



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS HUMANAS E AGRÁRIAS, CAMPUS IV, POLO SOUSA-PB
CURSO SUPERIOR DE TECNOLOGIA EM SISTEMAS DE ENERGIAS
RENOVÁVEIS**

MARIA ALICE FERNANDES GOMES

**A VIABILIDADE DA ENERGIA SOLAR TÉRMICA NA REDUÇÃO DO USO DE
GÁS DE COZINHA: UM ESTUDO DE CASO EM ZONA RURAL DE SÃO JOSÉ DA
LAGOA TAPADA -PB.**

SOUSA - PB

2024

MARIA ALICE FERNANDES GOMES

**A VIABILIDADE DA ENERGIA SOLAR TÉRMICA NA REDUÇÃO DO USO DE
GÁS DE COZINHA: UM ESTUDO DE CASO EM ZONA RURAL DE SÃO JOSÉ DA
LAGOA TAPADA -PB.**

Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) apresentado ao Curso Superior de Tecnologia em Sistemas de Energias Renováveis da Universidade Estadual da Paraíba, como requisito parcial para obtenção do título de Tecnóloga em Sistemas de Energias Renováveis.

Área de concentração: Energia Solar Térmica.

Orientador: Prof. Esp. Anderson Alberto Pinto Tôrres.

SOUSA -PB

2024

É expressamente proibido a comercialização deste documento, tanto na forma impressa como eletrônica. Sua reprodução total ou parcial é permitida exclusivamente para fins acadêmicos e científicos, desde que na reprodução figure a identificação do autor, título, instituição e ano do trabalho.

G633v Gomes, Maria Alice Fernandes.
A viabilidade da energia solar térmica na redução do uso de gás de cozinha [manuscrito] : um estudo de caso em zona rural de são José da Lagoa Tapada - PB / Maria Alice Fernandes Gomes. - 2024.
53 p. : il. colorido.

Digitado.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Energias Renováveis) - Universidade Estadual da Paraíba, Centro de Ciências Humanas e Agrárias, 2024.

"Orientação : Profa. Esp. Anderson Alberto Pinto Tôres, Coordenação do Curso Superior de Tecnologia em Sistemas de Energias Renováveis - CCHA. "

1. Forno solar caixa. 2. Energia solar térmica. 3. Desigualdade econômica. 4. Gás de cozinha. I. Título

21. ed. CDD 621.47

MARIA ALICE FERNDANDES GOMES

**A VIABILIDADE DA ENERGIA SOLAR TÉRMICA NA REDUÇÃO DO USO DE
GÁS DE COZINHA: UM ESTUDO DE CASO EM ZONA RURAL DE SÃO JOSÉ DA
LAGOA TAPADA -PB.**

Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) apresentado ao Curso Superior de Tecnologia em Energias Renováveis da Universidade Estadual da Paraíba, como requisito parcial para obtenção do título de Tecnóloga em Sistemas de Energias Renováveis.

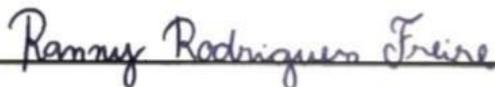
Área de concentração: Energia Solar Térmica.

Aprovado em: 01/07/2024.

BANCA EXAMINADORA



Prof. Esp. Anderson Alberto Pinto Tôrres (Orientador)
Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)



Prof. Ma. Ranny Rodrigues Freire
Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)



Prof. Me. Thomas Tadeu de Oliveira Pereira
Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)

Dedico este trabalho à Deus, pois dEle, por Ele e para Ele são todas as coisas. E aos meus pais, Leomar e Maria do Socorro por não permitirem que eu desistisse dos meus sonhos e da minha vida.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, ao meu amado Deus eu agradeço por me fazer ser forte e corajosa, pelas inúmeras bênçãos e por ser o centro de tudo em minha vida.

Em segundo plano, agradeço aos meus pais Leomar e Maria do Socorro e ao meu irmão José Fernandes por acreditarem em mim até mesmo quando eu não acreditei e por não medirem esforços para que os meus sonhos se concretizem.

Ao professor Esp. Anderson Alberto Pinto Tôrres, meu orientador, quero agradecer a generosidade em dispor seu tempo a me auxiliar e compartilhar comigo os seus conhecimentos. A sua paixão pela energia solar e sua forma descomplicada de ensinar destaca que seus ensinamentos vão além dos métodos acadêmicos convencionais por serem transmitidos de forma empática se adequando aos limites de cada um dos seus alunos. Suas aulas e orientações contribuem em grande escala para que eu me torne uma profissional competente.

Aos meus tios, Fernanda, Genesis, minha prima Illany, eu agradeço por todo acolhimento, pelas inúmeras palavras de fortalecimento e cuidado.

Aos meus queridos amigos, Igor, Paula, Eric, Josué, Francisco e Caio, companheiros de graduação, agradeço por tudo que vivenciamos desde os desesperos em finais de períodos até os momentos de confraternizações. Para mim, vocês se tornaram família e deixaram o processo da vida acadêmica mais leve. Desse modo também, a minha gratidão estende-se a todos amigos que conheci na instituição, em especial aos caros colegas que compõem o grupo “galera da mesinha”.

Para a minha querida amiga e irmã Eduarda, a minha imensa gratidão por todos os anos de amizade repletos de companheirismo. Como também, agradeço a minha outra amiga-irmã Leticia pelos conselhos, pois como é retratado em provérbios 17:17 “em todo o tempo ama o amigo; e na angustia nasce o irmão”.

A Andréia e Emanuely, eu sou infinitamente grata por toda força, cuidado e amor, principalmente nos meus piores dias.

E por fim, neste momento especial, recordo-me do meu grande amigo Gabriel Araújo (*in memoriam*) e a ele que foi um dos maiores incentivadores dos meus sonhos e que mesmo não mais se fazendo presente aqui, continua a me inspirar com a sua história de determinação, eu dedico essas palavras.

RESUMO

Este trabalho apresenta um estudo de caso sobre adoção de um forno solar do tipo caixa para reduzir o uso de gás de cozinha em zona rural do município São José da Lagoa Tapada-PB. A busca por soluções sustentáveis para reduzir as emissões de gases do efeito estufa tem se tornado cada vez mais urgente diante dos desafios ambientais enfrentados globalmente. Com essa contextualização, a adoção de métodos sustentáveis, como o uso de forno solar para cozinhar alimentos, emerge como uma alternativa promissora. Mediante a isso, a escolha por essa região de estudo se dá pela relevância de compreender os desafios e potenciais benefícios dessa transição inserido em um contexto que é caracterizado pela desigualdade econômica e pela dependência de combustíveis fósseis. Desse modo, a importância dessa temática reside na necessidade premente de adotar práticas sustentáveis para mitigar os impactos das mudanças climáticas, já que, utilizar forno solar para cozinhar os alimentos em comunidades rurais, especialmente aquelas caracterizadas pela desigualdade econômica, pode não apenas reduzir as emissões de gases do efeito estufa, como também promover a autonomia energética e a melhoria da qualidade de vida da comunidade. O objetivo deste estudo é viabilizar a energia solar térmica através do uso de um forno solar do tipo caixa através do comparativo econômico e da análise do comportamento de famílias entrevistadas mediante a adoção da alternativa sustentável para coação de alimentos. Para alcançar esse objetivo, foi realizado uma revisão da literatura, pesquisa em campo e análise de dados, utilizando bases de dados acadêmicos e entrevistas com moradores por meio de questionário socioeconômico. Os resultados revelaram que fazer uso do forno solar caixa para atividades culinárias nessa região é viável e eficaz, uma vez que, ao comparar o preço do investimento para desenvolver um forno solar caixa com custo o do fogão e do gás GLP, o forno solar caixa promove mais economia e garante a sustentabilidade com a redução da emissão dos gases do efeito estufa provocados pelo gás de cozinha.

Palavras-Chave: Forno Solar Caixa; Energia Solar Térmica; Desigualdade Econômica; Gás de Cozinha.

ABSTRACT

This work presents a case study on the adoption of a box-type solar oven to reduce the use of cooking gas in a rural area in the municipality of São José da Lagoa Tapada-PB. The search for sustainable solutions to reduce greenhouse gas emissions has become increasingly urgent given the environmental challenges faced globally. With this context, the adoption of sustainable methods, such as using a solar oven to cook food, emerges as a promising alternative. Therefore, the choice for this study region is due to the relevance of understanding the challenges and potential benefits of this transition within a context that is characterized by economic inequality and dependence on fossil fuels. Therefore, the importance of this theme lies in the pressing need to adopt sustainable practices to mitigate the impacts of climate change, since using a solar oven to cook food in rural communities, especially those characterized by economic inequality, can not only reduce emissions of greenhouse gases, as well as promoting energy autonomy and improving the community's quality of life. The objective of this study is to make solar thermal energy viable through the use of a box-type solar oven through economic comparison and analysis of the behavior of interviewed families through the adoption of a sustainable alternative to food coercion. To achieve this objective, a literature review, field research and data analysis were carried out, using academic databases and interviews with residents using a socioeconomic questionnaire. The results revealed that making use of the box solar oven for culinary activities in this region is viable and effective, since, when comparing the investment price to develop a box solar oven with the cost of the stove and LPG gas, the box solar oven promotes greater savings and guarantees sustainability by reducing greenhouse gas emissions caused by cooking gas.

Keywords: Solar Box Oven; Solar Thermal Energy; Economic Inequality; Cooking Gas.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Países com maior acúmulo de emissões de 1850 a 2021.....	16
Figura 2 – Renda global e desigualdade de riqueza 2021.....	17
Figura 3 – Evolução dos preços de glp (botijão de 13 kg) no ano de 2014.....	19
Figura 4 – Evolução dos preços de glp (botijão de 13 kg) no ano de 2024.....	19
Figura 5 – Intensidade da radiação solar média anual.....	23
Figura 6 – Topografia do território brasileiro.....	24
Figura 7 – Espectro da radiação solar incidente na terra.....	25
Figura 8 – Tipos de radiação solar.....	26
Figura 9 – Esquema de conversão da energia solar.....	27
Figura 10 – Ilustração de um sistema solar de aquecimento de água.....	28
Figura 11 – Aquecedor solar de água.....	28
Figura 12 – Concentrador solar.....	29
Figura 13 – Forno solar desenvolvido por Horace de Saussure em 1767.....	30
Figura 14 – Ilustração do forno solar tipo caixa.....	32
Figura 15 – Forno solar tipo olla.....	33
Figura 16 – Fogão solar tipo paínel.....	34
Figura 17 – Mapa de localização do município de São José da Lagoa Tapada.....	37
Figura 18 – População e densidade demográfica do censo de 2022.....	38
Figura 19 – Médias mensais da irradiação normal direta.....	39
Figura 20 – Perfis médios por hora da irradiação normal direta.....	39
Figura 21 – Renda familiar dos entrevistados.....	40
Figura 22 – Comunidade mocó 2 (as casinhas)	42
Figura 23 – Comunidade mocó 2 (as casinhas)	42
Figura 24 – Comunidade mocó 2 (as casinhas)	43
Figura 25 – Comparação de custo.....	44
Figura 26 – Análise de custo inicial, mensal e anual.....	45
Figura 27 – Nível de conhecimento das famílias sobre energia solar.....	47

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Nível de conhecimento das famílias sobre energia solar.....	40
Tabela 2 - Dados pessoais do responsável e tempo de uso do gás convencional.....	41

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ANP	Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis do Brasil
BBC	British Broadcasting Corporation
COP21	21ª Conferência do Clima
DNI	Documento Nacional de Identidade
ENEL	Entidade Nacional de Eletricidade
GEE	Gases Efeito Estufa
GWH	Gigawatt Hora
GLP	Gás Liquefeito do Petróleo
IEA	Instituto de Economia Agrícola
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
LMHES	Laboratório de Máquinas Hidráulicas e Energia Solar
ONU	Organização de Nações Unidas
PNUD	Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento
UFPB	Universidade Federal da Paraíba
UFRN	Universidade Federal do Rio Grande do Norte

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	12
2 OBJETIVOS.....	14
2.1 Objetivos geral.....	14
2.2 Objetivos específicos.....	14
3 LEVANTAMENTO BIBLIOGRÁFICO.....	15
3.1 Combustíveis fósseis.....	15
3.2 Desigualdade econômica.....	16
3.2.1 <i>Uso do gás liquefeito de petróleo.....</i>	<i>19</i>
3.3 Sustentabilidade e a transição energética.....	21
3.4 Conceito das energias renováveis.....	21
3.5 Energia solar.....	22
3.5.1 <i>Potencial solar.....</i>	<i>23</i>
3.5.2 <i>Radiação solar.....</i>	<i>25</i>
3.5.3 <i>Processos de aproveitamento da energia solar.....</i>	<i>27</i>
3.6 Energia solar térmica.....	28
3.7 Forno solar.....	30
3.7.1 <i>Histórico do forno solar.....</i>	<i>30</i>
3.7.2 <i>Forno solar tipo caixa.....</i>	<i>31</i>
3.7.3 <i>Forno tipo olla.....</i>	<i>33</i>
3.7.4 <i>Forno solar do tipo painel.....</i>	<i>34</i>
3.8 Princípio de funcionamento e aquecimento do forno solar do tipo caixa...34	
3.8.1 <i>Ganho de calor (efeito estufa)</i>	<i>35</i>
3.8.2 <i>Armazenamento de calor.....</i>	<i>35</i>
3.8.3 <i>Perda de calor.....</i>	<i>36</i>
4 METODOLOGIA.....	37
4.1 Delineamento da pesquisa.....	37
4.2 Coleta e tratamento de dados.....	38
5 RESULTADOS ESPERADOS E DISCUSSÕES.....	46
6 CONCLUSÕES E SUGESTÕES	47
6.1 Conclusões	47
6.2 Sugestões	49
REFERÊNCIAS	50

1 INTRODUÇÃO

O desenvolvimento sustentável depende da inovação e do avanço das tecnologias de conversão e aproveitamento de recursos energéticos naturais. No entanto, é necessário aplicar tecnologias que aumentem a eficiência energética e garantam a sustentabilidade da produção para reduzir impactos ambientais (Araújo, 2023).

