

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”

FACULDADE DE CIÊNCIAS E ENGENHARIA

Programa de Pós-Graduação em Agronegócio e Desenvolvimento

JANAINA KAWATA DE ALENCAR

**SISTEMA DE AQUECIMENTO SOLAR COMO FONTE GERADORA DE
TECNOLOGIA SOCIAL**

TUPÃ – SP

2021

JANAINA KAWATA DE ALENCAR

**SISTEMA DE AQUECIMENTO SOLAR COMO FONTE GERADORA DE
TECNOLOGIA SOCIAL**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronegócio e Desenvolvimento da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Campus de Tupã, como requisito para a obtenção do título de Mestre em Ciências.

Área de concentração: Agronegócio e Desenvolvimento

Linha de Pesquisa: Desenvolvimento e Meio Ambiente

Orientador:

Dr. Luís Roberto Almeida Gabriel Filho

Coorientadores:

Profa. Dra. Camila Pires Cremasco Gabriel

Prof. Dr. Daniel dos Santos Viais Neto

TUPÃ – SP

2021

Ficha catalográfica elaborada pela Seção Técnica de Biblioteca e Documentação da
FCE – Unesp, Câmpus Tupã:

Alencar, Janaína Kawata.

A257s Sistema de aquecimento solar como fonte geradora de tecnologia
social. / Janaína Kawata Alencar. – Tupã: [s.n.], 2021.

111 f. : il.

Dissertação (Mestrado em Agronegócio e Desenvolvimento) –
Universidade Estadual Paulista UNESP – Faculdade de Ciências e
Engenharia, 2021.

Orientador: Luís Roberto Almeida Gabriel Filho

1. Sustentabilidade. 2. Desenvolvimento Social. 3. Energias
Renováveis. 4. Políticas Públicas. 5. I.Título. II. Autor.

Fonte: Eliana Kátia Pupim, bibliotecária CRB 8 – 6202.

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

**TÍTULO DA DISSERTAÇÃO: SISTEMA DE AQUECIMENTO SOLAR COMO FONTE GERADORA DE
TECNOLOGIA SOCIAL**

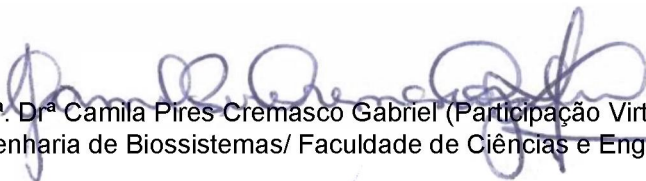
AUTOR: JANAINA KAWATA DE ALENCAR

ORIENTADOR: LUÍS ROBERTO ALMEIDA GABRIEL FILHO

COORDINADOR: CAMILA PIRES CREMASCO GABRIEL

COORDINADOR: DANIEL DOS SANTOS VIAIS NETO

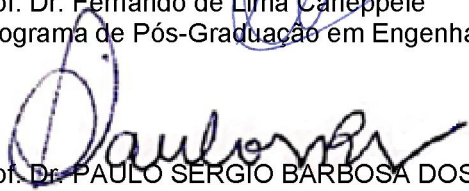
Aprovado como parte das exigências para obtenção do Título de Mestra em AGRONEGÓCIO E
DESENVOLVIMENTO, pela Comissão Examinadora:



Prof. Dr.ª Camila Pires Cremasco Gabriel (Participação Virtual)
Engenharia de Biosistemas/ Faculdade de Ciências e Engenharia – FCE – UNESP – Tupã/SP



Prof. Dr. Fernando de Lima Caneppele
Programa de Pós-Graduação em Engenharia e Ciências dos Materiais – FZEA – USP



Prof. Dr. PAULO SÉRGIO BARBOSA DOS SANTOS
Engenharia de Biosistemas/ Faculdade de Ciências e Engenharia – FCE – UNESP – Tupã/SP

Tupã, 25 de fevereiro de 2021

À minha família,
meu alicerce!

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, por me proteger e por me sustentar nos momentos difíceis.

A Profa. Dra. Sandra Cristina de Oliveira, pela oportunidade de cursar uma disciplina como aluna especial.

Ao meu orientador Prof. Dr. Luís Roberto Almeida Gabriel Filho, por me acolher com tamanha consideração.

Ao comitê de orientação: a Profa. Dra. Camila Pires Cremasco Gabriel e ao Prof. Dr. Daniel dos Santos Viais Neto, que sempre estiveram dispostos a sanar minhas dúvidas, com muita paciência e dedicação.

Ao Jhonatan Cabrera Piazzentin, pela parceria e construção dos aquecedores solares.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo financiamento do projeto e ao Centro de Referência de Assistência Social (CRAS) de Presidente Prudente, pela parceria.

Ao Grupo de Pesquisa (PGEA), por todo acolhimento.

Aos professores por todo conhecimento transmitido durante as aulas. Aos funcionários da FCA-UNESP, em especial ao Fábio (Fabão), por sempre estar disposto a esclarecer os procedimentos burocráticos para a conquista desse título.

Aos membros da banca de qualificação, Prof. Dr. Mário Mollo Neto e ao Prof. Dr. Paulo Sérgio Barbosa dos Santos, por todas as contribuições no exame de qualificação.

A toda minha família, pela compreensão nos momentos ausentes.

Ao meu marido, Reinaldo, que sempre esteve ao meu lado segurando a minha mão, seja me apoiando ou me ajudando a levantar.

Agradeço a minha mãe, exemplo de força e paciência, por me mostrar o lado bom de tudo e sempre acreditar em mim. Aos meus irmãos, pelo apoio e por todo o amor.

A minha amiga de infância e irmã de coração, Josiane, pela parceria, apoio, paciência e puxões de orelha.

Aos amigos, que sempre estiveram torcendo por mim.

“A utopia está lá no horizonte. Me aproximo dois passos, ela se afasta dois passos. Caminho dez passos e o horizonte corre dez passos. Por mais que eu caminhe, jamais alcançarei. Para que serve a utopia? Serve para isso: para que eu não deixe de caminhar.”

(Eduardo Galeano)

“A resiliência exigida no presente é também nossa aposta no futuro. Um futuro comum e solidário, onde políticas públicas sejam construídas de baixo para cima, acolhendo a todos e todas, com instituições fortes, transparentes e democráticas, sem deixar ninguém para trás.”

(Grupo de Trabalho da Sociedade Civil para a Agenda 2030, 2020, p.4)

ALENCAR, Janaina Kawata. **Sistema de aquecimento solar como fonte geradora de tecnologia social**. 2021. 111 p. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Faculdade de Ciências e Engenharia, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Tupã, 2021.

RESUMO

A complexidade dos problemas socioambientais que assolam o mundo contemporâneo torna-se cada vez mais preocupante. Os efeitos da busca incansável pelo desenvolvimento econômico das nações e o descaso com as questões ambientais e sociais têm evidenciado a necessidade de adentrar-se em discussões sobre a mitigação das mudanças climáticas, desenvolvimento sustentável, redução das desigualdades sociais, planejamento e políticas públicas. Nessa perspectiva, esse trabalho tem como objetivo geral: avaliar a efetividade da aplicação de uma tecnologia social para aquecimento de água em áreas urbana e rural. Diante disso, a abordagem metodológica adotada foi quali-quantitativa, com um levantamento bibliográfico inicial por meio do método de Revisão Bibliográfica Sistemática (RBS) e investigação sobre o planejamento energético nacional em prol das energias renováveis com foco na geração e economia de eletricidade. Em seguida, foram elaborados materiais para a divulgação e instrução sobre aquecedores solares de baixo custo e por fim, foram verificadas as condições socioambientais dos moradores de um bairro urbano no Município de Presidente Prudente e em uma propriedade rural no Município de Queiróz, e analisada a eficiência de um sistema de aquecimento como alternativa para a redução dos gastos com energia elétrica. Entre os principais resultados obtidos, destacam-se a necessidade de alinhamento entre os aspectos de mercado e políticas públicas de incentivos para a disseminação do uso de aquecedores solares, bem como o desenvolvimento de novas tecnologias sociais. Verificou-se ainda que a adoção de sistemas de aquecimento solar para água são ótimas alternativas para a redução do consumo de energia e inclusão de populações excluídas.

Palavras-chave: Sustentabilidade. Desenvolvimento Social. Energias Renováveis. Políticas Públicas.

ALENCAR, Janaina Kawata. **Solar heating system as a source of social technology**. 2021. 111 p. Dissertation (Master of Science) – São Paulo State University (UNESP), School of Sciences and Engineering, Tupã, 2021.

ABSTRACT

The complexity of the socio-environmental problems that plague the contemporary world is becoming increasingly worrying. The effects of the relentless pursuit of economic development of nations and the neglect of environmental and social issues have highlighted the need to enter into discussions on the mitigation of climate change, sustainable development, reduction of social inequalities, planning and public policies. In this perspective, this work has as a general objective: to evaluate the effectiveness of the application of a social technology for water heating in urban and rural areas. Therefore, the methodological approach adopted was qualitative, with an initial bibliographical survey by means of the Systematic Bibliographical Review (SBR) method and investigation about the national energy planning in favor of renewable energies with a focus on electricity generation and saving. Next, materials for the dissemination and instruction on low-cost solar heaters were elaborated and, finally, the socio-environmental conditions of the residents of an urban district in the city of Presidente Prudente and a rural property in the city of Queiróz were verified and the efficiency of a heating system was analyzed as an alternative for the reduction of electricity costs. Among the main results obtained, the need for alignment between market aspects and public incentive policies for the dissemination of the use of solar heaters, as well as the development of new social technologies, stand out. It was also verified that the adoption of solar water heating systems are great alternatives for the reduction of energy consumption and the inclusion of excluded populations.

Keywords: Sustainability. Social development. Renewable energy. Public policy.

LISTA DE FIGURAS

CAPÍTULO I

Figura 1 – Nuvem de palavras-chave.....	27
Figura 2 – Modelos dos sistemas em série e paralelo.....	30

CAPÍTULO II

Figura 1 – Oferta interna de energia elétrica no Brasil por fonte 2018-2019.....	41
Figura 2 – Participação das fontes no consumo residencial.....	41
Figura 3 – Capacidade solar térmica em operação e rendimento anual 2000-2018.....	44
Figura 4 – Distribuição por tipo de coletores em operação no mundo no ano de 2017.....	45
Figura 5 - Participação dos eletrodomésticos no setor residencial.....	46
Figura 6 – Curva de carga média residencial no Brasil.....	46
Figura 7 - Participação das fontes no aquecimento de água para banho nos domicílios.....	48

CAPÍTULO III

Figura 1 – Município de Presidente Prudente dentro do Estado de São Paulo.....	65
--	----

CAPÍTULO IV

Figura 1 – Visão geral do bairro Conjunto Habitacional Augusto de Paula.....	79
Figura 2 – Produção da queijaria da propriedade	79
Figura 3 – Estrutura das colunas do painel.....	81
Figura 4 - Estrutura do painel solar.....	81
Figura 5 – Estrutura do painel solar finalizado e instalado.....	81
Figura 6 – Residência 1	82
Figura 7 – Residência 2.....	82
Figura 8 – Residência 3.....	82
Figura 9 – Queijaria na propriedade rural.....	82

LISTA DE QUADROS

INTRODUÇÃO GERAL DA DISSERTAÇÃO

Quadro 1 – Procedimentos metodológicos da pesquisa	20
--	----

CAPÍTULO I

Quadro 1 – Etapas para condução da revisão bibliográfica sistemática	
– RBS Roadmap	22
Quadro 2 – Parâmetros de entrada da RBS	23
Quadro 3 – Resultados das buscas e do processo de filtragem nas bases de dados	24
Quadro 4 – Artigos selecionados pelo método RBS Roadmap	26
Quadro 5 – Relação dos artigos selecionados pelo método RBS Roadmap	28
Quadro 6– Utilização de aquecedores solares nos continentes	32
Quadro 7– Tipos de políticas de incentivos	34

CAPÍTULO II

Quadro 1 - Fonte de energia utilizada para aquecimento de água para banho	
(2018-2019).....	47

CAPÍTULO III

Quadro 1 – Descrição dos vídeos compartilhados.....	66
Quadro 2– Indicadores para determinação da percepção ambiental.....	67
Quadro 3 – Organização do grau de percepção ambiental.....	71
Quadro 4 – Atribuição de peso para as alternativas.....	71

CAPÍTULO IV

Quadro 1 – Materiais utilizados para a confecção da grade absorvedora.....	80
Quadro 2 – Custo total do aquecedor solar.....	85

LISTA DE GRÁFICOS

CAPÍTULO I

Gráfico 1 – Representatividade dos resultados de aprovação e rejeição dos artigos....	24
Gráfico 2 – Rejeição de artigos segundo critérios de exclusão.....	25
Gráfico 3 – Número de publicações por país.....	27

CAPÍTULO III

Gráfico 1 - Frequência de respostas referente a dimensão de comportamento.....	71
Gráfico 2 - Frequência de respostas referente a dimensão de conhecimento.....	72
Gráfico 3 - Frequência de respostas referente a dimensão de importância.....	73

