



UNILAB

UNIVERSIDADE DA INTEGRAÇÃO INTERNACIONAL DA LUSOFONIA

AFRO-BRASILEIRA (UNILAB)

INSTITUTO DE ENGENHARIAS E DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL (IEDS)

CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE ENERGIAS

FORTUNATO MARCELINO GAMA

ANÁLISE DO POTENCIAL DAS ENERGIAS RENOVÁVEIS EM TIMOR-LESTE

REDENÇÃO-CE

2024

FORTUNATO MARCELINO GAMA

ANÁLISE DO POTENCIAL DAS ENERGIAS RENOVÁVEIS EM TIMOR-LESTE

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Graduação em Engenharia de Energias do Instituto de Engenharias e Desenvolvimento Sustentável (IEDS) da Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira (UNILAB), como requisito parcial à obtenção do grau de bacharel em Engenharia de Energias.

Orientador: Prof. Dr. Sabi Yari Moïse
BANDIRI

REDENÇÃO-CE

2024

Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira
Sistema de Bibliotecas da UNILAB
Catalogação de Publicação na Fonte.

Gama, Fortunato Marcelino.

G176a

Análise do potencial das energias renováveis em Timor-Leste /
Fortunato Marcelino Gama. - Redenção, 2024.
44f: il.

Monografia - Curso de Engenharia de Energias, Instituto de
Engenharias e Desenvolvimento Sustentável, Universidade da
Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira, Redenção,
2024.

Orientador: Prof. Dr. Sabi Yari Moïse Bandiri.

1. Energias Renováveis. 2. Desenvolvimento Sustentável. 3.
Timor-Leste. I. Título

CE/UF/BSP

CDD 333.79

FORTUNATO MARCELINO GAMA

ANÁLISE DO POTENCIAL DAS ENERGIAS RENOVÁVEIS EM TIMOR-LESTE

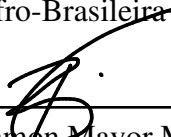
Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Graduação em Engenharia de Energias do Instituto de Engenharias e Desenvolvimento Sustentável (IEDS) da Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira (UNILAB), como requisito parcial à obtenção do grau de bacharel em Engenharia de Energias.

Aprovada em:

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Sabi Yari Moïse BANDIRI (Orientador)
Universidade da Integração Internacional da
Lusofonia Afro-Brasileira (UNILAB)

Prof. Dr. Cícero Saraiva SOBRINHO
Universidade da Integração Internacional da
Lusofonia Afro-Brasileira (UNILAB)


Prof. Dr. Ramon Mayor MARTINS
Instituto Federal de Santa Catarina (IFSC)

À minha família, por sua capacidade de acreditar em mim e investir em mim. Mãe, seu cuidado e dedicação foi que deram, em alguns momentos, a esperança para seguir. Pai, sua presença significou segurança e certeza de que não estou sozinho nessa caminhada.

AGRADECIMENTOS

Gostaria de expressar o meu sincero agradecimento a Deus pela vida, graça, amor, saúde e misericórdia que me deu durante a elaboração do trabalho.

Ao meu pai Marcelino de Sousa Gama, à minha mãe Julieta de Sousa Gama e ao meu irmão Marcelo Caetano Gama pelos seus suportes especialmente nos momentos difíceis.

Ao meu orientado Prof. Dr. Sabi Yari Moïse BANDIRI pela orientação, apoio e compaixão durante e até o termino do trabalho.

Aos professores da banca examinadora que deram seus tempos valiosos.

À Pró-Reitoria de Relações Institucionais e Internacionais (PROINTER) Profa. Dra. Artemisa Odila Cande Monteiro por ter acolhido me na PROINTER para poder realizar este trabalho.

À direção da Instituto de Engenharias e Desenvolvimento Sustentável (IEDS), à coordenação do Curso da Engenharia de Energias (CEE) juntamente com a sua secretaria por estarem dispostos nos momentos precisos.

Aos Professores da Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira (UNILAB) especialmente da IEDS que partilharam seus conhecimentos.

À Universidade Nacional de Timor-Leste (UNTL) por ter dado me essa oportunidade de poder estudar na UNILAB e à UNILAB por já ter acolhido me todo esses momentos.

Ao pessoal de laboratórios de informáticas por disponibilidades nos laboratório assim pude realizar o trabalho.

Ao governo de Timor-Leste através do Ministério da Educação e ao governo do Brasil através da UNILAB por terem ajudado me financeiramente.

Aos meus compatriotas timorenses, aos meus amigos de Países Africanos de Língua Oficial Portuguesa (PALOP) e também aos meus amigos brasileiros que de forma direta ou indireta na contribuição deste trabalho.

MUITO OBRIGADO A TODOS.

“O sonho é que leva a gente para frente. Se a gente for seguir a razão, fica aquietado, acomodado.”

(Ariano Suassuna)

RESUMO

Timor-Leste, como muitos países em desenvolvimento, enfrenta desafios significativos no fornecimento de energia confiável e acessível para sua população. Neste contexto, as energias renováveis têm surgido como uma alternativa promissora para diversificar a matriz energética e reduzir a dependência de combustíveis fósseis. Este trabalho propõe uma análise comparativa do potencial de energias renováveis em Timor-Leste, com foco nas fontes mais relevantes para o país, incluindo solar, eólica, hidrelétrica e biomassa. Inicialmente, será realizada uma revisão da literatura para compreender o panorama atual do setor energético em Timor-Leste, destacando os desafios e oportunidades relacionados ao desenvolvimento de energias renováveis. Em seguida, será conduzida uma análise detalhada do potencial de cada fonte de energia renovável, levando em consideração fatores como disponibilidade de recursos naturais, viabilidade técnica e econômica, e impactos ambientais e sociais. A análise comparativa será realizada com base em critérios específicos, como a capacidade de geração de energia, a previsibilidade da produção, os custos de implantação e operação, e a aceitação social. Serão utilizadas ferramentas de modelagem e simulação para avaliar diferentes cenários e identificar as combinações ótimas de fontes de energia renovável para atender à demanda energética de Timor-Leste de forma sustentável e eficiente. Além disso, serão discutidas estratégias e políticas de incentivo para promover o desenvolvimento das energias renováveis no país, considerando aspectos regulatórios, financeiros e educacionais. Por fim, serão apresentadas conclusões e recomendações para orientar futuras iniciativas e investimentos no setor energético de Timor-Leste, visando alcançar a segurança energética, a sustentabilidade ambiental e o desenvolvimento socioeconômico do país. Este estudo contribuirá para o avanço do conhecimento sobre o potencial das energias renováveis em Timor-Leste e para o desenvolvimento de estratégias e políticas eficazes para promover sua adoção e implementação.

Palavras-chave: Timor-Leste, Energias Renováveis, Potencial Energético, Desenvolvimento Sustentável.

ABSTRACT

Timor-Leste, like many developing countries, faces significant challenges in providing reliable and affordable energy for its population. In this context, renewable energies have emerged as a promising alternative to diversify the energy matrix and reduce dependence on fossil fuels. This work proposes a comparative analysis of the renewable energy potential in Timor-Leste, focusing on the most relevant sources for the country, including solar, wind, hydropower, and biomass. Initially, a literature review will be conducted to understand the current landscape of the energy sector in Timor-Leste, highlighting the challenges and opportunities related to the development of renewable energies. Subsequently, a detailed analysis of the potential of each renewable energy source will be carried out, taking into account factors such as natural resource availability, technical and economic feasibility, and environmental and social impacts. The comparative analysis will be based on specific criteria, such as energy generation capacity, predictability of production, implementation and operation costs, and social acceptance. Modeling and simulation tools will be used to evaluate different scenarios and identify optimal combinations of renewable energy sources to meet Timor-Leste's energy demand sustainably and efficiently. Additionally, strategies and incentive policies to promote the development of renewable energies in the country will be discussed, considering regulatory, financial, and educational aspects. Finally, conclusions and recommendations will be presented to guide future initiatives and investments in Timor-Leste's energy sector, aiming to achieve energy security, environmental sustainability, and socio-economic development in the country. This study will contribute to advancing knowledge about the potential of renewable energies in Timor-Leste and to the development of effective strategies and policies to promote their adoption and implementation.

Keywords: Timor-Leste, Renewable Energy, Energy Potential, Sustainable Development.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Mapa de Timor-Leste	16
Figura 2 – Projeto de Tasi Mane	19
Figura 3 – Painéis Solares Instalados	23
Figura 4 – Central Fotovoltaica em Rotuto, Same	24
Figura 5 – Mapa da Irradiação de Timor-Leste	25
Figura 6 – Variação Mensal da Produção de Energia Fotovoltaica	25
Figura 7 – Potencial Total de Energia Fotovoltaica em Timor-Leste	29
Figura 8 – Mapa do Potencial Eólico em Timor-Leste	32
Figura 9 – Temperatura ao longo do ano em Timor Leste	33

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Capacidade de Energia Renovável de acordo com o PED 2011 - 2030	21
Tabela 2 – Irradiação Solar Média em Timor-Leste por Região	29
Tabela 3 – Dados fotovoltaicos e de irradiação	30
Tabela 4 – Velocidade Média do Vento em Timor-Leste por Região	32
Tabela 5 – Impactos Ambientais e Estratégias de Mitigação	33
Tabela 6 – Características das Bacias Hidrográficas de Timor-Leste	35

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CEE	Curso da Engenharia de Energias
IEDS	Instituto de Engenharias e Desenvolvimento Sustentável
PALOP	Países Africanos de Língua Oficial Portuguesa
PROINTER	Pró-Reitoria de Relações Institucionais e Internacionais
UNILAB	Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira
UNTL	Universidade Nacional de Timor-Leste

