



Universidade do Estado do Rio de Janeiro

Centro Biomédico

Faculdade de Ciências Biológicas e Saúde

Izabela Martins Agatão

**Energia solar para a sustentabilidade ambiental:
desenvolvimento de recursos educacionais**

Rio de Janeiro

2022

Izabela Martins Agatão

Energia solar para a sustentabilidade ambiental: desenvolvimento de recursos educacionais

Dissertação apresentada, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre ao Programa de Pós-graduação em Ciência e Tecnologia Ambiental, da Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Campus Zona Oeste.

Orientadora: Prof.^a Dr.^a Ida Carolina Neves Direito

Coorientador: Prof. Dr. Dario Nepomuceno da Silva Neto.

Rio de Janeiro

2022

CATALOGAÇÃO NA FONTE
UERJ/REDE SIRIUS/ CZO

A263 Agatão, Izabela Martins

Energia solar para sustentabilidade ambiental: desenvolvimento de recursos educacionais / Izabela Martins Agatão – 2022.

53 f.

Orientadora: Ida Carolina Neves Direito

Coorientador: Dario Nepomuceno da Silva Neto

Dissertação (Mestrado Profissional) – Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Faculdade de Ciências Exatas e Engenharias, Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia Ambiental.

1. Energia renovável – Teses. 2. Sistema fotovoltaico – Teses. 3. Boiler ou aquecedor solar – Teses. 4. Dessecador solar – Teses. 5. Educação ambiental – Teses. I. Direito, Ida Carolina Neves. II. Silva Neto, Dario Nepomuceno. III. Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Faculdade de Ciências Exatas e Engenharias. IV. Título.

CDU 502

Bibliotecária: Joice Soltosky Cunha – CRB 7 5946

Autorizo, apenas para fins acadêmicos e científicos, a reprodução total ou parcial desta dissertação, desde que citada a fonte.

Assinatura

Data

Izabela Martins Agatão

**Energia solar para a sustentabilidade ambiental: desenvolvimento de
recursos educacionais**

Dissertação apresentada, como requisito parcial
para obtenção do título de Mestre ao Programa de
Pós-graduação em Ciência e Tecnologia Ambiental,
da Universidade do Estado do Rio de Janeiro,
Campus Zona Oeste.

Aprovada em: 29 de março de 2022.

Orientadora: Prof.^a Dr.^a Ida Carolina Neves Direito

Faculdade de Ciências Biológicas e Saúde - UERJ

Coorientador: Prof. Dr. Dario Nepomuceno da Silva Neto

Faculdade de Ciências Exatas e Engenharias - UERJ

Banca examinadora:

Prof.^a Dra. Ida Carolina Neves Direito (Orientadora)
Faculdade de Ciências Biológicas e Saúde – UERJ

Dr. Edmilson Monteiro de Souza
Faculdade de Ciências Exatas e Engenharias - UERJ

Dr. Marcelo Musci Zaib Antonio
Faculdade de Ciências Exatas e Engenharias - UERJ

Dr. Vinicius Ribeiro Flores
Instituto Nacional de Tecnologia- INT

Dr. Carla Cristina de Freitas da Silveira
Secretaria Estadual de Educação - SEEDUC
Fundação Oswaldo Cruz - FIOCRUZ

Rio de Janeiro

2022

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar agradeço a Deus que durante toda essa jornada me conduziu e me protege em meio a pandemia e pelos dons que me deu nesta existência que serviram para realização deste projeto.

Sou grata aos meus familiares por sempre me incentivarem, por servirem de alicerce para as minhas realizações e acreditarem que eu seria capaz de superar os obstáculos que a vida me apresentou.

Grata pela confiança depositada pelos meus orientadores Ida Carolina Direito e Dario Nepomuceno, que dedicaram inúmeras horas para sanar as minhas questões e me colocar na direção correta.

Também quero agradecer à Universidade Uezo e ao seu corpo docente que demonstrou estar comprometido mesmo com tantos desafios deram o seu máximo para que pudéssemos ter uma formação completa.

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro, (FAPERJ) pelo apoio financeiro ao projeto.

A todos os meus amigos do curso que compartilharam dos inúmeros desafios que enfrentamos, sempre com o espírito colaborativo.

Ao instalador de sistema fotovoltaico Nikael Araújo pela ajuda na implementação e doação das respectivas fotos dos sistemas, agregando ao e-book

Também agradeço a meu amigo e sócio Vagner Martins Ribeiro que desde o início me ajudou incentivou, durante toda a pesquisa e se fez presente na confecção e desenvolvimento do projeto.

Não posso deixar de agradecer a todos os parceiros e amigos que se fizeram presente durante esse projeto, como o Quilombo da Dona Bilina.

Ao padre Mauricio Mesquita que disponibilizou a Capela Nossa Senhora da Esperança (Paroquia Santa Rita de Cássia) para desenvolvimento do projeto via Pastoral da Ecologia Integral.

A empresa Instituto Socioambiental Reserva da Prata que me proporcionou entrar em contato com grupos de técnicos em energia fotovoltaica como Empresas de energia solar (Natural Energy, Cactos Soluções Energia, Laiber Energia Solar, WES), além de contribuir diretamente para a construção dos protótipos e com doação de matérias.

RESUMO

AGATÃO, Izabela Martins. **Energia solar para a sustentabilidade ambiental:** desenvolvimento de recursos educacionais. 2022. 51 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia Ambiental) – Faculdade de Ciências Biológicas e Saúde, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Campus Zona Oeste, Rio de Janeiro, 2022.

Diante das preocupações com o planeta e a redução dos recursos não renováveis, o tema de energia solar abordado nesse trabalho, é capaz de descrever de forma detalhada o processo de viabilidade para tornar-se autossuficiente e possuir uma eficiência energética, onde seja ecologicamente correto e economicamente viável, que supra suas próprias necessidades e que não explore ou polua o espaço a longo prazo. O presente trabalho tem como objetivo desenvolver recursos educacionais, que possam ser usados como instrumentos que venham auxiliar a educação ambiental, que sejam acessíveis à população geral e que possam contribuir com o desenvolvimento de matérias do conteúdo pedagógico. Para atender aos objetivos propostos desse trabalho a metodologia foi dividida em duas partes, elaboração dos E-books e construção dos protótipos de dois sistemas e um equipamento, a saber: Sistema de geração elétrica fotovoltaico; Sistema de aquecimento de água por meio de boiler solar; Dessecador solar. Este trabalho foi muito importante para promover a maior compreensão sobre o tema de energia solar e o desenvolvimento de novas ferramentas e soluções simples independente das políticas públicas existentes. Ainda vale ressaltar que o projeto descrito será continuado mesmo após a sua conclusão. É assim compreendido que a educação ambiental é contínua e colaborativa.

Palavras-chave: Energia renovável. Sistema fotovoltaico. Boiler ou aquecedor solar. Dessecador Solar. Educação Ambiental.

ABSTRACT

AGATÃO, Izabela Martins. **Solar energy for environmental sustainability**: development of educational resources. 2022. 51 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia Ambiental) – Faculdade de Ciências Biológicas e Saúde, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Campus Zona Oeste, Rio de Janeiro, 2022.

Faced with concerns about the planet and the reduction of non-renewable resources, the theme of solar energy addressed in this work is able to describe in detail the process of feasibility to become self-sufficient and have an energy efficiency, where it is environmentally friendly and economically viable, which supplies its own needs and that does not exploit or pollute the space in the long term. The present work aims to develop educational resources, which can be used as instruments that come to assist environmental education, which are accessible to the general population and can contribute to the development of educational content subjects. To achieve the goal of this work, the methodology was divided into two parts, the elaboration of the E-books and the construction of the prototypes of two systems and one piece of equipment: Photovoltaic electrical generation system; Water heating system by means of a solar boiler; Solar desiccator. This work was very important to promote a greater understanding of the theme of solar energy and the new tools for simple solutions, independent of the existing public policies. It is also worth mentioning that the project described will be continued even after its conclusion. Because we understand that environmental education is continuous and collaborative.

Keywords: Renewable energy. Photovoltaic system. Boiler or solar heater. Solar Desiccator. Environmental Education.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 -	Incidência de radiação solar pelo Brasil.....	19
Figura 2 -	Representação esquemática do sistema de aquecimento térmico.....	20
Figura 3 -	Fogão solar de parabólica.....	22
Figura 4 -	Esquema representativo do fogão solar funcionando.....	23
Figura 5 -	Esquema de demonstração do dessecador solar.....	24
Figura 6 -	Modelo de Sistema autônomo.....	25
Fugura 7 -	Modelo de sistema interligado a rede de distribuição.....	26
Figura 8 -	Modelo distributivo ou híbrido.....	27
Figura 9 -	Ventilação cruzada.....	28
Figura 10 -	Conforto luminoso.....	29
Figura 11 -	Dessecador sendo medido e confeccionado.....	34
Figura 12 -	Dessecador sendo pintado de preto.....	35
Figura 13 -	Análise de funcionamento das placas pelo controlador de carga.....	36
Figura 14 -	Placas conectadas em paralelo.....	36
Figura 15 -	Dessecador solar pronto.....	40
Figura 16 -	Sistema de geração fotovoltaica em construção na Capela Nossa Senhora da Esperança: “Capela Sustentável”.....	42
Figura 17 -	Sistema Fotovoltaico instalado.....	43
Figura 18 -	Sistema de aquecimento de água por Boiler solar trasladado para a Capela Sustentável.....	45

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 -	Material usado na construção do dessecador, com estimativa de investimento.....	41
Quadro 2 -	Material usado na construção do sistema fotovoltaico, com estimativa de investimento.....	44
Quadro 3 -	Material usado na construção do Boiler Solar, com estimativa de investimento.....	46

LISTA DE ABREVIATURA E SIGLAS

A	Ampere
ANEEL	Agência Nacional de Energia Elétrica
CA	Corrente Alternada
CC	Corrente Contínua
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
FAO	Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura
FAPERJ	Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro
GW	<i>Gigawatt</i>
HEXAJOULES	A Unidade Padrão na Física para Medir a Energia
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
MW	<i>Megawatt</i>
OFFGRID	Não Possui Conexão com a Rede Pública de Energia
ONGRID	Conectada à Rede Pública
ONU	Organização das Nações Unidas
TWh	<i>Terawatt-hour</i>
V (Volt)	Tensão Elétrica
W	<i>Watt</i>

SUMÁRIO

	INTRODUÇÃO.....	12
1	REVISÃO DA LITERATURA.....	13
1.1	Princípios e conceitos históricos.....	13
1.2	Histórico de uso das energias renováveis na evolução humana.....	13
1.3	Recursos renováveis de fontes de energia	14
1.4	Energia solar como fonte de energia sustentável	18
1.5	Modelos de aproveitamento de energia solar.....	20
1.5.1	Boiler ou aquecedor de água.....	20
1.5.2	Fogão solar.....	21
1.5.3	Secador solar ou dessecador solar.....	23
1.6	Sistemas solares fotovoltaicos	24
1.7	Eficiência energética na bioarquitetura	27
1.8	Educação ambiental e sustentabilidade	29
2	OBJETIVOS.....	31
2.1	Objetivo geral.....	31
2.2	Objetivos específicos.....	31
3	METODOLOGIA.....	32
3.1	Elaboração de E-books ou cartilhas eletrônicas	32
3.2	Construção de protótipos dos sistemas e equipamento.....	33
3.2.1	Dessecador solar.....	34
3.2.2	Sistema fotovoltaico.....	35
3.2.3	Boiler solar.....	37
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	38
4.1	E-books.....	38
4.2	Protótipos dos sistemas e equipamentos.....	39
4.2.1	Dessecador solar.....	39
4.2.2	Sistema fotovoltaico.....	42
4.2.3	Boile solar ou aquecedor de água solar.....	44
	CONCLUSÕES.....	47

REFERÊNCIAS.....	48
-------------------------	-----------

INTRODUÇÃO

Em virtude do cenário atual de preocupação com a destruição do planeta e os efeitos causados pelo uso excessivo de recursos naturais não renováveis como os provenientes de combustíveis fósseis, busca-se uma forma de substituir a geração de energia atual sem gerar impactos socioambientais (VEGRESIDUOS, 2018).