CAPÍTULO IV

Gráfico 1 – Consumo de energia elétrica da Residência 1.....	83
Gráfico 2 – Consumo de energia elétrica da Residência 2.....	84
Gráfico 3 – Consumo de energia elétrica da Residência 3.....	85

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO III

Tabela 1 – Distribuição de frequência dos respondentes por faixa etária.....	68
Tabela 2 – Distribuição de frequência dos respondentes por escolaridade.....	69
Tabela 3 – Distribuição de frequência dos respondentes por situação profissional.....	69
Tabela 4 – Distribuição de frequência dos respondentes por renda familiar mensal.....	70

Sumário

INTRODUÇÃO GERAL DA DISSERTAÇÃO	16
CAPÍTULO – I.....	21
REVISÃO BIBLIOGRÁFICA SISTEMÁTICA SOBRE SISTEMAS SOLARES DE BAIXO CUSTO PARA AQUECIMENTO DE ÁGUA	21
1. INTRODUÇÃO	21
2. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	22
2.1 Entrada	22
2.2 Processamento	23
3. RESULTADOS E DISCUSSÕES	25
3.1 Desempenho térmico do coletor.....	29
3.2 Viabilidade técnico-econômica de aquecedores solares.....	31
3.3 Políticas para o aquecimento de água por fonte solar	33
4. CONSIDERAÇÕES FINAIS	35
REFERÊNCIAS	36
CAPÍTULO – II	38
PLANEJAMENTO ENERGÉTICO NACIONAL E A PREOCUPAÇÃO COM O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL	38
1. INTRODUÇÃO	38
2. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	39
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	39
3.1 Planejamento energético e demanda das ações brasileiras frente à economia de energia elétrica.....	39
3.2 Utilização da energia solar no aquecimento de água.....	43
3.3 O aquecimento de água para banho no Brasil	45
3.4 Políticas energéticas brasileiras em prol das energias renováveis com foco na geração e economia de eletricidade	48
3.5 Atual cenário da política energética sustentável brasileira.....	53
4. CONSIDERAÇÕES FINAIS	56
REFERÊNCIAS	56
CAPÍTULO – III	62
A TECNOLOGIA SOCIAL COMO ESTRATÉGIA PARA O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL.....	62
1. INTRODUÇÃO	62
2. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	63
2.1 Planejamento e concepção da pesquisa	63
2.3 Lócus da pesquisa.....	64

2.3	Elaboração dos materiais de divulgação	65
2.4	Instrumento de coleta e análise dos dados.....	66
3.	RESULTADOS E DISCUSSÃO	68
3.1	Análise do bloco 1 – Aspectos socioeconômicos e habitação.....	68
3.2	Análise do bloco 2 - Aspectos relacionados à percepção ambiental	70
4.	CONSIDERAÇÕES FINAIS	73
	REFERÊNCIAS	74
	CAPÍTULO – IV	76
	INSERÇÃO DA ENERGIA SOLAR TÉRMICA PARA AQUECIMENTO DE ÁGUA EM RESIDÊNCIAS COMO FORMA DE INCLUSÃO SOCIAL	76
1.	INTRODUÇÃO	76
2.	PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	78
2.1	Montagem e instalação dos aquecedores solares	80
2.2	Instrumento de coleta e análise dos dados.....	82
3	RESULTADOS E DISCUSSÃO	83
4	CONSIDERAÇÕES FINAIS	86
	REFERÊNCIAS	86
	CONSIDERAÇÕES FINAIS DA DISSERTAÇÃO	88
	REFERÊNCIAS DA INTRODUÇÃO GERAL.....	89
	APÊNDICE A – INSTRUMENTO DA PESQUISA.....	91
	APÊNDICE B – MANUAL DE MONTAGEM DO AQUECEDOR SOLAR.....	95

INTRODUÇÃO GERAL DA DISSERTAÇÃO

As consequências da degradação ambiental causadas pela busca descontrolada de desenvolvimento econômico, fizeram com que temas como esgotamento de reservas naturais e mudanças climáticas surgissem na pauta das discussões mundiais (BLANK, 2015; POTT; ESTRELA, 2017; MACHADO; RESENDE, 2019).

Segundo o Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas (IPCC) (2015), tendo em vista a mitigação das mudanças climáticas, para que a humanidade consiga alcançar um desenvolvimento sustentável, é preciso praticar ações que buscam reduzir impactos ambientais nocivos. Assim, para diminuir os efeitos das ações humanas sobre o meio ambiente, é imprescindível que haja transformações nas esferas políticas, econômicas, tecnológicas, sociais e culturais (IPCC, 2015).

As decisões tomadas de forma equivocada no passado, tornaram-se evidentes com a instabilidade do mundo atual. Nesse sentido, necessita-se refletir sobre a importância de se promover um desenvolvimento que não comprometa o meio ambiente e a qualidade de vida das pessoas, a fim de evitar desastres ainda maiores (BLANK, 2015; POTT; ESTRELA, 2017).

Diante desse contexto, a Organização das Nações Unidas (ONU), criou em 1983, uma Comissão Mundial sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento (CMMAD) e em 1987, foi desenvolvido pela comissão o Relatório de Brundtland (Nosso Futuro Comum), apresentando uma nova perspectiva para o desenvolvimento, considerando que "[...] **desenvolvimento sustentável é o desenvolvimento que atende às necessidades da geração presente sem comprometer a capacidade das gerações futuras de atender às suas próprias necessidades**" (BRUNDTLAND, 1991, p. 46, grifo nosso).

A partir do surgimento deste conceito de desenvolvimento sustentável, a ONU promoveu diversos eventos com o objetivo de viabilizar debates relacionados às questões ambientais. Esses encontros possibilitaram assinaturas de tratados internacionais sobre o controle de emissão de gases de efeito estufa (RAMPAZO; ICHIKAWA; CARRIERI, 2014).

Em meio as propostas de solução para amenizar os problemas socioambientais de ampla complexidade, aprovou-se em uma Assembleia Geral das Nações Unidas, no ano de 2015, uma Agenda composta por 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS). Esta Agenda contempla um plano de ação com 169 metas que objetivam guiar as nações até o ano de 2030, abordando temas relacionados aos direitos humanos, combate às desigualdades sociais, prosperidade econômica, proteção dos ecossistemas e promoção da paz mundial (JANUZZI; CARLO, 2018; ROMA, 2019). Segundo Januzzi e Carlo (2018) e Roma (2019), a

Agenda ODS veio como uma substituição a Agenda de Objetivos de Desenvolvimento do Milênio (ODM), com a intenção de ampliar as metas relacionadas as desigualdades, a fim de construir uma sociedade mais justa, permitindo que todos usufruam dos benefícios do desenvolvimento socioeconômico (ROMA, 2019, p. 38).

Segundo Roma (2019) e Litre *et al.* (2020), a Agenda 2030 constituída por objetivos pode trazer uma certa robustez nas formas de gestão. Para os autores, esse modelo possibilita maior flexibilidade para a tomada de decisão e facilita acordos entre países membros da ONU, permitindo que as nações selecionem suas prioridades, adequando as metas da Agenda à realidade do país.

Para Litre *et al.* (2020), é de extrema importância considerar a realidade nacional, pois os recursos financeiros, de tempo, de conhecimento e de capacidades humanas e organizacionais, são limitados e difere de um país para o outro. Como o Brasil necessitará aprimorar, mapear e monitorar as políticas públicas e ações do governo em todos os setores, enfrentará grandes desafios para adequar, de fato, as metas propostas pela Agenda 2030 (JANUZZI; CARLO, 2018; ROMA, 2019).

Segundo o Relatório de Acompanhamento da implementação dos ODSs no Brasil, constatou-se que praticamente a totalidade das metas avaliadas apresentaram retrocessos e encontram-se longe de serem implementadas de forma efetiva até o final da Agenda 2030 (GTSC A2030, 2020). É válido pontuar que nesse relatório consta a avaliação de 145 das 169 metas¹, devido às dificuldades para o levantamento de informações, seja por inexistência ou insuficiência de dados.

Frente ao exposto, o presente trabalho visa aprofundar-se nas tratativas referentes ao ODS 7, que trata sobre energia limpa e acessível, “àquelas que durante seu processo de produção ou de consumo, não liberam resíduos ou gases poluentes geradores do efeito estufa e do aquecimento global” (IPEA, 2019). De acordo com esse ODS todos têm direito ao acesso as fontes de energia confiáveis, sustentáveis, modernas e com preço acessível².

É indiscutível que a energia move o desenvolvimento de um país, no caso brasileiro a fonte de geração de energia elétrica se alicerça nas hidrelétricas. No entanto, não se pode afirmar que atualmente, toda a população brasileira possui acesso à energia elétrica, segundo GTSC A2030 (2020), as últimas informações existentes foram levantadas no Censo 2010 e as questões do Censo 2020, não trazem referência sobre acesso à energia elétrica.

¹ Informações disponíveis em: <<https://www.cidadessustentaveis.org.br/noticia/detalhe/gt-agenda-2030-lanca-relatorio-sobre-a-implementacao-dos-ods-no-brasil>>. Acesso em: 20 set. 2020.

² Disponível em: <<https://brasil.un.org/pt-br/sdgs/7>>. Acesso em: 20 set. 2020.

Nesse sentido, há que se considerar outras formas de geração de energia limpa e sustentável, principalmente no tocante as pequenas gerações domésticas e de baixo custo, a fim de reduzir desigualdades e proporcionar uma melhor qualidade de vida para comunidades e populações mais vulneráveis.

Frente a este cenário, o desenvolvimento de tecnologias simples e de baixo custo, como uma possibilidade para suprir as necessidades e/ou resolver problemas presentes nas camadas mais excluídas da sociedade, aderem temas relacionados à educação, meio ambiente, energia, alimentação, habitação, água, trabalho e renda, entre outros (MACIEL; FERNANDES, 2011; COSTA, 2013).

Segundo o Instituto de Tecnologia Social (ITS), como o desenvolvimento não está atrelado apenas ao crescimento econômico, a inclusão social é tomada como uma condição fundamental para compor o progresso das nações. O desenvolvimento socioeconômico sustentável é uma oportunidade para que se consiga reverter a conjuntura presente há tempos no país, com o propósito de construção de um mundo íntegro, democrático, sensível às questões ambientais e a qualidade de vida humana (ITS, 2007, p.15).

Em acréscimo, no desenvolvimento de tecnologias sociais destaca-se a preocupação com o tipo de matéria-prima e fontes de energia adotadas nos processos, além das atenções voltadas para o consumo e para a geração de resíduos. Nesse sentido, considera-se que as tecnologias sociais pressupõem sustentabilidade socioambiental e econômica, tratando a questão da preservação ambiental como um aspecto fundamental (ITS, 2007).

Com base nas características apresentadas, a tecnologia social pode favorecer a transformação social para a sustentabilidade. Segundo Costa (2013), a propagação de tecnologias sociais em combinação com a criação de políticas públicas eficazes, pode fortalecer a caminhada do país rumo ao desenvolvimento sustentável. De fato, mais que nunca, precisa-se de investimentos em educação, criação de novas formas de comunicação e diálogo, de produção e consumo, de cuidado com o outro e com o meio ambiente.

Assim, a presente pesquisa se justifica no atual cenário de crises socioeconômica e ambiental, no aumento do consumo de energia elétrica, nos avanços de tecnologias de geração de energia com fontes renováveis e sustentáveis, e na necessidade de mudanças no modo de pensar e agir do ser humano com relação ao meio ambiente.

Para tanto, este trabalho apresenta a seguinte problemática de pesquisa: Como se dá a efetividade da aplicação de uma tecnologia social para aquecimento de água em um bairro urbano do Município de Presidente Prudente e em uma propriedade rural do Município de Queiróz, ambos situados no Estado de São Paulo?

Para se buscar responder o problema de pesquisa, estabeleceu como objetivo geral: Avaliar a efetividade da aplicação de uma tecnologia social para aquecimento de água em um bairro urbano do Município de Presidente Prudente e em uma propriedade rural do Município de Queiróz, ambos situados no Estado de São Paulo.

Como objetivos específicos pretendeu-se:

I. Verificar na literatura e em documentos nacionais a viabilidade da tecnologia social para a sustentabilidade;

II. Elaborar materiais para divulgação e instrução sobre sistemas de aquecimento solar de baixo custo;

III. Analisar a eficiência do aquecedor solar para a sustentabilidade mediante a comparação das faturas de energia e temperatura da água *ex-post-fato* a aplicação desta tecnologia social.

É importante destacar que esta dissertação está estruturada em quatro capítulos. Cada capítulo possui um artigo científico completo, com introdução, metodologia, resultados e discussão, considerações finais, e referências.

Diante da estruturação apresentada, o Capítulo 1 teve como objetivo caracterizar o estado da arte sobre sistemas de baixo custo para aquecimento de água por meio da energia solar, nos últimos cinco anos. Empregou-se a metodologia de Revisão Bibliográfica Sistemática (RBS), utilizando-se do *Software Start* para a sua execução.

No Capítulo 2, buscou-se levantar informações sobre o planejamento energético nacional brasileiro com foco no consumo de energia elétrica, por meio de um levantamento documental e bibliográfico em sites governamentais, relatórios e artigos científicos.