Segundo Sousa *et al* (2014) o uso da energia solar para fins de cozimento e assamento de alimentos é uma das aplicações mais antigas e difundidas dessa fonte energética, na qual se tem como principal característica sua função social. É importante destacar que pessoas na África utilizam massivamente fogões e fornos solares, contribuindo assim para uma política de não utilização da lenha, onde colaborava decisivamente para o desequilíbrio ambiental de nosso planeta.

No sertão nordestino assolado pelas secas, a sociedade sofre com a fome e a sede devido à irradiância do sol sobre suas terras áridas. Portanto, a utilização de fornos solares promete reverter ou ao menos amenizar essa situação possibilitando ao sertanejo uma melhor condição de vida (Sousa *et al*, 2014).

Portanto, ainda de acordo com Araújo (2023), a crescente preocupação com as emissões de gases de efeito estufa e a busca por alternativas sustentáveis para mitigar esse impacto ambiental têm impulsionado a investigação de soluções inovadoras no contexto energético e na preparação de alimentos. Com isso, a adoção do uso do forno solar reduz as perdas térmicas e diminui as emissões de gases tóxicos, melhorando a qualidade do ar e a saúde das pessoas.

Nesse sentido, este trabalho configura-se como um estudo de caso, que tem como objetivo viabilizar a energia solar térmica com a adoção do forno solar caixa para reduzir o uso do gás de cozinha, através do comparativo de preços de custo e analisar o nível de conhecimento dos moradores da região em estudo sobre as energias renováveis e suas formas de aproveitamento por meio de um questionário.

No levantamento bibliográfico é abordado aspectos fundamentais para a compreensão do contexto em que se insere o estudo de acordo com informações de autores de pesquisas já realizadas sobre essa temática, como também dados relevantes para a sua compreensão.

Inicialmente, são explorados os impactos dos combustíveis fósseis e a desigualdade econômica, destacando-se o uso do gás liquefeito de petróleo como fonte predominante de energia para cocção em comunidades rurais.

Em seguida, é apresentado o conceito da sustentabilidade e sua relação com a transição energética e informações sobre as energias renováveis como também é destacado os fundamentos da energia solar, incluindo seu potencial e processo de aproveitamento. Além disso, fala-se da energia solar térmica, mostrando 3 tipos de fornos solares mais utilizados, destacando o forno solar do tipo caixa, objeto de estudo desse trabalho. Desse modo, ao longo do trabalho, será examinado também o histórico do forno solar, suas diferentes tipologias - tais como caixa, painel e parabólico - e o calor fornecido por esse dispositivo. Além disso, serão apresentadas informações relevantes sobre o município de aplicação da pesquisa, São José da Lagoa Tapada, contextualizando sua realidade socioeconômica e energética. Ademais, obteve-se como resultado a demonstrar de qual opção é mais vantajosa para o cozimento de alimentos através do comparativo de preços entre o investimento inicial, mensal e anual. Como também de viabilizar a energia solar térmica através da proposta de substituição do gás de cozinha pelo forno solar do tipo caixa para cozinhar sem dependência de combustíveis fósseis.

Por fim, as conclusões deste estudo buscarão oferecer compreensão relevante sobre a eficácia e os desafios associados à adoção do forno solar como alternativa sustentável para cocção de alimentos em comunidades rurais, contribuindo para a promoção da sustentabilidade ambiental, social e amenização da desigualdade econômica da região em estudo no que refere-se a dificuldade de costear o gás de cozinha para cozinhar alimentos quando se possui poucas condições financeiras, já que foi proposto a utilização de uma ferramenta de baixo custo.

2 OBJETIVO

2.1 Objetivos geral

Viabilizar o aproveitamento da energia solar térmica por meio da adoção de forno solar do tipo caixa para reduzir o uso do gás GLP.

2.2 Objetivos específicos

- Realizar levantamento de referencial teórico sobre forno solar;
- Viabilizar o uso das fontes de energias renováveis, especialmente a energia solar térmica em zona rural de São José da Lagoa Tapada - PB;
- Realizar comparativo de preços entre o sistema do gás GLP e a produção de um forno solar caixa para analisar se a substituição é promissora em escala anual;
- Amenizar a desigualdade socioeconômica acometida principalmente em zona rural, propondo uma alternativa econômica e sustentável para coação de alimentos;

3 LEVANTAMENTO BIBLIOGRÁFICO

3.1 Combustíveis fósseis

Primordialmente, a humanidade dependia exclusivamente de fontes naturais como a luz e o calor solar para atender às suas necessidades energéticas. Posteriormente, os primórdios começaram a utilizar o fogo para suprir exigências básicas de sobrevivência, como para a cozimento de alimentos e aquecimento. Porém, ao longo do tempo, com a Revolução Industrial, a busca por novas fontes de energia se tornou fundamental para o desenvolvimento de novas atividades humanas que surgiram nesse período, entre elas, o uso de combustíveis fósseis como fonte de energia tornou-se fundamental.

Como destaca Ribeiro (2014) em sua fala:

A utilização de combustíveis fósseis pela humanidade, particularmente o carvão mineral, remonta a milhares de anos. A revolução industrial, iniciada na Inglaterra, no século XVIII, aumentou a necessidade de abastecimento energético das indústrias e a exploração e extração de carvão mineral disparou. Posteriormente, no século XIX, a *exploração do petróleo deu uma nova lufada de ar fresco no acesso à energia aos pequenos e grandes industriais mundiais. Para além disto, no século XX, a exploração do gás natural permitiu também que durante muitos anos se vivesse uma era de despreocupação energética generalizada” (Ribeiro, 2014, p 1).

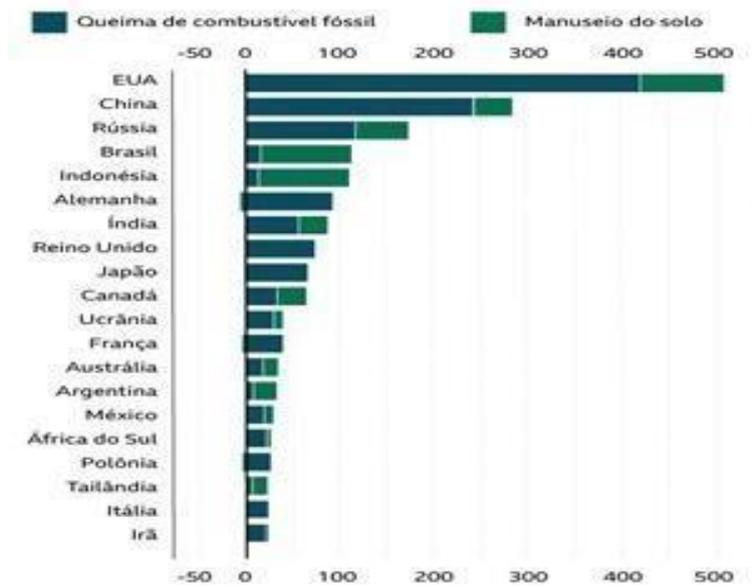
Entretanto, com o passar dos anos os combustíveis fósseis tornaram-se prejudiciais à saúde humana devido aos seus impactos ambientais provocados pela emissão de gases de efeito estufa, as mudanças climáticas, ao aquecimento global, e a poluição do ar ocasionando doenças respiratórias e cardiovasculares.

O aquecimento global, provocado pelo efeito estufa, vem causando graves alterações em nosso ecossistema. O dióxido de carbono, principal causador, é liberado na atmosfera com a combustão de combustíveis fósseis” (Coletti 2005 *apud* Silva e Morais, 2015, p.1).

No mundo contemporâneo, combustíveis fósseis como o carvão, petróleo e o gás natural continuam a ser as principais fontes de energia no contexto mundial. Portanto, um levantamento feito pelo *Think tank internacional Carbon Brief* que leva em conta dados de emissões de queima de combustível fóssil, mudanças do solo, produção de cimento e desmatamento de 1850 a 2021, revelou que os cinco países que mais poluíram desde a

Revolução Industrial até 2021, são EUA, China, Brasil e Indonésia (BBC NEW Brasil, 2021). Conforme indicado na figura 1.

Figura 1- Países com maior acúmulo de emissões de 1850 a 2021.



Fonte: BBC News Brasil (2021).

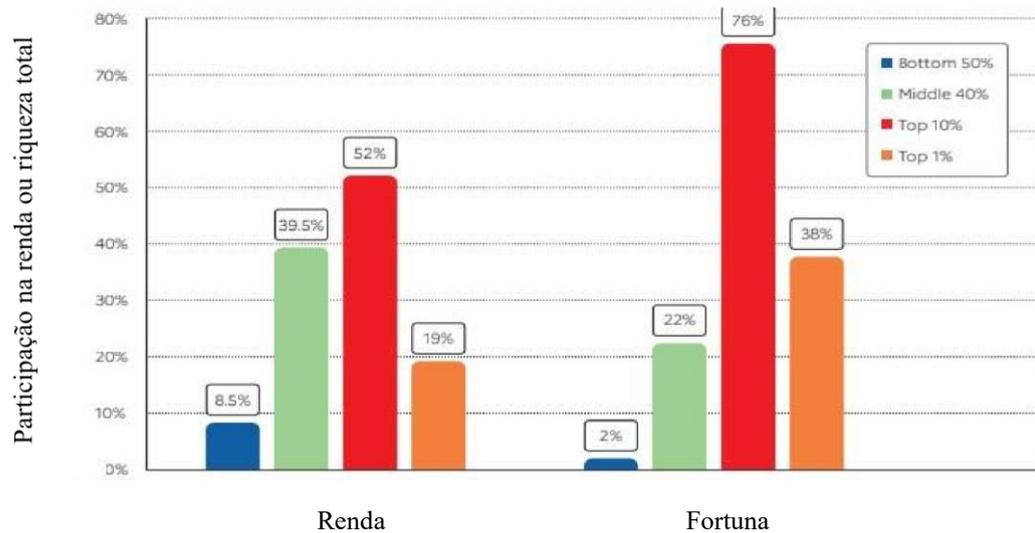
Com essa perspectiva, pode-se afirmar que há necessidade de efetuar a transição energética pois é onde se pode propor estratégias para utilizar fontes de energia que gerem menos gases de efeito estufa (GEE) com intuito de impactar menos a saúde humana e o meio ambiente.

3.2 Desigualdade econômica

A desigualdade econômica refere-se aos desequilíbrios na distribuição de recursos financeiros como renda, riqueza e o acesso ao mercado de trabalho entre indivíduos ou grupos dentro de regiões de uma sociedade.

Os efeitos brutais da economia global são revelados através do Relatório Mundial da Desigualdade de 2022, onde mostra que os 50% mais pobres do mundo possuem 2% da riqueza (em paridade de poder de compra), enquanto os 10% mais ricos do mundo possuem 76% da riqueza total das famílias e capturaram 52% da renda total em 2021 (Piketty et al., 2022) como é mostrado na Figura 2.

Figura 2 – Renda global e desigualdade de riqueza 2021.



Fonte: Relatório sobre desigualdade mundial (2022, com adaptações).

Nesse contexto, em concordância com o Relatório Mundial da desigualdade de 2022, pode-se citar o relatório produzido pelo Departamento de Assuntos Econômicos e Sociais da ONU de 2020 que informa que as sociedades muito desiguais são menos fundamentadas na redução da pobreza, na qual crescem mais vagarosamente, dificultam que as pessoas quebrem o ciclo da pobreza e fecham as portas para o avanço econômico e social, e que além disso, o aumento da desigualdade reprime o crescimento econômico (ONU 2020).

Mediante a essa análise, averigua-se no mundo que a desigualdade econômica é uma problemática ainda presente no século XXI e diante disso, a má distribuição de renda em meio a sociedade acarreta entraves. Com essa conjectura, observa-se que a desigualdade econômica global é uma das maiores ameaças ao desenvolvimento sustentável e a estabilidade global.