Diante dessa sociedade 5.0, onde a integração com o ser humano, a qualidade de vida e o bem-estar social conjugado com a preocupação do uso de fontes de energia limpas e renováveis, torna-se importante a apresentação da luz solar como a fonte de energia (ENGINE, 2018).

A energia solar, da qual todos os seres vivos dependem diretamente ou indiretamente para o seu desenvolvimento e para a sua sobrevivência, pode ser usada para a geração de energia elétrica, e além desse aproveitamento de geração elétrica aplicada em escala de mercado, a energia solar é uma fonte alternativa e inesgotável para manter as necessidades humanas (EPE, 2020).

O tema de energia solar abordados nesse trabalho, é capaz de descrever de forma detalhada o desenvolvimento de recursos educacionais com foco em sustentabilidade, promovendo a viabilidade econômica para que a sociedade possa se tornar autossuficiente e possuir uma eficiência energética, que supra as necessidades atuais sem prejudicar as futuras gerações (MOLLISON & SLAY, 1991).

Nas sequências, será realizado um levantamento histórico demonstrando a evolução da energia dentro do aspecto socioambiental e por que é fundamental essas mudanças de paradigmas e de comportamentos sociais.

1 REVISÃO DE LITERATURA

1.1 Princípios e Conceitos Históricos

A radiação solar atravessa o espaço extraterrestre, penetrando e percorrendo a atmosfera e uma parte dessa chega até a superfície terrestre aquecendo e sendo absorvida pelo solo, pelas águas, pelo ar, pelo vapor d'água e fornecendo nutrientes para os pequenos seres vivos (RUIZ, 2016).

Os seres vivos autótrofos capturam a luz solar para formar moléculas de energia, moléculas essas que usam para produzir compostos orgânicos a partir de CO_2 (dióxido de carbono) e H_2O (água) e liberando O_2 (Oxigênio) na atmosfera. Os seres Heterótrofos (seres humanos por exemplo), por sua vez consomem os compostos produzidos pelos seres autótrofos, para obter energia mediante a oxidação desses compostos utilizando o O_2 e liberando CO_2 ao meio (GONZÁLEZ, 2009).

Energia solar que chega à Terra é somente uma minúscula proporção, o equivalente a 3.766.800 hexajoules¹ de energia por ano. Todas as plantas do mundo capturam em média cerca de três mil hexajoules solares através da fotossíntese. As atividades humanas reunidas, sejam essas as do cotidiano ou as industriais, consomem cerca de 500 hexajoules anualmente, o equivalente à quantidade de energia que a Terra recebe do Sol em apenas 90 minutos (HARARI, 2017).

1.2 Histórico de Uso Das Energias Renováveis na Evolução Humana

Buscando historicamente, a relação homem e ambiente vem desde antes de 300 mil anos atrás quando os primatas utilizavam a energia solar para se aquecer e para a sua defesa, pois durante o dia poderiam andar pelos campos e observar ao seu redor. Após a descoberta do fogo e os seus benefícios, como cozinhar e se proteger de predadores sem a necessidade da luz solar, temos evoluído e transformando o meio ambiente (HARARI, 2017).

Após a descoberta do fogo e aprender a cozinhar, uma das primeiras evoluções foi a revolução agrícola (período neolítico), quando o homem aprendeu a plantar, a domesticar

¹ A unidade padrão na física para medir a energia.

os animais e a conservar os alimentos. Sendo assim, também se intensificou a exploração dos recursos naturais (HARARI, 2017).

O processo evolutivo humano deu origem a revolução industrial, quando houve uma urbanização acelerada, a extração de carvão mineral se expandiu. A necessidade do uso de lenha como fonte energética levou a sua escassez em algumas regiões e novas fontes energéticas passaram a ser buscadas para suprir as indústrias (SOSOL, 2006).

Para Cavalcante e Silva (2011), a importância da revolução industrial no mundo da tecnologia vai além da ideia de grande desenvolvimento dos mecanismos tecnológicos aplicados à produção, na medida em que: consolidou o capitalismo; aumentou de forma acelerada a produtividade do trabalho; originou novos comportamentos sociais, novas formas de acumulação de capital, novos modelos políticos e uma nova visão do mundo.

A revolução industrial e as atividades antropogênicas, como o consumo ou queimas de combustíveis fósseis e o desmatamento aumentaram as concentrações de dióxido de carbono (CO_2), nitrogênio (N_2O) e o metano (CH_4) que é cerca de 23 vezes mais agressivo do que o dióxido de carbono. Esses gases em grande concentração geram impactos ambientais como destruição da camada de ozônio, aumento da temperatura global, esgotamento de recursos naturais e extinção de espécies. Isso se deve principalmente à explosão populacional e o vigente modelo de consumo (BOFF, 2015).

O grande problema do aumento dos gases, que contribuem para o efeito estufa (que em seu equilíbrio é um fenômeno natural causado por gases presentes na atmosfera, é o aumento da temperatura global em 2°C , segundo o painel intergovernamental das mudanças climáticas da Organização das Nações Unidas (ONU). Isso exigirá das espécies uma adaptação, e as que não conseguirem, desaparecerão lentamente, provocando a perda da biodiversidade (MMA, Lei nº 9.795, de 27 de abril de 1999).

1.3 Recursos Renováveis de Fontes de Energia

Segundo Portugal (1992), “[...] A palavra recurso significa algo a que se possa recorrer para a obtenção de alguma coisa” O autor descreve que o homem recorre aos recursos naturais, isto é, aqueles que estão na natureza, para satisfazer as suas necessidades (DULLEY, 2004). Podemos definir recursos naturais, como qualquer elemento ou aspecto da natureza que seja passível de uso ou esteja sendo usado pelo homem, direta ou indiretamente, como forma de satisfação das suas necessidades físicas e culturais em determinado tempo e espaço (DULLEY, 2004). Os recursos renováveis são considerados

inesgotáveis pela sua capacidade de se regenerar (DULLEY,2004).

- a) Energia Eólica: A energia cinética contida nas massas de ar em movimento (vento) vem sendo usada pelo homem há mais de 3.000 anos. O conceito de gerar energia elétrica a partir dos ventos teve início no século XIX, porém o uso em maior escala só ocorreu no século passado. Antes disso, a energia eólica era aproveitada com objetivos mecânicos como moinhos para moer grãos, transportar mercadorias em barcos a vela e bombear água, que ainda vem sendo utilizado até os dias atuais, onde o vento atinge a hélice da qual gira um eixo impulsionando gerador (NASCIMENTO & ALVES, 2016).
- Benefícios: não produzir efeitos poluentes;
 - Malefícios: a sua tecnologia tem impactos ambientais na vida de animais silvestres, principalmente as aves migratórias, além de modificar a paisagem. Sem contar os ruídos emitidos (baixa frequência) que podem causar incomodo e até mesmo interferências na recepção dos sinais de televisão. Outro problema grande também enfrentado é o alto custo dos geradores eólicos e ainda assim com esses custos elevados acaba sendo uma fonte de alternativa viável, pois tem retorno financeiro a curto prazo (NASCIMENTO & ALVES, 2016). Assim no âmbito nacional e em relação à crise energética existente, as perspectivas quanto ao uso desse tipo de energia são cada vez maiores e apesar de estarem em crescimento no Brasil ainda se há poucos investimentos para tornar mais acessível. O Ceará foi o primeiro estado a se manifestar em relação a geração elétrica a partir do uso da energia eólica e assim estimulou vários outros estados brasileiros, de modo que em 2016 havia 20,3MW de capacidade energética instalada no território nacional, conectadas a rede elétrica (NASCIMENTO & ALVES, 2016).
- b) Energia Geotérmica ou Geotermal: É proveniente do calor existente no interior da terra e existe desde que o planeta foi criado. Na Itália em 1904 foi feita uma tentativa de gerar eletricidade a partir dessa energia, porém não foi bem-sucedido devido, substâncias encontradas no vapor absorvido. Assim, os principais recursos desta energia são os gêiseres (fontes de vapor no interior da terra que demonstra erupções frequentemente) e onde existem águas ou rochas a temperaturas altas, possibilitando o seu aproveitando de energia térmica e consequentemente energia elétrica. Portanto, esta água a temperaturas altas produz o vapor que posteriormente alimenta os geradores de turbina e produz a eletricidade. Essa fonte

alternativa de energia é possível em razão da capacidade natural da terra em reter calor no seu interior, onde se acha magma que se constitui em rochas derretidas. Atualmente existem três formas de aproveitamento da energia geotérmica dentre elas a utilização direta, centrais geotérmicas e as bombas de calor (NASCIMENTO & ALVES, 2016).

- Benefícios: custo baixo para manutenção, não é vulnerável ao clima, benefícios em áreas afastadas;
- Malefícios: Liberação de dióxido de enxofre (SO₂) que é prejudicial à saúde e altamente corrosivo gerando também um odor desagradável, eventual afundamento do terreno, possível contaminação de lagos e rios. (NASCIMENTO & ALVES, 2016).
No Brasil existem poucas áreas para esse tipo de aproveitamento de energia, e mesmo as que existem praticamente não são utilizadas. Não há produção de energia geotérmica no Brasil, o país aproveita apenas o calor gerado por águas termais e utiliza as para o turismo como encontrado nas cidades de Poços de as Caldas (MG) e Caldas Novas (GO).

- c) Energia hidráulica: Teve origem desde os tempos remotos no século II a.C. onde se utilizavam- as famosas “noras” (rodas de água do tipo horizontal), na qual se começaram a substituir o trabalho animal pelo trabalho mecânico. E assim com o desenvolvimento tecnológico no século XVIII surgiram as primeiras turbinas e os motores hídricos o que favoreceu na transformação de energia mecânica em energia elétrica. A constituição de uma usina hidroelétrica, se dá de forma conjunta e integrada sendo formada basicamente pelo sistema de captação e adução da água, pela barragem, pela casa de força e pelo vertedouro. A finalidade da barragem é para interceptar água, formando um reservatório onde a mesma será armazenada. Fora o armazenamento de água este reservatório facilita para que a vazão do rio seja adequada, tanto em dias chuvosos quanto em dias de estiagem, acarretando na captação da chuva em volume adequado e numa diferença de altura de modo que se torna essencial para a geração de energia elétrica. (NASCIMENTO & ALVES, 2016).