O Capítulo 3, teve como objetivo elaborar materiais de divulgação de aquecedores solares, além de verificar as condições socioambientais dos participantes da pesquisa. Para o desenvolvimento deste capítulo, foram utilizados os resultados obtidos no levantamento de campo por meio da aplicação do método de levantamento ou *survey*. A análise dos dados quantitativos foi feita por meio da estatística descritiva.

O Capítulo 4, buscou analisar a eficiência dos sistemas instalados como alternativa para redução dos gastos com energia elétrica nas residências. Para a análise dos dados foi utilizado a estatística descritiva.

Por fim, a dissertação está estruturada em quatro capítulos em formato de artigos científicos, seguido das considerações finais gerais, referências, apêndices e anexos.

O Quadro 1, apresenta a organização das etapas desta dissertação.

Quadro 1 – Procedimentos metodológicos da pesquisa

Objetivo geral Avaliar a efetividade da aplicação de uma tecnologia social para aquecimento de água em um bairro urbano do município de Presidente Prudente e em uma propriedade rural do município de Queiróz, ambos situados no Estado de São Paulo.		
Objetivos específicos	Procedimentos metodológicos	Capítulos
I. Verificar na literatura e em documentos nacionais a viabilidade da tecnologia social para a sustentabilidade;	Revisão Bibliográfica Sistemática das publicações científicas (artigos);	Capítulo 1: Verificação da literatura sobre sistemas de baixo custo para aquecimento de água por meio da energia solar, nos últimos cinco anos.
	Levantamento documental e bibliográfico em sites governamentais, relatórios e artigos científicos.	Capítulo 2: Levantamento de informações sobre o planejamento energético nacional com foco no consumo de energia elétrica.
II. Elaborar materiais para divulgação e instrução sobre sistemas de aquecimento solar de baixo custo;	- Criação de vídeos instrucionais sobre meio ambiente, sustentabilidade e construção de aquecedores solares a partir de materiais reutilizáveis; - Desenvolvimento de Manual de montagem dos aquecedores solares; - Criação e organização de grupos de whatsapp para contato com os participantes da pesquisa; - Aplicação de formulários aos participantes da pesquisa; - Tabulação e análise dos dados coletados.	Capítulo 3: Divulgação dos aquecedores solares de baixo custo e investigação das condições socioambientais dos participantes da pesquisa.
III. Analisar a eficiência do aquecedor solar para a sustentabilidade mediante a comparação das faturas de energia ex-post-fato a aplicação desta tecnologia social.	- Instalação dos aquecedores; - Tabulação e análise dos dados <i>ex-post-fato</i> das faturas de energia.	Capítulo 4: Análise da eficiência dos sistemas instalados como alternativa para redução dos gastos com energia elétrica.
Discussão geral dos resultados		

Fonte: Elaborado pela autora.

CAPÍTULO – I

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA SISTEMÁTICA SOBRE SISTEMAS SOLARES DE BAIXO CUSTO PARA AQUECIMENTO DE ÁGUA

1. INTRODUÇÃO

Como forma de diversificar a matriz energética atual e diminuir os efeitos negativos causados pelo uso de combustíveis fósseis, tem se buscado cada vez mais, o uso de fontes de energias renováveis. Nesse contexto, a energia solar vem sendo utilizada gradativamente por ser gerada de forma segura e ser favorecida pela distribuição uniforme de irradiação solar (WANG *et al.*, 2017).

Nessa perspectiva, a energia solar térmica é uma das tecnologias, em desenvolvimento, considerada uma energia de grande potencial no mercado mundial. Nas últimas décadas, houve um aumento do uso de coletores solares para aquecimento de água no setor da construção civil. Contudo, ainda carece de estudos para melhorar seu desempenho e sua eficiência, em especial, quanto a perda de calor (WANG *et al.*, 2015).

Apesar do aumento do uso de aquecedores solares em todo território mundial, esse tipo de tecnologia ainda apresenta preços elevados, principalmente em países emergentes. Segundo Napolini e Rüther (2012), o alto valor de mercado justifica-se pelo fato de sistemas domésticos de aquecimento de água por fonte solar, serem projetados com vistas às residências de classe média ou alta.

Nesse sentido, estudos que abordam o desenvolvimento de tecnologias simples e de baixo custo podem contribuir para que famílias de baixa renda tenham acesso a esse tipo de sistema, possibilitando uma melhor qualidade de vida às pessoas, desempenhando um papel importante no planejamento energético e no desenvolvimento socioambiental (JUANICÓ; DILALLA, 2016).

Entende-se ser importante investigar como está constituído o cenário de desenvolvimento de tecnologias de baixo custo utilizando energia solar para o aquecimento de água. Tal pesquisa possibilita com que sejam identificadas as peculiaridades, potencialidades e desafios enfrentados na promoção desses tipos de sistemas. Nesse contexto, configura-se esta Revisão Bibliográfica Sistemática (RBS) que teve como objetivo verificar como está configurada o estado do conhecimento sobre sistemas de baixo custo para fins de aquecimento de água por meio da energia solar.

2. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

A Revisão Bibliográfica Sistemática (RBS) é um método científico que possui como objetivo fornecer conhecimentos estruturados sobre um tema de pesquisa, possibilitando ao pesquisador identificar questões sobre seu tema de estudo (BIOLCHINI *et al.*, 2007). Nesse sentido, “é o processo de coletar, conhecer, compreender, analisar, sintetizar e avaliar um conjunto de artigos científicos com o propósito de criar um embasamento teórico-científico (estado da arte) sobre um determinado tópico ou assunto pesquisado” (CONFORTO; AMARAL; SILVA, 2011, p. 3).

O método utilizado para o desenvolvimento do artigo foi conduzido conforme recomendações de Conforto, Amaral e Silva (2011), utilizando o modelo RBS *Roadmap*, organizado em três etapas, conforme Quadro 1.

Quadro 1 - Etapas para condução da revisão bibliográfica sistemática – RBS *Roadmap*

1 - Entrada	2 - Processamento	3- Saída
1.1 Problema 1.2 Objetivo 1.3 Fontes primárias 1.4 <i>Strings</i> de busca 1.5 Critérios de inclusão	2.1 Condução das buscas 2.2 Seleção final dos artigos	3.1 Síntese dos resultados

Fonte: Conforto, Amaral e Silva (2011).

Ressalta-se que, antes mesmo da execução das três etapas da RBS, primeiramente, se faz necessário o planejamento. Neste foi realizada uma pesquisa prévia sobre a temática de aquecimento solar de água a fim de definir os strings de busca, identificar os artigos relevantes e os principais autores, assim como as bases em que os principais artigos estão indexadas. Só então se parte para as etapas de realização da RBS, que foram sistematizadas com auxílio do *software* livre StArt (State of the Art through Systematic Review).

2.1 Entrada

Com dados obtidos durante o planejamento para a realização da RBS, na etapa da entrada, primeiramente se definiu o problema de pesquisa, o objetivo, as bases de dados, os *strings* de busca e os critérios de inclusão das publicações (Quadro 2).

Quadro 2 – Parâmetros de entrada da RBS

Problema	
Como está configurado o estado do conhecimento científico sobre sistemas de baixo custo para fins de aquecimento de água por meio da energia solar, entre os anos de 2015 e 2019?	
Objetivo	
Verificar, por meio de uma Revisão Bibliográfica Sistemática (RBS), a literatura sobre sistemas de baixo custo para fins de aquecimento de água por meio da energia solar, entre os anos de 2015 e 2019.	
Bases de Dados	
Science Direct Scopus Web of Science	
Strings de busca	
<i>Science direct</i>	<i>("solar technology" AND "low cost" AND "water heating")</i>
<i>Scopus and Web of Science</i>	<i>"Low cost" AND "solar water heating"</i>
CrITÉRIOS de inclusão dos artigos nas bases de dados	
Somente artigos que tratam de alguma forma de temas relacionados a aquecimento de água por meio de aquecimento solar.	

Fonte: Elaborado pela autora.

Vale destacar que houve a necessidade de numerosas adaptações nos *strings* de busca, sendo testadas várias combinações de palavras, até chegar nos termos a serem usados juntamente com os operadores lógicos da busca booleana.

Definidos os parâmetros de entrada para a execução da RBS, passou-se para a etapa de processamento, com busca nas bases de dados e seleção das publicações.

2.2 Processamento

O Quadro 3, apresenta o resultado do processo de busca pelas bases de dados, por artigos relacionados ao tema de interesse, e as etapas de uso de filtros.

Como se pode observar também no Quadro 3, o início da busca nas três bases de dados em questão: Science Direct, Scopus e Web of Science deu-se, inicialmente sem a aplicação de nenhum filtro. Posteriormente, foram sendo incluídos filtros, de modo a refinar a pesquisa, primeiramente, para um período mais recente, de modo que os documentos científicos refletissem uma tecnologia mais atual, depois optou-se por selecionar apenas artigos, de modo a relacionar apenas pesquisas já submetidas a análise dos pares, na sequência, como foram localizados alguns artigos que não estavam disponíveis gratuitamente, optou-se por incluir o

filtro de acesso livre e por fim, o filtro do idioma, que não alterou o número de artigos localizados.

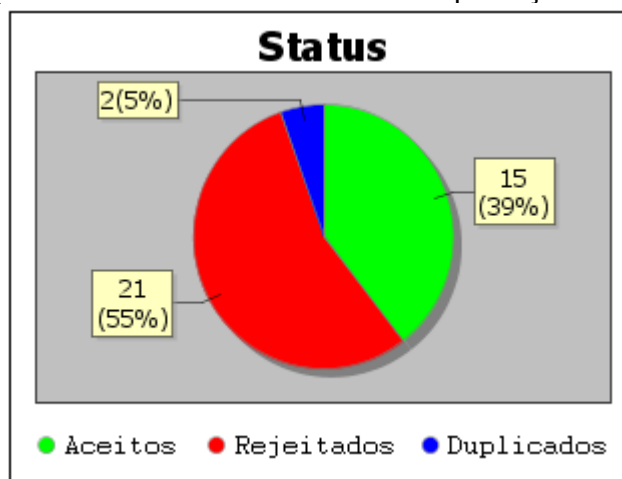
Quadro 3 – Resultados das buscas e do processo de filtragem nas bases de dados

Filtros	Bases de dados		
	Science Direct 22/10/2019	Scopus 22/10/2019	Web of Science 22/10/2019
Sem Filtros	1104	70	34
Período de 2015 a 2019	364	25	15
Artigos e artigos de revisão	311	16	10
Acesso livre	32	2	4
Idioma: Inglês e Português	32	2	4

Fonte: Elaborado pela autora.

Após a aplicação dos quatro filtros nas próprias bases de dados, os resultados obtidos foram exportados em formato BIBTEX para o *software* StArt. Os artigos classificados como duplicados foram identificados e excluídos, restando 36 artigos. O Gráfico 1 mostra a quantidade de artigos aceitos, rejeitados e duplicados nessa primeira etapa de processo de seleção de artigos.

Gráfico 1 – Representatividade dos resultados de aprovação e rejeição dos artigos

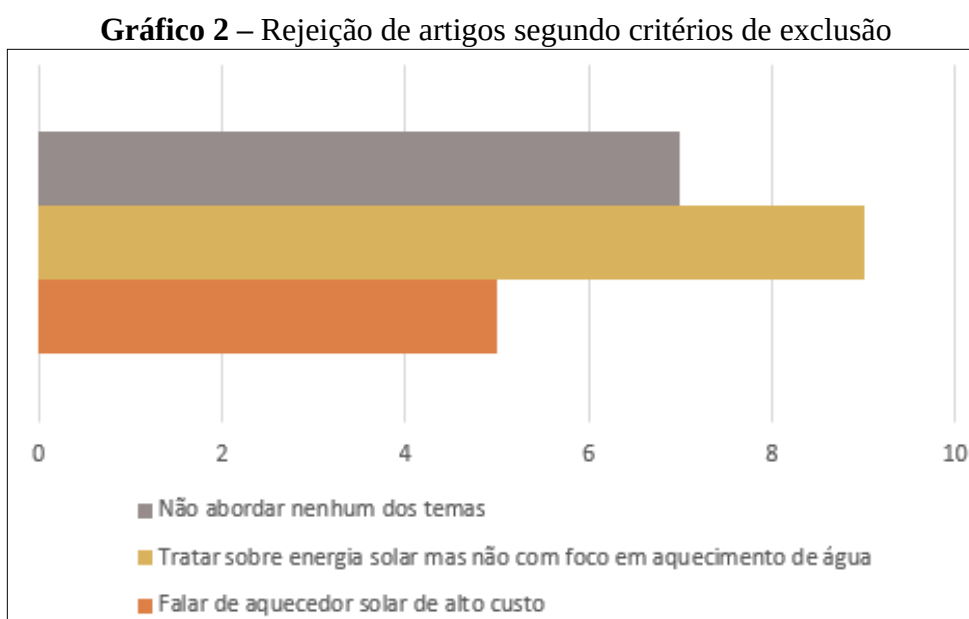


Fonte: Elaborado pela autora.