Dando ênfase em território brasileiro, para Siqueira *et al* (2021):

O Brasil é um país de pobres, a maioria de seu povo é pobre e a desigualdade social é uma ferida exposta vinda de uma herança da monarquia absolutista, que proliferou por gerações a injustiça social deixando à margem um exército de despossuídos, desprovidos de condições mínimas de dignidade e cidadania, de forma que sequer têm garantidos os direitos ao mínimo vital.” (Siqueira; Motta; Mendonça, 2021, p.31).

Sendo assim, embora o Brasil possua uma das maiores economias do mundo, uma das características mais marcantes da economia é sua alta desigualdade de renda e de riquezas (PNUD, 2020).

De acordo com o Relatório de Desenvolvimento Humano 2021/2022, publicado pelo Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD) em maio de 2023, na qual disponibiliza coeficientes de Gini calculados com os dados mais recentes de cada país entre 2010 e 2021, a África do Sul é destaque como a nação com a maior desigualdade social (OPOVO, 2023).

No entanto, conforme o Relatório Global de Desenvolvimento Humano realizado em 2016 pelo Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD), o Brasil ocupava a 10ª posição no ranking das desigualdades, medida pelo coeficiente de Gini, entre 188 países (Siqueira *et al*, 2020. p.34).

Entretanto, com um novo Relatório Global de Desenvolvimento Humano publicado em maio de 2023 pelo PNUD, o Brasil ocupa a 14ª posição com 48,9 do índice, comprovando que em 2022, segundo o IBGE, o país teve o menor resultado no coeficiente de Gini desde 2012 (Opovo, 2023).

Ademais, nota-se que houve uma melhoria no que tange aos índices de desequilíbrio econômico no Brasil, mas mesmo com essa comprovação, é cabível ressaltar que no âmbito brasileiro ainda há ocorrência de desigualdades de rendas em meio a sociedade. Diante disso, o décimo Objetivo do Desenvolvimento Sustentável propõe que até 2030 ocorra a redução da desigualdade no interior dos países e entre eles, destacando como um dos pontos, alcançar e sustentar o crescimento da renda dos 40% da população mais pobre a uma taxa maior que a média nacional como também, tem como primeiro Objetivo de Desenvolvimento Sustentável até 2030 a erradicação da pobreza.

3.2. 1 Uso do gás liquefeito de petróleo

A desigualdade social é firmemente ligada ao cenário da pobreza. Com essa afirmativa, vale ressaltar que essa relação, não é apenas em meio a complexidade da falta de matérias, mas provocada também pela ausência de oportunidade e acesso a serviços básicos. Nesse sentido, uma das problemáticas da desigualdade social é a limitação ao acesso de famílias de baixa renda aos botijões de gás usados para cozinhar alimentos, uma vez que em muitas localidades ele pode ser considerado caro em relação à renda média das famílias.

3.3 Sustentabilidade e a transição energética

O conceito de sustentabilidade, conforme Ferreira (2010), é a condição ou qualidade de algo que pode se sustentar, defender, manter ou conservar. É um termo que expressa a preocupação com a qualidade de um sistema que diz respeito à integração indissociável (ambiental e humano) e avalia suas propriedades que abrangem os aspectos ambientais, sociais e econômicos.

Com isso, o desenvolvimento sustentável é o acesso para atingir a sustentabilidade, sendo esta considerada o intento final de longo prazo (Hove,2004).

O segundo elemento a ser definido é a conceituação da transição energética, onde pode-se a definir como a passagem de uma matriz energética focada nos combustíveis fósseis para uma com baixa ou zero emissões de CO₂, baseada em fontes renováveis (ENEL, 2020).

Durante a transição energética, é buscada a substituição gradual de combustíveis fósseis, como carvão, petróleo e gás natural, por fontes sustentáveis e renováveis, como energia solar, eólica, hidrelétrica e de biomassa. Portanto, a mudança busca mitigar os efeitos negativos das emissões de gases de efeito estufa com intuito contribuir para um planeta sustentável e ambientalmente equilibrado (Matias, 2021).

A transição energética, também envolve a implementação de inovações, tecnologias avançadas, aumento da eficiência energética e a promoção de políticas que incentivem o uso de energias limpas ou que ocasionem menos danos ao meio ambiente (IEA, 2021).

Ademais, a transição energética é usada como principal instrumento para obedecer às metas definidas na 21ª Conferência do Clima (COP21) de Paris, um acordo internacional que estabeleceu como meta limitar, até o final deste século, o aquecimento global em 2 graus Celsius em relação aos níveis pré-industriais (antes da revolução industrial), e de preferência limitá-lo a 1,5 graus Celsius (Matias, 2021).

Portanto, além dos benefícios ambientais com a diminuição da agressão ao meio ambiente, a transição energética também pode impulsionar o desenvolvimento econômico, gerando assim, empregos na indústria de energias renováveis.

3.4 Conceito das energias renováveis

A princípio, a energia renovável, energia alternativa ou energia limpa, três nomes possíveis para qualquer energia obtida por meio de fontes renováveis, são aquelas que não geram impactos ambientais negativos.

No que conceitua Bezerra (2002) em maior parte as fontes de energia, que não dependem de recursos que são definitivamente limitados e seu uso não tem como consequência, seu esgotamento são consideradas renováveis. Já nas fontes de energias que tem como base combustíveis fósseis ou outros recursos minerais que vão se esgotando com seu uso, as considera como sendo não renováveis.

Como exemplo de fontes de energias renováveis é possível citar a luz e o calor do sol que dão origem a energia solar, a força dos ventos que promovem a energia eólica e a água dos rios em energia hídrica. Nesse contexto, também fazem parte dessa categoria de fontes renováveis os diferentes tipos de matéria orgânica denominada biomassa e o calor do interior da terra que tem seu aproveitamento energético em forma de energia geotérmica.

Portanto, o uso de fontes renováveis de energia traz diversas vantagens, uma vez que produzem muito menos gases de efeito estufa (GEE) e causam menores impactos ao meio ambiente do que as fontes convencionais e não renováveis, por isso são consideradas fontes de energia limpa. (Portal solar, 2024).

3.5 Energia solar

A energia solar é originada do sol, sendo assim é a grande responsável pelo funcionamento de quase todas as outras fontes de energias renováveis ou não, conforme explicado por Bezerra (1998):

A energia solar pode ser indireta ou diretamente utilizada, as energias biomassa, eólica, maremotriz, o fenômeno da fotossíntese, o crescimento dos seres vivos e mesmo as fontes não renováveis são, em última análise, uma forma indireta de utilização da energia solar (Bezerra, 1998, p 16).

Diante disso, observa-se que a energia solar é uma das alternativas energéticas mais promissora e sustentável por ser uma fonte de energia abundante e inesgotável, na escala terrestre de tempo.

Com esse mesmo sentido, Pereira et al. (2017) destaca que a energia solar será uma das alternativas energéticas renováveis mais promissoras para que a sociedade possa enfrentar os desafios da transição da matriz energética global, por ser basicamente inesgotável.

Para transmitir toda a sua energia o sol possui temperatura de 5500 graus centígrados em sua superfície com emissão radiante de $6,41 \times 10^7 \text{ Joule m}^{-2} \text{ s}^{-1}$, obtida pelo resultado dos fenômenos termonucleares da transformação de hidrogênio em hélio (Bezerra, 1998).

Entretanto, o que protege o planeta de toda essa energia é o fato de que o sol se encontra a 151 milhões de quilômetros da terra (Martins; Pereira; Echer, 2004).

De toda radiação que incide na atmosfera, chega ao solo terrestre de forma direta apenas 25%. Ao incidir na atmosfera, a radiação sofre uma série de reflexões, absorções e dispersões. Logo a radiação coletada em solo, é oriunda de radiações refletidas, diretas e difusas (Aldabó 2002).

Aldabó (2002) afirma que o aproveitamento da energia solar é considerado como uma forma de utilização de forma indireta. Desse modo, em concordância com Albadó, é destacado por Bezerra (1998) que a energia proveniente do sol pode ser considerada direta ou indiretamente responsável pelo nascimento das outras fontes de energia, como: eólica, biomassa, hidrelétricas e maremotriz.

Com isso, a radiação solar possui alto poder energético para a produção de energia elétrica, produção de calor, aquecimento de alimentos e água, criação de fogões e fornos solares, que produzem energia limpa de baixo custo e de forma sustentável (Chianca 2019).

Nogueira (2018) destaca em sua pesquisa que

A empregabilidade dessa fonte de energia renovável ainda se esbarra nos altos custos apresentados pela maioria dos processos que a envolvem, como é o caso da geração de energia elétrica fotovoltaica. Porém, no caso dos fornos solares os custos envolvidos no aproveitamento dessa fonte para cozimentos (ou assamentos) de alimentos são relativamente baixas, principalmente se usados materiais recicláveis para a construção dos fornos. O baixo custo no cozimento dos alimentos ocorre em virtude de o forno ficar em exposição diretamente ao sol para ter um maior aproveitamento da radiação solar (Nogueira, 2018, p.21).

Com essa conjectura, analisa-se que a utilização da energia solar para cozinhar alimentos apresenta variados benefícios, sendo um deles, a economia financeira. Já que o forno solar pode ser feito a partir de materiais de baixo custo, com facilidade de manuseamento, que pode ser levada para as áreas mais pobres e por ser uma alternativa que não agride o meio ambiente por fazer uso de uma fonte renovável de energia e apresentar sustentabilidade.

3.5.1 Potencial solar

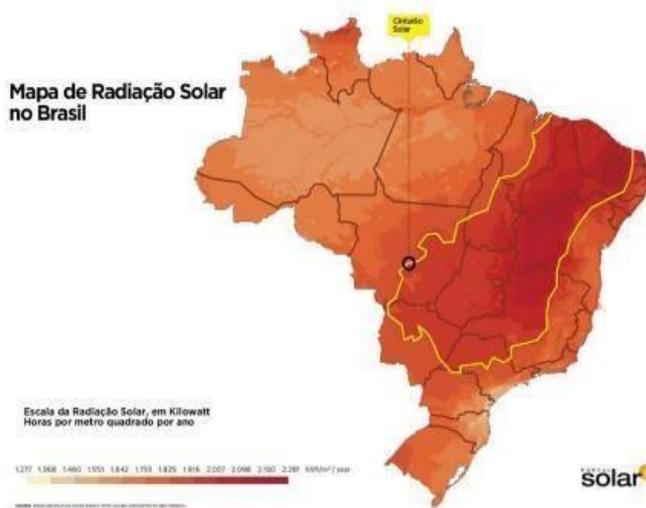
Varela (2013) afirma que cada metro quadrado da superfície do sol emite cerca 64,16 MW de energia eletromagnética, que são lançados no espaço, onde a origem dessa energia se dar através de fusões termonucleares que ocorrem no núcleo do sol.

Segundo Silva (2019) a terra em sua superfície recebe cerca de 1 kW/m², de radiação eletromagnética, mesmo que possa atingir maiores picos em algumas localidades. Desse modo, com exceção das regiões Ártica e Antártica, ela recebe em média cerca de 3,6 kWh/m²*dia. As massas continentais, excluídas as regiões Ártica e Antártica, possuem uma área em torno de 132,5 x 10¹² m². Com isso, a incidência solar nessas regiões de 4,77 x 10⁸ GWh/dia. Portanto, a incidência anual é em torno de 1,74 x 10¹¹ GWh.

Para Souza (2022), considerando que o consumo energético anual é em torno de 1,5 x 10⁸ GWh, percebe-se que a energia disponível nas massas continentais representa mais de 1.000 vezes o consumo de energia que a humanidade pode chegar a utilizar. Logo, menos de 1% da energia solar disponível nas massas continentais seria suficiente para suprir o consumo energético requerido pela humanidade. Levando em conta toda a área de terra essa disponibilidade sobe para 1,02 X 10¹³GWh.

No Brasil, por ele ser um país tropical, é privilegiado por sua posição geográfica. Com isso, possui grande potencial energético, durante quase todo o ano, referindo-se ao uso de equipamentos solares ainda no entendimento de (Souza, 2022). O Brasil é bastante favorecido no potencial solar, tendo uma disponibilidade energética anual ótima conforme ilustrado na Figura 5.

Figura 5 - Intensidade da radiação solar média anual.

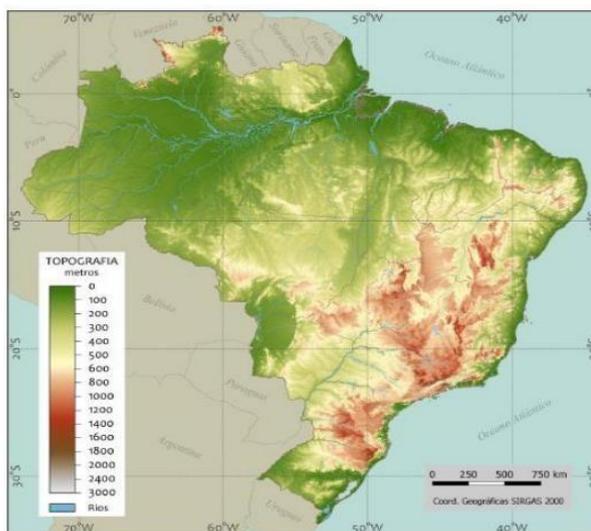


Fonte: Portal Solar, mapa solar do Brasil (2024).