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	13
1.1	OBJETIVOS	14
1.1.1	<i>Objetivo Geral</i>	14
1.1.2	<i>Objetivo Específico</i>	14
1.2	Justificativa	15
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICAS	16
2.1	TIMOR-LESTE: História e Geográfica	16
2.2	Matriz Energética de Timor-Leste	17
2.2.1	<i>Combustíveis Fosseis em Timor Leste</i>	17
2.2.2	<i>Receitas e Desafios</i>	20
2.3	Energias Renováveis	20
2.3.1	<i>Energia por Biomassa</i>	21
2.3.2	<i>Energia Solar Fotovoltaica</i>	22
2.4	Panorama Energético de Timor-Leste	25
2.4.1	<i>Desafios Enfrentados na Oferta e Acesso à Energia</i>	26
2.5	Importância da Diversificação da Matriz Energética	27
3	POTENCIAL DAS ENERGIAS RENOVÁVEIS EM TIMOR-LESTE . .	28
3.1	Análise do Potencial Solar: Disponibilidade de Recursos e Viabilidade Técnica	28
3.1.1	<i>Disponibilidade dos Recursos Solares:</i>	28
3.1.2	<i>Características dos Recursos Solares</i>	30
3.1.3	<i>Viabilidade Técnica</i>	30
3.1.4	<i>Considerações Econômicas</i>	31
3.2	Avaliação do Potencial Eólico: Mapeamento de Áreas Favoráveis e Impactos Ambientais	31
3.3	Exploração do Potencial hidrelétrico: Estudo de Bacias e possíveis impactos sociais	34
3.3.1	<i>Potencial Hidrelétrico e Estudo de Bacias</i>	34
3.3.2	<i>Impactos Sociais da Exploração Hidrelétrica</i>	35
3.4	Potencial de Energia Eólica e Possíveis Impactos Sociais em Timor-Leste	36

3.4.0.1	<i>Potencial de Energia Eólica em Timor-Leste</i>	36
3.4.1	<i>Impactos Sociais da Exploração Eólica</i>	36
4	CONCLUSÕES	38
	REFERÊNCIAS	40

1 INTRODUÇÃO

A busca por fontes de energias renováveis tem se intensificado nas últimas décadas devido à crescente preocupação com a sustentabilidade ambiental e a necessidade de reduzir a dependência de combustíveis fósseis. Timor-Leste, um país localizado no sudeste asiático, apresenta um significativo potencial para a exploração de diversas fontes de energia renovável, incluindo solar, eólica, hídrica e biomassa. O aproveitamento dessas fontes pode não apenas contribuir para a segurança energética do país, mas também promover o desenvolvimento sustentável e a mitigação dos impactos ambientais causados pelas fontes de energia convencionais.

Estudos anteriores indicam que Timor-Leste possui condições climáticas favoráveis para a geração de energia solar, com alta incidência de radiação solar ao longo do ano (GROSSO, 2015). A energia eólica também se mostra promissora, especialmente em regiões costeiras e áreas elevadas, onde a velocidade dos ventos é suficiente para a instalação de parques eólicos (FERREIRA, 2017). Além disso, a geografia montanhosa do país oferece oportunidades para a geração de energia hídrica em pequena escala, por meio de usinas hidrelétricas (ROCHA, 2018).

Uma parte da população em Timor-Leste ainda não tem acesso confiável à eletricidade, com estimativas indicando que cerca de 67% da população tem acesso à eletricidade de forma regular (FREITAS, 2022). Isso se deve, em parte, à falta de infraestrutura de distribuição de energia em áreas rurais e remotas, onde vive a maioria da população.

A dependência excessiva de combustíveis fósseis para geração de eletricidade também levanta preocupações ambientais, uma vez que contribui significativamente para as emissões de gases de efeito estufa e poluição do ar. Além disso, a exploração e o uso de combustíveis fósseis podem representar uma ameaça à biodiversidade e aos ecossistemas frágeis em Timor-Leste, que abriga uma rica diversidade de espécies vegetais e animais (BANK, 2017).

Diante desses desafios, a diversificação da matriz energética e a promoção de fontes de energia renováveis emergem como estratégias essenciais para garantir a segurança energética, promover o desenvolvimento sustentável e melhorar as condições de vida da população em Timor-Leste.

No entanto, a implementação dessas tecnologias enfrenta desafios significativos, como a falta de infraestrutura adequada, a necessidade de investimentos substanciais e a capacitação técnica da população local (SANTOS, 2019a). Neste contexto, a presente pesquisa propõe uma análise comparativa do potencial de diferentes fontes de energias renováveis em Timor-Leste, com o objetivo de identificar as opções mais viáveis e eficazes para a diversificação

da matriz energética do país.

A metodologia deste estudo inclui a coleta de dados nas em repositórios digitais. Tais dados incluem trabalho de tese, dissertação, notícia oficiais da página web do governo de Timor-Leste, relatórios de agências internacionais, etc. Espera-se que os resultados forneçam uma visão abrangente sobre as vantagens e limitações de cada fonte de energia renovável, contribuindo para a formulação de políticas públicas e estratégias de investimento que promovam a sustentabilidade energética de Timor-Leste.

Conclui-se que a combinação de múltiplas fontes de energia renovável, adaptadas às especificidades regionais, pode oferecer uma solução sustentável e economicamente viável para a independência energética do país (CARVALHO, 2020). Este trabalho busca, portanto, fornecer uma base sólida para o desenvolvimento de projetos de energia renovável em Timor-Leste, fomentando a pesquisa e a inovação no campo das tecnologias sustentáveis.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 *Objetivo Geral*

Analisar o potencial das energias renováveis em Timor-Leste e propor estratégias para sua integração eficiente na matriz energética do país, visando promover o desenvolvimento sustentável e a segurança energética.

1.1.2 *Objetivo Específico*

- Realizar uma revisão da literatura sobre o panorama energético atual de Timor-Leste, destacando os desafios e oportunidades relacionados às energias renováveis.
- Avaliar o potencial de diferentes fontes de energias renováveis, como solar, eólica, hidrelétrica e biomassa, em termos de disponibilidade de recursos, viabilidade técnica e impactos ambientais.
- Analisar a viabilidade econômica das tecnologias de energias renováveis em Timor-Leste, considerando custos de implementação, retorno sobre investimento e benefícios socioeconômicos.
- Identificar e analisar os principais obstáculos regulatórios, institucionais e financeiros que impedem o desenvolvimento das energias renováveis no país.

- Propor políticas, estratégias e medidas de incentivo para promover o uso e a adoção de energias renováveis em Timor-Leste, visando alcançar metas de desenvolvimento sustentável e redução das emissões de gases de efeito estufa.

1.2 Justificativa

A transição para fontes de energia renováveis é uma questão de grande importância global devido aos desafios enfrentados pela humanidade, como as mudanças climáticas, a segurança energética e a busca por um desenvolvimento sustentável. Em particular, em países em desenvolvimento como Timor-Leste, a adoção de energias renováveis pode ter impactos significativos no crescimento econômico, na redução da pobreza e na melhoria da qualidade de vida da população (REN21, 2020).

A diversificação da matriz energética de Timor-Leste é crucial para reduzir a dependência de combustíveis fósseis importados, mitigando assim os riscos associados à volatilidade dos preços internacionais e às interrupções no fornecimento. Além disso, o uso de fontes de energia renováveis pode contribuir para a criação de empregos locais, o desenvolvimento de tecnologias limpas e a promoção da autonomia energética do país (World Bank, 2021).

A mitigação dos impactos ambientais associados à exploração de combustíveis fósseis também é uma preocupação urgente em Timor-Leste, dada sua rica biodiversidade e seus ecossistemas frágeis. A transição para energias renováveis pode ajudar a reduzir as emissões de gases de efeito estufa, minimizando assim os efeitos das mudanças climáticas e protegendo os recursos naturais do país (BANK, 2019a).

Portanto, este estudo sobre o potencial de energias renováveis em Timor-Leste é de grande relevância, pois busca fornecer informações essenciais para embasar políticas e estratégias de transição energética no país. Além disso, contribuirá para o avanço do conhecimento científico sobre as oportunidades e desafios relacionados às energias renováveis em contextos de países em desenvolvimento.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICAS

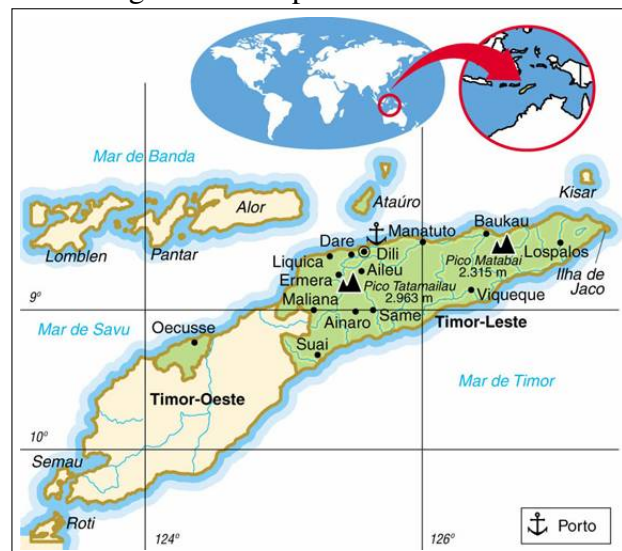
2.1 TIMOR-LESTE: História e Geográfica

Oficialmente é a República Democrática de Timor-Leste (CONSTITUINTES, 2002), ou simplesmente Timor-Leste, em tétum é Timor-Lorosa'e que significa o país do sol nascente (STADTLOBER, 2017). O país é relativamente pequeno com uma área a cerca de 15 mil km^2 (TIMOR-LESTE, 2023a) portanto é menor que o menor estado brasileiro, o estado de Sergipe cuja sua extensão é de 21.900 km^2 (SERGIPE, 2023). Timor-Leste localiza-se no continente da Ásia, na região Sudeste Asiático mais especificamente no arquipélago malaio. É a metade oriental da ilha de Timor, sendo a outra metade ocidental é o território da nação vizinha, a Indonésia. E Além da Indonésia, o país Timor-Leste também tem a Austrália como nação vizinha (TIMOR-LESTE, 2023b).

Como se pode ver na Figura 1, Timor-Leste tem:

- Um território enclave, que é o distrito de Oecussi-Ambeno, cuja uma parte é cercado pelo Timor ocidental e a parte sul é banhada pelo mar;
- Uma ilha de Ataúro ao norte de Díli e
- Um ilhéu de Jaco na ponta leste.