De acordo com os critérios de inclusão, foram utilizados somente os artigos que trouxeram em sua abordagem aquecimento solar de baixo custo e que tratavam questões de tecnologia solar relacionado ao aquecimento de água. Assim, a seleção dos artigos mediante a leitura do título, resumo e palavras-chave, resultou na compilação de 15 artigos. Passou na sequência para a leitura da introdução e conclusão dos artigos, conforme as orientações de

Conforto, Amaral e Silva (2011). Restou para a leitura completa um total de sete artigos, de onde foram extraídos os resultados da revisão. Vale salientar que todo o processo de seleção desses documentos se deu de forma rigorosa, respeitando os critérios de inclusão e exclusão estabelecidos inicialmente.

De acordo com o número expressivo de documentos rejeitados, apresenta-se no Gráfico 2 os fatores mais relevantes que resultaram na exclusão dos artigos.



Fonte: Elaborado pela autora.

Como se pode notar, o elevado índice de rejeição se deu pelo fato de os artigos serem relacionados a sistemas de aquecimento solar por placas fotovoltaicas e não com foco ao aquecimento de água em residências.

A seção a seguir apresenta a saída dos resultados obtidos, a análise aprofundada dos sete artigos selecionados para a terceira etapa do método RBS *Roadmap*.

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Para esta etapa final da RBS foram selecionados sete artigos, sendo que cinco deles estão indexados na *Science Direct*, um na *Scopus* e um na *Web of Science*.

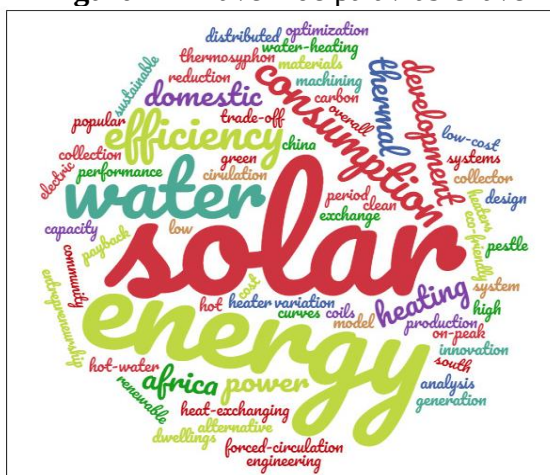
A seguir, o Quadro 4 apresenta informações de título e autores, ano de publicação, base de indexação, periódico, fator de impacto e índice H, referentes as bases de dados das quais foram selecionados os artigos para leitura completa.

Quadro 4 – Artigos selecionados pelo método RBS Roadmap

Título/Autores	Ano	Base	Jornal	Fator de Impacto	Índice H
<i>Technical and economic feasibility of the use of solar thermal energy in condominiums with popular dwellings</i> MORAES, E. C. S, SOUZA, T. M., BALESTIERI, J. A.	2015	Scopus	<i>Renewable Energy and Power Quality Journal</i>	0,19	--
<i>Solar PV and solar water heaters in China: Different pathways to low carbon energy</i> URBAN, F., GEALL, S., WANG, Y.	2016	Science direct	<i>Renewable and Sustainable Energy Reviews</i>	1,556	222
<i>Investigation and Modelling of the Centralized Solar Domestic Hot Water System in Residential Buildings</i> YU, R., YAN, D., FENG, X., GAO, Y.	2016	Science direct	<i>Procedia Engineering</i>	--	51
<i>A review on technical improvements, economic feasibility and world scenario of solar water heating system</i> GAUTAM, A., CHAMOLI, S., SINGH, S.	2017	Science direct	<i>Renewable and Sustainable Energy Reviews</i>	10,556	222
<i>Multi-objective optimization for reducing the auxiliary electric energy peak in low cost solar domestic hot-water heating systems in Brazil</i> CARDEMIL, J.M., STARKE, A. R., COLLE, S.	2018	Science direct	<i>Solar Energy</i>	4,674	151
<i>Influence of the absorber tubes configuration on the performance of low-cost solar water heating systems</i> BARBOSA, E. G., ARAÚJO, M. E., MORAES, M. J., MARTINS, M. A., ALVES, B. G. X. BARBOSA, E. G.	2019	Science direct	<i>Journal of Cleaner Production</i>	6,396	150
<i>Development of a large-area, low-cost solar water-heating system for South Africa with a high thermal energy collection capacity</i> TWITE, M. F., SNYMAN, L. W., KOKER, J., YUSUFF, D.	2019	Web of Science	<i>Journal of Energy in Southern Africa</i>	1,016	15

Fonte: Elaborado pela autora.

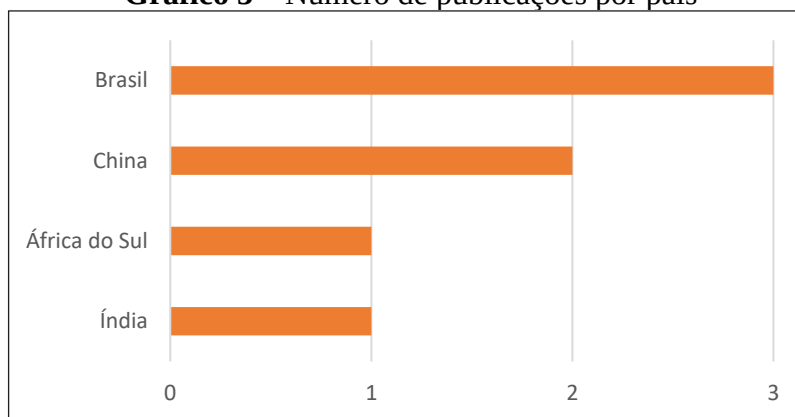
Assim, nota-se que os *journals* listados são periódicos com bom fator de impacto e, portanto, podem representar uma produção consistente e com grande inserção junto aos pesquisadores da área. A Figura 1, apresenta uma nuvem de palavras elaborada a partir das palavras-chave dos artigos selecionados para a análise.

Figura 1 – Nuvem de palavras-chave

Fonte: Elaborado pela autora por meio do gerador Wordcloud.

Como se pode observar, os termos mais evidenciados na Figura 2 foram: solar, energy, water e efficiency, indicando que os artigos selecionados estão de acordo com o objetivo inicial desta RBS.

Detalhando a origem dos artigos, o Gráfico 3 expõe o número de publicações por país, permitindo observar que os trabalhos desenvolvidos com foco em populações carentes sejam em áreas urbanas ou rurais, são provenientes de países em desenvolvimento como a Índia, África do Sul, China e Brasil, constatando-se que mesmo timidamente, essa tecnologia social vem ganhando espaço nos países emergentes.

Gráfico 3 – Número de publicações por país

Fonte: Elaborado pela autora.

Para a discussão dos resultados, optou-se em classificar os artigos de acordo com a abordagem, sendo elas: (i) Desempenho térmico do coletor; (ii) Viabilidade técnico-econômica e (iii) Políticas para o aquecimento de água por fonte solar. A seguir, no Quadro 5, apresentam-se os sete artigos selecionados com informações de autoria, ano de publicação, título, tema e/ou objetivo, bem como a abordagem.

Quadro 5 – Relação dos artigos selecionados pelo método RBS *Roadmap*

Autores/Ano/ Idioma	Título	Tema/Objetivo	Abordagem
MORAES, E. C. S., SOUZA, T. M., BALESTIERI, J. A. P. (2015) Inglês	<i>Technical and economic feasibility of the use of solar thermal energy in condominiums with popular dwellings</i>	Avalia o conhecimento e aceitação de sistemas de aquecedores solares de água e o perfil de consumo de energia elétrica.	(ii) Viabilidade técnico-econômica de aquecedores solares
URBAN, F., GEALL, S., WANG, Y. (2016) Inglês	<i>Solar PV and solar water heaters in China: Different pathways to low carbon energy</i>	Apresenta um panorama a respeito da energia solar fotovoltaica e aquecedores solares.	(iii) Políticas para o aquecimento de água por fonte solar
YU, R., YAN, D., FENG, X., GAO, Y. (2016) Inglês	<i>Investigation and Modelling of the Centralized Solar Domestic Hot Water System in Residential Buildings</i>	Avalia a adaptabilidade de um sistema de aquecimento solar de água em edifícios residenciais com baixa eficiência térmica.	(i) Desempenho térmico do coletor
GAUTAM, A., CHAMOLI, S., SINGH, S. (2017) Inglês	<i>A review on technical improvements, economic feasibility and world scenario of solar water heating system</i>	Aponta a viabilidade econômica de sistemas de aquecimento solar de água.	(ii) Viabilidade técnico-econômica de aquecedores solares
CARDEMIL, J.M., STARKE, A. R., COLLE, S. (2018) Inglês	<i>Multi-objective optimization for reducing the auxiliary electric energy peak in low cost solar domestic hot-water heating systems in Brazil</i>	Analisa o impacto de políticas de promoção de sistemas de aquecimento solar.	(iii) Políticas para o aquecimento de água por fonte solar
BARBOSA, E. G., ARAÚJO, M. E., MORAES, M. J., MARTINS, M. A., ALVES, B. G. X. BARBOSA, E. G. (2019) Inglês	<i>Influence of the absorber tubes configuration on the performance of low-cost solar water heating systems</i>	Investiga o desempenho térmico de aquecedores solares de baixo custo.	(i) Desempenho térmico do coletor
TWITE, M. F., SNYMAN, L. W., KOKER, J., YUSUFF, D. (2019) Inglês	<i>Development of a large-area, low-cost solar water-heating system for South Africa with a high thermal energy collection capacity</i>	Desenvolve um sistema de aquecimento solar de baixo custo.	(ii) Viabilidade técnico-econômica de aquecedores solares

Fonte: Elaborado pela autora.

3.1 Desempenho térmico do coletor

Neste item, são apresentados os artigos que envolvem estudo de caso sobre o desempenho térmico de aquecedores solares específicos.

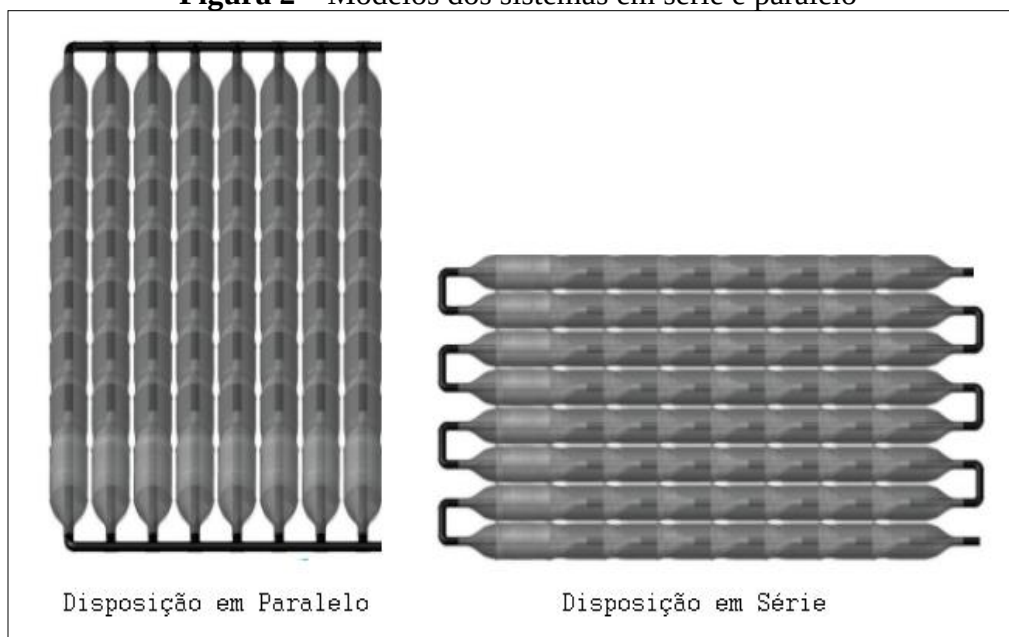
O trabalho realizado por Yu *et al.* (2016), buscou desenvolver um modelo para avaliar a adaptabilidade de um sistema de aquecimento solar de água em locais com muitos usuários e apenas um aquecedor solar. Neste estudo, os autores incluíram no modelo de análise, tanto informações referentes às características dos coletores solares e reservatórios de água, como também dos perfis dos usuários. Segundo Yu *et al.* (2016) é importante adicionar informações particulares dos usuários, pois os mesmos utilizam os aquecedores de água em horários diversos.

Ao desenvolver este trabalho, Yu *et al.* (2016) consideraram dois sistemas com características diferentes implantados em edifícios: um sistema cíclico, em que a água permanece em movimento fazendo o ciclo reservatório-usuário, ocasionando a perda de temperatura durante o trajeto (dentro da tubulação), instalando-se no reservatório, uma resistência para aquecer a água, a fim de manter a temperatura alta, e o segundo sistema acíclico, em que a água permanece em estado estacionário, o que também ocasiona a perda de temperatura, optando-se pela instalação da resistência na saída para o usuário.

Os autores não citam as especificações técnicas dos aquecedores solares utilizados na pesquisa realizada por eles. No entanto, conclui-se que no sistema cíclico há um gasto maior de energia para manter o reservatório em uma temperatura mais elevada quando comparado com o gasto de energia quando a resistência é acionada no momento do uso da água pelo usuário (YU *et al.*, 2016).