O clima do Brasil é diversificado devido a vários fatores, como a extensão territorial, o relevo e a dinâmica das massas de ar. Na figura 6, é mostrado o relevo brasileiro que possui direta influência nas condições de tempo e clima de uma determinada região.

É importante ressaltar que os pontos mais elevados tendem ser mais frios, além de criar condições proporcionais a formação de nebulosidade. Ademais, a dinâmica atmosférica atua diretamente na temperatura e na precipitação, provocando assim, as diferenças climáticas (Souza, 2018).

Figura 6 - Topografia do território brasileiro.



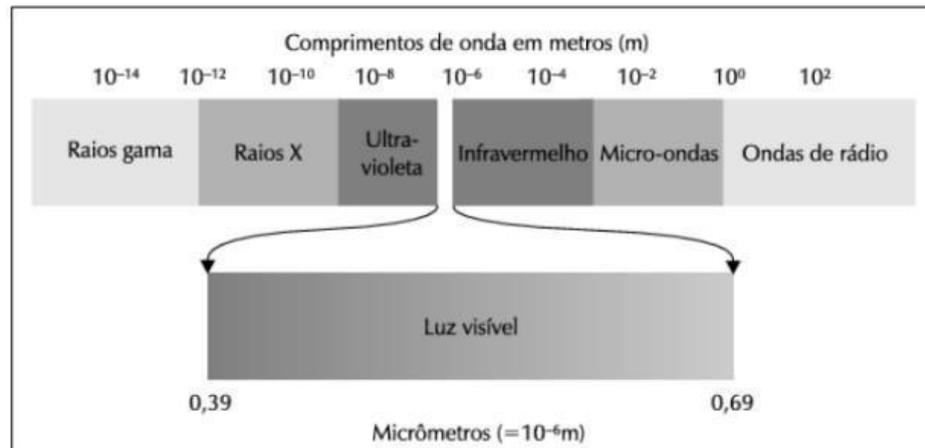
Fonte: Atlas Brasileiro de Energia Solar 2ª Edição (2017).

Portanto, o potencial brasileiro tem destaque no cenário de energia solar mundial e aumenta ainda mais quando consideramos sua reserva de silício, matéria-prima primordial na fabricação de componentes de computadores, lâmpadas especiais, celulares e painéis solares de geração elétrica, já que a maior reserva de silício, com o mais alto índice de pureza do mundo, está em Cristalina, no interior de Goiás (Souza, 2018).

3.5.2 Radiação solar

A radiação solar como a fonte primária de todos os fenômenos atmosféricos e de processos físicos, químicos e biológicos observados em ecossistemas agrícolas, podendo ser aproveitada sob várias formas, como a captura pela biomassa, o aquecimento de ar e água, foto eletricidade para pequenos potenciais e fontes para ciclos termodinâmicos variados. (Pereira, 2002 apud Souza, 2022).

Para Silva (2023) a energia solar que chega até a terra é transmitida através de radiação eletromagnética, que é composta por ondas eletromagnéticas que viajam na velocidade da luz, em diferentes comprimentos de onda como mostra na Figura 7.

Figura 7- Espectro da radiação solar incidente na terra.

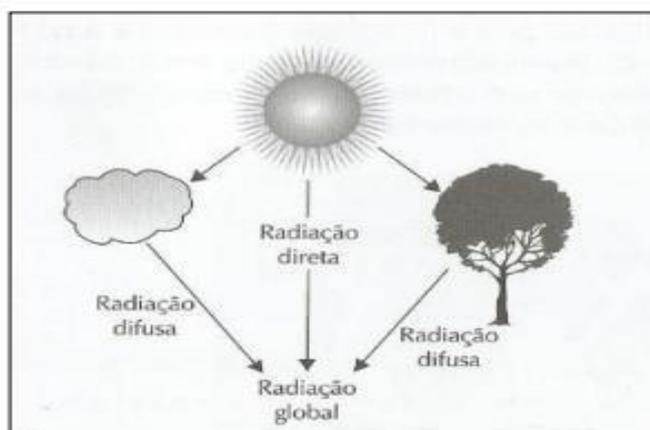
Fonte: Villalva e Gazoli, (2012).

Desse modo, ainda no entendimento de Silva (2023)

As ondas eletromagnéticas provenientes do sol, incluindo as visíveis ao olho humano e as invisíveis, transportam energia que podem ser convertidas em energias térmicas ou elétrica. Sendo essa energia responsável por manter os sistemas térmicos, químicos, e biológicos do nosso planeta funcionando, sendo de vital importância para o desenvolvimento da humanidade. O fluxo de radiação solar (irradiância solar global) na terra varia de 1325 W/m^2 até 1.412 W/m^2 , com valor médio da radiação solar igual a 1.366 W/m^2 , sendo definido como a constante solar. (Silva, 2023, p.6).

A radiação global é a soma da radiação difusa. A radiação difusa corresponde aos raios solares que chegam indiretamente ao plano. É resultado da difração na atmosfera e da reflexão da luz na poeira, nas nuvens e em outros objetivos. Já radiação direta corresponde aos raios solares que chegam diretamente do Sol em linha reta e incidem sobre o plano horizontal com uma inclinação que depende do ângulo zenital do Sol. (Batista, 2013). A Figura 8 mostra os tipos de radiação solar.

Figura 8 - Tipos de radiação solar.



Fonte: Villalva e Gazoli (2012).

A radiação global poder ser medida por um instrumento denominado Piranômetro, que consiste em uma redoma de vidro que recebe a luz em todas as direções e a concentra em um sensor de radiação solar instalado em seu interior. (Batista, 2013).

3.5.3 Processos de aproveitamento da energia solar

Entre os processos de aproveitamento da energia solar, no mundo atual, os mais usados são para o aquecimento de água e a geração fotovoltaica de energia elétrica. No Brasil, o primeiro é mais encontrado nas regiões Sul e Sudeste, devido a características climáticas, e o segundo, nas regiões Norte e Nordeste, em comunidades isoladas da rede de energia elétrica (Varela, 2013).

Conforme afirma Aldabó (2002) o aproveitamento das radiações pode-se dividir em três. Os processos térmicos que utilizam diretamente o calor do sol como energia podendo ser em baixa (até 100 °C), média (entre 100 e 1000°C) e alta temperatura (acima de 1000 °C). Já os processos elétricos fazem uso do processo fotovoltaico para transformarem radiação solar diretamente em energia elétrica. E por fim, os processos químicos que convertem radiação solar em energia química através da fotossíntese (energia bioquímica).

Os sistemas fotovoltaicos são os mais conhecidos para obtenção de energia, sejam eles conectados à rede (*On grid*) ou a banco de baterias (*Off grid*) para armazenamento. Ainda segundo Varela (2013), os sistemas fotovoltaicos são atualmente mais confiáveis e econômicos que muitas outras tecnologias energéticas por serem independentes, descentralizados e pelas alternativas de aplicabilidade, gerando uma gama de produtos para consumo.

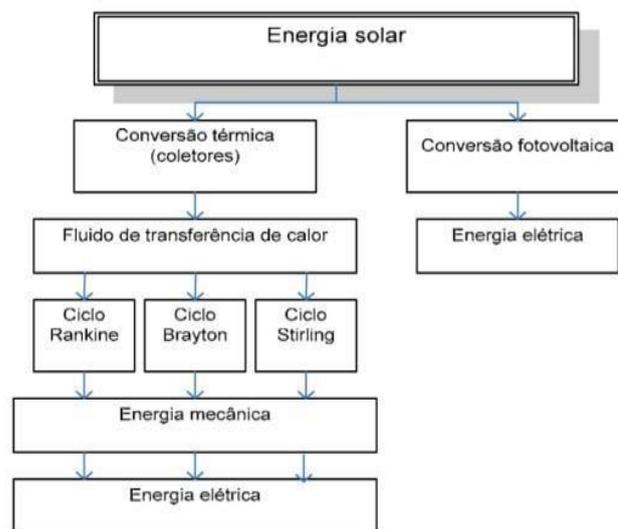
No entanto, métodos para a geração de potência térmica solar são essencialmente os mesmos das tecnologias convencionais, porém o combustível usado é a energia solar, na qual ao invés do combustível fóssil, usa-se a radiação eletromagnética produzida pelo sol.

3.6 Energia solar térmica

A energia solar térmica é uma fonte de energia renovável que permite o aproveitamento da energia do sol sob forma de calor para aquecimento de água, secagem de produtos, e produção de energia através de processo termodinâmico (Pereira,2010).

Nesse contexto, como indica na Figura 9, a conversão da energia térmica para a energia mecânica e por último a energia elétrica, pode ser feita através de três tipos de ciclos termodinâmicos de combustão externa, o ciclo Rankine, Brayton ou Stirling. (Lodi, 2011).

Figura 9 - Esquema de conversão da energia solar.



Fonte: Lodi (2011).

Desse modo, conforme relata Kamal (1988), o ciclo Rankine é caracterizado por trabalhar com a bomba de alimentação líquida e motor a vapor. Já o ciclo Brayton realiza o trabalho mecânico com uma turbina a gás e por fim, o ciclo Stirling utiliza dois motores para a movimentação do pistão a partir da expansão do ar aquecido pela energia solar.

Ademais, segundo Matos (2014)

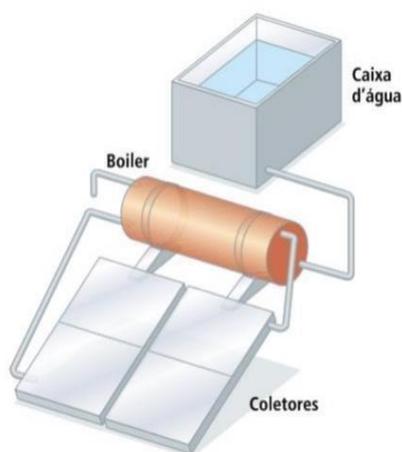
O aproveitamento térmico para aquecimento de fluidos é feito com o uso de coletores ou concentradores solares. Os coletores solares são mais usados em apli-

cações residenciais e comerciais (hotéis, restaurantes, clubes, hospitais etc.) para o aquecimento de água (higiene pessoal e lavagem de utensílios e ambientes) (Matos, 2014, p.4).

Portanto, em concordância com Matos (2014), Calda *et al.* (2021) designa que os coletores solares são equipamentos utilizados em diferentes aplicações na qual seu foco principal é o aquecimento de água, geralmente, para a higiene pessoal, lavagem de utensílios domésticos e limpeza de ambientes.

O coletor solar tem por função transformar a energia das ondas solares em energia interna no fluido, de modo que o aparelho absorve a radiação, converte isso em calor e transfere esse calor para o fluido, que compõe o coletor (LODI, 2011). Nas Figuras 10 e 11 é mostrado o exemplo de dois coletores solares.

Figura 10 - Ilustração de um sistema solar de aquecimento de água.



Fonte: ANEEL (2008).

Figura 11 - Aquecedor solar de água.



Fonte: Guia do construtor (2024).

Entretanto, já os concentradores são equipamentos formados por áreas espelhadas que concentram a luz solar, que produzem elevadas temperaturas, que podem ser utilizadas em aplicações para a secagem de grãos e a produção de vapor, onde é possível gerar energia mecânica por meio de uma turbina a vapor e eletricidade a partir de um gerador de energia elétrica (ANEEL,2005). Na Figura 12 é mostrado o exemplo de um concentrador solar.

Figura 12 - Concentrador solar.



Fonte: Município de Laguna (2019).

3.7 Forno solar

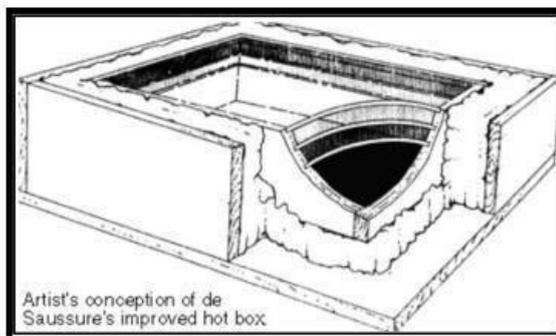
3.7.1 Histórico do forno solar

Há milhares de anos a energia solar é usada para aquecer água e cozinhar. No quadro histórico, diferentes civilizações desenvolveram técnicas para que fosse possível aproveitar o calor do sol para diversas finalidades, incluindo a de cozinhar alimentos.

O primeiro forno solar foi criado por Horace de Saussure em 1767 e é considerado por muitos o avô da energia solar. Saussure projetou e fabricou um fogão solar do tipo caixa primitivo em que alcançava temperaturas de até 190 °F (88°C) e cozinhou frutas (Ramos Filho, 2021).

O forno solar que Saussure projetou era formado por duas caixas de madeira de pinho de tamanhos diferentes onde são colocadas uma dentro da outra, isoladas com lã e cobertas por três vidros (Souza,2022) conforme mostra a Figura 13.