Figura 1 – Mapa de Timor-Leste



Fonte: Glogal (s.d.)

Foi uma colônia portuguesa até 1975, quando declarou sua independência. No entanto, a ocupação indonésia começou logo em seguida, resultando em um período conturbado de violência e conflitos. Após um referendo em 1999, em que a maioria dos timorenses votou

pela independência, o país finalmente se tornou uma nação independente em 2002. Desde então, Timor-Leste tem trabalhado para reconstruir e desenvolver seu país. A economia de Timor-Leste é baseada principalmente na indústria do petróleo e gás natural, sendo um dos principais produtores desses recursos na região. No entanto, o país enfrenta desafios na diversificação de sua economia e no combate à pobreza e desigualdade. A diversidade cultural em Timor-Leste é rica, com uma população composta por várias etnias, sendo a maioria dos timorenses de origem malaia e papuana. A cultura timorense é influenciada pela herança portuguesa e pelas tradições indígenas locais. A língua oficial do país é o tétum, juntamente com o português, que é amplamente utilizado no governo e na educação. A nação tem se esforçado para fortalecer sua identidade nacional e promover a preservação da cultura e das línguas locais. Timor-Leste também enfrenta desafios sociais, como a falta de acesso a serviços básicos de saúde e educação em algumas áreas rurais. No entanto, o país tem mostrado progresso na melhoria desses serviços e no fortalecimento de suas instituições democráticas. A situação política em Timor-Leste é estável, com um sistema democrático multipartidário. O país é membro das Nações Unidas e busca fortalecer laços diplomáticos com outros países da região e do mundo. Em resumo, Timor-Leste é um país jovem e em desenvolvimento, com uma história marcada por desafios e lutas pela independência. Apesar das dificuldades, a nação tem demonstrado resiliência e progresso na construção de uma sociedade mais próspera e inclusiva (GOVERNO DE TIMOR-LESTE, 2022; RAMOS-HORTA, 2022; CONSTITUINTES, 2002).

2.2 Matriz Energética de Timor-Leste

A matriz energética é o conjunto de recursos disponível num local, seja ele para gerar calor, movimentar carro através de combustíveis ou para gerar a eletricidade sendo alguns exemplos: petróleo, biomassa, gás natural e o carvão. A matriz energética de Timor-Leste é caracterizada por uma combinação de fontes de energia, com uma dependência significativa de combustíveis fósseis e uma crescente participação de energias renováveis. Aqui está uma visão geral da matriz energética do país:

2.2.1 Combustíveis Fósseis em Timor Leste

Timor-Leste possui reservas significativas de combustíveis fósseis, especialmente de petróleo e gás natural. A exploração desses recursos desempenha um papel crucial na economia

do país. Além disso, há registros de queimadas e emissões de gases tóxicos provenientes desses combustíveis, o que é um problema ambiental para o país. Por outro lado, a descoberta desses recursos também pode impulsionar a economia de Timor-Leste. Em 2023, o país recebeu um investimento direto estrangeiro de US\$ 262M e há quem defenda que a exploração de combustíveis fósseis possa abrir portas para a economia global. Embora a exploração de petróleo e gás seja uma fonte importante de receita em Timor-Leste, as informações sobre atualizações específicas na indústria não são claras. No entanto, há informações disponíveis sobre investimentos, prospecção e regulamentação no setor, bem como preocupações ambientais relacionadas à indústria. Além disso, o país tem um plano de desenvolvimento sustentável para diversificar sua economia além do petróleo e gás, incluindo investimentos em turismo e outras indústrias (BRASIL, 2023).

Os problemas ambientais já são preocupações do país desde a sua restauração da independência em 20 de Maio de 2002. E tem enfrentado desafios ambientais e de sustentabilidade relacionados à queima de combustíveis fósseis e aos investimentos diretos estrangeiros em combustíveis fósseis no país, o que pode gerar impactos ambientais negativos. Além disso, existem projetos públicos e privados no país que podem gerar impactos ambientais e sociais, para os quais é necessário um processo de avaliação de impacto ambiental e licenciamento ambiental. Por outro lado, a agricultura itinerante, a plantação de árvores de mangue e a prática do ecoturismo podem contribuir para a sustentabilidade ambiental em Timor-Leste (LICENCIAMENTO, 2011).

De forma resumida são listadas a seguir alguns pontos-chave sobre os combustíveis fósseis em Timor-Leste:

- **Petróleo em Timor-Leste:** O país é conhecido por suas reservas de petróleo offshore no Mar de Timor. A indústria petrolífera tem sido uma fonte importante de receita para o país, impulsionando seu desenvolvimento econômico. A exploração e produção de petróleo ocorrem em colaboração com empresas internacionais e são administradas através de acordos de partilha de produção.
- **Gás Natural em Timor Leste:** Além do petróleo, o país asiático também possui reservas de gás natural no Mar de Timor. A produção e o desenvolvimento de campos de gás natural são essenciais para a economia do país. O gás natural é usado tanto para exportação como para atender à demanda interna de energia.

O relatório de 1884 apresenta a exploração indígena das infiltrações de petróleo, o

óleo de Pualaca em que foi utilizado para iluminação da praça de Díli (GUNN; AGUIAR, 1999 apud SOARES, 2016).

Segundo Azeredo (1968), citado por Soares (2016):

Os primeiros vestígios da existência de petróleo em Timor-Leste são assinalados por dezenas de indícios superficiais, traduzidos por emanações e exsudações líquidas. Algumas foram exploradas pelos nativos ou pela própria administração portuguesa, por meio de pequenos poços como em Matai (Suai) na costa sul, Pualaka (Laclubar) no centro e Aliambata (Watulari) na costa sul.

De acordo com Audley-Charles (1968), citado por Soares (2016),

"Existem mais de vinte e nove locais de infiltrações naturais de petróleo e gás que escoam na superfície da terra em Timor-Leste. O escoamento ocorre principalmente na costa sul, na bacia hidrográfica da ilha de Timor-Leste."

Conforme Pedersen e Arneberg (1999), citado por Soares (2016), afirmaram que:

...foram descobertos os depósitos de petróleo bruto e de gás natural no mar de Timor e da Austrália. Os depósitos de petróleo ou gás estão a uma profundidade de 3 km, sendo que os sedimentos cobrem uma área de 51.136 km², estimando-se que as suas reservas possam conter 5 bilhões de barris, o que, a confirmar-se, constituiria um dos maiores depósitos do mundo.

O setor do petróleo é um pilar fundamental do desenvolvimento de Timor-Leste. Este setor é essencial para o crescimento econômico e para o progresso do país, enquanto nação bem-sucedida e estável. Este desenvolvimento está alicerçado no apelidado "Projeto Tasi Mane"²⁴ na língua Tetun²⁵ (lê-se Taci-Mane em Português) (SOARES, 2016).

O projeto em andamento como é apresentado na Figura 2, contará com o gasoduto para transportar combustível do offshore (plataforma petrolíferas em alto mar), plataforma de abastecimento (Supply Base) de Suai, refinaria e indústria petroquímica (Refinery Petrochemical) de Betano e a instalação de gás de petróleo liquefeito (GPL) (LNG Plant) de Beaco.

Figura 2 – Projeto de Tasi Mane



Fonte: Soares (2016).

2.2.2 Receitas e Desafios

As receitas provenientes da indústria de combustíveis fósseis têm sido uma importante fonte de financiamento para o governo de Timor-Leste. No entanto, a dependência excessiva desses recursos representa desafios, como a volatilidade dos preços do petróleo no mercado internacional e a necessidade de diversificar a economia para garantir um desenvolvimento sustentável a longo prazo. Sustentabilidade Ambiental: A exploração e o uso de combustíveis fósseis têm impactos ambientais, incluindo a emissão de gases de efeito estufa e a contribuição para as mudanças climáticas. Timor-Leste, como muitos outros países, está buscando maneiras de equilibrar o desenvolvimento econômico com a sustentabilidade ambiental, considerando a transição para fontes de energia mais limpas e renováveis. É importante notar que, embora Timor-Leste tenha reservas de combustíveis fósseis, o país está trabalhando para diversificar sua matriz energética e promover o uso de energias renováveis, como hidroeletricidade, energia solar e biomassa. Essa transição visa reduzir a dependência de combustíveis fósseis, promover a sustentabilidade ambiental e impulsionar o acesso à energia limpa para toda a população timorense.

2.3 Energias Renováveis

Um dos grandes objectivos do IV Governo Constitucional é acabar com a dependência externa de fornecimento de energia através do desenvolvimento nacional de fontes de energia alternativa e renovável. No programa do Governo pode ler-se que “a implementação de um plano global, concertado e faseado, contribuirá para a distribuição alargada de energia em todo o País, com forte impacto na melhoria da qualidade de vida das pessoas e na promoção do investimento e crescimento industrial, potenciais fontes de criação de emprego e de receitas do Estado”.

A Secretaria de Estado da Política Energética, responsável por este sector, definiu já um plano de acção e começou a colocá-lo em prática. Foi efectuado um estudo, a nível nacional, que irá permitir desenvolver a política energética para Timor-Leste. O estudo ficou concluído no passado dia 29 de Maio e analisou várias fontes de energia disponíveis em território nacional, como a eólica, a hídrica, as biomassas e a energia solar. O resultado foi promissor, como explica o Secretário de Estado da Política Energética, Avelino Coelho: “o estudo mostra que Timor-Leste possui uma forte potencialidade nas áreas das energias renováveis. Se estas forem exploradas no seu conjunto, produzem uma capacidade instalada de 451 megawatts, ou

seja, energia suficiente para fornecer todo o país, constituindo, assim, a nossa matriz energética. O potencial ao nível da energia hídrica é de 252 megawatts. Se ligarmos esta energia ao sistema de bombagem conseguimos mais 100 megawatts. A potencialidade de produção da energia eólica é de 72 megawatts, uma capacidade instalada que será distribuída pelos futuros parques eólicos de Larigoto, Bobonaro, Baucau, Fohobogor, Khoholau e Laleia”.