- Benefícios: o custo da água é irrisório o que o, torna uma energia renovável e não geradora de CO₂.
- Malefícios: alto custo para implantação de usinas hidroelétricas, causam grandes impactos ambientais e sociais na sua implantação como a destruição vegetal natural, o assoreamento do leito dos rios (pois quando se retira a vegetação ribeirinha perde a proteção do solo e com a chuva e o vento a uma erosão e assim levando para o fundo do rio o grande quantia de terra), pode gerar metano ou outros gases devido a vegetação que fica submersa nos lagos, o desmoronamento de barreiras, a extinção de certas espécies de peixes, além dos impactos sociais relacionados ao deslocamento das populações que ali viviam (NASCIMENTO & ALVES, 2016).

O Brasil hoje desfruta da usina hidrelétrica como sendo sua principal fonte de energia, composto atualmente por 1.383 centrais e usinas hidroelétricas com capacidade energética total de 109.3 GW instalada correspondendo a 62,48% na matriz elétrica brasileira (ANEEL, 2021).

d) Biomassa- O conceito de biomassa se popularizou no final do século XX e começo do século XXI, com o surgimento da preocupação em aprimorar técnicas de produção e exploração de fontes de energias renováveis, devido a evidente escassez dos recursos tradicionais, como o petróleo e o carvão mineral. A matéria orgânica produzida num ecossistema (animal ou vegetal), que pode ser utilizada na produção de energia elétrica (NASCIMENTO & ALVES, 2016).

- Benefícios: Produz menos poluentes, pode ser facilmente transportada, custo baixo de instalação e reaproveitamento de resíduos sólidos orgânicos.
- Malefícios: Elevação de emissão de CO₂ (gás carbônico), originado da queima de lenha, desmatamento e perda de nutriente do solo.

e) Energia Maremotriz: Assim como algumas energias a energia dos oceanos é indiretamente oriunda da energia solar, visto que o sol aquece a superfície da terra provocando os ventos que em contato com a água transfere energia que por sua vez resulta na formação e crescimento das ondas (NASCIMENTO & ALVES, 2016). Essa energia começou a se desenvolver no século XII na Europa, onde se usavam moinhos submarinos nas entradas de estreitas baías (o fluxo e o refluxo movimentavam as pedras de moer). A energia proveniente do mar demonstra

grandes quantidades de energia armazenada no deslocamento das suas massas de água, sendo essa energia uma grande oportunidade em todo o mundo, visto que é uma energia limpa sem agredir ao meio ambiente (NASCIMENTO & ALVES, 2016). Para o aproveitamento dessa energia existem no momento basicamente quatro tecnologias envolvidas, que aproveitam a energia das ondas, a energia das marés, a energia térmica dos oceanos e a energia cinética através das correntes marítimas. Contudo há perspectivas de aperfeiçoamento de diferentes tecnologias, que ainda estão em seus primeiros passos, que serão aprimoradas e posteriormente expandidas em todo o mundo ao longo dos anos (NASCIMENTO & ALVES, 2016).

- Benefícios: A água dos oceanos é uma fonte de energia inesgotável, limpa e renovável, além disso, as marés são um fenômeno totalmente previsível.
- Malefícios: possível impacto nas áreas costeiras, durante a construção das usinas e alto custo econômico.

1.4 Energia Solar como Fonte de Energia Sustentável

Como relatado anteriormente o sol é o maior potencial de energia que supre à terra, sendo uma fonte indireta de quase todas as outras formas de energia (hidráulica, biomassa, eólica, energia geotérmica e energia maremotriz). O processo de energia oriunda do Sol acontece com o aquecimento da atmosfera, produzindo a circulação atmosférica, de forma a serem aproveitados nos parques eólicos e o ciclo das águas, que podem ser usadas na geração de energia de base hidroelétrica (NASCIMENTO & ALVES, 2016).

A energia elétrica é um dos segmentos que mais tem recebido destaque e relevância no que tange a sustentabilidade. A demanda por energia é uma necessidade e não pode ser dissociada das preocupações ambientais, pois a sustentabilidade pressupõe assegurar as necessidades atuais sem comprometer as gerações futuras, em equilíbrio entre as ações humanas e o meio ambiente, portanto diz respeito às escolhas como produzir, consumir, além dos valores éticos e morais (TORRESI, *et.al.*, 2010; SESC, 2019).

Em relação aos Benefícios, o Brasil é considerado privilegiado visto que a incidência da radiação solar é distribuída por todos os estados brasileiros, como é possível ver na Figura 1. Além disso, outros benefícios são as reservas de quartzo para a produção do silício, utilizados na fabricação de células solares. Ainda em razão disso, vários são os benefícios, como emissão de somente gases não poluentes na atmosfera, comparada a outras formas de

1.5 Modelos de Aproveitamento de Energia Solar

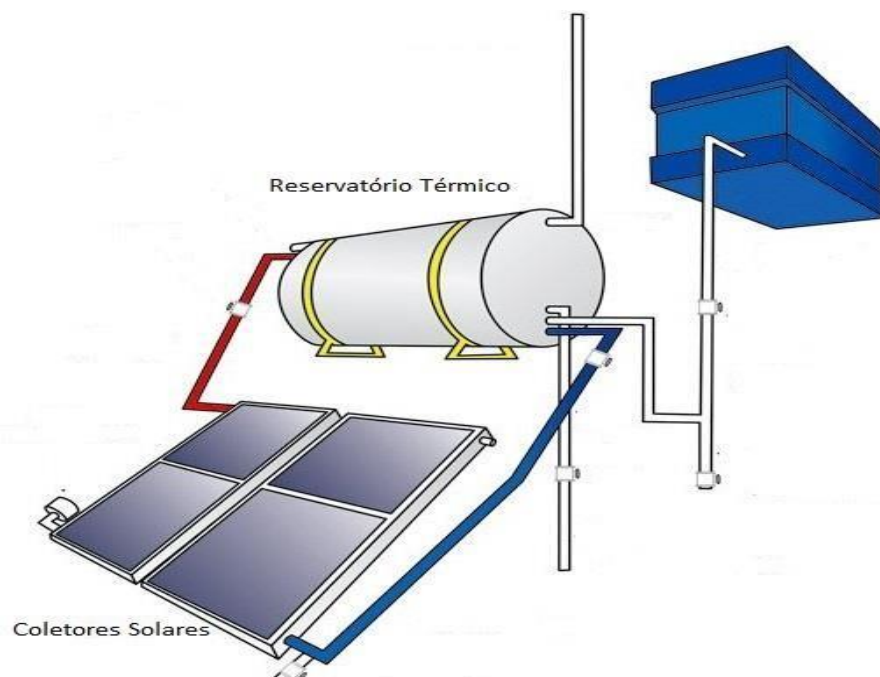
Nesse item serão apresentados alguns modelos de aproveitamento de energia solar.

1.5.1 Boiler ou aquecedor de água

Boiler é um coletor que absorve calor sobre a forma de energia térmica ou energia fototérmica proveniente da radiação solar. Esses sistemas, normalmente possuem fluidos líquidos ou gasosos, gerando um aquecimento da água (SOSOL, 2006; ALANO, 2008; PAPER, 2011; LOPES, 2016).

Esses equipamentos possuem duas partes principais, sendo essas, um coletor solar, um reservatório térmico apresentados na figura 2. O coletor solar é constituído internamente por tubos, formando um caminho a ser percorrido pela água que será aquecida. Interligado aos coletores temos o reservatório térmico com a finalidade principal de armazenamento. O fluido faz um ciclo de água quente e água fria (SOSOL, 2006; ALANO, 2008; PAPER, 2011; LOPES, 2016).

Figura 2 - Representação esquemática do sistema de aquecimento térmico.



Uma configuração um pouco diferente é usada em usinas solares de geração elétrica que usam aquecimento de fluidos. Nessas, o calor inerente ao fluido aquecido é canalizado até a central geradora onde será convertido em vapor e acionará uma turbina integrada com um gerador de energia elétrica (SOSOL, 2006; ALANO, 2008; PAPER, 2011; LOPES, 2016).

1.5.2 Fogão Solar

O fogão solar é um dispositivo criado para fazer o cozimento de alimentos por meio do uso da energia solar. Porém, seu uso não possibilita o contato direto com o alimento, sendo assim, podemos chamá-lo de “Forno Solar”. Baseado no processo efeito estufa como princípio de funcionamento, onde o fogão foi capaz de desidratar uma fruta (BARRETO, 2018).

a – Fogão solar parabólico

Baseia-se no princípio de reflexão dos raios solares em um único ponto com foco convergente figura 3. Toda a energia proveniente dos raios solares se encontra neste ponto, aumentando perceptivelmente suas temperaturas (superiores a 300⁰C graus centígrados), com menor tempo de cozimento. São direcionais, necessitando reajuste de ângulo da parábola a cada 15-20 minutos. Permitem cozinhar, fritar, assar, com rendimento igual ou superior à energia térmica da chama de um fogão a gás convencional. Podem ser construídos com diversos materiais: fibra de vidro, plástico moldado, papelão, alumínio polido (BARRETO, 2018).

Figura 3 - Fogão solar de parabólica

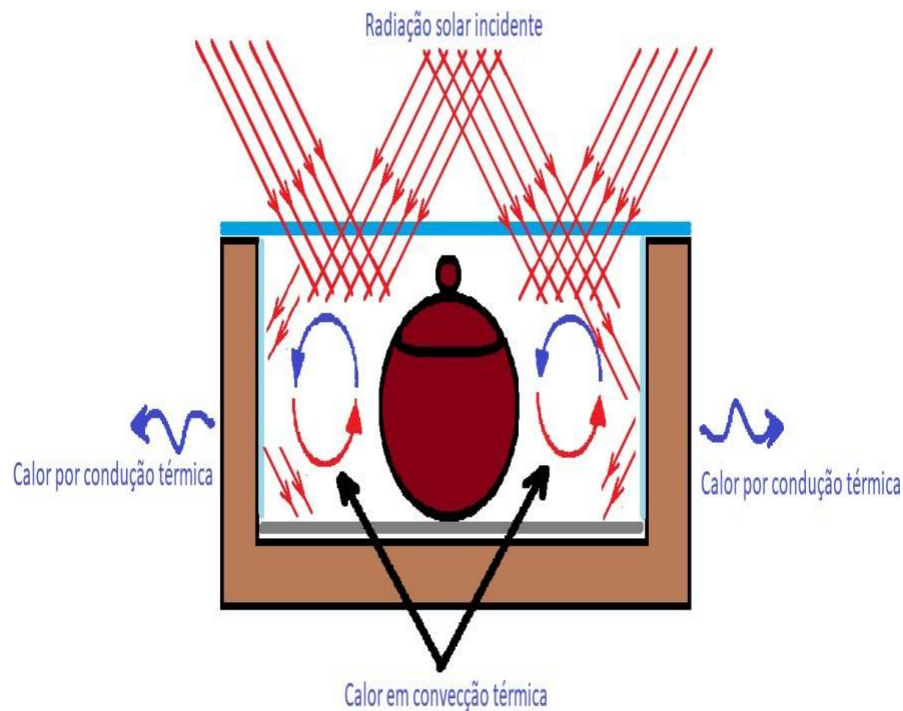


Fonte: Pixabay, 2021

b - Fogão solar de caixa

Usa-se normalmente matérias (papelão, madeira, plástico), com tampa de vidro para efeito estufa (ou enclausuramento em vidro) figura 3. Possuem abas ou refletores laterais que concentram a energia térmica solar dentro da caixa. Possui uma eficiência de rendimento maior que os fogões de painel, por que mantem a temperatura de forma constante aprisionada por mais tempo. Permitem temperaturas superiores a 100°C , servindo para panificação (ZIMMERMANN & FRANÇA, 2021).