Figura 13 - Forno solar desenvolvido por Horace de Saussure em 1767.



Fonte: Solarcooking (2018).

Na visão de Gomes (2009), no século XIX criação e a utilização de fogões solares, teve uma excelente propagação na qual foi incentivada pelo astrônomo britânico John Herschel, que fez uso de uma cozinha solar de sua invenção durante sua viagem ao sul da África, em 1830.

Com o mesmo sentido da fala de Gomes (2009) de que no século XIX a utilização dos fornos solares ganhou incentivo para a sua consolidação, em 1860, Mouchot, cozinhou com um refletor curvado, concentrando os raios solares sobre uma panela de pequeno porte. Já em 1881, Samuel P. Langley fez uso de uma cozinha solar durante a subida ao monte Whitney nos Estados

Unidos e Charles Abbot desenhou um espelho concentrador que alcançava a temperatura e torno de 200 °C, que esquentava azeite e retinha a parte do calor por várias horas após o pôr do sol possibilitando de cozinhar alimentos durante a noite (Varela, 2013).

Ao adentrar no século XX ocorreu a utilização massiva pelos combustíveis fósseis, como também a possibilidade de obtenção de energia abundante relativamente barata em quase todas as camadas da população, onde o mundo industrializado deixou as antigas simples técnicas, somente no último terço desse século, quando começaram a surgir os problemas resultantes da distribuição dos produtos petrolíferos, pela crescente contaminação dos seus derivados que a energia solar voltou a ser usada mas ainda de forma inicial (Melo, 2008).

Em 1960 um estudo da ONU foi publicado com intuito de avaliar as reais possibilidades de implantação e desenvolvimento dos fogões solares. Com isso, a conclusão dessa publicação foi que as cozinhas, fornos ou fogões solares, eram viáveis, porém, era preciso apenas uma mudança nos costumes para uma adaptação à sua utilização em grande escala (Lion Filho, 2007).

Mais tarde em 1992 a associação *Solar Cookers International* promoveu a Primeira Conferência Mundial sobre a Cozinha Solar, tornou-se um histórico e marcante sobre esse tema além de reunir pesquisadores e entusiastas de 18 países. Essa Conferência repetiu-se em 1995, 1997, 2006 e no ano de 2008, na Espanha. (Gomes, 2009).

No Brasil, o estudo de fogões solares teve o seu pioneirismo no Laboratório de Energia Solar da Universidade Federal da Paraíba (UFPB), na década de 80, através do Professor Arnaldo Moura Bezerra, na qual construiu vários tipos de fogões à concentração, com utilização de materiais diversos para a superfície refletora dos paraboloides (Melo, 2008).

No Rio Grande do Norte, o Laboratório de Máquinas Hidráulicas e Energia Solar (LMHES) da Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN) foi a localidade promissora nessa linha de pesquisa, fornos/fogões solares e com isso, tem merecido destaque em mais de 30 anos de estudos. (Ramos Filho, 2011).

Souza (2022) na revisão bibliográfica do seu trabalho cita que o primeiro o forno solar desenvolvido na Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN) foi fabricado em 1986 com madeira possuindo quatro segmentos de inox unidos formando a superfície refletora que concentrava a radiação solar e a enviava para o 12 recinto de assamento. Porém, seus ensaios demonstraram uma baixa eficiência do forno em função de um nível de absorvidade do inox muito maior que o espelho.

3.7.2 Forno solar tipo caixa

Conforme explica Pereira Neto (2018) existem basicamente, dois tipos de fornos solar: O tipo caixa espelhado, que usa o fenômeno da reflexão para assar os alimentos; e o tipo caixa com superfície absorvedora enegrecida, que simula o efeito estufa para alcançar o mesmo objetivo. No entanto, enquanto este constitui-se, basicamente, de uma caixa com isolante nas laterais e na superfície inferior externa; superfície interna inferior enegrecida; vidro na parte superior da caixa e de um heliostato. O outro será diferenciado pela implementação de espelhos nas superfícies interna e a inexistência de uma superfície enegrecida. Portanto, mesmo que os fornos possuam geometria semelhantes, seus princípios de funcionamentos são completamente distintos.

Sendo Melo (2008)

Os fogões tipo caixa pode ter distintos números de refletores externos (0 a 4), planos ou levemente côncavo. Caracterizam-se por permitirem a obtenção de temperaturas

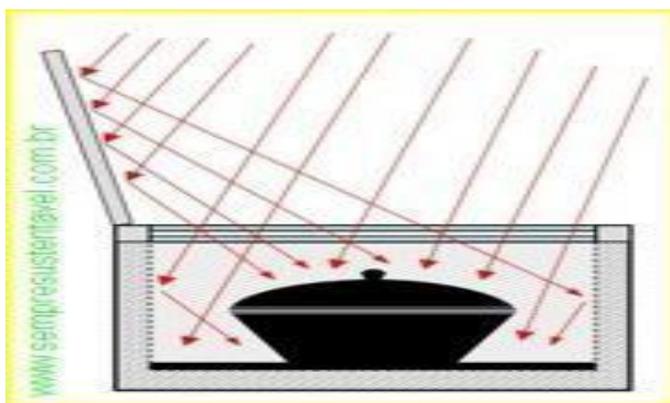
de no máximo 150 °C demoram a aquecer e sua operacionalização, geralmente não é fácil. Por outro lado, têm a vantagem de poder funcionar praticamente sem a intervenção do usuário, mantendo o alimento aquecido durante um tempo prolongado, não produzem efeitos danosos ao usuário nem por concentração nem por reflexão, são estáveis e não apresentam riscos pela produção de chamas, não gerando, portanto, suscetibilidade a queimaduras (Melo, 2008, p. 13).

O forno solar tipo caixa representa uma solução prática e sustentável para cozinhar aproveitando a energia solar de maneira eficiente, tendo em vista que ao utilizar a luz do sol para aquecer o interior do forno, ele elimina a necessidade de combustíveis tradicionais como lenha ou gás, como também reduz custos operacionais e impactos ambientais.

Uma das principais características do forno solar tipo caixa é possuir sua construção de forma simples e de baixo custo, permitindo assim, que seja acessível em diversas comunidades, especialmente em áreas onde recursos energéticos são escassos e as famílias vivam em condições financeiras escassas. Por isso, esse tipo de forno não apenas promove a sustentabilidade ao reduzir as emissões de carbono, mas também oferece uma alternativa segura e confiável para cozinhar, contribuindo para a segurança alimentar e para a conscientização sobre práticas ambientalmente responsáveis.

Ressalta-se que os riscos de operação são mínimos por não haver concentração de reflexos de luz solar e não apresentar riscos de geração de chama durante o cozimento dos alimentos propostos. Possuindo como mais um ponto positivo normalmente, os projetos tendem para utilização de materiais de baixo custo, e de fácil transporte. (Pereira Neto, 2018).

Figura 14 - Ilustração do forno solar tipo caixa



Fonte: Sempre sustentável (2024).

Esse tipo de fogão encontra ampla aplicação em todo mundo, principalmente na Ásia e na África, destacando-se a Índia e a China, como sendo os países que mais tem investido em programas sociais que viabilizam a construção de fogões solares a baixo custo, para uma utilização significativa por parte de seu povo (Araújo, 2015).

Ademais, Pereira Neto (2018) diz que os fornos solares tipo caixa já foram objeto de estudo e desenvolvimento de inúmeros artigos, teses de mestrado e doutorado pelo LMHES/UFRN além de serem apresentados em congressos nacionais e internacionais.

3.7.3 Forno tipo olla

Considera-se o forno solar tipo Olla o mais simples dos fornos solares por ele não necessitar algum tipo de estrutura para sustentá-lo.

Conforme descreve Ramalho *et al.* (2012), esse tipo de forno solar é constituído por uma panela interna de material escuro, de aço esmaltado, e de uma panela externa de material transparente, onde na maioria dos casos utilizado vidro transparente. Essa superfície transparente é responsável pelo efeito estufa que ocorre ao redor da panela escura.

No entanto, segundo Teixeira *et al* (2007) a capacidade de cozimento do forno solar Olla é limitada pelas suas pequenas dimensões, comportando apenas uma panela por vez, diferentemente dos outros fornos solares, de dimensões maiores que comportam vários tipos de alimentos ao mesmo tempo. Com isso, outra desvantagem desse forno é o ajuste do foco, que é bastante difícil, sendo necessário várias regulagens durante o cozimento.

Em conclusão, pode-se destacar que o tipo forno Olla é bastante empregado para cocção de alimentos que não necessitem de uma grande quantidade de tempo de cozimento, na qual a sua temperatura gira em torno de 146 °C, mas dependendo principalmente de sua litragem, ou seja, de suas dimensões. Na Figura 15, temos esse forno.

Figura 15 - Forno solar tipo Olla.



Fonte: Rezende (2015).

3.7.4 Forno solar tipo painel

Um forno solar do tipo painel é basicamente um dispositivo projetado para capturar a radiação solar e usá-la para cozinhar alimentos feito a partir uma caixa retangular ou parabólica com tampa transparente que geralmente é vidro ou de plástico, permitindo a entrada da radiação solar. Com isso, dentro desta caixa há um espaço isolado pintado de preto para maximizar a absorção de calor.

Segundo Chianca (2019) o princípio de funcionamento desse tipo de forno baseia-se em colocar a panela transparente no centro da estrutura reflexiva e dentro dela a panela escura. Dessa forma, quando os raios solares incidem no painel reflexivo e conseqüentemente na panela transparente ocorre uma concentração de calor fazendo com que ocorra a cocção do alimento dentro da panela preta, que por ser escura, essa panela absorve mais facilmente o calor.

Conforme mostrado na Figura 16.

Figura 16 - Fogão solar tipo painel



Fonte: Todoproductividad (2018).

3.8 Princípio de funcionamento e aquecimento do forno solar tipo caixa

Silva (2017) diz que o assamento do alimento nesse forno se dá devido à incidência dos raios solares, ou seja, radiação em seu interior. Portanto, essa radiação recai sobre o forno de forma direta ou refletida, através do material transparente ou vidro empregado, e posteriormente transforma-se em energia calorífica que é absorvida pela base metálica do forno e pela forma que contém o alimento.

Segundo descreve Chianca (2019) em sua pesquisa:

O calor que é gerado no interior do forno faz com que a temperatura interna aumente de forma gradativa até que o ganho e a perda de calor se equilibrem. Por esse motivo,

emprega-se refletores e isolamentos térmicos para que a temperatura no interior deste seja mais alta quando ocorrer a incidência dos raios solares (Chianca, 2019, p. 22).

3.8.1 Ganho de calor (Efeito estufa)

Ainda conforme Souza (2022), esse efeito é consequência do aquecimento em espaços fechados onde a luz solar passa através de um material transferente, e a radiação solar consegue passar em grande parte facilmente através do vidro, onde será absorvida e refletida por materiais no espaço fechado.

Em relação a isso, a maior parte desta energia radiante não pode ser devolvida através do vidro e fica bloqueada no interior do forno e aquece. Enquanto isso, a parte da energia da luz que não mudou o comprimento de onda, é absorvida por outras partes que saem de dentro do forno ou retornam pelo material transparente.

Portanto, conclui-se que o ganho de calor será maior conforme a orientação do vidro em relação ao sol, sendo necessário o inclinar de forma que posso passar mais luz solar por ele.

3.8.2 Armazenamento de calor

Da energia que entra no interior do forno solar tipo caixa, tem-se parte dela armazenada em seu interior através de materiais denominados isolantes. De modo que, os isolamentos vão proporcionar diminuição a perda de calor entre o forno e o ambiente e podem ser feitos de isopor, madeira, entre outros (Chianca, 2019).

Portanto, no forno solar do tipo caixa o armazenamento de calor ocorre através da absorção eficiente da radiação solar. A caixa deve ser projetada com uma superfície interna escura que absorve a radiação solar através de uma tampa transparente. Na superfície escura a radiação solar é convertida em calor, fazendo com que se tenha aumento de temperatura dentro da caixa.

Além disso, o isolamento térmico ao redor da caixa minimiza a perda de calor para o ambiente externo, possibilitando que o calor absorvido permaneça por mais tempo. Com esse contexto, averigua – se que o armazenamento térmico permite ainda que o forno solar continue a cozinhar alimentos mesmo após o pôr do sol, utilizando a energia solar de forma eficiente e sustentável.

3.8.3 Perda de calor

O calor dentro de um forno solar pode ser perdido de diversas maneiras. Sendo por condução, convecção ou radiação.

De acordo com ÇENGEL (2012) a condução é basicamente a transferência de energia das partículas que possuem mais energia de uma substância para as que possuem menos quantidade de energia, devido a interação que ocorre entre elas. Portanto, a condução é a passagem de calor de partícula para partícula desde a extremidade com maior quantidade de calor até a extremidade com menos quantidade de calor.

ÇENGEL (2012) afirma que a convecção é semelhante a condução, pois também exige a presença de um meio físico para se propagar. Contudo, se difere da condução devido a necessidade da presença e movimentação de um fluido, que podem ser líquidos ou gasosos.