O projeto de Lei de Bases para as Energias Renováveis, que está a ser elaborado para ser apresentado ao Conselho de Ministros, prevê a criação de um fundo para as energias renováveis e os mecanismos para a sua exploração. O diploma reforça, ainda a importância da formação dos recursos humanos nesta área. “Havia a ideia de que a riqueza de Timor-Leste assentava apenas no petróleo e no gás, mas na realidade o estudo indica que temos uma grande potencialidade para as energias renováveis”, adianta o Secretário de Estado da Política Energética.

Outro projecto em estudo, que poderá ser fundamental para atrair potenciais investidores, é a construção de um laboratório nacional para pesquisa das potencialidades das energias renováveis em todo o país. Em fase de de execução está já o Plano de Electrificação Rural, que assenta precisamente no recurso a energias renováveis.

As fontes de Energias Renováveis (ERs) apresentam-se como alternativas ou complementos às fontes fósseis convencionais, sinalizando uma mudança no paradigma energético e se posicionando como instrumento para a consecução de um desenvolvimento sustentável. Neste sentido, e conforme estabelecido nos objetivos delineados pelo Plano Estratégico de Desenvolvimento (PED) 2011-2030, o governo timorense identificou mais de 450 MW em potenciais projetos de ERs distribuídos entre diversas tecnologias resumido na Tabela 1.

Tabela 1 – Capacidade de Energia Renovável de acordo com o PED 2011 - 2030

Fonte de Energia Renovável	Capacidade em MW
Solar	22
Eólica	72
Hidroelétrica	352
Biomassa	6

Fonte: TIMOR (2010)

2.3.1 Energia por Biomassa

A energia de biomassa é uma fonte de energia renovável em uso em Timor Leste . A biomassa é constituída por material orgânico de origem vegetal, como serragem, palha e resíduos

agrícolas, que podem ser usados como combustível para gerar eletricidade e calor. Existem iniciativas de energia de biomassa sustentável em Timor Leste , com o objetivo de reduzir os danos ambientais causados por combustíveis fósseis e aumentar a independência energética do país. A energia de biomassa é uma alternativa mais limpa e sustentável em comparação com a queima de combustíveis fósseis.

De acordo ao (ALER, 2016) 94,7% da população Timorese ainda depende da madeira como principal combustível para cozinhar e 83,3% das famílias utilizam dispositivos tradicionais de cozinha aberta ou sem ventilação. A utilização de combustível de madeira para cozinhar é prejudicial à saúde e ao meio ambiente, causa doenças relacionadas com a poluição do ar interior e contribui para a mudança climática global. Uma mudança de fogões tradicionais de baixa eficiência para fogões sem fumaça ou fogões melhorados vai fazer uma diferença substancial positiva em Timor-Leste.

Em 2017, o Biomass Project Fact Sheet financiado integralmente pelo PNUD lançou o programa intitulado "Promoção da Produção Sustentável de Bioenergia a partir da Biomassa (SBEPB) em Timor-Leste". O projeto de biomassa é um programa de quatro anos contribuindo para a redução do efeito estufa emissões por meio da remoção de barreiras para produção sustentável e utilização de biomassa recursos em Timor-Leste e aplicação de tecnologias de energia de biomassa para apoiar desenvolvimento econômico, ambiental e social. O objetivo do projeto será alcançado através do reforço da capacidade de todos os partes interessadas públicas e privadas, desenvolvendo políticas e marcos legais de bioenergia para a promoção de eficiência energética e uso final de baixo carbono eletrodomésticos e ampliação de 20.000 cozinheiros aprimorados fogões (ICS) no país. O projeto ajudará o Governo de Timor-Leste a integrar a biomassa sustentável energia na formulação de políticas e, conseqüentemente, ajudar na mitigação da emissão nacional de gases de efeito estufa gases resultantes do desmatamento e do uso de biomassa não renovável. O projeto ajudará a aumentar o acesso de Timor-Leste à bioenergia limpa e também criar empregos por meio de negócios.

2.3.2 Energia Solar Fotovoltaica

Timor-Leste possui um grande potencial para a energia solar devido à sua localização próxima ao equador, o que resulta em altos níveis de irradiação solar ao longo do ano. Este país tem uma quantidade significativa de horas de sol, com uma média anual de mais de 5 horas de sol por dia. Isso o torna um local favorável para a geração de energia solar fotovoltaica (PV) e

térmica.

A energia solar tem o potencial de desempenhar um papel importante no fornecimento de eletricidade para as comunidades em Timor-Leste, especialmente nas áreas rurais onde o acesso à eletricidade é limitado. A instalação de sistemas solares off-grid e mini-redes solares pode ajudar a fornecer energia limpa e confiável para essas áreas remotas, contribuindo para o desenvolvimento econômico e social do país.

Além disso, a energia solar também pode ser uma fonte sustentável e ambientalmente amigável de eletricidade para as áreas urbanas de Timor-Leste. A implementação de projetos de energia solar em edifícios residenciais, comerciais e industriais pode reduzir a dependência de combustíveis fósseis e ajudar a mitigar os impactos das mudanças climáticas.

No entanto, para aproveitar plenamente o potencial da energia solar em Timor-Leste, são necessários investimentos significativos em infraestrutura, capacitação técnica e desenvolvimento de políticas energéticas. Além disso, é importante promover a conscientização sobre os benefícios da energia solar e incentivar a adoção de tecnologias solares em todo o país.

Na Figura 3 demonstra os painéis solares são instalados para fornecer energia nas casas da população cuja não tem acesso a rede elétrica.

Figura 3 – Painéis Solares Instalados



Fonte: ENERGIAS (2010).

O Governo de Timor-Leste com as outras organizações não governamentais deram a solução do problema da população de ter acesso á eletricidade (iluminação), através da distribuição de uma lâmpada de 6 W e uma bateria recarregável, na Figura 4 é a central de carregamento na qual encontra-se na sede do suco (é a menor unidade administrativa de município em Timor-Leste) (SEPE, 2011).

Figura 4 – Central Fotovoltaica em Rotuto, Same

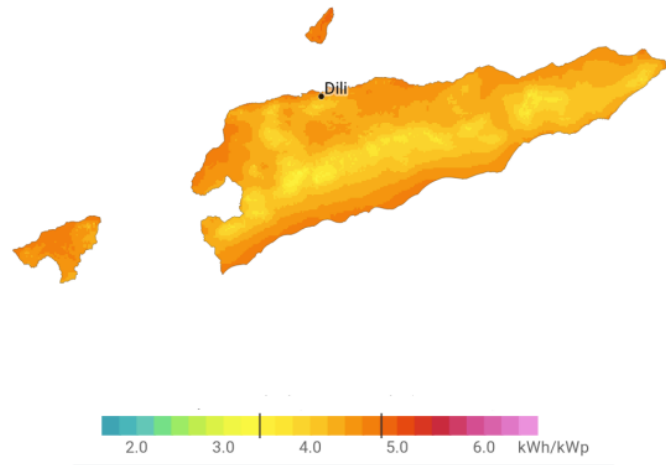


Fonte: SEPE (2011).

A energia solar fotovoltaica é uma fonte de energia renovável que tem ganhado importância globalmente devido à sua capacidade de reduzir as emissões de gases do efeito estufa, fornecer energia limpa e sustentável. Para os países em desenvolvimento como Timor-Leste, a energia solar fotovoltaica pode desempenhar um papel fundamental na expansão do acesso à eletricidade, redução da dependência de combustíveis fósseis e no desenvolvimento econômico.

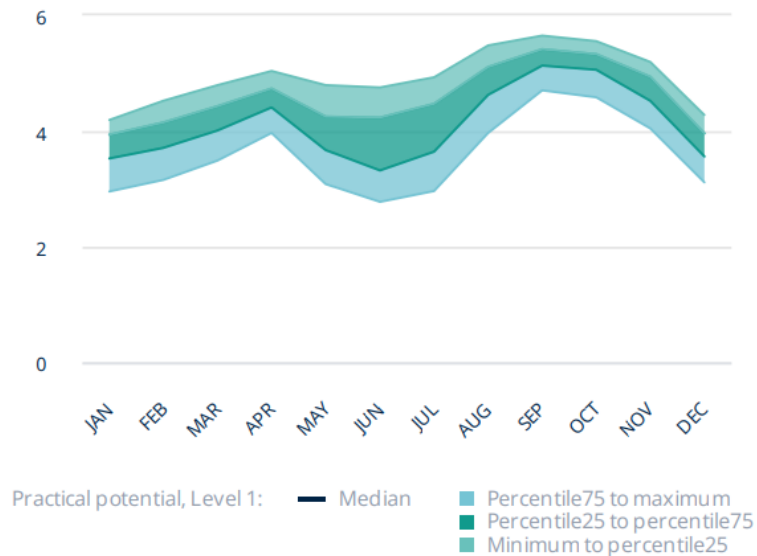
As Figuras 5 e 6 indicam respectivamente o mapa de irradiação solar do país de acordo com as regiões. Pode se apreciar que as regiões centrais do país possuem baixa irradiação que justifica a sua menor capacidade de produção de energia solar. A Figura 6 mostra a variação mensal da produção de energia fotovoltaica no país. Percebe-se que a curva possui pico alto nos meses de setembro e outubro indicando período de maior produção.

Figura 5 – Mapa da Irradiação de Timor-Leste



Fonte: EWEA (2017)

Figura 6 – Variação Mensal da Produção de Energia Fotovoltaica

MONTHLY VARIATION OF PHOTOVOLTAIC POWER OUTPUT

Fonte: EWEA (2017)

2.4 Panorama Energético de Timor-Leste

O panorama energético de Timor-Leste é caracterizado por uma série de desafios e oportunidades únicas. Como um país em desenvolvimento, Timor-Leste enfrenta uma dependência significativa de combustíveis fósseis, especialmente diesel, para geração de eletricidade, transporte e outras necessidades energéticas. Essa dependência resulta em altos custos, vulnerabilidade a flutuações nos preços internacionais do petróleo e impactos ambientais adversos.