Já Barbosa *et al.* (2019), projetaram e construíram os sistemas de aquecimento solar de baixo custo, utilizando tubos de PVC, garrafas PET e embalagens de leite vazias. Foram construídos dois painéis solares, sendo um disposto em paralelo e o outro em série, conforme Figura 2.

Os experimentos ocorreram durante dois dias, no município de Anápolis, Goiás – BRASIL, sendo escolhidos um dia com maior radiação e um outro, parcialmente nublado. Segundo Barbosa *et al.* (2019), houve uma maior variação de temperatura no dia de menor radiação solar, constatando também que, o painel disposto em paralelo apresenta um melhor desempenho em relação ao painel construído em série.

Figura 2 – Modelos dos sistemas em série e paralelo

Fonte: Adaptado de Barbosa et. al (2019).

Ainda no que se refere ao desempenho de aquecedores solares convencionais, Yu *et al.* (2016) e Barbosa *et al.* (2019), relatam que a eficiência de aquecimento desses sistemas apresenta valores de variação entre 40% e 67%. Desta forma, Barbosa *et al.* (2019) concluem que aquecedores solares construídos de materiais reaproveitáveis possuem desempenho satisfatório, uma vez que os aquecedores do experimento, em dia de maior radiação, alcançaram eficiência de 37,8% quando disposto em série e 40,9% quando disposto em paralelo, enquanto que nos dias de menor radiação, alcançaram 33,3% e 38%, respectivamente.

Os dois artigos aqui apresentados evidenciam a importância de estudos que avaliam o desempenho de sistemas de aquecimento. Percebe-se o consenso dos autores em traçar planos de acordo com medições de campo para verificar as necessidades dos sistemas. Entretanto, ressalta-se que o modelo de adaptação do sistema de aquecimento proposto por Yu *et al.* (2016) é interessante para incentivar a implantação de aquecedores solares em edifícios residenciais em que não é tão usual, devido a quantidade de usuários dependentes de um único sistema.

Em contrapartida, a aplicação deste modelo à aquecedores solares de materiais reutilizáveis em residências, não apresenta muita viabilidade, visto que ao acoplar resistências a esses sistemas, podem promover um aumento do consumo de energia.

3.2 Viabilidade técnico-econômica de aquecedores solares

Este item apresenta os artigos que versam sobre a viabilidade de sistemas de aquecimento por fonte solar.

Moraes, Souza e Balestieri (2015) realizaram um levantamento do perfil de consumo de energia elétrica dos habitantes do município de Tremembé, São Paulo – BRASIL, e a economia gerada por meio da utilização de aquecedores solares. A pesquisa foi realizada por amostragem e segundo os autores, o estudo analisou três tipos de aquecedores solares. No entanto, os autores citam apenas o aquecedor de baixo custo construído com garrafas PET e canos PVC e em uma imagem disponível no artigo, visualiza-se um outro aquecedor, do tipo convencional, não sendo possível a identificação do terceiro aquecedor.

Verificou-se que 86,11% das famílias participantes da pesquisa, apresentam consumo de energia elétrica na faixa de 201-250 kWh e que 90,28% dos moradores fazem uso do chuveiro elétrico, entre às 18h00 e 21h00, período considerado de pico. De acordo com Moraes, Souza e Balestieri (2015), o sistema construído com materiais reaproveitáveis pode atender as famílias no que se refere ao aquecimento da água do chuveiro, cozinha e lavanderias, pois as temperaturas variam entre 40 °C e 60°. Os autores consideram uma solução viável para a economia de energia, com cálculos de investimento financeiro unitário de U\$ 497, 75, afirmando que a utilização desse tipo de sistema pode gerar uma economia de 12.000.000 kWh e U\$ 2.748.826,08 por ano, em uma cidade com mais de 10.000 habitantes.

Já Gautam, Chamoli e Singh (2017) fazem uma breve revisão do cenário global de sistemas de aquecimento de água por fonte solar, os tipos de aquecedores e componentes do sistema, e apresentam também informações de uso de aquecedores solares nos principais países de cada continente. Segundo Gautam, Chamoli e Singh (2017), os aquecedores solares de água são usados em todos os continentes, sofrendo pequenas variações quanto a sua aplicação, conforme apresentado no Quadro 6.

Localiza-se dois obstáculos da inserção de sistemas de aquecimento solar: o primeiro é a viabilidade econômica desses tipos de sistemas, pois necessitam de um custo inicial elevado enquanto operam com custo mais baixo, e o segundo, é a dificuldade de se determinar o tamanho ideal do sistema (área do coletor e o volume do reservatório de água), capaz de fornecer o menor custo de energia solar ajustado com a energia auxiliar (GAUTAM; CHAMOLI; SINGH, 2017).

Gautam, Chamoli e Singh (2017), afirmam também que é imprescindível que para constatar a viabilidade do sistema, é necessário determinar o período de retorno e a vida útil dos equipamentos, uma vez que esta viabilidade está condicionada também à vários fatores como: taxa de juros, inflação, custo de manutenção, custo de mão de obra, que muitas vezes são esquecidos durante os estudos de viabilidade econômica.

Quadro 6– Utilização de aquecedores solares nos continentes

Continente	Países	Aplicação
Ásia	China, Turquia, Índia, Israel, Japão, Malásia, Jordânia	Aquecimento de água para moradias unifamiliares, turismo e setor público.
África	Marrocos, Tunísia	Aquecimento de água para moradias unifamiliares e aquecimento de piscinas.
Europa	Espanha, Alemanha, Dinamarca, Polônia, Grécia, Áustria, França, Suíça	Aquecimento de água para casas unifamiliares, turismo e casas familiares do setor público, aquecimento de piscinas, combinação de água e aquecimento ambiente (para casas unifamiliares).
América (do Norte)	Estados Unidos, México, Canadá	Aquecimento de água para moradias unifamiliares, turismo e setor público, aquecimento de piscinas.
América (do Sul)	Brasil e outros países latino-americanos	Aquecimento de água para moradias unifamiliares, turismo e habitações públicas, aquecimento de piscinas.
Oceania	Austrália	Aquecimento de água para casas unifamiliares, aquecimento de piscinas.

Fonte: Adaptado de Gautam, Chamoli e Singh (2017).

Completando o trabalho anterior Gautam, Chamoli e Singh (2017) e Twite *et al.* (2019) buscaram desenvolver um sistema de aquecimento solar, de baixo custo, para água, visando sua utilização em residências unifamiliares. Para o estudo em questão, adicionou-se um gêiser (reservatório para armazenamento de água quente) e uma bomba a um aquecedor de baixo custo construído com telhas convencionais galvanizada.

Segundo Twite *et al.* (2019), esse sistema possui, em média, vida útil de dez anos e realizando o investimento em uma única parcela, o tempo de retorno desse investimento seria em torno de 15 meses. Desta forma, Twite *et al.* (2019) constatam que a utilização de energia fornecida pela rede de eletricidade poderia ser reduzida em torno de 60%, gerando

uma redução de aproximadamente 1500 kWh por mês quando se tem um painel de 4x4 metros.

Ao encontro das conclusões de Twite *et al* (2019), Moraes, Souza e Balestieri (2015) afirmam que aquecedores confeccionados com materiais simples e de baixo custo, não necessitam de mão de obra especializada para a construção, tornando o investimento inicial mais barato e possibilitando geração de emprego.

Composto por três trabalhos, este item mostrou a relevância de desenvolvimento de pesquisas que utilizam protótipos utilizando medições de campo com testes e simulações de operação de sistemas de aquecimento solar de água. Percebe-se o engajamento dos pesquisadores em buscar meios para melhorar o desempenho de aquecedores solares, e uma preocupação em desenvolver sistemas com um custo mais baixo para melhorar as condições de qualidade de vida de famílias mais carentes, em áreas urbanas e rurais.

3.3 Políticas para o aquecimento de água por fonte solar

Neste item são apresentados os artigos que abordam o desenvolvimento e implantação de políticas voltadas para o aquecimento de água por fonte solar.

O trabalho de Urban, Geall e Wang (2016) almejou verificar o cenário de uso da energia solar na China sob a ótica de duas tecnologias: energia solar fotovoltaica e aquecedores solares de água. Os autores concluem que na China, devido a produção de energia solar fotovoltaica ser basicamente para atender o mercado de exportação, recebe muitos apoios financeiros e políticos, enquanto os aquecedores solares de água são encontrados principalmente em áreas rurais e, portanto, recebem um tímido apoio do governo.

Em acréscimo, há um grande número de fatores que demarcam os rumos que cada uma das tecnologias solares tem tomado no decorrer dos anos, mas salientam a importância de utilização dessas tecnologias para reduzir o consumo de energia nos horários de pico. Segundo os autores, os principais fatores que caracterizam as dinâmicas que rodeiam a tecnologia solar fotovoltaica são o custo elevado e sua necessidade de manter-se ligada a rede de eletricidade, enquanto os aquecedores solares de água possuem um custo mais baixo e operam de forma descentralizada (URBAN; GEALL; WANG, 2016).

Urban, Geall e Wang (2016), afirmam que o aumento da participação da energia solar fotovoltaica na China, foi fruto das políticas de apoio de tarifas *Feed-In* e investimentos em pesquisa e desenvolvimento (P&D) em toda a sua cadeia produtiva, além do governo

chinês oferecer empréstimos e terras mais baratas, reduções de impostos, bolsas de pesquisas, subsídios de energia e suporte tecnológico, de infraestrutura e de pessoal aos produtores de energia fotovoltaica e para o uso doméstico, a criação de um programa de subsídio ao telhado.

Segundo Urban, Geall e Wang (2016), a grande maioria dos incentivos para adoção de aquecedores solares de água são por meio dos governos locais, pois segundo especialistas a luz solar apresenta variabilidade nas regiões e esses sistemas já são tecnologias consideradas maduras, dispensando incentivos.

Já Cardemil, Starke e Colle (2018), objetivaram apresentar uma metodologia para verificar os efeitos das políticas de incentivos que envolvem aquecedores solares no que tange a respeito de benefícios tanto para os usuários, como também para as concessionárias. Diante disso, para as análises foram considerados um programa de descontos e um programa de implementação de tarifa por tempo de uso (CARDEMIL; STARKE; COLLE, 2018).

De acordo Cardemil, Starke e Colle (2018), usualmente as políticas de incentivos no mercado de aquecimento solar de água, são divididas em cinco tipos. Diante disso, percebe-se que o foco das políticas de incentivos varia de acordo com cada país, conforme exposto no Quadro 7.

Quadro 7– Tipos de políticas de incentivos

Tipos de Políticas	Países
Baseado na área do aquecedor solar	Alemanha, Áustria, Coreia
Desempenho do painel/sistema	Suécia, Holanda e Austrália
Créditos fiscais	França, EUA
Dedução Fiscal	Grécia
Instalação obrigatória	Israel, Espanha

Fonte: Elaborado pela autora a partir de Cardemil, Starke e Colle (2018).

Esses são os países que mais se destacam quando se trata de políticas regulatórias de incentivos à aquecedores solares de água, pois lideram o mercado mundial dessa tecnologia. Para os autores, ainda não há como afirmar qual a política é mais satisfatória, pois não têm garantido uma diminuição no preço de mercado. No entanto, pontuam que para que aconteça de fato, a disseminação dos aquecedores solares de água em grande escala, o apoio governamental é imprescindível (CARDEMIL; STARKE; COLLE, 2018).

Segundo Cardemil, Starke e Colle (2018), um programa de descontos no custo inicial do sistema pode promover uma redução de 40% a 62% no consumo de eletricidade

pelos usuários e, um programa de implementação de tarifa por tempo de uso possibilita uma variação da redução do consumo de eletricidade entre 40 e 60 kWh/ano nos horários de pico.

Os dois artigos apresentados neste item refletem sobre os desafios enfrentados na disseminação da tecnologia de aquecimento de água por fonte solar. Embora, haja um esforço dos países em estimular a adoção da tecnologia solar pelos usuários, percebe-se uma grande dificuldade de avaliação do desempenho de políticas já implantadas. Como visto, um planejamento a longo prazo, simplificação de políticas de descontos e diversificação de políticas de incentivos, são fatores fundamentais para que haja o desenvolvimento de mercado de aquecedores solares.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esta RBS permitiu verificar as publicações sobre a temática de sistemas solares de baixo custo para aquecimento de água, entre os anos de 2015 e 2019. Para a análise, os sete artigos aceitos foram classificados de acordo com a sua abordagem principal.

A categoria mais evidenciada foi a que envolveu artigos sobre a viabilidade técnico-econômica de aquecedores solares. Estudos que envolvem a combinação dos avanços técnicos e de benefícios econômicos, proporcionados por sistemas de aquecedores solares de água, permitem identificar variáveis que interferem na adoção desses sistemas pela população, auxiliando os agentes envolvidos no desenvolvimento, aprimoração ou modificação de estratégias de implantação, de melhoria dos sistemas e de decisões políticas.

A categoria que compreendeu estudos de desempenho térmico de aquecedores solares, permitiu observar que existem poucas publicações que abordam sistemas de aquecimento solar de água de baixo custo. Percebeu-se a importância de estudos que verificam a necessidade de ajustes em sistemas de aquecimento solar de água em edifícios e residências, promovendo investigação de adaptação desses sistemas, a fim de melhorar a sua eficiência térmica de acordo com o perfil dos usuários.