Já a radiação solar é a energia que é emitida pelos raios solares, de modo particular é transmitida na forma de radiação eletromagnética que é a infravermelha. Então, por esse motivo, o calor se propaga dentro do forno fazendo com que ocorra o assamento do alimento (Chianca, 2019).

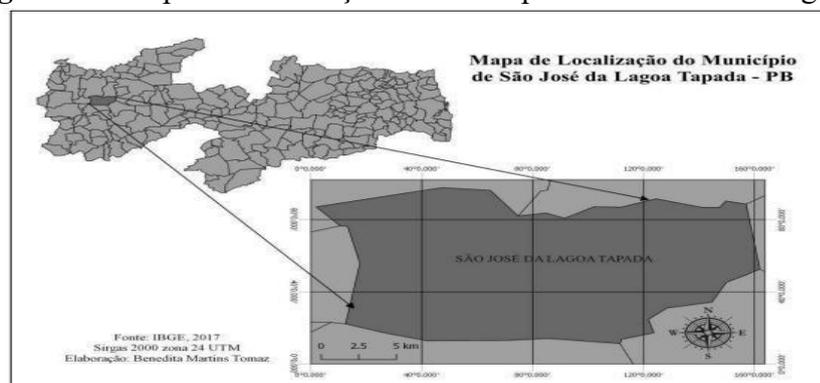
4 METODOLOGIA

4.1 Delineamento da pesquisa

Essa pesquisa configura como uma abordagem metodológica mista, combinando elementos qualitativos e quantitativos para abordar de forma abrangente os aspectos sociais e ambientais relacionados à adoção do forno solar do tipo caixa por famílias de baixa renda na zona rural do município de São José da Lagoa Tapada – PB, demonstrando dados do IBGE, características de DNI, coleta de dados através de formulários realizados em campo e características de temperatura, como também pela realização de levantamento de dados sobre a perspectiva de custos entre o desenvolvimento de um forno solar caixa em comparação a um sistema de cozimento de alimentos através de fogão convencional e gás GLP.

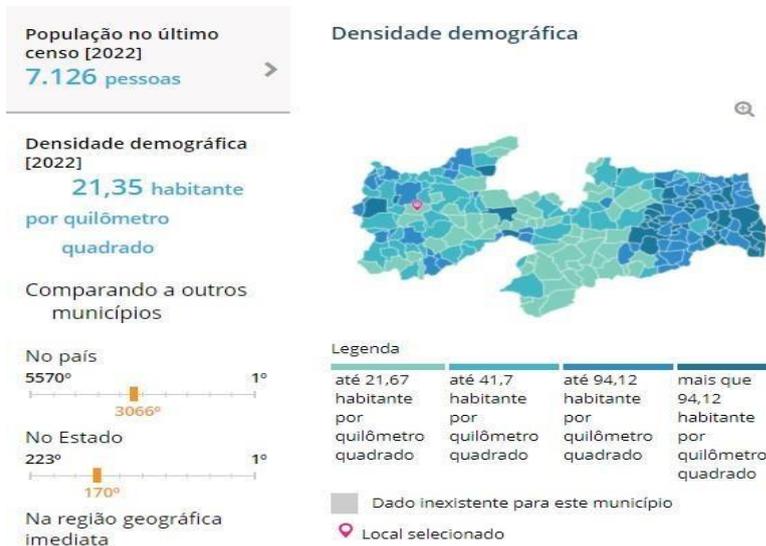
O município de São José da Lagoa Tapada, está localizado no estado da Paraíba e é pertencente à microrregião de Sousa, a aproximadamente 420 km de distância da capital estadual, João Pessoa. Esse município tem uma área de 341,806 km² e limita-se ao norte com Sousa e Aparecida, a oeste com Nazarezinho, ao sul com Aguiar, a Sudeste com Coremas e a Leste com São Domingos e Pombal. A sua sede municipal apresenta uma altitude de 260 m e coordenadas geográficas de 38° 09' 43'' longitude oeste e de 06° 56' 27'' latitude sul (Tomaz, 2017). Na Figura 17, mostra o mapa do município.

Figura 17- Mapa de localização do município de São José da Lagoa Tapada.



Fonte: Tomaz (2017).

No último censo realizado em 2022, a população de São José da Lagoa Tapada caracterizava-se em 7.126 pessoas, com densidade demográfica de 21,35 habitantes por metros quadrados (IBGE, 2023), como mostrado na Figura 18.

Figura 18 - População e densidade demográfica do censo de 2022.

Fonte: IBGE (2024).

4.2 Coleta e tratamento de dados

Os dados em estudo foram coletados através de uma pesquisa em campo realizada na Zona Rural de São José da Lagoa Tapada. O local em estudo tem por nome Sítio Mocó 2, mas é popularmente conhecido como “as casinhas” e se trata de 40 casas para famílias de baixa renda do município ofertadas pelo governo.

Em 2021, o PIB per capita era de R\$ 9.440,27 no município. E em comparação com os outros municípios do estado, ficava nas posições 185 de 223 entre os municípios do estado e na 5082 de 5570 entre todos os municípios (IBGE, 2024).

Já em relação a taxa de escolarização do município em 2010, de 6 a 14 anos de idade era de 93,5%. Na comparação com outros municípios do estado, ficava na posição 220 de 223.

e na comparação com municípios de todo o país, ficava na posição 5290 de 5570 (IBGE, 2024).

Outrossim, no município em estudo, a irradiação solar direta é de 2101.4 Kwh/ m², por ano e de 5.757 kWh/ m², com temperatura do ar de 29,9 °C (Atlas solar global, 2024), conforme ilustrado nas Figuras 19 e 20.

Figura 19 - Médias mensais da irradiação normal direta.



Fonte: Atlas solar global (2024).

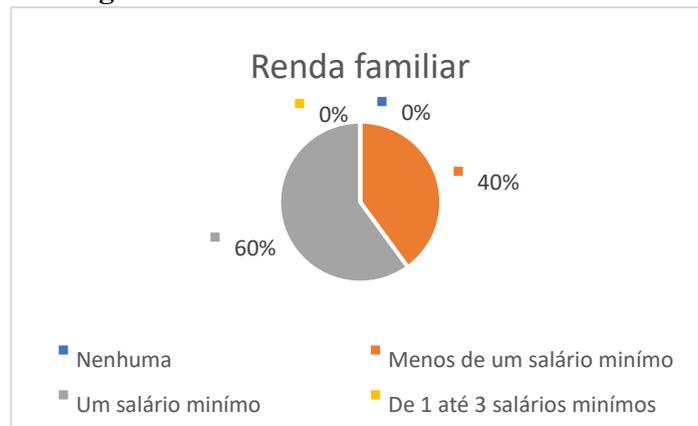
Figura 20 - Perfis médios por hora da irradiação normal direta



Fonte: Atlas solar global, 2024.

Foi efetuada em uma visita a comunidade, para realizar coleta de dados de 5 famílias, por meio de um questionário, tendo-se como intuito analisar as condições socioeconômicas, como mostrado no Gráfico 1, mostrando o comparativo das rendas das famílias entrevistadas. Os seus níveis de conhecimento sobre energia solar como está demonstrado nas perguntas presentes na Tabela 1 e o levantamento sobre o tempo de duração do gás de cozinha para cada família, levando em consideração ao número de pessoas, conforme mostrado na Tabela 2.

Figura 21 - Renda familiar dos entrevistados.



Fonte: Autoria própria (2024).

Mediante aos dados coletados em relação a renda familiar das 5 famílias entrevistadas, averigua-se que dentre as cinco, três delas vivem com um salário mínimo e equivalem a 60% do gráfico. Entretanto, observa-se que as outras duas famílias vivem em condições precárias, por possuírem renda familiar com menos de um salário mínimo, representado como os 40% do gráfico. Com isso, em meio ao diálogo, foi repassado ao entrevistador que a principal fonte de renda dessas duas famílias é o Bolsa Família na média de 600 reais.

Tabela 1: Nível de conhecimento das famílias sobre energia solar

Perguntas	Família 1	Família 2	Família 3	Família 4	Família 5
Usa gás de cozinha?	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
Já ouviu falar em energia solar?	Sim	Não	Sim	Sim	Não
Conhece quais são os benefícios da energia solar?	Sim	Não	Sim	Sim	Não
Já ouviu falar em forno solar?	Não	Não	Não	Não	Não
Possui interesse em possuir um forno solar?	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim

Fonte: Autoria própria (2024).

Através da Tabela 1, descortina-se que todos os entrevistados fazem uso do gás convencional de cozinha. Entretanto, no que diz respeito ao conhecimento da energia solar, apenas 3 famílias já ouviram falar sobre.

Ainda em análise da tabela, nota-se que as mesmas famílias que se tem conhecimento sobre a energia solar entendem quais são os benefícios proporcionados pela mesma. Entretanto, nenhum dos moradores souberam distinguir e reconhecer o que é o forno solar.

Ademais, em virtude da ocorrência da falta de conhecimento, foi explicado o que de fato seria o forno solar e qual é a sua finalidade. Com isso, após as informações abordadas, todos os que foram questionados despertaram interesse e curiosidades sobre os seus benefícios e confessaram que gostariam de fazer uso dessa alternativa sustentável para a cozimento de alimentos.

Tabela 2 – Dados pessoais do responsável e tempo de uso do gás convencional.

Dados	Pessoa 1	Pessoa 2	Pessoa 3	Pessoa 4	Pessoa 5
Profissão	Agricultor	Pescador	Agricultor	Agricultor	Estudante
Idade	63 anos	41 anos	52 anos	57 anos	19 anos
Nº de pessoas na casa	04	03	07	05	02
Tempo de duração do gás de cozinha	Um mês	Um mês	Menos de um mês	Um mês	Um pouco mais de um mês

Fonte: Aurtoria própria (2024).

Na Tabela 2, é informado os dados pessoais de quem foi entrevistado, como também quanto tempo dura o gás de cozinha em cada residência. Nesse contexto, foi informado por três pessoas que tem por profissão a agricultura, diferenciando dos outros dois que se apresentam como pescador e estudante.

Levando em consideração a faixa etária, foi indagado o que os influenciou a seguirem essas determinadas profissões. Com isso, teve relatos que o analfabetismo foi o principal motivo, já que os entrevistados precisaram deixar a escola para trabalhar e posteriormente, com a escassez de formação, não buscarem novas oportunidade de trabalho. Entretanto, diferentemente dos demais houve um jovem de 19 anos que é estudante. Mas por outro lado,

não consegue trabalhar e com o seu conjugue sobrevive com o bolsa família e busca por novas oportunidades, onde se espera encontrar através dos seus estudos.

Em relação ao tempo que o gás de cozinha dura em cada residência, analisa-se que nas famílias mais numerosas, o tempo de duração é curto e na que possui apenas dois residentes, a duração equivale a mais de um mês de uso. Porém, nesse último caso leva-se em consideração que além de ter menos pessoas residindo, foi informado que não são todos os dias que cozinham por passarem boa parte do tempo fora de casa.

Ao fim da pesquisa, foi indagado se as famílias consideram o gás convencional caro e nessa feita, de forma unanime a resposta foi afirmativa e ainda se teve como anunciação que encontram dificuldades para comprar o gás de cozinha, uma vez que suas condições financeiras são poucas.

Em seguida, é mostrado na Figura 22, 23 e 24 a comunidade Mocó 2, que é o local de estudo onde foi realizado o questionário.

Figura 22 - Comunidade Mocó 2 (as casinhas).



Fonte: Autoria própria (2024).

Figura 23 - Comunidade Mocó 2 (as casinhas).



Fonte: Autoria própria (2024).

Figura 24 - Comunidade Mocó 2 (as casinhas).



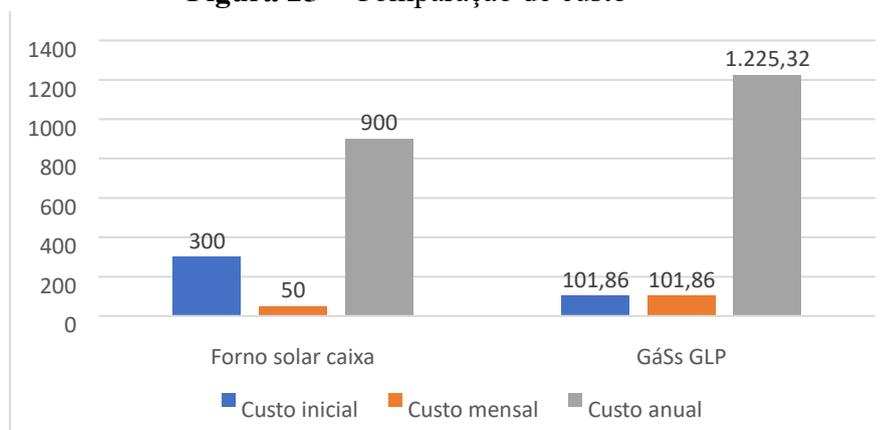
Fonte: Autoria própria (2024).