Apesar da abundância de recursos naturais, incluindo vento, sol e água, Timor-Leste

ainda não aproveitou totalmente seu potencial em energias renováveis. A infraestrutura energética é limitada, com acesso à eletricidade restrito em muitas áreas rurais e remotas. Além disso, o país enfrenta desafios institucionais e regulatórios na promoção de investimentos em energia renovável e na diversificação de sua matriz energética.

No entanto, Timor-Leste também possui oportunidades significativas no setor energético. O desenvolvimento de recursos renováveis pode não apenas reduzir a dependência de combustíveis fósseis, mas também promover o crescimento econômico, criar empregos locais e melhorar a segurança energética. A crescente conscientização sobre os impactos das mudanças climáticas e a pressão por soluções energéticas sustentáveis também estão impulsionando o interesse em energias renováveis no país.

2.4.1 Desafios Enfrentados na Oferta e Acesso à Energia

Timor-Leste enfrenta uma série de desafios significativos na oferta e acesso à energia, que impactam diretamente o desenvolvimento socioeconômico e a qualidade de vida da população. Estes desafios incluem:

1. **Limitações na Infraestrutura Energética:** A falta de infraestrutura energética adequada é um dos principais obstáculos para a oferta e acesso à energia em Timor-Leste. Grande parte do país ainda carece de redes de distribuição elétrica confiáveis, especialmente em áreas rurais e remotas, o que dificulta o fornecimento de eletricidade para comunidades fora dos principais centros urbanos (World Bank, 2021).
2. **Dependência de Combustíveis Fósseis Importados:** Timor-Leste é altamente dependente de combustíveis fósseis, como diesel e querosene, para a geração de eletricidade e atendimento às necessidades energéticas do transporte. A importação desses combustíveis representa um ônus financeiro significativo para o governo e a população, além de aumentar a vulnerabilidade do país a flutuações nos preços internacionais do petróleo (BANK, 2019a).
3. **Acesso Limitado à Eletricidade:** Apesar dos esforços para expandir a eletrificação em Timor-Leste, uma proporção significativa da população ainda não tem acesso regular à eletricidade. As áreas rurais e remotas são particularmente afetadas, com acesso limitado a serviços básicos de eletricidade para iluminação, refrigeração e comunicação (BANK, 2020).
4. **Custos Elevados de Energia:** Os altos custos de energia representam um desafio adicional para muitos cidadãos em Timor-Leste, especialmente para aqueles com renda limitada.

A dependência de combustíveis fósseis importados contribui para tarifas de eletricidade elevadas, tornando o acesso à energia uma preocupação financeira para muitas famílias e empresas (BANK, 2017).

2.5 Importância da Diversificação da Matriz Energética

A diversificação da matriz energética é um elemento fundamental para garantir a segurança energética, promover o desenvolvimento sustentável e reduzir os impactos ambientais negativos. Em contextos como Timor-Leste, onde a dependência excessiva de combustíveis fósseis representa uma preocupação significativa, a diversificação da matriz energética ganha ainda mais importância.

1. **Segurança Energética** A diversificação da matriz energética reduz a dependência de uma única fonte de energia, tornando o sistema energético menos vulnerável a choques externos, como interrupções no fornecimento ou flutuações nos preços de combustíveis. Isso promove maior estabilidade no abastecimento de energia e aumenta a resiliência do país diante de crises energéticas (International Energy Agency, 2020).
2. **Sustentabilidade Ambiental:** A diversificação para fontes de energia mais limpas e renováveis contribui para a redução das emissões de gases de efeito estufa e outros poluentes atmosféricos. Isso é crucial para mitigar os impactos das mudanças climáticas e proteger o meio ambiente, garantindo a sustentabilidade das gerações futuras (REN21, 2020).
3. **Estímulo à Inovação e Desenvolvimento Tecnológico** A diversificação da matriz energética promove a inovação e o desenvolvimento de tecnologias mais eficientes e sustentáveis. O investimento em energias renováveis e tecnologias de baixa emissão de carbono estimula a criação de empregos e impulsiona o crescimento econômico, ao mesmo tempo em que reduz a dependência de tecnologias ultrapassadas e poluentes (International Renewable Energy Agency, 2019).
4. **Equidade Energética** A diversificação da matriz energética pode melhorar o acesso à energia para comunidades marginalizadas e áreas remotas, que muitas vezes são negligenciadas pelos sistemas energéticos convencionais. Tecnologias descentralizadas, como energia solar e mini-hidrelétricas, podem fornecer soluções acessíveis e sustentáveis para atender às necessidades energéticas dessas populações (World Bank, 2021).

3 POTENCIAL DAS ENERGIAS RENOVÁVEIS EM TIMOR-LESTE

Timor-Leste, uma nação insular situada no sudeste da Ásia, possui um vasto potencial de recursos naturais que podem ser explorados para a geração de energia renovável. A abundância de recursos solares, eólicos, hídricos e biomassa oferece uma oportunidade única para diversificar a matriz energética do país e reduzir sua dependência de combustíveis fósseis. Neste contexto, a análise do potencial das energias renováveis desempenha um papel fundamental na identificação e avaliação das opções mais viáveis e sustentáveis para o fornecimento de energia em Timor-Leste.

3.1 Análise do Potencial Solar: Disponibilidade de Recursos e Viabilidade Técnica

A análise do potencial solar em Timor-Leste é um componente essencial na avaliação da viabilidade da energia solar fotovoltaica como uma fonte de energia alternativa e sustentável no país. Este tópico aborda em detalhes a disponibilidade dos recursos solares em Timor-Leste e a viabilidade técnica de sua utilização para a geração de eletricidade.

3.1.1 Disponibilidade dos Recursos Solares:

Timor-Leste, com sua localização geográfica próxima ao equador, desfruta de condições climáticas favoráveis que resultam em alta irradiação solar ao longo do ano. A radiação solar incidente é influenciada por fatores como latitude, altitude, cobertura de nuvens e variações sazonais. Estudos de mapeamento solar utilizando dados de satélite e medições no local indicam que o país possui um potencial solar significativo, com médias anuais de irradiação que variam de 4,5 kWh/m²/dia a mais de 6 kWh/m²/dia em algumas regiões (International Renewable Energy Agency, 2021). A Tabela 2 apresenta uma compilação dos dados de irradiação solar média em diferentes regiões de Timor-Leste, fornecendo uma visão detalhada da distribuição dos recursos solares no país (International Renewable Energy Agency, 2021).

Tabela 2 – Irradiação Solar Média em Timor-Leste por Região

Região	Irradiação Solar Média (kWh/m ² /dia)
Díli	5,8
Baucau	5,5
Oecusse	5,9
Same	6,2
Maliana	6,0
Suai	6,1

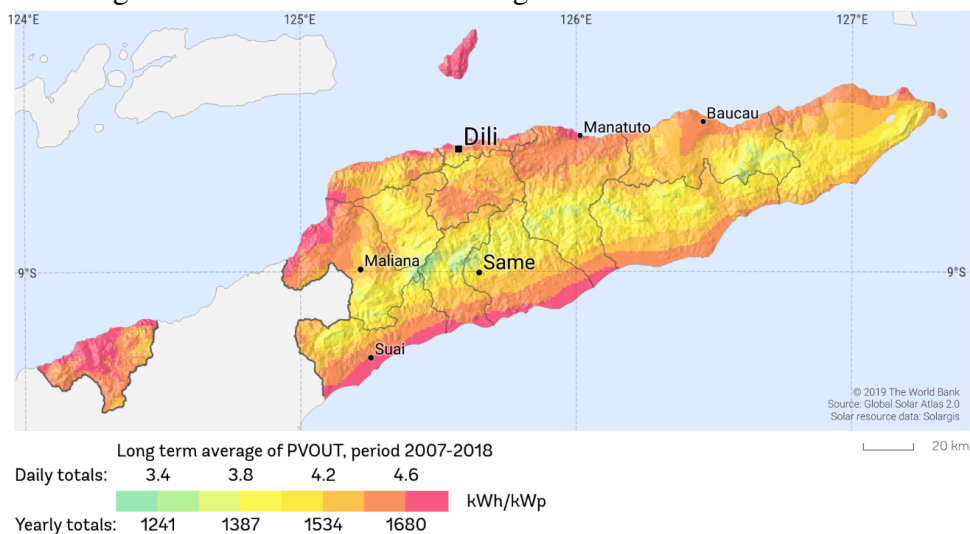
Fonte: Atlas Solar Global (s.da)

A Figura 7 revela o potencial de energia fotovoltaica em Timor-leste de acordo com as regiões. Percebe-se que o maior potencial concentra-se na região oeste do país em que encontra-se Suai. O potencial prático de um sistema fotovoltaico é definido como potência ideal de longo prazo produzida por uma instalação em grande escala com módulos c-Si monofaciais de montagem fixa com inclinação. A agência Solargis classifica o potencial prático de um sistema fotovoltaico (rendimento específico, medido em kWh/kWp/dia) de uma região em três diferentes níveis que são Nível 1, Nível 2 e Nível 3. Cada um desses são definidos a seguir:

- Nível 0 – Potencial prático desconsiderando quaisquer restrições de uso da terra.
- Nível 1 – Potencial prático nível 0, excluindo terrenos com características físicas identificáveis obstáculos para usinas fotovoltaicas em grande escala.
- Nível 2 – Potencial prático de nível 1, excluindo terras possivelmente sob uso da terra regulamentados devido à proteção da natureza e das terras agrícolas.

O potencial prático de sistema fotovoltaico em Timor Leste está classificado em Nível 1 .

Figura 7 – Potencial Total de Energia Fotovoltaica em Timor-Leste



Fonte: POTENCIAL (s.d)

A Tabela 3 indica os dados fotovoltaicos e de irradiação (máxima e mínima) do país calculado em 2018.