Figura 4 - Esquema representativo do fogão solar funcionando

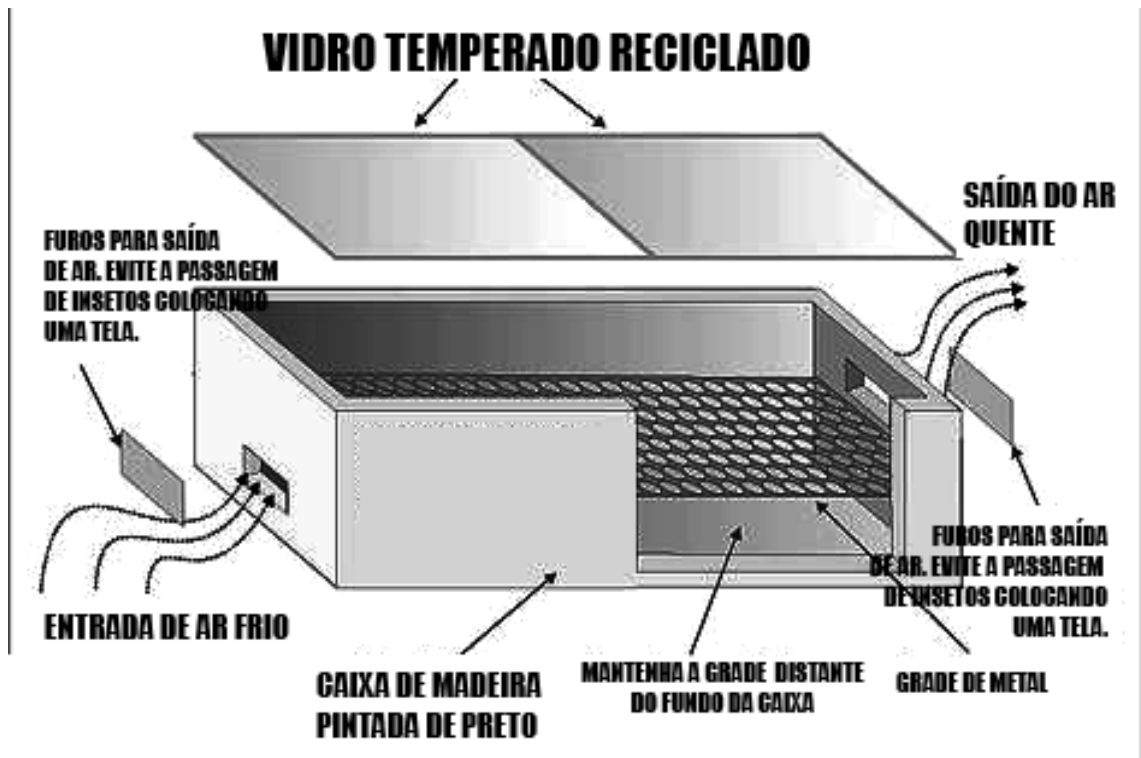


Fonte: IAPAR, 2021

1.5.3 Secador Solar ou Dessecador Solar

O Secador solar ou dessecador solar é baseado na energia térmica renovável e possui um baixo custo de construção, além de fornecer boa durabilidade. Tem por princípio de funcionamento, um fluxo de ar que percorre de forma natural ou forçada o secador em toda sua extensão, sofrendo aquecimento por exposição à radiação solar durante o trajeto figura 4. Dentro do secador estão dispostos os produtos a serem secados que perdem umidade ao entrarem em contato com o ar aquecido, como no secador solar doméstico de frutas e hortaliça. Diversos tipos de material podem ser utilizados, dando-se preferência aos recicláveis e que não tragam prejuízos à saúde (SILVA, 2018; IAPAR, 2021). Além disso, auxilia na redução do desperdício de alimentos perecíveis.

Figura 5 - Esquema de demonstração do dessecador solar.



Fonte: Silveira, 2021

1.6 Sistemas Solares Fotovoltaicos

Os Sistemas fotoelétricos, ou como são conhecidos na área elétrica, sistemas fotovoltaicos têm como princípio básico a conversão de energia a partir do efeito fotoelétrico, convertendo-se a luz, no caso captada do sol, em energia elétrica. O significado da palavra “Foto” vem do grego e quer dizer luz e o sufixo ‘elétrico’ se refere a eletricidade. As menores unidades usadas como dispositivo fotoelétrico ou fotovoltaico básico, ou ainda a unidade básica destinada a efetuar a conversão de energia solar em energia elétrica são as células fotovoltaicas. A fim de aumentar a quantidade de energia disponível, normalmente se agrupam vários conjuntos de células, uma vez que uma célula individualmente produz pouca energia elétrica.

Uma célula fotovoltaica é constituída por finíssimas fatias de silício cristalino, posicionadas entre vidros e emolduradas com alumínio. Aplicação de camada de material semicondutor na forma de plasma sobre um vidro, destinada a funcionar como base ou apoio ao material semicondutor. Posteriormente o conjunto é recoberto com um vidro ou outro

material transparente. Este arranjo recebe a designação de módulo.

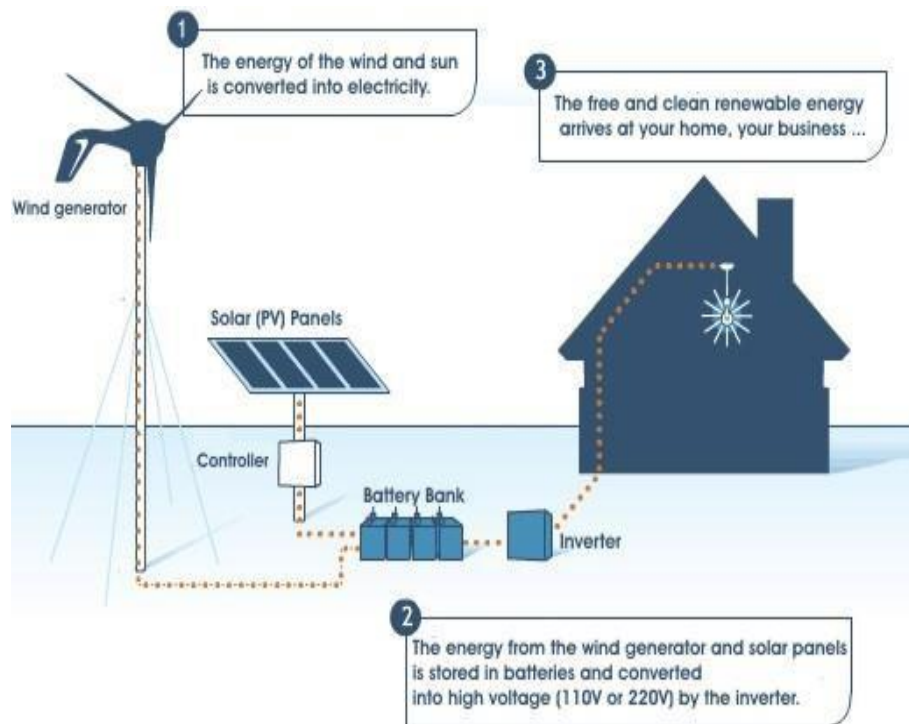
Os módulos são agrupados e recebem a designação de sistemas, mais conhecido como placas solares ou painéis fotovoltaicos. A vida útil de um módulo fotovoltaico é estimada em 25 anos.

A primeira descoberta do efeito fotoelétrico se deve ao físico francês Alexandre Edmond Becquerel em 1839 onde a incidência de fotos na superfície provocava excitação aos elétrons semicondutores que passam a se deslocar de maneira ordenada estabelecendo uma corrente elétrica (PAPER, 2011; LOPES, 2016).

Classificação dos sistemas fotovoltaicos

- Sistema autônomo- Destinados a aplicações nas quais a localidade não é suprida por sistema de distribuição via concessionária de serviços elétricos. Precisam possuir um banco de baterias, além de ter de outras fontes de energia para não interrupção do abastecimento nos horários com ausência de luz solar satisfatória à geração de eletricidade, como ilustrado na figura 6 (ORTIZ, 2005).

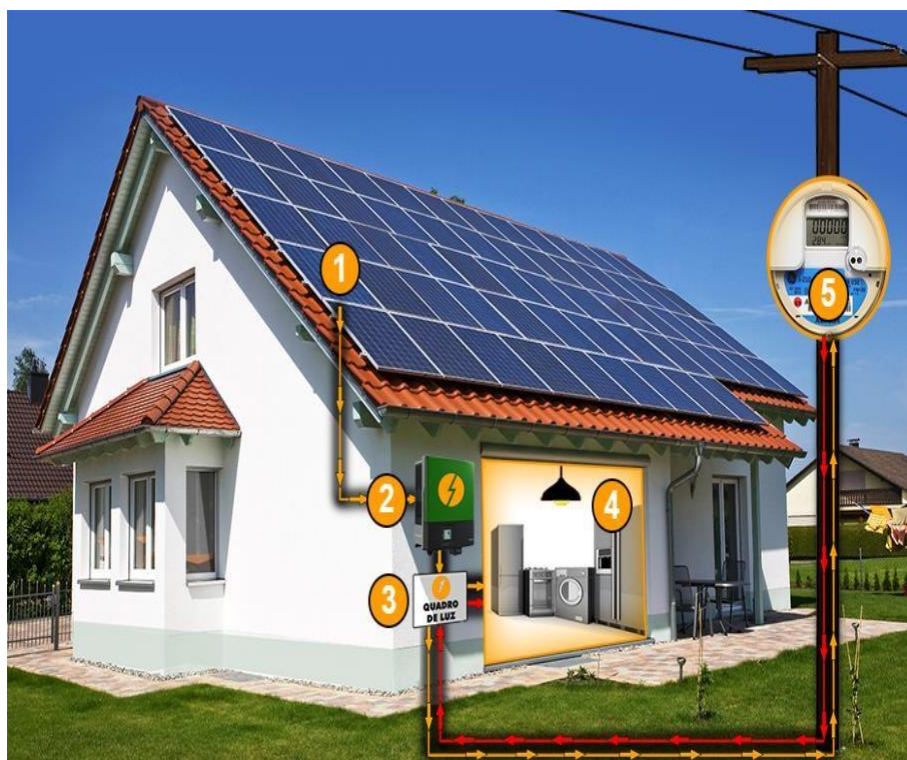
Figura 6 - Modelo de Sistema autônomo



Fonte : Ecoplanetenergy, 2021.