No entanto, outro ponto fundamental para o estudo é o desenvolvimento de um forno solar do tipo caixa. Para isso, são necessários alguns materiais básicos como: caixa de madeira, vidro temperado, tinta térmica, materiais de fixação (parafusos e dobradiças), papel alumínio, isopor e termômetro simples. Desse modo, mediante a uma pesquisa de perspectivas de preços dos materiais, em média o investimento para produção de um forno solar do tipo caixa está entre 150,00 e 300,00 reais levando em consideração os seguintes valores:

- Madeira – 50,00 reais
- Vidro temperado – entre 30,00 e 50,00 reais
- Tinta térmica – entre 20,00 a 40,00 reais
- Materiais de fixação – entre 10,00 a 20,00 reais
- Papel alumínio – entre 10,00 a 20,00 reais
- Isopor – entre 20,00 a 40,00 reais
- Termômetro simples – entre 10,00 a 20,00 reais

Com isso, tendo-se como investimento inicial 300,00 reais, após a construção o funcionamento do forno solar basicamente será gratuito, uma vez que será utilizado a energia solar para cozinhar alimentos e não possui custos recorrentes ao uso de combustíveis fósseis.

Na Figura 4, onde é exposto a evolução dos preços de GLP no ano de 2024 mostra que em abril de 2024 o gás GLP custava 101,86 reais. Portanto, pode haver variação em relação ao consumo mensal e dependendo da frequência e intensidade do uso, o gás de cozinha pode se tornar um custo recorrente e significativo ao longo do tempo

Figura 25 – Comparação de custo

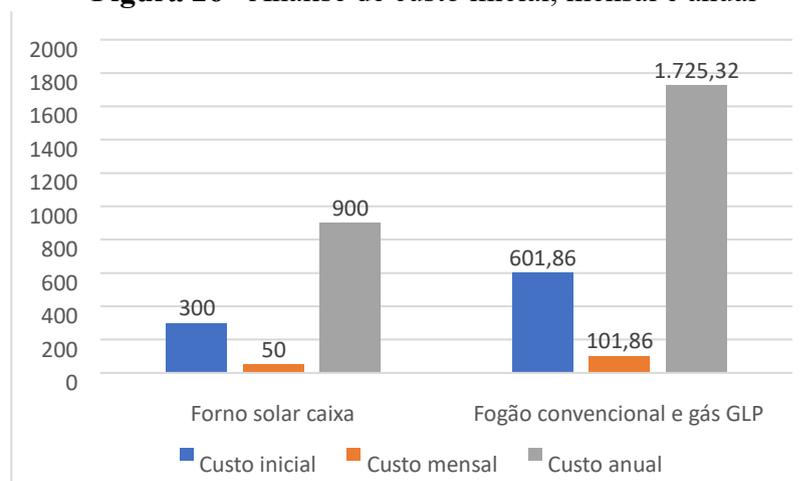
Fonte: Autorial própria (2024).

No custo inicial, o forno solar caixa teve um investimento de R\$300, enquanto o custo do gás GLP é de 101,86 reais baseado no valor especificado na Figura 25 em relação ao mês de abril de 2024. Geralmente, o forno solar tem um investimento inicial maior devido ao equipamento. Portanto, nesse aspecto, o gás de cozinha pode ter uma vantagem financeira inicial.

No custo mensal, foi estipulado no gráfico para a manutenção do forno solar caixa, uma taxa no valor de R\$50, enquanto o valor do Gás GLP se manteve no valor de 101,86 reais. Nesse contexto, observa-se que o Gás GLP em comparação com a taxa de manutenção do forno teve um diferencial significativo demonstrando ser o mais caro.

Quanto ao custo anual, o forno solar do tipo caixa totalizou R\$900 anualmente, já que multiplicando a taxa de manutenção no valor de 50 reais pela quantidade de meses do ano totaliza 600 reais ($50 \times 12 = 600$) que somando com os 300 reais do valor inicial constitui o valor de 900 reais. No entanto, a multiplicação do valor do Gás GLP mensal (101,86 reais) pela quantidade de meses do ano (12 meses), obteve o valor de R\$1.222,32 ($101,86 \times 12 = 1.222,32$ reais). Nesse caso, a diferença do investimento anual do Gás GLP em comparativo ao da manutenção anual do forno vai além do dobro do que será gasto com as manutenções mensais do forno solar caixa.

No entanto, analisa-se também juntamente com o preço do gás GLP, o valor de um fogão para que seja feito outro comparativo de preços entre o sistema de cozimento de alimentos através do gás de cozinha com o desenvolvimento do forno solar caixa conforme representado na Figura 26.

Figura 26 - Análise de custo inicial, mensal e anual

Fonte: Autoria própria (2024).

O valor de um fogão convencional estima-se entre 500,00 a 2.000,00 reais. Portanto, para o comparativo de preços mostrado na Figura 27, teve-se como base o valor mínimo do fogão convencional (500,00 reais), juntamente com o valor inicial, mensal e anual do gás GLP. Com isso, no valor inicial de um investimento do sistema do gás de cozinha (Fogão convencional e gás GLP) teve-se como base um valor de 601,86 reais ao efetuar a soma do valor do fogão de 500 reais com o valor do gás GLP no mês de abril de 2024 de 101,86 reais. No valor mensal, não é levado em consideração o valor do fogão convencional, uma vez que possui apenas um investimento inicial, mas é considerado o valor do gás GLP que precisa ser comprado a cada mês no valor estimativo de 101,86 reais. No entanto, o valor anual somando o investimento do fogão convencional com o valor do gás de cozinha multiplicando pelos 12 meses que corresponde a um ano, tem-se o custo de 1.725,32 reais, já que $101,86 \times 12 + 500 = 1.722,32$. O investimento para desenvolver o forno solar do tipo caixa mantém-se de 300 reais para o investimento inicial, 50 reais para custo mensal e 900 reais para o custo anual, comprovando que o forno solar caixa é o mais vantajoso em custo benéfico.

Em contra partida, o forno solar só opera durante o dia devido a sua dependência da luz solar direta para gerar calor suficiente para cozinhar alimentos. Portanto, durante a noite ou em períodos sem luz solar adequada, o forno solar caixa não é viável e se viabiliza como uma alternativa sustentável para cozinhar alimentos que promove a redução da emissão dos gases de efeito estufa, mas que não é utilizado para ser a ferramenta principal e única para cozimento, já que nesses momentos escassos de luz solar é necessário recorrer a outras fontes de calor para preparar refeições.

5 RESULTADOS ESPERADOS E DISCUSSÕES

O estudo realizado na zona rural do município de São José da Lagoa Tapada-PB possui como resultados esperados propostas impactantes uma vez que tem como objetivo viabilizar o aproveitamento da energia solar térmica por meio da adoção de forno solar do tipo caixa para reduzir o uso do gás GLP por famílias de baixa renda. Diante disso, espera-se dessa pesquisa os seguintes resultados:

- **Local de implementação com radiação suficiente:** espera-se que o local em estudo possua níveis de índices de radiação solares suficientes para atender as demandas do forno solar tipo caixa para o cozimento dos alimentos.
- **Analisar o nível de aceitação e verificar o conhecimento das famílias sobre energia solar:** Observar por meio do questionário o nível de conhecimento das famílias em relação à energia solar e se há interesse em adotar essa tecnologia como método alternativo de cocção de alimentos
- **Verificar a viabilidade econômica do investimento em fogão solar:** Ao realizar um comparativo de preços entre um fogão solar convencional juntamente com o gás GLP com o desenvolvimento do forno solar caixa qual indica a opção viável economicamente para as famílias, considerando que, ao adotar o uso de energia solar térmica para o cozimento de alimentos, através do forno solar caixa como método alternativo, as famílias de baixa renda possam reduzir seus gastos com gás de cozinha representando uma economia financeira importante no orçamento familiar

Como discussão, mediante aos resultados obtidos, será essencial abordar a importância da sustentabilidade econômica e ambiental na escolha do sistema de cozimento. Além disso, serão exploradas as possíveis barreiras e desafios que podem surgir no processo de implementação do forno solar caixa, levando em conta suas limitações operacionais diurnas. Dessa forma, espera-se que os resultados e discussões deste estudo contribuam para promover práticas mais sustentáveis e acessíveis no cotidiano das famílias de baixa renda, incentivando a adoção da energia solar térmica como uma alternativa viável e benéfica para o meio ambiente e para a comunidade em questão.

6 CONCLUSÕES E SUGESTÕES

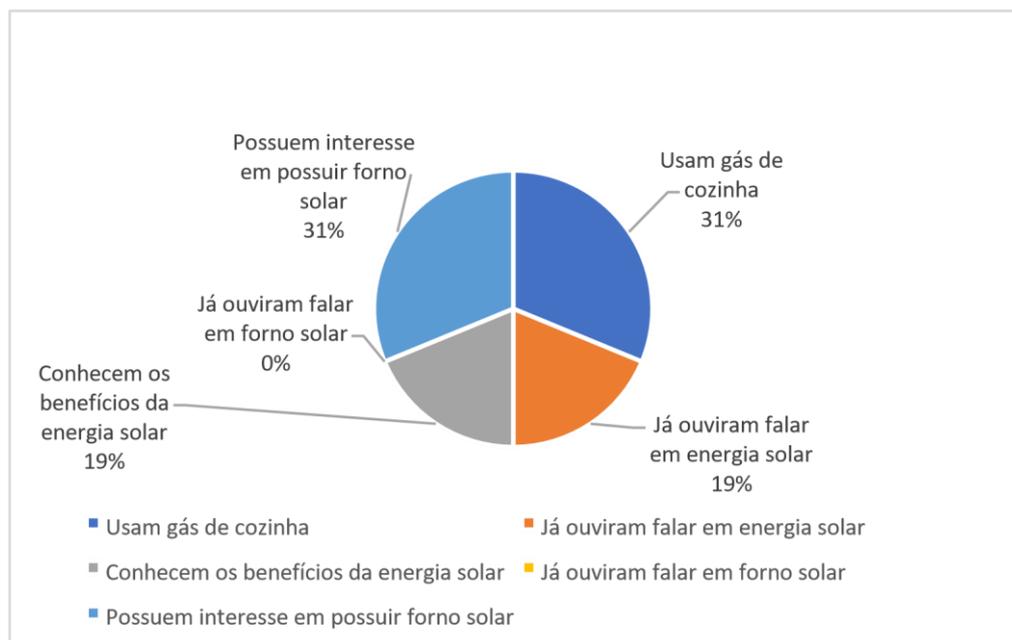
6.1 Conclusões

Primeiramente, conclui-se que diante da entrevista e dos valores apresentados, verificou-se que o forno se apresenta como uma opção alternativa para assar alimentos durante o dia em locais que possuem boa irradiância solar eficaz.

Com esse contexto, a implementação em São José da Lagoa Tapada, é promissora por ser uma cidade que se acentua no nordeste brasileiro e que por se localizar próximo a da linha do equador recebe uma quantidade significativa de irradiação solar ao longo do ano, como foi mostrado na Figura 19.

Em segundo plano, com a coleta de dados na zona rural em análise de São José da Lagoa Tapada e com formulação de perguntas à cinco famílias, pôde-se compreender qual é a proporção da expansão de informações sobre a energia solar como revelado na Figura 27.

Figura 27 - Nível de conhecimento das famílias sobre energia solar



Fonte: Autoria própria (2024).

Dos dados coletados com as cinco famílias, observa -se que:

- Todas as famílias fazem uso de gás de cozinha como fonte energética para cozinhar.
- Em relação ao conhecimento sobre energia solar, apenas três famílias já ouviram falar e possuem um breve conhecimento sobre os benefícios dela.
- Surpreendentemente, nenhuma das famílias entrevistadas afirmou ter ouvido falar especificamente sobre o que é o forno solar.
- Todas as famílias demonstraram interesse em possuir energia solar como fonte alternativa e sustentável para cozinhar seus alimentos através do uso do forno solar caixa.

Mediante a isso, nota-se que o interesse das famílias em adquirir o forno solar tipo caixa como uma fonte alternativa para cozimento de alimentos, sugere uma abertura e receptividade por parte das famílias em relação à adoção de tecnologias mais limpas e renováveis para suprir suas necessidades.

Por último, ao considerar o perfil das famílias entrevistadas (carentes de baixa renda, compostas por agricultores, pescadores e estudantes que enfrentam dificuldades com os altos custos do gás de cozinha), é possível afirmar que há redução do gás de cozinha ao utilizar o forno solar caixa como tecnologia alternativa de cozimento de alimentos, pois como é mostrado na Figura 27 , a economia gerada tanto em termos de custo inicial, mensal e anual ao adotar a utilização dessa tecnologia, pode representar não apenas uma redução de despesas por ser considerado de baixo custo em comparação com o fogão e o gás GLP , mas também uma melhoria na qualidade de vida e um passo rumo à sustentabilidade ambiental uma vez que foi demonstrado claramente a vantagem econômica e sustentável de se utilizar o forno solar do tipo caixa para cozinhar alimento.