Tabela 3 – Dados fotovoltaicos e de irradiação

Parâmetro	Mín	Máx	Unidade
Potência específica de saída fotovoltaica (PVOOUT)	3.59	4.76	kWh/kWp
Irradiação direta normal (DNI)	3.20	5.50	kWh/m ²
Irradiação horizontal global (GHI)	4.39	5.90	kWh/m ²
Irradiação difusa horizontal (DIF)	1.93	2.33	kWh/m ²
Irradiação inclinada global (GTI)	4.43	6.02	kWh/m ²
Inclinação ótima dos módulos fotovoltaicos (OPTA)	7	15	°
Temperatura do ar (TEMP)	15.4	28.1	°C
Elevação do terreno (ELE)	0	2963	m

Fonte: Atlas Solar Global (s.db)

3.1.2 Características dos Recursos Solares

Além da quantidade de radiação solar, a qualidade e a variabilidade dos recursos solares também são aspectos importantes a serem considerados. A topografia do terreno, a orientação e a inclinação das superfícies de instalação podem influenciar a captura de energia solar. A análise das características dos recursos solares ajuda a identificar locais com maior potencial para instalação de sistemas fotovoltaicos e a otimizar o dimensionamento e o desempenho dos sistemas (World Bank, 2021).

3.1.3 Viabilidade Técnica

A viabilidade técnica da energia solar em Timor-Leste é sustentada pela disponibilidade de tecnologia fotovoltaica avançada e pela capacidade de integração desses sistemas à infraestrutura elétrica existente. Os sistemas fotovoltaicos podem ser instalados em telhados, terrenos baldios, estacionamentos e áreas urbanas para gerar eletricidade para uso residencial, comercial e industrial. A seleção de tecnologias adequadas, o dimensionamento correto dos sistemas e a manutenção adequada são aspectos essenciais para garantir a viabilidade técnica a longo prazo (BANK, 2019b).

3.1.4 Considerações Econômicas

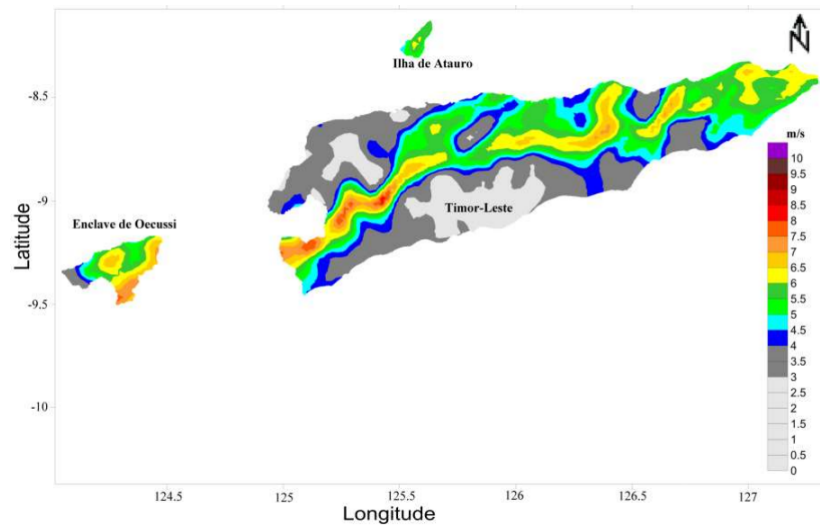
Além da viabilidade técnica, é importante analisar as considerações econômicas associadas à implementação de projetos solares em Timor-Leste. Isso inclui o custo inicial de instalação, os custos de operação e manutenção, os incentivos governamentais disponíveis, como tarifas de alimentação e subsídios, e a viabilidade financeira do projeto ao longo de sua vida útil. Análises de retorno sobre o investimento (ROI) e análises de sensibilidade podem ajudar a avaliar a viabilidade econômica dos projetos solares em diferentes cenários (REN21, 2020).

3.2 Avaliação do Potencial Eólico: Mapeamento de Áreas Favoráveis e Impactos Ambientais

A avaliação do potencial eólico é uma etapa crucial no desenvolvimento de projetos de energia eólica em Timor-Leste. Este tópico aborda detalhadamente a avaliação do potencial eólico do país, incluindo o mapeamento de áreas favoráveis para a instalação de turbinas eólicas e a consideração dos impactos ambientais associados.

O mapeamento do potencial eólico envolve a análise das condições climáticas, topográficas e geográficas para identificar áreas com ventos favoráveis para a geração de energia eólica. Utilizando dados meteorológicos, modelagem computacional e medições de vento em campo, é possível mapear as velocidades e direções dos ventos em diferentes regiões do país. O resultado é um mapa detalhado do potencial eólico de Timor-Leste, destacando áreas com alto rendimento eólico (EPIA, 2018). Os resultados são frequentemente apresentados em mapas que mostram as áreas com maior potencial eólico, como ilustrado na Figura 8.

Figura 8 – Mapa do Potencial Eólico em Timor-Leste



Fonte: Soares (2016)

Além disso, a Tabela 4 apresenta uma compilação dos dados de velocidade média do vento em diferentes regiões do país, fornecendo uma visão geral do potencial eólico em toda Timor-Leste.

Tabela 4 – Velocidade Média do Vento em Timor-Leste por Região

Região	Velocidade Média do Vento (m/s)
Díli	6,5
Baucau	7,2
Oecusse	6,8
Same	6,9
Maliana	7,0
Suai	6,7

Fonte: Atlas Global do Vento (s.d)

Com base no mapeamento do potencial eólico, são identificadas áreas favoráveis para a instalação de parques eólicos. Locais com velocidades de vento consistentes e altas, topografia adequada e acesso à infraestrutura elétrica são preferenciais para maximizar a produção de energia eólica. Além disso, a proximidade a centros de demanda de energia e a consideração dos impactos visuais e sociais são levados em conta na seleção de locais para o desenvolvimento de projetos eólicos (International Renewable Energy Agency, 2019).

A avaliação dos impactos ambientais é uma parte essencial do desenvolvimento de projetos eólicos. Isso inclui a análise dos efeitos sobre a fauna, flora, paisagem, ruído e impactos visuais. Estudos de avaliação de impacto ambiental (AIA) são conduzidos para identificar e

mitigar possíveis efeitos adversos da instalação e operação de parques eólicos. Estratégias de mitigação, como o monitoramento da vida selvagem, o planejamento da localização de turbinas e a restauração de habitats, são implementadas para minimizar os impactos ambientais negativos e promover a sustentabilidade dos projetos eólicos (EWEA, 2017).

O envolvimento das partes interessadas, incluindo comunidades locais, autoridades governamentais, organizações não governamentais e grupos ambientais, é fundamental no processo de avaliação do potencial eólico e na tomada de decisões relacionadas. Consultas públicas, audiências e workshops são realizados para fornecer informações, coletar *feedback* e garantir a participação ativa das partes interessadas no desenvolvimento de projetos eólicos. Isso ajuda a promover a transparência, a aceitação social e a construção de relações positivas entre todas as partes envolvidas (EWEA, 2017).

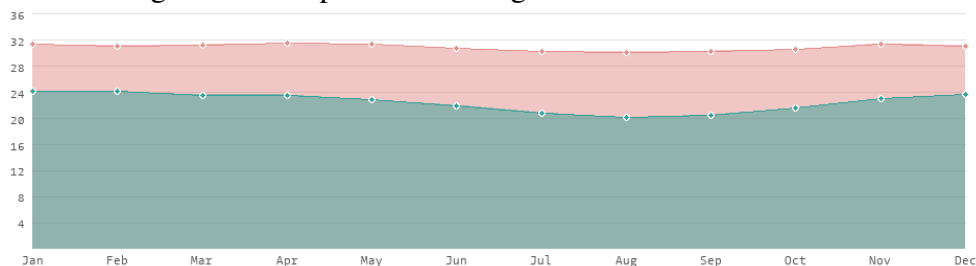
Tabela 5 – Impactos Ambientais e Estratégias de Mitigação

Impacto Ambiental	Estratégia de Mitigação
Ruído	Distância das turbinas de áreas residenciais, isolamento acústico
Impacto Visual	Planejamento de localização, design estético das turbinas
Impacto na Fauna	Estudos de impacto ambiental, monitoramento da vida selvagem
Alterações na Paisagem	Restauração de habitats, compensação ambiental

Fonte: Tercio (2002)

O Timor Leste tem um clima tropical com estações chuvosas e secas distintas. A estação chuvosa vai de novembro a abril e é influenciada pela monção extremamente chuvosa do norte, que frequentemente causa inundações. A maior parte das chuvas ocorre nas regiões montanhosas e na costa sul. As temperaturas variam entre 28 e 32 °C durante todo o ano, como demonstra na Figura 9. Mesmo na estação seca, de maio a outubro, elas caem apenas um pouco, cerca de 2 °C. A umidade é baixa em todo o país e a precipitação é rara.

Figura 9 – Temperatura ao longo do ano em Timor Leste



Fonte: CLIMA (s.d.)

3.3 Exploração do Potencial hidrelétrico: Estudo de Bacias e possíveis impactos sociais

A exploração do potencial hidrelétrico em Timor-Leste apresenta-se como uma solução viável e sustentável para atender à crescente demanda por energia no país. Contudo, essa exploração deve ser cuidadosamente planejada e executada, levando em consideração não apenas os aspectos técnicos, mas também os impactos ambientais e sociais que podem surgir. Este estudo visa analisar as bacias hidrográficas de Timor-Leste, identificar o potencial hidrelétrico existente e discutir os possíveis impactos sociais decorrentes da implementação de projetos hidrelétricos.

3.3.1 Potencial Hidrelétrico e Estudo de Bacias

O potencial hidrelétrico de Timor-Leste está intrinsecamente ligado às suas bacias hidrográficas. As principais bacias do país incluem as bacias do Rio Comoro, Rio Lacro e Rio Seical. Estudos preliminares indicam que essas bacias possuem um potencial significativo para a geração de energia hidrelétrica (ALMEIDA, 2020).