- Sistema interligado a rede de distribuição – Como exemplificado na figura 06, a energia gerada pelo consumidor (durante o dia) é disponibilizada na rede de distribuição, após o registro no aparelho da distribuidora (relógio). A diferença entre o gerado e o consumido é considerado para o compute da fatura junto a distribuidora (ORTIZ, 2005).

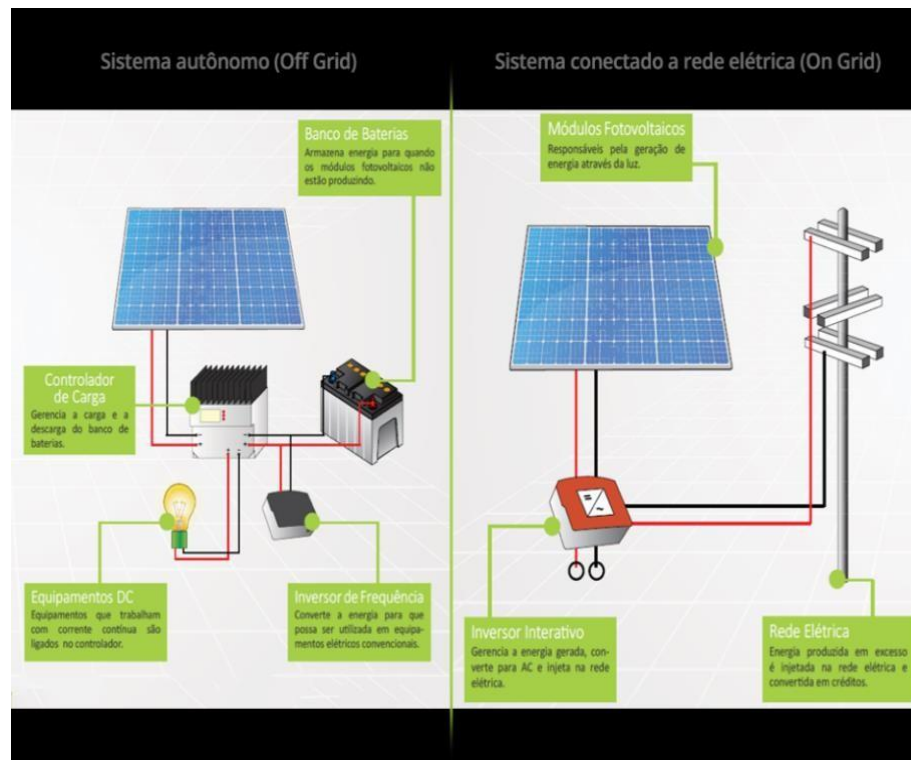
Figura 7 - Modelo de sistema interligado a rede de distribuição



Fonte: Portalsolar, 2020

Sistema híbrido – Faz uso dos dois sistemas *ongrid* e *offgrid* usando tanto a rede quanto o banco de bateria estacionária figura 7, seu processo distributivo é feito por meio de armazenamento de uma parte do excedente para o banco de bateria e o restante vai para a rede da distribuidora. (MINHA CASA SOLAR, 2018).

Figura 8 - Modelo distributivo ou híbrido



Fonte: Labdegaragem, 2021

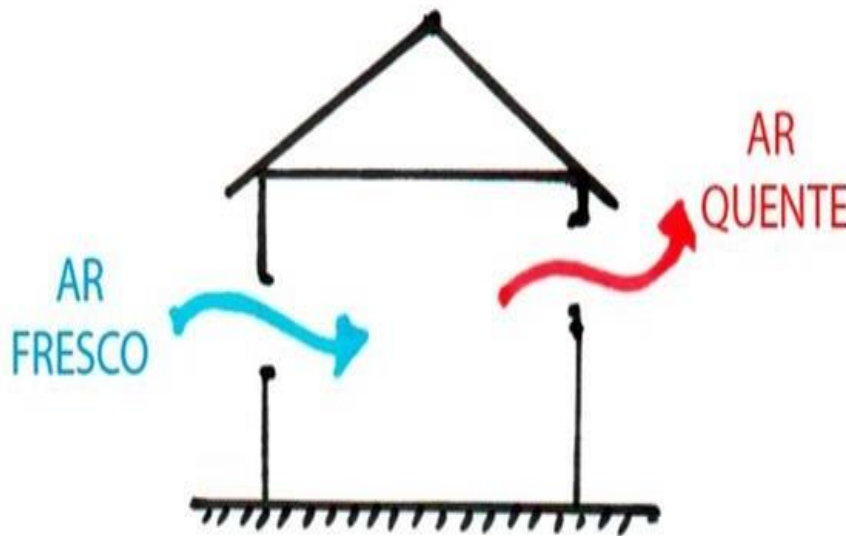
1.7 Eficiência Energética na Bioarquitetura

Dentro do processo de aproveitamento energético não basta apenas levar em consideração as ferramentas e tecnologias para poder ter uma redução no gasto energético, é necessário usar de conhecimento a partir de aspectos como: posicionamento, iluminação, ventilação, ruído, dentre outros que devem ser observados e levados em conta no planejamento para qualquer edificação. No intuito de se obter um melhor resultado, dentro da arquitetura usa-se o termo conforto ambiental que é um estado de satisfação em determinado espaço, onde esse espaço lhe proporciona boas condições psicológicas, térmicas, acústicas e visuais (NUDEL, 2020; VIVADECOR, 2018).

Conforto térmico está ligado a troca de calor entre o espaço interno e o meio externo. Diretamente ligado ao clima e a posição do sol e como os raios influenciam no aquecimento do ambiente. Ao construir ou reformar uma casa sustentável, buscar-se considerar a iluminação natural e como irar manter a temperatura agradável tanto de dia quanto a noite sem a ajuda de

um aquecedor ou ar-condicionado. Outro fator para o conforto térmico é ventilação, e como as aberturas em locais estratégicos refrescam ou aquecem o ambiente, como pode ser visto na Figura 9.

Figura 9 - Ventilação cruzada



Fonte: Edificarse, 2020.

O conforto luminoso (iluminação natural) como se observa na figura 10, se refere aos estímulos ambientais à visão. Uma vez que estes são incitados pela quantidade de luz, preferencialmente seja natural. A iluminação de ambientes pode afetar o humor, o comportamento, a saúde física e mental das pessoas. Além de um custo elevado com a luz elétrica durante o dia. A preocupação com a qualidade ambiental em ambientes fechados (indoor) aumentou na década de 1970, época em que o termo “Síndrome do Edifício Doente” foi definido. Desde então, pesquisas sobre conforto ambiental têm aumentado (LIRA, 2019). Para se ter qualidade de vida e bem-estar otimizando da melhor forma possível a energia gerada para que não haja desperdício.

Figura 10 - Conforto luminoso



Fonte: Bioclimática, 2009.

1.8 Educação Ambiental e Sustentabilidade

Para traçar uma estratégia de mudança no desenvolvimento homem e natureza é necessário a implementação de programas capazes de promover a importância da educação ambiental, a importância da adoção de práticas que visem à sustentabilidade e a diminuição de qualquer impacto negativo para o meio ambiente (ROOSL & BECKER, 2012). Vygotsky já apontava a importância da interação com a sociedade e o meio, para o desenvolvimento do indivíduo (SILVA, 2022). A obra de Paulo Freire trouxe a necessidade de se desenvolver uma educação contextualizada, que leve em conta a realidade e a experiência do educando.

Dentro desse contexto de interação com a sociedade e o meio, há de se levar em conta a interação socioambiental para uma adequada educação ambiental, que considere a preservação do meio ambiente e a sustentabilidade, princípios expressos na Política Nacional de Educação Ambiental (Brasil, D.O.U de 28. 4. 1999). Para isso, o aprender com a vivência, com a experiência prática, é uma estratégia praticada a séculos, que facilita o aprendizado e que também está em acordo com a Lei 9795 de 1999.

A Educação Ambiental pode ser entendida como uma metodologia em conjunto, onde cada pessoa pode assumir e adquirir o papel de membro principal do processo de ensino/aprendizagem a ser desenvolvido, desde que cada pessoa ou grupo seja agente ativamente participativo na análise de cada um dos problemas ambientais diagnosticados e com isso buscando soluções, resultados e inclusive preparando outros cidadãos como agentes transformadores, por meio desenvolvimento de habilidades e competências e pela formação de atitudes, através de uma conduta ética, condizentes ao exercício da cidadania. Além de buscar prever a redução da vulnerabilidade de por meios de soluções sustentáveis. É

fundamental que cada pessoa desenvolva as suas potencialidades e adote posturas pessoais e comportamentos sociais construtivos, colaborando para a constituição de uma sociedade socialmente justa, em um ambiente saudável e acima de tudo sustentável. Proporcionando, com isso a preservação ambiental e conscientização.

A Educação Ambiental é a base científica para a sustentabilidade, sendo que a sustentabilidade é um processo que deverá atingir a sociedade como um todo, sem excluir nenhum elemento físico, mental ou espiritual desse processo de transformação, pois é necessária essa integração para que, finalmente, ocorra o desenvolvimento a partir da sustentabilidade.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

O presente trabalho tem como objetivo desenvolver recursos educacionais que possam ser usados como instrumentos que venham auxiliar a educação ambiental, que sejam acessíveis a população geral e possam contribuir para o desenvolvimento de matérias conteúdo pedagógico.

2.2 Objetivos Específicos

- Confeccionar protótipos de: um dessecador solar, um boiler ou aquecedor de água e um sistema solar fotovoltaico de geração de energia elétrica.
- Elaborar E-books (cartilhas) abordando a forma de aproveitamento de energia solar e a descrição detalhada da montagem de cada protótipo a ser construído.

3 METODOLOGIA

Para obter os resultados e respostas acerca do problema apresentado neste trabalho, foi feita a análise através de pesquisas descritivas. O estudo deste trabalho será fundamentado em ideias que vão confiar muito na experiência e vivência do sujeito em relação ao fenômeno estudado, criações de modelos e de discussões e proposições (hipóteses).

Diante das problemáticas socioambientais no decorrer das experiências individuais e coletivas, torna-se necessário a busca por soluções que tangem a energia solar, que incluíam a população geral, que é a mais vulnerável diante da perspectiva socioambiental econômica e também das mudanças climáticas. Principalmente diante da crise energética que vem ocorrendo devido a uma escassez de chuvas em grande parte do território brasileiro. Logo, é de grande importância diversificar ainda mais a matriz energética brasileira, partir do uso de fontes renováveis, diminuindo o grande peso da geração hídrica.

A energia solar como forma de resolver os problemas socioambientais de forma mais ampla, democrática e inclusiva. Não só nos impactos ecológicos e sociais como também nos aspectos econômicos e políticos.

Para atender os objetivos específicos, a metodologia desse trabalho será dividida em duas partes, elaboração dos E-books e construção dos protótipos de dois sistemas e um equipamento:

- Sistema de geração elétrica fotovoltaico;
- Sistema de aquecimento de água por meio boiler solar;
- Dessecador solar.