6.2 Sugestões

Com uma análise processual, nota-se que é possível sugerir alguns pontos que possam melhorar a eficácia da pesquisa, como:

- Realizar um estudo de emissões de gases do efeito estufa;
- Realizar simulação de forno solar e avaliar a sua eficiência;
- Desenvolver protótipo do forno tipo caixa e aplicar na comunidade;
- Propor a políticas públicas a aplicação de cooperativas para disseminar essa tecnologia.

REFERÊNCIAS

ARAÚJO, Lucas Thiago Gomes Soares. **Fabricação e estudo de um forno tipo misto para assamento de alimentos**. 2023. 51p. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Mecânica) - Departamento de Engenharia de Materiais. Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal-RN, 2023.

A TRANSIÇÃO energética. **Enel**, 2020. Disponível em: <<https://www.enelgreenpower.com/pt/learning-hub/transicao-energetica>>. Acesso em: 02 de março de 2024.

ALDABÓ, R. **Energia Solar**. São Paulo: Artliber Editora, 2002.

ANEEL. **Tarifas de Fornecimento de Energia Elétrica: Cadernos Temáticos ANEEL**. Distrito Federal: Agência Nacional de Energia Elétrica, 2005.

ARAÚJO, Luiz Ricardo Rodrigues. **Estudo comparativo da capacidade de assamento de dois fornos solares com diferentes configurações**, 2015. Dissertação (Mestrado do Curso de Pós Graduação em Engenharia Mecânica) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2015.

ATLAS de energia elétrica do Brasil (terceira edição). **Brasília: ANEEL**, 2008. Disponível em: <https://www2.aneel.gov.br/arquivos/pdf/atlas3ed.pdf>. Acesso em: 10 de março de 2024.

BATISTA, Salomão Savio. **Análise do desempenho térmico de um forno solar para assamento de alimentos fabricado a partir de tambor de polietileno**, 2013. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) - Centro De Tecnologia, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2013.

BEZERRA, A. M. **Aplicações térmicas de energia solar**. João Pessoa:

BEZERRA, A. M. **Energia Solar: Aquecedores de Água**. João Pessoa: Editora Universitária – UFPB, 1998.

CHIANCA, Mateus da Silva. **Estudo de um forno solar fabricado com gabinetes de computador em desuso**, 2019. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Engenharia Mecânica) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, Rio Grande do Norte, 2019.

ÇENGEL, Y. A.; GHAJAR, A. J. **Transferência de Calor e Massa: uma Abordagem Prática**. 4^a. ed. [s.l.]: Mc Graw Hill, Bookman, 2012. 906 p.

COMO escolher e qual o melhor tipo de aquecedor de água. **Guia do construtor**, 2024. Disponível em: <https://www.guiadoconstrutor.com.br/blog/quais-os-tipos-de-aquecedoresdeagua-existent-qual-deles-e-o-melhor>. Acesso em: 18 de março de 2024.

Editora Universitária – UFPB, 2002.

ENERGIA renovável: o que é, quais são as vantagens. **Portal do solar**, 2024. Disponível em: <https://www.portalsolar.com.br/energia-renovavel>. Acesso em: 24 de março de 2024.

EVOLUÇÃO dos preços de GLP (R\$ / botijão de 13 kg). **Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis**, 2021. Disponível em: <https://www.gov.br/anp/ptbr/assuntos/precos-e-defesa-da-concorrencia/precos/glp-p13/2021margens-rev-distr-julhop13-tabela.pdf> . Acesso em: 04 de março de 2024.

FECAM. **Licença ambiental prévia para a usina termossolar é emitida pelo Instituto do Meio Ambiente**, 2019. Disponível em: <<https://laguna.sc.gov.br/noticia-531223/>>. Acesso em: 20 de abril de 2024.

FERREIRA, A. B. H. **Dicionário Aurélio da Língua Portuguesa**. 5. ed. Curitiba, Paraná: Positivo – Livros, 2010.

GOMES, Jailton Weber. **Construção e análise de desempenho de um forno/fogão solar tipo caixa construído a partir de uma sucata de pneu**, 2009. 101 f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Materiais; Projetos Mecânicos; Termociências) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2009.

HOVE, H. **Critiquing Sustainable Development: A Meaningful Way of Mediating the Development Impasse? Undercurrent**, v. 1, n. 1, p. 48-54, 2004

IEA – International Energy Agency, Net Zero by 2050, **IEA Paris**, 2021. Disponível em: <https://www.iea.org/reports/net-zero-by-2050>. Acesso em: 19 de abril de 2024.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, Portal do IBGE, 2024. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/>. Acesso em: 21 de abril de 2024.

KAMAL, Wafik. **Solar Water Pumping: an analytical overview. Engineering Journal of Qatar University, Qatar**, v. 1, 1988. Disponível em: <https://qspace.qu.edu.qa/bitstream/handle/10576/7914/06-88-1-09-fulltext.pdf?sequence=8&isAllowed=y>. Acesso em: 22 de abril de 2024.

LION FILHO, Carlos Alberto Pereira de Queiroz. **Construção e análise de desempenho de um fogão solar à concentração utilizando dois focos para cozimento direto**, 2007. 92 f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Materiais; Projetos Mecânicos; Termociências) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2007.

LODI, Cristiane. **Perspectivas para a geração de energia elétrica no Brasil utilizando a tecnologia solar térmica concentrada**, 2011. Dissertação de mestrado (COPPE – Programa de Planejamento Energético) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2011.

NOGUEIRA, Antônio Maia. **Estudo de um forno solar de baixo custo fabricado em madeira**. 2018. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Engenharia Mecânica) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2018.

MARTINS, Fernando Ramos, PEREIRA, Enio Bueno, ECHER, Mariza Pereira de Souza. Levantamento dos recursos de energia solar no Brasil com o emprego de satélites geostacionário – o projeto swera. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v 26, n2, 145-159 p, 2004. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbef/a/vr68FHKFh6PWkYwtYXYvfMj/>. Acesso em: 20 de abril de 2024.

MATA SILVA, Josiany; KONRADT-MORAES, Leila Cristina. **Vantagens e desvantagens dos biocombustíveis e dos combustíveis**. Anais do, [S. l.], v. 5, n. 5, 2015. Disponível em: <https://anaisonline.uems.br/index.php/semex/article/view/622>. Acesso em: 20 de abril de 2023.

MATIAS, Lindemberg Samuel de Brito. **Evolução da matriz elétrica brasileira e os impactos em decorrência da integração das fontes eólica em larga escala**, 2021. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Engenharia Elétrica) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2021.

MELO. Aroldo de Vieira. **Construção e Análise de Desempenho de um Forno Solar Alternativo Tipo Caixa a Baixo Custo**, 2008. 67f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) – Centro de Tecnologia, Departamento de Engenharia Mecânica, Programa de PósGraduação em Engenharia Mecânica, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2008.

NOGUEIRA, Antônio Maia. **Estudo de um forno solar de baixo custo fabricado em madeira**, 2018. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Engenharia Mecânica) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, Rio Grande do Norte, 2018.

ONU: desigualdade fecha as portas para avanço econômico e social no mundo. **Nações Unidas Brasil**, 2020. Disponível em: <https://brasil.un.org/pt-br/84959-onudesigualdadefecha-portas-para-avan%C3%A7o-econ%C3%B4mico-e-social-no-mundo>. Acesso em: 03 de fevereiro de 2024.

PASSARINHO. Nathalia. Brasil é 4º no mundo em ranking de emissão de gases poluentes desde 1850. **BBC News Brasil**, 27, outubro 2021. Disponível em: <https://www.bbc.com/portuguese/geral-59065359>. Acesso em 19 de novembro de 2023.

PROJETOS experimentais de fornos solares feitos com embalagens tetra pak. **Sempre Sustentável**. Disponível em: <http://www.sempresustentavel.com.br/solar/czsolar/fornosolar.htm>. Acesso em: 04 de março de 2024.

PEREIRA NETO, Raimundo Vicente. **Estudo de uma nova configuração de um forno solar fabricado a parte de estante metálica para o assamento de alimentos**, 2018. 58f.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Mecânica) - Centro de Tecnologia, Departamento de Engenharia Mecânica, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2018.

PEREIRA, E. et al. **Atlas brasileiro de energia solar**. 2.ed. 80p. São José dos Campos: INPE, 2017. Disponível em: <https://repositorio.unifesp.br/items/3a0c7b2a-a107-4cc99449f08db316e47e>. Acesso em: 02 de maio de 2024.

PEREIRA, **Pedro Tiago Sousa**. **Energia Solar Térmica: Perspectivas do Presente e do futuro**, 2010. Dissertação (Mestrado Integrado em Engenharia Eletrotécnica e de Computadores) - Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, 2010. PIKETTY, T. et al. World Inequality Report 2022. **Paris: World Inequality Lab**, 2022. Disponível em: https://wir2022.wid.world/wwwwsite/uploads/2022/03/009821_WIL_RIM_RAPPORT_A4.pdf Acesso em 01 de março de 2024.

PNU faz lançamento nacional do Relatório de Desenvolvimento Humano 2020. **Nações Unidas Brasil**, 2020. Disponível em: <https://brasil.un.org/pt-br/105555-pnudfazlan%C3%A7amento-nacional-do-relat%C3%B3rio-de-desenvolvimentohumano2020>..Aceso em: 05 de fevereiro de 2024.

QUAIS são os países com maior desigualdade do mundo? Veja a posição do Brasil no ranking. **Opovo**, 2023. Disponível em: <https://www.opovo.com.br/noticias/mundo/2023/12/29/quais-sao-os-paises-commaioresdesigualdade-social-do-mundo-veja-a-posicao-do-brasil-no-ranking.html>. Acesso em: 06 de fevereiro de 2024.

RAMOS FILHO, Ricardo Eugênio Barbosa. **Análise de desempenho de um fogão solar construído a partir de sucatas de antena de tv**, 2011. 96 f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Materiais; Projetos Mecânicos; Termociências) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2011.

RIBEIRO, Daniel. Combustíveis fósseis. **Rev. Ciência Elementar**, Porto, v.2, p.1-2, jun.2014. Disponível em: https://web.archive.org/web/20220301054612id_/https://rce.casadasciencias.org/rceapp/static/docs/artigos/2014-172.pdf. Acesso em: 19 de novembro de 2023.

SEMPRESUSTENTAVEL. **Energia solar**. Disponível em: <http://www.sempresustentavel.com.br/solar.htm>>. Acesso em: 03 de março de 2024.

REZENDE, Alex Neves. **A Utilização de Fornos Solares do Tipo Caixa para o aquecimento de Alimentos**. 2015. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Engenharia Ambiental e Sanitária) - Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2015.

SOUZA, L. et al. **Forno solar tipo caixa fabricado a partir de pneus usados**. Recife, 2014. Disponível em: <https://anaiscbens.emnuvens.com.br/cbens/article/view/2225/2210>. Acesso em: 01 de junho de 2024.

SILVA, Fagner Lima da. **Fabricação e estudo de um forno solar tipo caixa para assamento de alimentos**. 2019. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Mecânica) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2019.

SILVA, José Weverton Oliveira. **Viabilidade de utilização de um forno solar tipo caixa para produzir o assamento de alimentos**, 2023. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) - Centro de Tecnologia, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2023.

SIQUEIRA, Dirceu. MOTTA, Ivan; MENDONÇA, Sandra. Desigualdade econômica: Uma abordagem sobre distribuição de renda versus o mínimo existencial e a renda básica como proposta. **Economic Analysis of Law Review**, v. 11, n. 3, p. 21, 2021. Disponível em: <https://portalrevistas.ucb.br/index.php/EALR/article/view/11745/7104>. Acesso em: 05 de fevereiro de 2024.

SOLARCOOKING. Horace de Saussure and his Hot Boxes of the 1700's. **Natal**, 2018. Disponível em: solarcooking.org/saussure.htm. Acesso em: 01 de junho de 2024.

SOUZA, Uyatan Rodrigo de Lucena Freitas. **Estudo de um forno solar do tipo caixa fabricado com materiais alternativos**, 2018. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Engenharia Mecânica) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2018.

SOUZA, Vinicius Augusto Belizario. **Estudo de um forno solar de baixo para coação de alimentos**, 2022. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Engenharia Mecânica) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, Rio Grande do Norte, 2022.

TOMAZ, Benedita Martins. **Turismo e sustentabilidade: um estudo sobre os recursos turísticos potenciais na serra de santa Catarina, São José da Lagoa Tapada – PB**, 2017. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Geografia) – Universidade Federal de Campina Grande, Paraíba, 2017.

TODOPRODUCTIVIDAD. Introducción al Diseño y Construcción de una Cocina Solar. **Natal**, 2018. Disponível em: <
<http://todoproductividad.blogspot.com/2011/06/introduccional-diseno-yconstruccion.html>>. Acesso em: 03 de junho de 2024.

VARELA. Pedro Henrique de Almeida. **Viabilidade térmica de um forno solar fabricado com sucatas de pneus**, 2013. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica). Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, Rio Grande do Norte, 2013.

VILLALVA, Marcelo Gradella; GAZOLLI, Jonas Rafael, Energia solar fotovoltaica: conceitos e aplicações. 1.ed. São Paulo.