- A bacia do Rio Comoro, localizada no norte de Timor-Leste, tem um comprimento de aproximadamente 80 km e cobre uma área de 500 km². Com uma vazão média de 15 m³/s, esta bacia possui um potencial hidrelétrico estimado em 30 MW. Atualmente, a água do Rio Comoro é utilizada principalmente para o abastecimento urbano e para a irrigação de áreas agrícolas próximas (SANTOS, 2019b).
- **Rio Lacro:** situado no leste do país, é uma das maiores bacias hidrográficas de Timor-Leste. Com 120 km de comprimento e uma área de 700 km², o rio apresenta uma vazão média de 20 m³/s. A capacidade de produção de energia hidrelétrica é estimada em 50 MW. A água do Rio Lacro é essencial para a agricultura e o abastecimento rural (FERREIRA, 2021).
- **Rio Seical:** localizada no sudeste de Timor-Leste, tem um comprimento de 90 km e cobre uma área de 450 km². Com uma vazão média de 10 m³/s, esta bacia possui um potencial hidrelétrico de 20 MW. A água do Rio Seical é utilizada principalmente para o abastecimento rural e a pesca (GOMES, 2022).
- **Rio Belulic:** com 110 km de comprimento e uma área de 600 km², apresenta uma vazão média de 18 m³/s e um potencial hidrelétrico estimado em 40 MW. Atualmente, a água do Rio Belulic é utilizada para irrigação e pesca (ALMEIDA, 2020).
- **Rio Lois:** com 100 km de comprimento e uma área de 550 km², possui uma vazão média

de 12 m³/s. A capacidade de produção de energia hidrelétrica é estimada em 25 MW. A água do Rio Lois é utilizada principalmente para a agricultura e o abastecimento rural (SILVA, 2019).

A Tabela 6 traz um resumo dos bacias hidrográficas, comprimento, vazão média e potencial de produção de energia.

Tabela 6 – Características das Bacias Hidrográficas de Timor-Leste

Bacia Hidrográfica	Comprimento (km)	Vazão Média (m ³ /s)	Capacidade de Produção de Energia (MW)	Principais Usos Atuais
Rio Comoro	80	15	30	Abastecimento urbano, irrigação
Rio Laclo	120	20	50	Agricultura, abastecimento rural
Rio Seical	90	10	20	Abastecimento rural, pesca
Rio Belulic	110	18	40	Irrigação, pesca
Rio Lois	100	12	25	Agricultura, abastecimento rural

Fonte: SANTOS et al. 2019b

3.3.2 Impactos Sociais da Exploração Hidrelétrica

A implementação de projetos hidrelétricos em Timor-Leste pode trazer benefícios significativos, como a geração de energia limpa e o desenvolvimento socioeconômico. No entanto, é crucial considerar os impactos sociais que podem surgir, especialmente nas comunidades locais que dependem dos recursos naturais para sua subsistência.

1. Deslocamento de Comunidades

A construção de barragens e usinas hidrelétricas pode resultar no deslocamento de comunidades inteiras. Esse deslocamento pode causar perdas culturais, sociais e econômicas significativas. É essencial que os projetos incluam planos de reassentamento justos e que garantam a manutenção das condições de vida das populações afetadas (ROCHA, 2020).

2. Alterações nos Modos de Vida

A alteração dos cursos d'água e a inundação de áreas para a criação de reservatórios podem impactar negativamente os modos de vida das comunidades ribeirinhas. A pesca, a agricultura e outras atividades tradicionais podem ser prejudicadas, afetando a segurança alimentar e a economia local (SILVA *et al.*, 2020).

3. Benefícios Socioeconômicos

Por outro lado, os projetos hidrelétricos também podem trazer benefícios significativos, como a criação de empregos e o desenvolvimento de infraestrutura. A geração de energia estável e acessível pode impulsionar o desenvolvimento econômico e melhorar a qualidade de vida das populações locais (MARTINS, 2021).

3.4 Potencial de Energia Eólica e Possíveis Impactos Sociais em Timor-Leste

A diversificação da matriz energética é crucial para o desenvolvimento sustentável do país, que atualmente depende fortemente de combustíveis fósseis. A exploração da energia eólica não só contribuiria para a segurança energética, como também poderia mitigar os impactos ambientais e sociais associados ao uso de fontes de energia não renováveis (SANTOS, 2019b).

3.4.0.1 Potencial de Energia Eólica em Timor-Leste

O potencial eólico de Timor-Leste é influenciado por suas características geográficas e climáticas. Estudos indicam que várias regiões do país possuem ventos fortes e constantes, ideais para a instalação de parques eólicos (SILVA, 2020).

- **Região Norte**

A região norte de Timor-Leste, incluindo áreas como Baucau e Lospalos, apresenta ventos com velocidades médias anuais superiores a 6 m/s, adequadas para a geração de energia eólica. A proximidade com a costa aumenta a viabilidade econômica da exploração eólica devido ao menor custo de transmissão da energia gerada (FERREIRA, 2021).

- **Região Central**

Nas áreas montanhosas do centro do país, como Aileu e Ermera, os ventos também são promissores, com velocidades médias anuais entre 5 a 6 m/s. A topografia dessas regiões pode, no entanto, representar um desafio para a instalação de infraestruturas, exigindo um planejamento cuidadoso e investimentos em tecnologia adequada (GOMES, 2022)

- **Região Sul**

A região sul, particularmente Viqueque e Manufahi, possui ventos moderados que variam entre 4 a 5 m/s. Apesar de não serem tão fortes quanto os ventos do norte, a exploração eólica nessas áreas ainda pode ser viável com a tecnologia apropriada e projetos de menor escala (MARTINS, 2021).

3.4.1 Impactos Sociais da Exploração Eólica

A implementação de projetos de energia eólica em Timor-Leste pode trazer diversos benefícios sociais, como a geração de empregos e a melhoria da infraestrutura local. No entanto, também é necessário considerar os possíveis impactos negativos e adotar medidas mitigadoras adequadas.

A construção e operação de parques eólicos criam oportunidades de emprego, tanto diretos quanto indiretos. Isso inclui empregos na construção, manutenção e operação das instalações eólicas, além de impulsionar a economia local através do desenvolvimento de infraestruturas associadas (ROCHA, 2020).

A instalação de parques eólicos pode causar deslocamento de comunidades e mudanças no uso da terra. É essencial que os projetos incluam consultas públicas e envolvam as comunidades locais desde o início para garantir que suas necessidades e preocupações sejam adequadamente abordadas (SILVA, 2019).

Embora a energia eólica seja uma fonte de energia limpa, a construção de parques eólicos pode ter impactos ambientais, como a alteração do habitat natural e o impacto sobre a fauna local. Medidas de mitigação, como a seleção cuidadosa dos locais de instalação e o monitoramento ambiental contínuo, são essenciais para minimizar esses impactos (SANTOS *et al.*, 2020).

Os benefícios sociais incluem o fornecimento de energia elétrica estável e sustentável para áreas rurais, melhorando a qualidade de vida e promovendo o desenvolvimento regional. A energia renovável pode reduzir a dependência de combustíveis fósseis, contribuindo para a redução das emissões de gases de efeito estufa e ajudando Timor-Leste a cumprir suas metas climáticas (GOMES, 2022).

4 CONCLUSÕES

A exploração do potencial de energia eólica em Timor-Leste representa uma oportunidade significativa para o país alcançar uma matriz energética mais sustentável e diversificada. Este estudo identificou regiões com alto potencial eólico, como o norte, centro e sul de Timor-Leste, destacando a viabilidade técnica e os benefícios socioeconômicos da implementação de projetos de energia eólica. Além disso, foram discutidos os impactos sociais e ambientais, enfatizando a necessidade de um planejamento cuidadoso e a inclusão das comunidades locais no processo de desenvolvimento.

Para trabalhos futuros, recomenda-se a realização de estudos mais aprofundados sobre a viabilidade técnica dos projetos eólicos, incluindo medições de vento de longo prazo e análise de viabilidade econômica. A utilização de tecnologias modernas de simulação pode fornecer uma compreensão mais precisa do potencial energético e dos desafios técnicos a serem enfrentados. É essencial desenvolver avaliações abrangentes de impactos ambientais e sociais (EIA), considerando a biodiversidade local, os impactos na fauna e flora, e as alterações no uso da terra. Essas avaliações devem incluir a participação das comunidades locais para identificar e mitigar quaisquer impactos negativos potenciais.

Implementar programas de engajamento comunitário que garantam a participação ativa das comunidades locais no planejamento e execução dos projetos eólicos é crucial. É essencial que os benefícios econômicos e sociais, como geração de empregos e melhoria da infraestrutura, sejam distribuídos de maneira justa entre as populações afetadas. Recomenda-se ao governo de Timor-Leste a criação de políticas e incentivos que promovam o investimento em energia eólica. Isso inclui subsídios, incentivos fiscais e a criação de um ambiente regulatório favorável que facilite o desenvolvimento de projetos de energia renovável.

Investir em pesquisa e desenvolvimento (P&D) para melhorar as tecnologias e práticas associadas à energia eólica é fundamental. Parcerias com universidades e instituições de pesquisa podem impulsionar inovações tecnológicas e a formação de mão de obra qualificada para o setor. Desenvolver estratégias para a integração eficiente da energia eólica na matriz energética nacional, como a modernização da rede elétrica, a implementação de sistemas de armazenamento de energia e a coordenação com outras fontes de energia renovável, como solar e hidroelétrica, garantirá uma oferta energética estável e confiável.

Com essas recomendações, espera-se que futuros trabalhos possam contribuir ainda mais para a implementação sustentável e eficaz de projetos de energia eólica em Timor-Leste,

promovendo o desenvolvimento socioeconômico e a preservação ambiental.