3.1 Elaboração de E-Books ou Cartilhas Eletrônicas

Essa parte do trabalho foi desenvolvida para a geração de E-books com o objetivo de explicar de forma detalhada a construção de cada um dos três sistemas ou equipamento abordados. O conteúdo programático dos e-books, busca responder as perguntas: O que é o protótipo? qual a sua função? e o passo a passo de sua confecção. Além da descrição da montagem dos dois sistemas e do equipamento, as três cartilhas trazem uma introdução teórica da forma de uso de energia solar pelo sistema ou equipamento específico.

Para edição dos E-books e dessa dissertação, foi realizada uma pesquisa literária, que

englobou, livros, artigos, textos e publicações técnicas, como as da ANEEL. Para tal pesquisa, usou-se palavras chave como: Aquecimento global, efeito estufa, sol como fonte de vida, sociedade 5.0, energia solar, bioarquitetura, modelos de energia solar usados na permacultura, ANEEL, etc. De forma complementar, também foram consultados profissionais técnicos das diferentes áreas envolvidas, através de consultas específicas. Por fim, detalhes na descrição da construção dos protótipos só foram sanados através de experiências práticas dos colaboradores envolvidos, ou adquiridas através de ensaios realizados na construção dos protótipos, como apontados no item 3.2.

3.2 Construção dos Protótipos dos Sistemas e Equipamento

Para atender esse objetivo específico, optou-se pela construção dos protótipos em escala real dos sistemas fotovoltaico, Boiler solar e do dessecador, dando ênfase ao uso de materiais de baixo custo, quando possível reciclando, de modo que o processo pudesse ser replicado por cidadãos que possuam preocupação sócio ambiental, incluindo aí os de baixa renda, membros das classes C, D e E (como classificado pelo IBGE), que normalmente não possuem acesso a esse tipo de tecnologia.

A construção de cada um dos três protótipos não se deu em uma única vez, sem interrupções. Foi estabelecido um procedimento de realização de testes a cada etapa de construção para verificar o atendimento dos parâmetros. Caso algum parâmetro não fosse adequadamente atendido, um novo ensaio da etapa era realizado até alcançar um atendimento satisfatório.

As parcerias estabelecidas para a construção dos protótipos só vieram consolidar a metodologia de escolha de materiais recicláveis, de forma a evidenciar a preocupação socioambiental do projeto, que contribui para que essa preocupação seja levada para qualquer cidadão. Um bom exemplo de reuso de material, foi o dos painéis fotovoltaicos usados, material reutilizado, em condições técnicas de uso, mas que seriam descartados pela empresa Natural Energy, que doou os equipamentos. Além da abordagem ambiental, o projeto também traz uma abordagem social, pois o princípio de reuso de material, aliado com o uso de material de baixo custo, sempre que era possível, tornam o custo de construção dos equipamentos menores e, portanto, mais acessíveis a população de menor renda.

Diante do objetivo de sensibilização para novas fontes de matrizes energéticas mais sustentáveis, os protótipos dos sistemas foram montados por meio de doações e pela

contribuição da FAPERJ. Além de retirar os paradigmas de que apenas quem possui renda mais altas possam ter uma energia limpa.

3.2.1 Dessecador Solar

O protótipo do Dessecador Solar foi concessionado na residência do Artesão Vagner Martins, pelo Instituto Socioambiental Reserva da Prata. Seguindo as orientações passadas, de acordo com o que é apresentado no E-book, sendo necessário aperfeiçoar a peça para acomodar o vidro, reduzir o tamanho do modelo. Após foi transferido para teste de funcionamento e melhorias, atualmente está alocado na Capela Nossa Senhora da Esperança, a partir de colaboração com a Pastoral da Ecologia Integral, de forma integrar um projeto maior, denominado “Capela sustentável”.

O modelo foi realizado buscando o reuso dos materiais doados pelo Instituto Socioambiental Reserva da Prata, como madeira de pinos, vidro temperado e gradeado de alumínio de parabólica. Foram realizados testes anteriores para aperfeiçoar a peça, visto que o vidro era mais espesso e ficaria perigoso o uso de apenas dobraduras, além do encaixe do vidro ter sido feito com uma moldura de madeira antes de ser fixado, pois o lixamento apenas para anexar o vidro na madeira também não foi a opção mais segura, como pode ser observado na sequência de imagens das Figuras 11 e 12.

Figura 11 - Dessecador sendo medido e confeccionado



Fonte: Próprio Autor, 2020.

Figura 12 - Dessecador sendo pintado de preto



Fonte: Próprio Autor, 2020

3.2.2 Sistema Fotovoltaico

O Sistema Fotovoltaico foi instalado seguindo as normativas da ANEEL, visto que só profissionais capacitados e com entendimento mínimo em eletrotécnica podem executar suas instalações. Essas informações foram dispostas dentro do E-book, que se encontra em apêndice dessa dissertação. Sua instalação só foi possível a partir de colaboração com a doação dos respectivos módulos de placas fotovoltaicas de uma das empresas parceiras de energia solar e o Instituto Socioambiental Reserva da Prata e do Instalador Nikael Araújo de Paiva.

Diante dessa doação dos módulos que se encontravam com alguma avaria para os clientes da empresa Natural Energy. Iniciou-se os testes de viabilidade técnica, para avaliar se seria possível usar os módulos, se não haveria risco de incêndio, se as células fotovoltaicas estavam funcionando e se o dano no vidro tinha atingido a película protetora visto que se houvesse o risco de queima, esse seria grande durante a chuva.

Após essa análise técnica o sistema foi alocado em um espaço no Rio da Prata, onde permaneceu por cerca de cinco meses, em disposição solar inicialmente projetada para 100% de eficiência, mais se observou que nos meses de inverno entorno de 14 horas já se encontrava

sombreado Figuras 13 e 14, além de avaliar se esta estavam gerando com a mesma qualidade que vem de fábrica.

A versão final construídas e instaladas na Capela Sustentável, Capela Nossa Senhora da Esperança, através da parceria com Pastoral da Ecologia Integral.

Figura 13 - Análise de funcionamento das placas pelo controlador de carga



Fonte: Próprio Autor, 2020.

Figura 14 - Placas conectadas em paralelo



Fonte: Próprio Autor, 2020

3.2.3 Boiler Solar

O protótipo do sistema de aquecimento de água por meio do sol ou Boiler solar foi desenvolvido para enfatizar a importância do uso consciente dos resíduos já existentes e de como é possível ter água aquecida sem o consumo de energia elétrica. Por isso foi utilizado em sua montagem caixas de leite e garrafas pet, coletadas, lavadas e cortas. O preparo desse modelo foi lento e demorado visto que reunir 200 garrafas de apenas 2L e 240 caixas, que era a abordagem inicial ficou inviável. Por isso foi necessário adaptar ao modelo para uma menor escala de entorno de 50 garrafas.

Outra mudança no decorrer do projeto foi a pintura das caixas de leite, pensando na sustentabilidade, o uso de tinta a óleo, em seu manuseio torna-se contaminante tanto para o solo e quanto para a água, então foi realizado o modelo de teste sem a pintura.

Como se realizou o modelo em escala menor também se fez necessário adaptar o fluxo de água, com o uso de uma bomba de aquário para que o fluxo de água pudesse circular pelas ventosas, pois antes seria colocado junto a caixa d'água (Esta informação está dentro do e-book).

O projeto do boiler só foi possível por conta com o apoio dos amigos que se dispuseram a trazer, cortar e lixar todas as caixas e garrafas. Inicialmente construído em outro espaço. Contudo devido a questões de gestão, foi trasladado para a Capela Sustentável, a partir de colaboração com a Pastoral da Ecologia Integral.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados dessa dissertação são apresentados nos dois conjuntos de produtos gerados, E-books e Protótipos, possuindo em cada um desses, a respectiva taxonomia: dessecador, boiler e geração fotovoltaica.

4.1 E-BOOKS

Os e-books foram confeccionados em uma formatação de cartilhas, usando uma linguagem apropriada de modo que fosse atrativa e compreensível, inclusive para o público demais baixa escolaridade. Visto que o público alvo é geral, portanto, variado, tanto em faixa etária, como em escolaridade, podendo essa última ir do ensino fundamental incompleto ao superior.

Os E-books foram desenvolvidos para elucidar a função dos protótipos e como construí-los a partir de um modelo “*faça você mesmo*”, como descritos em metodologia. As cartilhas trazem para a população geral, uma participação ativa para que seja possível discutir os problemas, pensar em soluções, promover a sensibilização e capacitação sobre os problemas ambientais. Como se descreve dentro do conceito de educação ambiental, o Ministério do Meio Ambiente, 1999 fala que a educação ambiental é um processo por meio do qual o indivíduo e a coletividade constroem valores sociais, conhecimentos, habilidades, atitudes e competências voltadas para a conservação do meio ambiente, bem de uso comum do povo, essencial à sadia qualidade de vida. Ainda segundo o Ministério do Meio Ambiente, 1999, busca-se contribuir para que se tenha uma reflexão em preservação ambiental, visando sustentabilidade dos recursos renováveis e não renováveis, procurando novas alternativas e tecnologias.

A proposta para os e-books foi de apontar um novo caminho pedagógico, centralizado na emancipação do sujeito, com vista nos saberes coletivos e colaborativos, onde o professor ou aplicador do conteúdo se transforma em um facilitador da experiência não o detentor do saber único.

Para Sauv  1999, a premissa que norteia o paradigma proposto é o diálogo de saberes que permita construir espaços de fronteiras. Nesse contexto, Leff, 2001, ressalta a importância da formação do pensamento crítico, criativo e sintonizado com a necessidade de propor respostas para o futuro, capaz de analisar as complexas relações entre os processos

naturais e sociais e de atuar no ambiente em uma perspectiva global, respeitando as diversidades socioculturais. Com o objetivo de propiciar atitudes e comportamentos diferentes, frente ao consumo na nossa sociedade e estimulando a mudança de valores individuais e coletivos (JACOBI, 1997).

4.2 Protótipos dos Sistemas e Equipamentos

A escolha pela construção protótipos em escala real tem o objetivo de mostrar ao público em geral, que é possível construir sistemas e equipamentos que podem ser usados no dia a dia, reduzindo os custos de consumo de energia elétrica e contribuindo para a conservação do meio ambiente. Contudo, protótipos em escala real demandam espaço e o ideal seria concentrar os três em um mesmo local para visitação. A partir de colaborações estabelecidas com representantes da Sociedade Civil, as versões finais dos protótipos foram construídas e instaladas na Capela Sustentável, Capela Nossa Senhora da Esperança, através da parceria com Pastoral da Ecologia Integral. No endereço: Rua Vasco Mascarenhas- Campo Grande, a disposição de todos para consulta e aprendizagem.

4.2.1 Dessecador Solar

O protótipo do Dessecador Solar foi construído e alocado na Capela Nossa Senhora da Esperança, a partir de colaboração com a Pastoral da Ecologia Integral, de forma integrar um projeto maior, denominado “Capela sustentável”.

