são limpas e gratuitas, embora a implantação seja um pouco cara e apresente algumas desvantagens, como o desmatamento em certas áreas e a morte de aves nas turbinas

eólicas. De fato, os aspectos negativos superam os positivos.

Concluindo este trabalho de conclusão de curso, pude observar que muitos autores discutem sobre as fontes de energias renováveis, que estão cada vez mais presentes em nosso cotidiano e de fácil acesso, tornando-se cada vez mais acessíveis para a população. Apesar de extenso, esse trabalho é essencial em uma área com grande potencial futuro, especialmente considerando o avanço da tecnologia na construção civil e sua contribuição para o meio ambiente.

## REFERÊNCIAS

ABBUD, O.A.; TANCREDI, M. 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: 20/10/2023.

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.

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.

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. 2023.

- 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.
- LEITE NETO, P.B. 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. Disponible en: [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. 2023.
- 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-deenergia\\_fig1\\_262373193](https://www.researchgate.net/figure/figura-3-visao-geral-de-um-sistema-de-geracao-transmissao-e-distribuicao-deenergia_fig1_262373193). Acesso em: 10 out. 2023.
- BOCK, M. **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. 2023.
- 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, A.C.P. 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. 2023.
- BRANCO, C. **Energia elétrica e capital estrangeiro no Brasil**. São Paulo: Editora Alfa Ômega, 1975.
- 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. 2023.

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.

CASA DOS VENTOS. **Energia eólica**. Disponível em: <http://casadosventos.com.br/pt/energia-dos-ventos/energia-eolica> Acesso em: 28 out. 2023.

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.

FREITAS R.V., FREITAS R.T., 1998. **Aproveitamento da Energia Geotérmica**. Disponível em: <http://www.fem.unicamp.br/~em313/paginas/geoter/geoter.html> Acesso em: 28 out. 2023.

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

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

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.

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.

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, R.L. **Energias alternativas renováveis e o futuro dos combustíveis na aviação, repositório.animaeducacao**, disponível em:<<https://repositorio.animaeducacao.com.br/bitstream/ANIMA/23693/1/renanluquinmonteiro.pdfa.pdf>>.

MONZONI, M. 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. 2023.

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. 2023.



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. 2023.

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.

SANTOS, F.B.S; MOREIRA, Í.T.A. **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. 2023.

Submissão: setembro de 2023. Aceite: outubro de 2023. Publicação: fevereiro de 2024.