Nessa perspectiva, a categoria que reuniu artigos sobre políticas para o aquecimento de água por fonte solar trouxeram reflexões sobre a importância do uso da energia solar para a redução do consumo de eletricidade em horários de pico, com o intuito de aliviar o sistema de geração e distribuição.

Desta maneira, os artigos analisados nesta RBS, mostram um aumento de estudos voltados para a adoção da energia solar, apontando como um dos caminhos para mitigar as mudanças climáticas. Observou-se também, que os artigos que envolveram populações

carentes em seu contexto, foram estudos desenvolvidos por países em desenvolvimento e que quatro desses países, integram o BRICS³.

Ressalta-se que embora a maioria das publicações selecionadas na primeira etapa, não abordaram o foco principal de análise, verificou-se que os artigos apresentaram uma preocupação significativa com o uso de fontes renováveis, com o planejamento energético e com a diminuição dos impactos ambientais. No entanto, nota-se uma ausência de estudos que evidenciam a temática de aquecimento solar de água de baixo custo para residências, o que influencia diretamente na carência de tecnologias sociais que venham ao encontro das necessidades das comunidades mais carentes.

Assim, considera-se que ainda há muito a se explorar sobre a temática pesquisada, já que ações que visam potencializar o acesso as tecnologias para aquecimento solar de água de baixo custo, podem permitir uma melhor qualidade de vida à populações carentes e contribuir para o desenvolvimento social.

REFERÊNCIAS

BARBOSA, E. G.; ARAÚJO, M. E.; MORAES, M. J.; MARTINS, M. A.; ALVES, B. G. X. Influence of the absorber tubes configuration on the performance of lowcost solar water heating systems. **Journal of Cleaner Production**, v. 222, p. 22-28, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.03.020>. Acesso em: 22 out. 2019.

BIOLCHINI, J. C. A.; MIAN, P. G.; NATALI, A. C. C.; CONTE, T. U.; TRAVASSOS, G. H. Scientific research ontology to support systematic review in software engineering. **Advanced Engineering Informatics**, v.21, n.2, p.133-151, 2007. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.aei.2006.11.006>. Acesso em: 29 nov. 2019.

CARDEMIL, J. M.; STARKE, A. R.; COLLE, S. Multi-objective optimization for reducing the auxiliary electric energy peak in low cost solar domestic hot-water heating systems in Brazil. **Solar Energy**, v. 163, p. 486-496, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.solener.2018.01.008>. Acesso em: 22 out. 2019.

CONFORTO, E. C.; AMARAL, D. C.; SILVA, S. L. Roteiro para revisão bibliográfica sistemática: aplicação no desenvolvimento de produtos e gerenciamento de projeto. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GESTÃO DE DESENVOLVIMENTO DE PRODUTO – CBGDP, 8., 2011, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre, RS, 2011.

GAUTAM, A.; CHAMOLI, S.; KUMAR, A.; SINGH, S. A review on technical improvements, economic feasibility and world scenario of solar water heating system. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 68, part 1, p. 541-562, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.rser.2016.09.104>. Acesso em: 22 out. 2019.

³ BRICS é o agrupamento formado por cinco grandes países emergentes - Brasil, Rússia, Índia, China e África do Sul.

JUANICÓ, L.; DILALLA, N. The pulsed-flow design: A new low-cost solar collector. **Renewable Energy**, v. 87, Part 1, p. 422-429, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.renene.2015.10.042>. Acesso em: 06 nov. 2019.

MORAES, E. C. S; SOUZA, T. M.; BALESTIERI, J. A. P. Technical and economic feasibility of the use of solar thermal energy in condominiums with popular dwellings. **Renewable Energy and Power Quality Journal**, v. 1, Article number 257, p. 132-134, 2015.

NASPOLINI, H. F.; RÜTHER, R. Assessing the technical and economic viability of low-cost domestic solar hot water systems (DSHWS) in low-income residential dwellings in Brazil. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 48, p. 92-99, 2012. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.renene.2012.04.046>. Acesso em: 05 dez. 2020.

TWITE, M. F.; SNYMAN, L. W.; KOKER, J.; YUSUFF, D. Development of a large-area, low-cost solar water-heating system for South Africa with a high thermal energy collection capacity. **Journal of Energy in Southern Africa**, v. 30, n. 1, p. 49-59, 2019.

URBAN, F.; GEALL, S.; WANG, Y. Solar PV and solar water heaters in China: Different pathways to low carbon energy. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 64, p. 531-542, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.rser.2016.06.023>. Acesso em: 22 out. 2019.

WANG, Z.; GUO, P.; ZHANG, H.; YANG, W.; MEI, SHENG. Comprehensive review on the development of SAHP for domestic hot water. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 72, p. 871-881, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.rser.2017.01.127>. Acesso em: 30 mar. 2020.

WANG, Z.; YANG, W.; QIU, F.; ZHANG, X.; ZHAO, X. Solar water heating: From theory, applications, marketing and research. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 41, p. 68-84, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.rser.2014.08.026>. Acesso em: 30 nov. 2019.

YU, R.; YAN, D.; FENG, X.; GAO, Y. Investigation and Modelling of the Centralized Solar Domestic Hot Water System in Residential Buildings. **Procedia Engineering**, v. 146, p. 424-430, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2016.06.424>. Acesso em: 22 out. 2019.

CAPÍTULO – II

PLANEJAMENTO ENERGÉTICO NACIONAL E A PREOCUPAÇÃO COM O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

1. INTRODUÇÃO

O Brasil apresentou um intensivo desenvolvimento econômico após a Segunda Guerra Mundial. Em meados da década de 70, o rápido crescimento demográfico, a urbanização acelerada, a expansão do parque industrial e o desenvolvimento da malha rodoviária, contribuíram com o processo de transformação do cenário energético do país (GUERRA *et al.*, 2015).

Nessa perspectiva, os debates sobre questões ambientais têm se intensificado nos últimos tempos. Segundo Blank (2015), com vistas as consequências causadas pelas mudanças climáticas, possivelmente, são as mais difíceis de serem enfrentadas e remediadas pela humanidade. Diante disso, criou-se então, propostas por meio de estratégias econômicas, para tentar impedir o agravamento do cenário atual, estabelecendo metas para emissão dos gases de efeito estufa, a criação de mecanismos de desenvolvimento limpo e a criação de um mercado de baixo carbono (GOUVEIA, 2012).

Nesse contexto, por ser uma das alternativas na redução de gases de efeito estufa, o tema de eficiência energética encontra-se na pauta das discussões voltadas para o aquecimento global. Estudos apontam que a melhoria da eficiência energética é essencial para o desenvolvimento sustentável, uma vez que viabiliza medidas governamentais a médio e longo prazo em todos os setores e agrega ganhos sociais, ambientais e de competitividade (SOLA; MOTA, 2015).

As questões de crise ambiental e energética reforçam ainda mais a grande necessidade de planejamento. Segundo a Empresa de Pesquisa Energética - EPE⁴, o planejamento energético é importante na viabilização de um mercado competitivo, dinâmico e que garanta a segurança de suprimento. Desta forma, o planejamento pode ser considerado uma ferramenta que administra a realidade, podendo subsidiar informações que se tornarão referência para melhoria de resultados, a fim de possibilitar tomadas de decisões de maneira adequada (SOLA; MOTA, 2015).

⁴Disponível em: <<http://www.epe.gov.br/pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/serie-o-papel-da-epe>>. Acesso em: 20 mar. 2020.

Diante do contexto apresentado, buscou-se realizar o levantamento das informações sobre o planejamento energético nacional para um desenvolvimento sustentável, com foco na geração e consumo de energia elétrica.

2. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Com o propósito de analisar o planejamento energético e demanda das ações brasileiras frente à economia de energia elétrica, adotou-se a metodologia de pesquisa bibliográfica e documental, compreendendo o caráter exploratório descritivo, de natureza aplicada e abordagem qualitativa. Para tanto, as pesquisas foram realizadas em artigos científicos, anais, relatórios e sites governamentais, com destaque para a Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) e Ministério de Minas e Energia (MME).

Para a análise das informações obtidas, adotou-se a análise de conteúdo que permite a classificação das informações em categorias, com o intuito de facilitar a interpretação e descrição do tema em estudo. Diante dos dados coletados, criou-se quatro categorias, sendo: planejamento energético e demanda das ações brasileiras frente à economia de energia elétrica, utilização da energia solar no aquecimento de água, aquecimento de água para banho no Brasil e políticas energéticas em prol das energias renováveis com foco na geração e economia de eletricidade.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A seguir, apresenta-se a análise do planejamento energético brasileiro, com vistas à economia de energia elétrica.

3.1 Planejamento energético e demanda das ações brasileiras frente à economia de energia elétrica

O desenvolvimento de um país está atrelado às necessidades crescentes de energia. A preocupação com um desenvolvimento sustentável impõe um planejamento de expansão, criando-se planos estratégicos que contemplem o aumento da oferta interna, a redução de custos e impactos nos processos de produção e uso da energia (BRASIL, 2007).

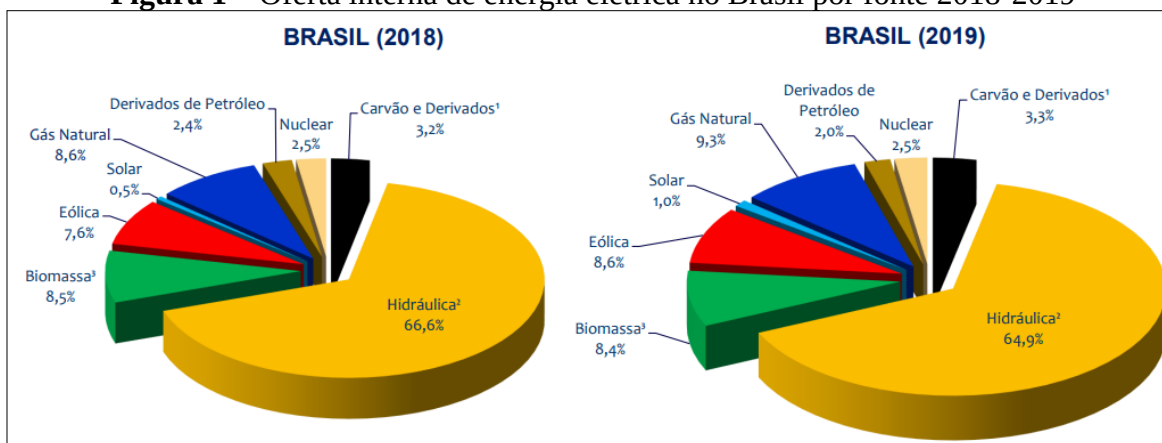
Em 1970, a oferta interna de energia era inferior a 70 milhões de tep (tonelada equivalente de petróleo)⁵ com uma população de 93 milhões de habitantes (BRASIL, 2007). No ano de 2018, a oferta chegou a 288, 4 milhões de tep com uma população de 209,3 milhões de habitantes e de oferta só de energia elétrica, foi de 636,4 TWh (terawatts-hora) (BEN, 2019).

A necessidade de produção em grande escala e a preocupação em se fazer a utilização correta dos recursos naturais, tem incentivado a busca por fontes de geração de energia por meios alternativos e sustentáveis. Desta forma, um dos maiores desafios atualmente, é obter a quantidade de energia limpa necessária com o mínimo de poluição e degradação do meio ambiente (RECALDE, BOUILLE, GIRARDIN, 2015; MANDAL *et al.*, 2019).

Em razão do Brasil ser um dos países mais ricos em recursos hídricos, ainda que haja também outras fontes geradoras disponíveis no país, a energia hidráulica sempre foi predominante na geração de eletricidade (GOLDEMBERG, LUCON, 2007; GAMBETTA *et al.*, 2018). No entanto, é válido ressaltar que apesar da energia hidráulica ser uma das mais limpas, isso não quer dizer que não haja danos ambientais na implantação dessas usinas. A construção de uma usina hidrelétrica impacta diretamente o meio ambiente. Considerando as grandes extensões de suas instalações, o desvio do rio, a área a ser alagada e toda a infraestrutura necessária, temos como danos colaterais a perda da biodiversidade local, o deslocamento de comunidades locais, indígenas e ribeirinhos, e a perda cultural. E ainda há os gases que os vegetais submersos produzem, esses também são gases poluentes (INOJOSA, 2016).