REFERÊNCIAS

- ALER. **O PNUD, o Governo de Timor-Leste, e organizações da sociedade civil reuniram-se para discutir as perspectivas e desafios da promoção dos fogões melhorados.** 2016. Disponível em: <<https://www.aler-renovaveis.org/pt/comunicacao/noticias/promover-a-utilizacao-de-fogoes-melhorados-para-evitar-o-desflorestamento-melhorar-as-condicoes-de-sau>>. Acesso em: Segunda-Feira, 17 de Julio de 2023.
- ALMEIDA, J. A. Potencial hidrelétrico em timor-leste: Estudo de caso das bacias do rio comoro e rio laclo. **Revista de Engenharia Hidráulica**, v. 45, n. 2, p. 150–165, 2020.
- Atlas Global do Vento. **Tradução: Atlas Global do Vento.** s.d. Disponível em: <<https://globalwindatlas.info/en/area/Timor-Leste/>>. Acesso em: 9 jul. 2024.
- Atlas Solar Global. **Tradução: Atlas Solar Global.** s.d. Disponível em: <<https://globalsolaratlas.info/map?c=-8.819939,125.689087,8&r=TLS>>. Acesso em: 9 jul. 2024.
- Atlas Solar Global. **Tradução: Atlas Solar Global.** s.d. Disponível em: <<https://globalsolaratlas.info/map?c=-9.148198,125.354004,8>>. Acesso em: 9 jul. 2024.
- BANK, A. D. **Timor-Leste: Energy Sector Assessment, Strategy, and Road Map.** Manila: ADB, 2017. Disponível em: <<https://www.adb.org/sites/default/files/linked-documents/cps-tls-2017-2021-ssa-02.pdf>>.
- BANK, A. D. **Timor-Leste: Country Environmental Analysis.** Manila: ADB, 2019. Disponível em: <<https://www.adb.org/sites/default/files/linked-documents/tls-cea-2019-2021.pdf>>.
- BANK, A. D. **Timor-Leste: Energy Sector Assessment, Strategy, and Road Map.** Manila: ADB, 2019. Disponível em: <<https://www.adb.org/sites/default/files/linked-documents/cps-tls-2017-2021-ssa-02.pdf>>.
- BANK, W. **Timor-Leste Systematic Country Diagnostic: Navigating the Next Stage of Development.** Washington, DC: World Bank, 2020. Disponível em: <<https://openknowledge.worldbank.org/handle/10986/34429>>.
- BRASIL. **Brasil no topo da lista de investimentos diretos estrangeiros em relação a países de língua portuguesa.** 2023. Disponível em: <<https://news.un.org/pt/story/2023/07/1817027>>. Acesso em: 9 jul. 2024.
- CARVALHO, A. L. **Energia renovável e sustentabilidade: perspectivas para o futuro.** São Paulo: Editora Sustentável, 2020.
- CLIMA. s.d. Disponível em: <<https://www.dadosmundiais.com/asia/timor-leste/clima.php>>. Acesso em: 10 jul. 2023.
- CONSTITUINTES, A. **Constituição da República Democrática de Timor-Leste.** 2002. Disponível em: <https://www.tribunais.tl/wp-content/uploads/2020/07/Constituicao_T_P_Livro_20120420.pdf>. Acesso em: 10 jul. 2023.
- ENERGIAS. **Energias Renováveis: Timor-Leste aposta nos Painéis Solares.** 2010. Disponível em: <<http://timor-leste.gov.tl/?p=3952&n=1&lang=tp>>. Acesso em: 11 out. 2023.
- EWEA. **Tradução: A Associação Eólica da Europa.** 2017. Disponível em: <<https://www.ewea.org/>>. Acesso em: 5 jul. 2024.

FERREIRA, J. M. Potencial eólico em regiões costeiras de timor-leste. **Revista de Energias Renováveis**, v. 12, n. 3, p. 45–59, 2017.

FERREIRA, M. S. Potencial eólico em timor-leste: Avaliação e perspectivas. **Revista de Energias Renováveis**, v. 34, n. 1, p. 89–104, 2021.

FREITAS, D. P. **Disponível em: <<https://pt.tatoli.tl/2022/02/04/67-da-populacao-tem-acesso-a-eletricidade-mas-apenas-495-usa-servicos-de-saneamento/#:~:text=67%25%20da%20popula%C3%A7%C3%A3o%20tem%20acesso,Ag%C3%Aancia%20Noticiosa%20de%20Timor%2DLeste>>. Acesso em: 9 jul. 2024.**

GLOGAL, E. **Timor-Leste | Aspectos Geográficos e Socioeconômicos de Timor-Leste**. s.d. Disponível em: <<https://www.megatimes.com.br/2011/11/timor-leste-aspectos-geograficos-e.html>>. Acesso em: 8 jul. 2024.

GOMES, L. P. Energias renováveis em timor-leste: O papel da hidreletricidade. **Boletim de Energias Renováveis**, v. 27, n. 3, p. 200–215, 2022.

GOVERNO DE TIMOR-LESTE. **Governo de Timor-Leste**. 2022. Disponível em: <<http://timor-leste.gov.tl/?lang=pt>>. Acesso em: 10 jul. 2023.

GROSSO, P. R. **Energia solar fotovoltaica: aplicação e potencial em Timor-Leste**. Lisboa: Universidade Técnica de Lisboa, 2015.

GUNN, G.; AGUIAR, J. **Timor Loro Sae: 500 anos**. Livros do Oriente, 1999. (Estudos e Documentos). ISBN 9789729418808. Disponível em: <<https://books.google.com.br/books?id=c7FOPgAACAAJ>>.

International Energy Agency. **World Energy Outlook 2020**. Paris: IEA, 2020. Disponível em: <<https://www.iea.org/reports/world-energy-outlook-2020>>.

International Renewable Energy Agency. **Renewable Energy Statistics 2019**. Abu Dhabi: IRENA, 2019. Disponível em: <<https://www.irena.org/publications/2019/Jun/Renewable-energy-statistics-2019>>.

International Renewable Energy Agency. **Renewable Energy Statistics 2019**. IRENA, 2021. Disponível em: <<https://www.iea.org/reports/world-energy-outlook-2021>>.

LICENCIAMENTO. **Licenciamento Ambiental**. 2011. Disponível em: <<https://www.mj.gov.tl/jornal/?q=node/1140>>. Acesso em: Segunda-Feira, 17 de Julio de 2023.

MARTINS, A. F. Desenvolvimento socioeconômico através da hidreletricidade em timor-leste. **Revista de Desenvolvimento Regional**, v. 12, n. 4, p. 310–325, 2021.

POTENCIAL. **Tradução: Potencial global de Energia Fotovoltaica por País**. s.d. Disponível em: <<https://globalsolaratlas.info/global-pv-potential-study>>. Acesso em: 9 jul. 2024.

RAMOS-HORTA. **Tradução: Juramento do Ramos-Horta ao cargo, 19 de maio de 2022**. 2022. Disponível em: <<https://ramoshorta.com/ramos-horta-at-un-general-assembly-september-2023/>>. Acesso em: 27 maio 2022.

REN21. **Renewables 2020 Global Status Report**. Paris: REN21 Secretariat, 2020. Disponível em: <<https://www.ren21.net/gsr-2020/>>.

ROCHA, R. V. Impactos sociais da construção de barragens: Lições para timor-leste. **Jornal de Estudos Sociais**, v. 19, n. 2, p. 220–235, 2020.

ROCHA, V. S. Hidrelétricas de pequena escala: uma solução viável para timor-leste. **Revista de Engenharia Hídrica**, v. 10, n. 2, p. 32–47, 2018.

SANTOS, E. *et al.* Análise do potencial eólico em timor-leste. **Revista de Geociências**, v. 38, n. 1, p. 77–92, 2020.

SANTOS, R. F. **Desafios e oportunidades na implementação de energias renováveis em Timor-Leste**. Brasília: Instituto de Pesquisa Energética, 2019.

SANTOS, R. J. Desafios e oportunidades no setor energético de timor-leste. **Revista de Políticas Energéticas**, v. 21, n. 3, p. 145–160, 2019.

SEPE. **SEPE inaugura central fotovoltaica em Rotuto, Same**. 2011. Disponível em: <<http://timor-leste.gov.tl/?p=4466&n=1&lang=pt>>. Acesso em: 6 maio 2023.

SERGIPE. **Sergipe**. 2023. Disponível em: <<https://www.cidade-brasil.com.br/estado-sergipe.html>>. Acesso em: 11 jul. 2023.

SILVA, R. J. Desafios e oportunidades no setor energético de timor-leste. **Revista de Políticas Energéticas**, v. 21, n. 3, p. 145–160, 2019.

SILVA, V. A. Potencial de energia eólica em regiões montanhosas. **Revista de Ciências Ambientais**, v. 33, n. 2, p. 180–195, 2020.

SILVA, V. A.; FERREIRA, P.; GOMES, A. Impactos ambientais e sociais dos projetos hidrelétricos. **Revista de Ciências Ambientais**, v. 33, n. 2, p. 180–195, 2020.

SOARES, V. d. C. Perspetivas de utilização do potencial eólico em timor-leste. Universidade de Évora, 2016.

STADTLOBER, M. G. A. **Timor Leste, Uma Experiência de Valor**. 1. ed. Curitiba: UEA, 2017. ISBN 978-85-62336-22-5.

TERCIOTE, R. **A Energia Eólica e o Meio Ambiente**. 2002. Disponível em: <http://www.proceedings.scielo.br/scielo.php?pid=MSC0000000022002000100002&script=sci_arttext#:~:text=BENEF%3%8DCIOS%20AMBIENTAIS,clim%3%A1tica%20global%20a%20conseq%3%BC%3%AAncias%20desastrosas.> Acesso em: 5 jul. 2024.

TIMOR. **Timor-Leste: Plano Estratégico de Desenvolvimento**. 2010. Disponível em: <<https://planipolis.iiep.unesco.org/2010/timor-leste-strategic-development-plan-2011-2030-education-chapter-pp-16-34-5296>>. Acesso em: 9 jul. 2024.

TIMOR-LESTE, G. de. **Divisões Administrativas**. 2023. Disponível em: <<http://timor-leste.gov.tl/?p=91>>. Acesso em: 25 ago 2023.

TIMOR-LESTE, G. de. **Sobre O Governo de Timor-Leste**. 2023. Disponível em: <<http://timor-leste.gov.tl/?p=547>>. Acesso em: 25 ago 2023.

World Bank. **Timor-Leste Economic Update: Building Back Better**. Washington, DC: World Bank, 2021. Disponível em: <<https://openknowledge.worldbank.org/handle/10986/36342>>.