O protótipo construído gera uma temperatura média de 42°C por volta das 12h, de tal forma que o equipamento consegue dessecar 2Kg de alimentos como tomate em um dia de incidência solar sem nuvens Figura15.

Figura 15 - Dessecador solar pronto



Fonte:Próprio Autor, 2021

Para a construção do Dessecador solar foi usado material de baixo custo, assim como adotada a opção por reciclar, diminuindo seu custo, o que permite que esse seja replicado pelos cidadãos de mais baixa renda.

O protótipo do Dessecador solar foi construído com finalidade para coibir a perda de alimentos de caráter perecíveis e bem não duráveis como frutas e legumes. Segundo a ONG Banco de Alimentos (organização que busca combater a fome e o desperdício de alimentos) cada brasileiro desperdiça mais de meio quilo de alimentos por dia.

O desperdício de alimentos prejudica enormemente o meio ambiente. Visto que boa parte dos agrotóxicos, água, terras, fertilizantes, desmatamento, transporte, gastos de energia e petróleo para a produção de máquinas e combustíveis empregados em todos os processos da agropecuária são utilizados em vão. [...] Isso sem falar na questão do aumento da quantidade de resíduos sólidos, que é formado majoritariamente por resíduos orgânicos (60%). O desperdício e a perda de alimentos também causam cerca de 10% das emissões que contribuem para a crise climática (ECYCLE, 2021).

Segundo a EMBRAPA, pioneira em montagem de dessecador solar, as principais vantagem são aumento da vida útil do produto, facilita o transporte e a comercialização,

reduzir as perdas pós-colheita e o alimento desidratado é rico em nutrientes.

De acordo com a FAO (agência das Nações Unidas preocupada em erradicar a fome), 54% do desperdício de alimentos no mundo ocorre na fase inicial da produção, que é composta pela manipulação pós-colheita e pela armazenagem. Os outros 46% do desperdício, de acordo com a mesma fonte, ocorrem nas etapas de processamento, distribuição e consumo. Tudo isso também contribui para a insegurança alimentar e a crise climática (ECYCLE, 2021).

Com a difusão do dessecador solar de baixo custo, buscamos promover a soberania alimentar e a redução do desperdício alimentício, principalmente para os produtores de orgânicos do Maciço da Pedra Branca, situados nas proximidades da Capela sustentável. Incentivamos a continuidade de produção e estimulamos novas formas de renda e empreendedorismo. Além de possibilitar que o próprio quilombo da Dona Bilina, façam as secagens de ervas medicinais e desenvolva suas pomadas e xaropes.

O quadro 1 lista os materiais usados na construção do dessecador solar, assim como o investimento realizado. Como é possível verificar na tabela o custo do investimento para a construção do equipamento (terceira coluna) é bem menor, quando comparado ao custo de mercado de um equivalente (quarta coluna). Isso só foi possível pela metodologia adotada de reciclar, reutilizando os materiais para a montagem, assim como o uso de materiais de baixo custo.

Quadro 1 - Material usado na construção do dessecador, com estimativa de investimento

<u>Protótipo</u>	<u>Quantidade/ Material usado</u>	<u>Investimento (R\$)</u>	<u>Custo no Mercado (R\$)</u>
<u>Dessecador</u>	<u>1 uni - Vidro 1,5 x 80 de 4mm</u> <u>1 uni - Lata de tinta preta a base d'água</u> <u>1 uni -Trincha</u> <u>1 uni -Rolo</u> <u>2 uni- Lixa</u> <u>grossa 2 uni- lixa</u> <u>fina</u> <u>5 uni- Madeira de 3 metros com 30 cm</u> <u>500g -Prego sem cabeça 15 x 15</u> <u>2 uni- Cola de madeira de 100 gramas</u> <u>3 uni- Dobradiça de porta</u> <u>1m -Tela de pinteiro / galinheiro</u> <u>1,5m- Tela de mosquiteiro</u> <u>4uni- placas de isopor</u> <u>4uni- cantoneiras</u> <u>1 uni- pistola de cola quente (grande)</u> <u>Bastão de colar quente preta grande</u>	<u>710,72</u>	<u>2.500,00</u>

Fonte: Próprio Autor, 2021.

4.2.2 Sistema Fotovoltaico

O protótipo do sistema fotovoltaico Solar foi finalizado e alocado na Capela Nossa Senhora da Esperança a partir de colaboração com a Pastoral da Ecologia Integral, de forma integrar um projeto maior, denominado “Capela sustentável” Figuras 16 e 17. O sistema é capaz de gerar uma carga de até 600 W, que em montagem *Off Grid*, que será usado para sustentar o sistema automático de irrigação da “Capela Sustentável”.

O sistema fotovoltaico construído é composto por:

- Duas unidades de placas solares do com dimensões de 2,00m x 2,00m;
- um inversor de 2.000W de Energia Solar Off Grid 12V para 110V Knup;
- uma de baterias-Estacionaria Freedom Df700 12V 50Ah;
- duas unidades de controlador de carga Digital de Painel Solar – 30 A 12V/24Vcomregulador Lucky.

Figura 16 - Sistema de geração fotovoltaica em construção na Capela Nossa Senhora da Esperança: “Capela Sustentável”



Fonte: Próprio Autor, 2021

Figura 17 - Sistema Fotovoltaico instalado



Fonte: Próprio Autor, 2021.

O Sistema fotovoltaico tem como finalidade a sensibilização e a conscientização do público em geral, através da divulgação durante os dias de atividade da capela sustentável, além das atividades pastorais, dando a informação que se pode suprir uma necessidade básica atrás da energia solar, independe da classe social. Visando assim que mais pessoas tenham acesso.

Para tornar funcional o equipamento, ele está conectado ao sistema de irrigação etambém podendo ser usado no ventilador da capela.

O quadro 2 lista os materiais usados na construção do sistema Fotovoltaico, assim como o investimento realizado. Como é possível verificar na tabela o custo do investimento para a construção do sistema (terceira coluna) é bem menor, quando comparado ao custo de mercado de um equivalente (quarta coluna). Isso só foi possível pela metodologia adotada de reciclar, reutilizando os materiais para a montagem.

Quadro 2 - Material usado na construção do sistema fotovoltaico, com estimativa de investimento.

<u>Protótipo</u>	<u>Quantidade/ Material usado</u>	<u>Investimento (R\$)</u>	<u>Custo de Mercado (R\$)</u>
<u>Fotovoltaico</u>	<u>Duas unidades de placas solares com dimensões de 2,00,m x 2,00m;</u> <u>um inversor de 2.000w-W de Energia Solar Off Grid 12V para 110V Knup;</u> <u>uma de baterias Estacionaria Freedom Df700 12V 50Ah;</u> <u>duas unidades de controlador de carga Digital de Paine Solar – 30 A 12V/24Vcom regulador Lucky.</u> <u>30m Cabo Solar UV/ CC- Preto</u> <u>30m Cabo Solar UV/CC- Vermelho</u> <u>8 m Cabo CA 6 mm– Preto</u> <u>8m Cabo CA 6 mm – Vermelho</u> <u>10 m Cabo CA 16 mm</u> <u>2 terminais de bateria de 16 por 36 mm</u> <u>10 terminais tubular de 6 mm</u> <u>2 trilhos de 2,40 metros</u> <u>2 unidades de 3 metros madeira de telhado</u> <u>4 unidades de MC4</u> <u>1 unidade de Intermediário</u> <u>4 unidades de Terminal final</u> <u>9 m Condutele</u> <u>5 unidades de Braçadeiras</u> <u>5 unidades de Parafuso e bucha S8</u> <u>5 unidades de curvas de ¾ POL</u> <u>Uma unidade de Disjuntor bifásico 25 A</u> <u>Uma unidade de Disjuntor bifásico de 16 A</u> <u>2 unidades de DPS</u> <u>Caixa de Disjuntor</u>	6.155,20	11.040,11

* Custo de do mercado já inclui o material e a instalação
 Fonte: Próprio Autor, 2021.

4.2.3 Boiler Solar ou Aquecedor de Água Solar

O Boiler solar ou aquecedor de água solar, na versão final encontra-se alocado na capela sustentável, e pode ser visitado nos dias que a pastoral da ecologia integral realiza as atividades Figura 18. Foi baseado no uso consciente de resíduos e em sua reutilização.

O sistema montado é capaz de aquecer 200L de água em um intervalo de 1 hora, elevando a temperatura dessa em 35°C.

O sistema instalado na Capela Sustentável é composto por:

- Um reservatório de água de capacidade para 200L;
- Uma aquecedor tubular a vácuo aquecimento de água de 10 varas construída com materiaisrecicláveis e de baixo custo;

- Tubos, conexões e válvulas hidráulicas
- Bomba de aquário.

Figura 18 - Sistema de aquecimento de água por Boiler solar transladado para a Capela Sustentável



Fonte: Próprio Autor, 2021.

A Caixa de leite em sua composição possui três componentes principais, que são 75% de papel-cartão (*duplex*), 20% de alumínio (folha bem fina) e 5% do plástico polietileno. Em meio ambiente geram um impacto ambiental pois, tendo em vista a grande quantidade dessas embalagens que são utilizadas e que os compósitos são muito difíceis de se degradar e de reciclar. Com isso a reutilização dessas embalagens torna-se vital para dar nova função.

Dentro dos modelos de boiler solares de baixo custo, um dos mais baratos seria o aplicado nesse projeto de dissertação, porém ele é mais demorado em sua construção. Tem modelos como as mesmas relevâncias, porém, mas rápida em execução, como por exemplo a de mangueira de jardim preta em espiral.

O quadro 3 lista os materiais usados na construção de Boiler Solar, assim como o investimento realizado. Como é possível verificar na tabela o custo do investimento para

a construção do sistema (terceira coluna) é bem menor, quando comparado ao custo de mercado de um equivalente (quarta coluna). Isso só foi possível pela metodologia adotada de reciclar ou reutilizar os materiais para a montagem do sistema.

Quadro 3 - Material usado na construção do Boiler Solar, com estimativa de investimento.

<u>Protótipo</u>	<u>Quantidade/ Material usado</u>	<u>Investimento (R\$)</u>	<u>Custo de Mercado (R\$)</u>
<u>Boiler solar</u>	<u>50 unidade-Garrafas Pet;</u> <u>50 unidade-Caixa de leite;</u> <u>1uni- Estilete</u> <u>2 varas de cano pvc de 20 mm;</u> <u>1 uni-Martelo de borracha;</u> <u>3 uni-Lixa d'água;</u> <u>1 uni-Cola para tubo pvc;</u> <u>1 uni -Arco de cerra;</u> <u>2uni- joelhos cano pvc de 20 mm;</u> <u>18 uni- Tcano pvc de 20 mm ?;</u> <u>1uni- Bomba de aquário.</u>	<u>220,69</u>	<u>5.017,50</u>

*Custo de mercado já inclui o material e a instalação

Fonte: Próprio Autor, 2021.