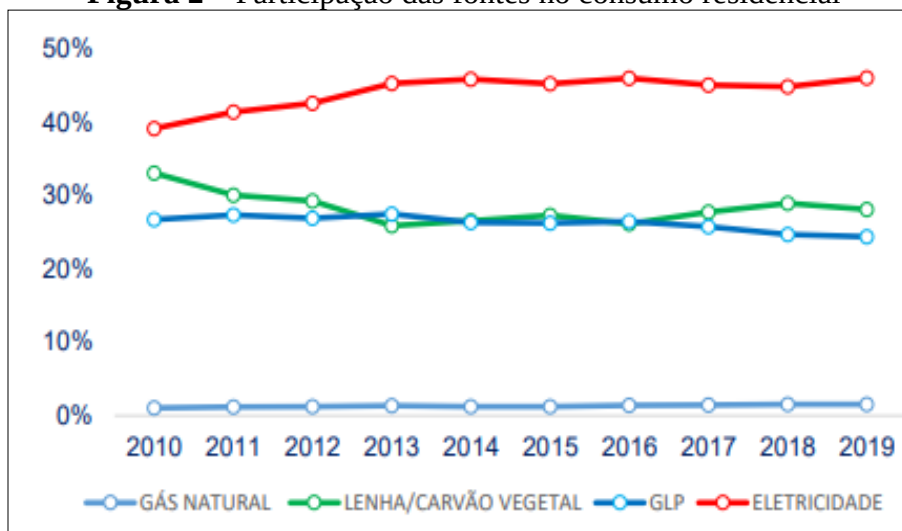
A participação de energias renováveis na matriz energética do Brasil, manteve-se entre as mais elevadas do mundo, com 45,5% em 2018 e 46,1% em 2019, ao passo que a média mundial era de apenas 13,9% em 2017 (BEN, 2020). A Figura 1, representa por fonte, a disposição de geração de energia elétrica nos anos de 2018 e 2019 no país.

⁵ Tep (Tonelada equivalente de petróleo), é a unidade comum na qual se convertem as unidades de medida das diferentes formas de energia utilizadas no Balanço Energético Nacional. Os fatores de conversão são calculados com base no poder calorífico superior de cada energético em relação ao do petróleo, de 10800 kcal/kg.

Figura 1 – Oferta interna de energia elétrica no Brasil por fonte 2018-2019

Fonte: BEN (2020).

Nessas condições, o Brasil tem procurado fornecer incentivos para a promoção de energias renováveis por meio de formulação e implementação de políticas públicas no setor. Nesse sentido, destaca-se que a matriz energética é resultante da disponibilidade de recursos naturais disponíveis e da viabilidade de exploração. A Figura 2 apresenta a participação de fontes para consumo residencial.

Figura 2 – Participação das fontes no consumo residencial

Fonte: BEN (2020).

De acordo com BEN (2020), do ano de 2018 para 2019, houve um recuo da geração por meio da lenha, com uma redução de 2,3% e o gás liquefeito de petróleo (GLP), com uma redução de 0,5%. A eletricidade sofreu um crescimento de 3,5%, justificado pelo aumento da demanda para climatização.

Nessa perspectiva, estudos retratam o cenário atual evidenciando questões de crise ambiental e energética que ocorrem em todo o planeta. Os debates acerca do meio ambiente e diminuição dos recursos naturais tem feito com que empresas e o poder público estabeleça ações para novas formas de gestão e planejamento energético (SILVA, CÂNDIDO, RAMALHO, 2014).

O ato de planejar segundo Holanda (1983), “(...) consiste na aplicação sistemática do conhecimento humano para a previsão e avaliação dos cursos de ação com vistas à tomada de decisões adequadas e racionais, que sirvam de base para ação futura” (*apud* CIMA, 2006, p.8). Assim, ao longo do tempo, a atividade de planejamento foi tornando-se sistematizada e normatizada (CIMA, 2006).

Em consonância com o panorama atual, estudos voltados para a demanda futura de energia elétrica lidam com incertezas, uma vez que a demanda de energia é condicionada por diversos fatores macroeconômicos, sociais, institucionais, climáticos, ambientais, tecnológicos, dentre outros. Nesse sentido, “diversas razões, que vão desde preocupações com o meio ambiente até a segurança no suprimento de energia, motivam o envolvimento de quase todos os países na implementação de políticas de eficiência energética” (BRASIL, 2007, p. 34).

Diante deste contexto, elaborou-se o Plano Nacional de Energia 2030 (PNE), o primeiro planejamento de longo prazo, com participação da sociedade e “(...) com estudos que buscam fornecer insumos para a formulação de políticas energéticas segundo uma perspectiva integrada dos recursos disponíveis” (BRASIL, 2007, p. 7).

Entre os anos de 1970 e 2004 houve um crescimento acima da média de energia elétrica. Esse elevado crescimento foi alavancado não só pelo aumento de taxas dos variados setores da economia, mas também devido a expansão da capacidade instalada, da rede de distribuição e do aumento da participação de indústrias eletrointensivas.

Contudo, foi criado pelo Governo Federal, o Programa Emergencial de Redução do Consumo de Energia Elétrica (PERCEE). O programa integrava um conjunto de cotas de consumo para os diversos setores da economia, aplicando penalidades àqueles que excedessem os limites impostos e propiciando a concessão de bônus aos que conseguissem reduzir o consumo (TOMÉ, 2014).

O país possui experiência com programas de conservação e racionalização do uso de energia, com destaque para o Programa Brasileiro de Etiquetagem, Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica (PROCEL) e Programa Nacional de Racionalização do Uso dos Derivados do Petróleo e do Gás Natural (CONPET) (BRASIL, 2017).

Segundo o Ministério de Minas e Energia (MME), o consumo total de energia no setor residencial poderá crescer 1,8% ao ano no período de 2016 a 2026, devido ao aumento do estoque de equipamentos residenciais. Nesse contexto, o chuveiro elétrico encontra-se entre os principais equipamentos que mais consomem energia elétrica em uma residência (BRASIL, 2017).

O chuveiro elétrico, com características de alta potência e com o seu uso concentrado em determinados espaços de tempo por grande número de residências, provoca formação de picos de consumo. Esses picos exigem do sistema de geração, transmissão e distribuição, uma elevada capacidade de operação, sobrecarregando o sistema (TOMÉ, 2014).

A fim de reduzir o consumo de energia elétrica no horário de pico e incentivar os consumidores a utilizá-la mesmo de modo mais consciente, foi regulamentada e homologada pela Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), a chamada Tarifa Branca (TOMÉ, 2014). Segundo ANEEL (2019)⁶, a Tarifa Branca é uma opção para quem possui consumo acima de 250 KWh/mês. Esta sinaliza a variação do valor da energia, possibilitando aos consumidores o pagamento de valores diferenciados em função da hora e do dia da semana em que consome energia elétrica.

Segundo MME (2017), no que se refere ao aquecimento de água, os chuveiros elétricos serão substituídos pelo uso de gás natural e sistemas de aquecimento solar, atingindo 13,6% dos domicílios no ano de 2026 (BRASIL, 2017). O MME ainda evidencia que com a adoção do uso dessas tecnologias, "(...) o consumo evitado de eletricidade no aquecimento de água será de 2,6 TWh em 2026" (BRASIL, 2017, p. 219).

3.2 Utilização da energia solar no aquecimento de água

De um modo geral, sabe-se que o Brasil possui condições climáticas favoráveis para a utilização de energia solar durante o ano todo, havendo uma grande variedade de possibilidades quanto ao uso desta fonte de energia (FERREIRA *et al.*, 2018). Segundo Suman, Khan e Pathak (2015), a energia solar é uma das alternativas energéticas mais promissoras para o quadro atual de escassez de recursos naturais para a geração de energia, visto que pode ser usada para a produção de energia térmica e energia elétrica. Atualmente, uma das técnicas mais atraentes e adotadas em muitos países, voltadas ao uso da energia

⁶ Disponível em: <<http://www.aneel.gov.br/tarifa-branca>>. Acesso em: 21 mar. 2020.

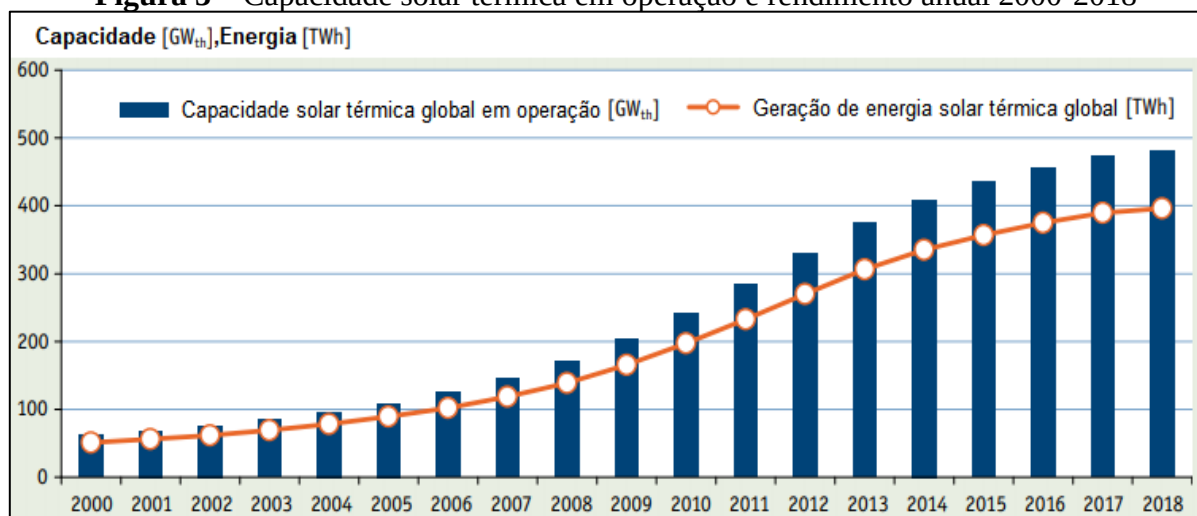
solar, tem sido a utilização para fins de aquecimento de água (SELLAMI *et al.*, 2016; LIU *et al.*, 2017; MANDAL *et al.*, 2019).

O Relatório Global de Renováveis, expõe que a tecnologia solar térmica tem se destacado em muitos países para a produção de água quente para aquecimento e refrigeração de espaços, sendo utilizada também em processos industriais (REN21, 2015).

Para a produção de energia térmica é necessário utilizar coletores solares. De acordo Evangelisti, Vollaro e Asdrubali (2019), coletores solares são equipamentos que transformam a radiação solar em energia térmica, permitindo o seu estoque para uso posterior. Nesse sentido, Farhana *et al.* (2019), pontuam que a eficiência do coletor está diretamente relacionada ao fluido que recebe o calor e os materiais que o conduzem, assim sendo, quanto maior a temperatura de saída melhor será a eficiência do coletor.

A capacidade em operação de energia solar térmica no mundo apresentou um crescimento significativo entre os anos de 2005 e 2016, conforme Figura 3.

Figura 3 – Capacidade solar térmica em operação e rendimento anual 2000-2018



Fonte: Adaptado de SHC-IEA (2019).

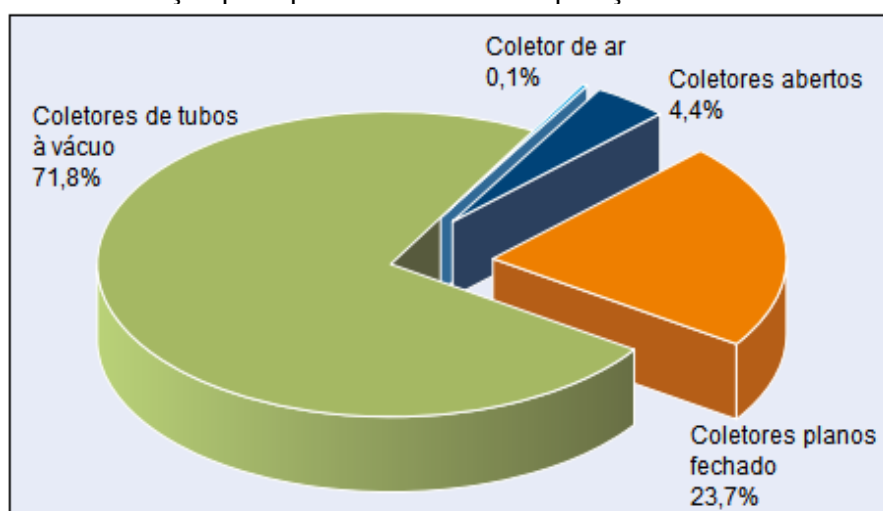
A operação de coletores saltou de 62 GW_{th}⁷ correspondente a 89 milhões de metros quadrados em 2000 para 480 GW_{th} que correspondem a 686 milhões de metros quadrados, em 2018. Assim, os rendimentos anuais foram de 51 TWh em 2000 e 396 TWh em 2018 (SHC-IEA, 2019).

No mercado de tecnologia solar térmica os coletores solares possuem classificações diferentes. São classificados como coletor plano (ou fechado), àquele utilizado

⁷ GW_{th} = Gigawatt térmico. Unidade de potência usada para caracterização de equipamentos para resfriamento, como condicionadores de ar, ou aquecimento, como coletores solares, centrais termelétricas ou turbinas.

para aquecimento de água para banho, pois todos os seus componentes são depositados em uma caixa com isolamento em sua face posterior e com cobertura transparente que permite a incidência dos raios solares e impede a entrada de umidade; coletor aberto, utilizado no aquecimento de piscinas e que normalmente, são fabricados de material polimérico e não possuem a cobertura transparente e o isolamento em sua face posterior; coletor de tubo evacuado, àquele indicado para processos industriais de alta temperatura e os coletores de ar de ambiente (VASCONCELLOS; LIMBERGER, 2012). A Figura 4 apresenta a disposição dos aquecedores solares de acordo com as suas diferentes classificações.

Figura 4 – Distribuição por tipo de coletores em operação no mundo no ano de 2017



Fonte: Adaptado de SHC-IEA (2019).