CONCLUSÕES

Neste trabalho abordamos a Educação Ambiental, como foco no tema de energia solar como fonte de energia elétrica e térmica, com modelos práticos e detalhados por meio de cartilhas pedagógicas, de maneira a promover a sustentabilidade e de ser acessível a todos, independe da classe social, com o reuso e a reciclagem como aspecto adotado. Além disso foi realizado um levantamento histórico demonstrando a evolução da energia dentro do aspecto socioambiental e fomentando a busca de mudanças de paradigmas e de comportamentos sociais.

Os três protótipos desenvolvidos nessa dissertação ficaram alocados nas dependências da Capela Nossa Senhora da Esperança, denominado “Capela sustentável”. A visitação está sendo realizada de acordo com agenda da pastoral da ecologia integral, as datas estão no Instagram @pastoraldaecologiaintegral, nos dias propostos para o público em geral, além de participar de outras atividades no espaço.

Também é possível dizer que os E-books (cartilhas) descrevendo a montagem dos equipamentos estarão disponíveis para baixar tanto pelo Site da universidade, quanto pelas redes sociais do Instituto Socioambiental Reserva da Prata e da Pastoral da Ecologia Integral. Além de ser divulgadas em cursos e oficinas essas já programadas para posterior a conclusão desse curso. O impacto visado é de uma maior conscientização socioambiental da população, de modo que essa venha ter acesso a mais modelos práticos e que mais indivíduos possam usufruir de melhor qualidade de vida.

Este trabalho foi muito importante para promover a maior compreensão sobre o tema de energia solar e as novas ferramentas de soluções simples independe das políticas públicas existentes. Ainda vale salientar que o projeto descrito será continuado mesmo após sua conclusão pela universidade. Pois como relatado, tem diversos outros modelos possíveis a serem abordados, testado e aprimorados, além de compreender que a educação ambiental é contínua e colaborativa

REFERENCIAS

ALANO, J. A. **Água quente para todos: Aquecedor solar produzido com materiais recicláveis**. 4 .ed. Curitiba, 2008. Disponível em: <http://www.planetareciclavel.com.br/desperdicio_zero/Kit_res_17_solar.pdf>. Acesso em: 2020.

ANEEL - Agência Nacional de Energia Elétrica. **Ministério de Minas e Energia**. Disponível em: <<https://www.gov.br/aneel/pt-br>>. Acesso em: 2018.

BARRETO, I. J. N. **Fogão solar do tipo caixa: Relato de uma experiência didática para o ensino de propagação do calor**. 2018. 107f. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Educação matemática - PPGECEM) - Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande, 2018.

BIOCLIMATICA A&S. **Sistemas Passivos**. 2009. Disponível em: <<http://www.bioclimaticarquitectura.com.br/2009/11/repisas-reflectantes-prateleiras-de-luz.html>>. Acesso em: 02 de maio de 2022.

BOFF, L. **Sustentabilidade : o que é, o que não é**. Petrópolis: Vozes, 2015.

BRASIL, MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (MMA). **Lei nº 9.795, de 27 de abril de 1999**. Dispõe sobre a educação ambiental, institui a Política Nacional de Educação Ambientale dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, 2000.

CANAL SOLAR. **O que é energia solar?** Disponível em: <<https://canalsolar.com.br/o-que-e-energia-solar-saiba-tudo-sobre-energia-solar/>>. Acessado em: 2020.

CAVALCANTE, Z. V.; SILVA, M. L. S. da. **A importância da Revolução Industrial no mundo da tecnologia**. In: VII EPCC - Encontro Internacional de Produção Científica Cesumar. 2011, Maringá. Editora CESUMAR - Paraná.

DE LIRA, J. E. S. **Estudo sobre o conforto ambiental nas escolas públicas de Itajubá/MG**. 2019. 99f. Dissertação (programa de Pós Graduação em Meio Ambiente e Recursos Hídricos - PPGMARH) - Universidade Federal de Itajubá, Minas Gerais, 2019.

DULLEY, R. D. Noção de natureza, ambiente, meio ambiente, recursos ambientais. **Agricultura**. São Paulo, v. 51, n. 2, p. 15-26, 2004.

ECOPLANETENERGY - Soluções em Energia Renovável. **Sistema Autônomo de Energia Solar não Conectado a Rede**. 2012. Disponível em: <<https://ecoplanetenergy.com/pt-br/sistema-autonomo-de-energia-solar-nao-conectado-a-rede/>>. Acesso em: 2021.

ECYCLE - Sua Pegada mais Leve. **Desperdícios de Alimentos: Causas e Prejuízos.**

Disponível em: <<https://www.ecycle.com.br/desperdicio-de-alimentos/>>. Acesso em: 2021.

EDIFICARSE. Ventilação Cruzada. **Entendendo Melhor sobre a Ventilação.**

Disponível em: <<https://edificarse.com.br/a-ventilacao-natural-ajudando-voce-na-quarentena/>>. Acesso em: 2020.

ENGINE – SOLUÇÕES PARA GESTÃO NA NUVEM. **Já ouviu falar sobre Sociedade 5.0? Descubra o que é.** Disponível em:

<<https://www.enginebr.com.br/industria-4-0-2/sociedade-5-0-descubra-o-que-e/>>. Acesso em: 2018.

EPE - EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. Fontes de Energia.

ABCD Energia. Disponível em: <<http://www.epe.gov.br/pt/abcdenergia/fontes-de-energia>> Acesso em: 27 de maio de 2020.

GONZÁLEZ, F. H. D. Fotossíntese. UFRGS, Rio Grande do Sul, p. 1-8, 2009.

HARARI, Y. N. **Sapiens: Uma Breve história da Humanidade.** Porto Alegre: L&PM, 2017.

IAPAR. INSTITUTO AGRONÔMICO DO PARANÁ. **Construção de secador solar.** p.1-

10. Disponível em: <<https://www.pr.gov.br/iapar>>. Acesso em: 2021.

IRENA. Agência Internacional de Energia Renovável. <<https://www.irena.org/>>. Acesso em: 2016.

JACOBI, P. Meio ambiente urbano e sustentabilidade: alguns elementos para a reflexão. In: CAVALCANTI, C. (Org.). **Meio Ambiente, Desenvolvimento Sustentável e Políticas Públicas.** Ed. Cortez, São Paulo, 1997.

LABORATÓRIO DE GARAGEM. **Sistema de energia solar off grid híbrido com energia da rua.** Disponível em: <<http://labdegaragem.com/forum/topics/duvida-sistema-de-energia-solar-off-grid-hibrido-com-energia-da>>. Acesso em: 2019.

LEFF, E. Epistemologia ambiental. São Paulo: Cortez, 2001. In: LEFF, E. (Org). Pensar a Complexidade Ambiental. **A Complexidade Ambiental.** São Paulo, Cortez, 2003.

LOPES, P. E. **Geração Solar Fotovoltaica conceitos básicos.** 2016.

MINHA CASA SOLAR. **Qual a diferença entre sistemas On grid e Off grid?:**

Disponível em: <<http://blog.minhacasasolar.com.br/qual-diferenca-sistemas-on-grid-off-grid/>> Acesso em: 14 de julho de 2018.

MOLLISON, B. ; SLAY, R. M. Introdução à Permacultura. **Ed. Novo Tempo**. p. 1-200, 1991.

NASCIMENTO, R. S.; ALVES, G. M.. **Fontes alternativas e renováveis de energia no Brasil: métodos e benefícios ambientais**. In: **Educação e Ciência para a Cidadania Global**. XX Encontro Latino Americano de Iniciação Científica, XVI Encontro LatinoAmericano de Pós-Graduação e VI Encontro de iniciação à Docência. 2016, p. 1-6. Universidade do Vale do Paraíba - São Paulo.

NUDEL, M. **O que é conforto ambiental na arquitetura?** Disponível em:
<<https://www.bwexpo.com.br/o-que-e-conforto-ambiental-na-arquitetura/>> Acesso em: 24 de agosto de 2020.

ORTIZ, L. S. **Energias renováveis sustentáveis: uso e gestão participativa no meio rural**. Porto Alegre: Núcleo Amigos da Terra/Brasil. 64p, 2005.

PAPER, W. O mundo sustentável das energias renováveis. 2011.

PIXABAY. Disponível em: <<https://pixabay.com/pt/photos/search/2021/>>. Acesso em: 2021.

PORTAL SOLAR. **Como Funciona a Energia Solar**. Disponível em:
<<https://www.portalsolar.com.br/como-funciona-energia-solar.html>>. Acesso em : 2020.

PORTUGAL, G. **Recursos naturais**. 1992. Disponível em:
<<https://www.gpca.com.br/gil/art80.htm>>. Acesso em: 13 de maio de 2020.

ROOSL, A.; BECKER, E. L. S. Educação Ambiental e Sustentabilidade. **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental REGET/UFSM**. v.5, n. 5, p. 857-866, 2012.

RUIZ, S. S. **Vida, Luz e Ciência: Existe uma Ordem de Importância entre Elas?** p.110- 116, 2016. In: JÚNIOR, L. M.; MASSAMBANI, O.; PURINI, S. R. M.; STEVENS, D.; MAGNONI, M. G. M.; VALE, J. M. F.; FIGUEIREDO, W. S. **Programa Educativo e socialJC na escola: Luz, Ciência e vida**, p. 110-116, 2016.

SAUVÉ, L. La educación ambiental entre la modernidad y la posmodernidad: en busca de un marco educativo integrador. **Tópicos en Educación Ambiental**. México: Semarnap, v. 2, n.5, 1999.

SESC. **Conceito de sustentabilidade**. 2019: Disponível em:<
<https://sustentabilidade.sescsp.org.br/conceito-de-sustentabilidade>> Acesso em 11 de fevereiro de 2022

SILVA, A. L. SILVA da. **Teoria de Aprendizagem de Vygotsky**. Disponível

em:

<<https://www.infoescola.com/pedagogia/teoria-de-aprendizagem-de-vygotsky/>>:
Acesso em: março de 2022.

SILVA JR., I. C. **Fabricação e estudo de um secador solar de exposição direta de baixo custo**. 2018. 65f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Mecânica) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2018.

SILVEIRA, G. Desidratador Solar de Frutas Feito com Material Reciclado.

Tecnologias do Bem. Disponível em:

<<https://sitiocurupira.wordpress.com/tecnologiasdobem/>>. Acesso em: 2021.

SOLETROL - Aquecedores solares de Água: Utilização, Instalação, Dados Técnicos. **Manual Técnico**. 44p. 2021.

SOSOL. **Manual de instrução de manufatura e instalação experimental do aquecedor solar de baixo custo**. Universidade Federal de Santa Maria. UFSM, 2006. Disponível em: < http://w3.ufsm.br/fuentes/index_arquivos/rev.pdf 2006.> Acesso em: 05 de agosto de 2020.

TORRESI, S. I. C.; PARDINI, V.L.; FERREIRA, V. F. O que é Sustentabilidade? **Química Nova**, v.33, n. 1, p. 5, 2010.

VGR - VEGRESIDUOS. Disponível em: <<https://www.vgresiduos.com.br/blog/>>. Acesso em: 2018.

ZIMMEMN, A.; FRANÇA, F. **Prepare seus alimentos com a energia do sol! Faça você mesmo um fogão solar**. p.1-23. Disponível em:
<https://www.sustentavelnapratica.net>. Acesso em: 2021.