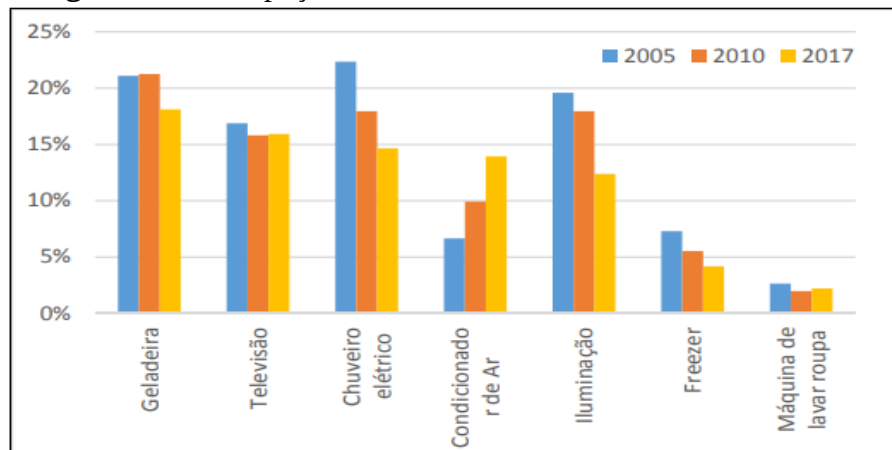
No Brasil, a área instalada de coletores solares para aquecimento de água no ano de 2015 alcançou 12,4 milhões m², o equivalente à geração de 8 TWh de energia elétrica. No entanto, apesar do aumento do parque solar térmico, a produção de coletores solares diminuiu em 2,7% devido a impactos econômicos e políticos (DASOL, 2016).

3.3 O aquecimento de água para banho no Brasil

O aquecimento de água por meio da energia solar nas residências brasileiras, manifestou-se como uma alternativa para se manter o consumo de água quente (VASCONCELLOS; LIMBERGER, 2012). O setor residencial, no ano de 2017, foi responsável por 26% do consumo total de eletricidade no país, com participação do chuveiro elétrico entre os equipamentos que mais consome eletricidade (EPE, 2018).

Ainda com base nesses estudos, o chuveiro elétrico apresentou, no decorrer dos anos, uma pequena redução justificada pela expansão de sistemas de aquecimento solar. No entanto, ainda teve participação de aproximadamente 15% no consumo total de energia elétrica na classe residencial no ano de 2017 (EPE, 2018). A participação dos principais eletrodomésticos no consumo de energia elétrica no país em 2005, 2010 e 2017, é dada pela Figura 5.

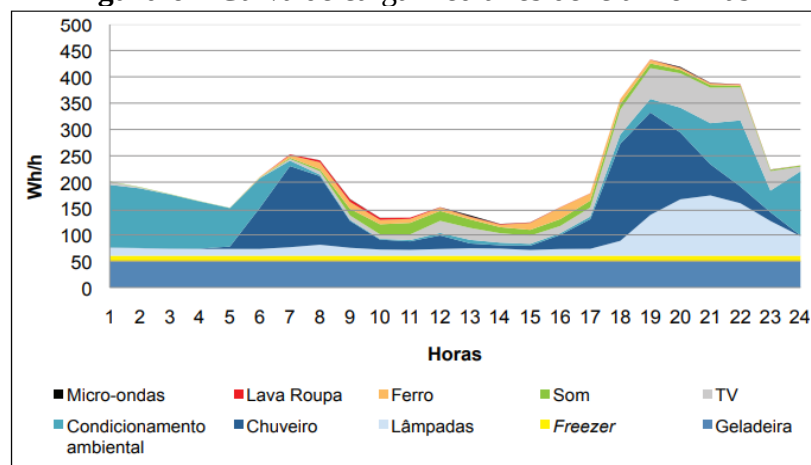
Figura 5 - Participação dos eletrodomésticos no setor residencial



Fonte: EPE (2018).

O chuveiro elétrico além de ser um dos eletrodomésticos que possui participação mais elevada no consumo residencial final, também é um equipamento usado em todos os períodos do dia, com destaque no horário de pico. A curva de carga diária média residencial por equipamento apresentada na Figura 6, permite visualizar o horário de uso dos principais equipamentos de um domicílio em um dia típico.

Figura 6 – Curva de carga média residencial no Brasil



Fonte: Vasconcellos e Limberger (2012).

A Pesquisa de Posse e Hábitos de Consumo de Energia⁸ (PPH), realizada entre o período de julho de 2018 a abril de 2019, apontou um total de 54,62% dos chuveiros residenciais em uso entre as 18h e 21h e no período da manhã um total de 30,25%, entre os horários de 6h e 8h (ELETROBRAS PROCEL, 2019). Assim, a adoção de geração de energia renovável de forma descentralizada ou instalações de sistemas solares para o aquecimento de água, poderiam aliviar a sobrecarga dos sistemas de fornecimento de energia elétrica.

Ainda de acordo com a PPH, 37,52% das residências brasileiras utilizam a energia elétrica para o aquecimento de água para banho e uma fatia de 60,23% ainda não possui equipamento para o aquecimento de água (Quadro 1). Segundo os estudos realizados, observou-se também que 58,84% dos entrevistados alegaram não conhecer ou não ouvir falar de aquecedor de água a gás para o banho e, 45,18% desconhecem de aquecedores por fonte solar (ELETROBRAS PROCEL, 2019).

Quadro 1 - Fonte de energia utilizada para aquecimento de água para banho (2018-2019)

Especificação	REGIÃO										BRASIL	
	Norte		Nordeste		Centro-Oeste		Sudeste		Sul			
	Abs	%	Abs	%	Abs	%	Abs	%	Abs	%	Abs	%
CHUVEIRO (energia elétrica)	176	3,24	637	8,43	2.318	67,76	3.619	73,44	2.092	93,85	8.842	37,52
CHUVEIRO (energia solar)	69	1,27	1	0,01	50	1,46	78	1,58	29	1,30	227	0,96
CHUVEIRO (gás)	0	0,00	0	0,00	0	0,00	103	2,09	36	1,62	139	0,59
CHUVEIRO (mista)	0	0,00	0	0,00	1	0,03	0	0,00	0	0,00	1	0,00
CHUVEIRO (outras)	4	0,07	0	0,00	1	0,03	4	0,08	1	0,04	10	0,04
CHUVEIRO (natural sem aquecimento)	5.146	94,75	6918	91,53	1.045	30,55	1.074	21,79	12	0,54	14.195	60,23
Não sabe/não respondeu	36	0,67	2	0,03	6	0,17	50	1,02	59	2,65	153	0,66
Total	5.431	100	7.558	100	3.421	100	4.928	100	2.229	100	23.567	100

Fonte: Eletrobras Procel (2019).

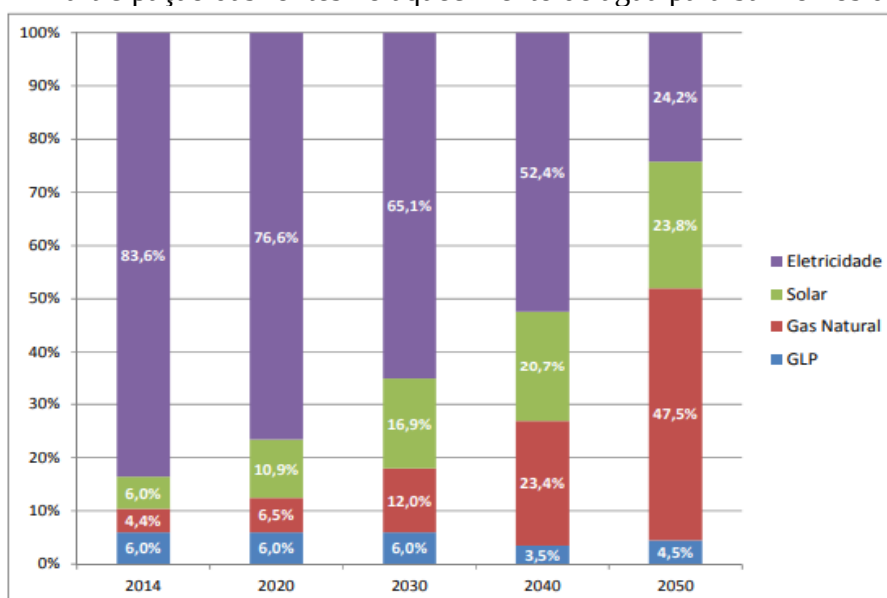
Entre os anos de 2005 e 2018, verificou-se um crescimento de aproximadamente três vezes a área total de coletores solares instalados no Brasil, com destaque para o setor residencial com 67% da área nova instalada em 2018. Este cenário pode estar atrelado as políticas de Habitação de Interesse Social (HIS), a qual passou a obrigar e incentivar o uso

⁸ Para a realização da pesquisa, os cálculos da amostra foram baseados nos dados do Censo de 2010. Aplicou-se o questionário para 18.775 consumidores residentes nas capitais e nas cidades com cem mil ou mais domicílios.

desse tipo de tecnologia em algumas residências. Desta forma, a expectativa é que o aumento do aquecimento de água por meio de coletores solares esteja diretamente relacionado com resultado de fatores de mercado e políticas de incentivos (BRASIL, 2019).

Segundo EPE (2016), de acordo com projeções a longo prazo, os domicílios brasileiros terão preferência por outras fontes energéticas para usos térmicos, substituindo a lenha e o carvão vegetal pelo gás liquefeito de petróleo (GLP) ou gás natural liquefeito (GNL) e neste mesmo cenário de evolução do setor, a adoção da energia solar para aquecimento de água permanecerá em expansão no setor residencial, conforme Figura 7.

Figura 7 - Participação das fontes no aquecimento de água para banho nos domicílios



Fonte: EPE (2016).

De acordo com o Departamento Nacional de Aquecimento Solar (DASOL), mesmo com a aprovação de leis municipais e estaduais de incentivo às tecnologias de geração de energia limpa, a adesão de sistemas de aquecimento solar pela população brasileira ainda é incipiente, devido ao não conhecimento das vantagens proporcionadas pela utilização desses tipos de sistemas (DASOL, 2016).

3.4 Políticas energéticas brasileiras em prol das energias renováveis com foco na geração e economia de eletricidade

Nota-se que os problemas enfrentados pelos países no setor energético estão voltados para políticas reguladoras quanto a sua utilização, distribuição e geração de energia,

podendo ser acrescentado também nessa lista, a promoção do uso de energias renováveis. De acordo com Bertinat (2016), é de extrema importância transformar os sistemas energéticos, para que ocorra desenvolvimento social e econômicos seguros, com o mínimo de degradação ambiental.

Para Pereira (2014), as demandas derivadas da esfera social e política concretizadas na forma de políticas públicas, sejam elas implícitas ou explícitas, são essenciais, uma vez que as condicionantes da equação da matriz energética ultrapassam em muito, as questões técnicas e econômicas. Assim, a construção e adoção de políticas públicas eficazes devem estar diretamente relacionadas com a realidade local.

Segundo Camioto (2016), para que os países menos desenvolvidos atinjam um desenvolvimento econômico sustentável, é preciso que haja o fortalecimento de políticas de conservação para redução do desperdício energético juntamente com a expansão da produção de energia limpa. Assim, a política energética limpa favorece não só o desenvolvimento sustentável, mas também contribui com a democracia e a independência energética (VOLPON, RIBEIRO, 2018).

O Brasil é altamente dependente da geração de energia hidráulica, o que desencadeia diversos apontamentos. Essa dependência ressalta a extrema vulnerabilidade às alterações climáticas, visto que esse tipo de geração de energia vincula-se ao enchimento dos reservatórios das usinas hidrelétricas durante os períodos chuvosos. No ano de 2001, a fragilidade do setor energético brasileiro se expôs diante de uma grande crise energética. O fato se deu devido a um longo período de estiagem, reduzindo drasticamente os níveis dos reservatórios que suprem as usinas para a geração. Desejando minimizar os problemas de déficit no fornecimento de energia elétrica, o governo foi obrigado a adotar medidas de racionamento, com um corte de energia de 20% para o abastecimento doméstico e consumidores industriais (COSTA; ROVERE; ASSMANN, 2008; MELO; JANUZZI; BAJAY, 2016).

Diante desta instabilidade no setor energético brasileiro, o governo implantou no ano de 2002, o Programa Brasileiro de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica (PROINFA), baseado na promoção de usinas eólicas, pequenas centrais hidrelétricas e empreendimentos termelétricos a biomassa, visando uma diversificação na produção de energia elétrica. Para isto, o programa foi dividido em duas fases: a primeira impulsionava o desenvolvimento de energias renováveis a curto prazo, estimulando produtores de energia de pequena escala assinar contratos de longo período (15 anos) e estipulando prazo de início dos projetos para dezembro de 2006, enquanto que a segunda fase estabelecia uma meta de

suprimento de energia por fontes alternativas, visando suprir 10% do consumo de eletricidade do país, até 2022, além de apoiar o uso de equipamentos de fabricação nacional (DUTRA; SZKLO, 2008; MELO, JANUZZI; BAJAY, 2016).

No entanto, as mudanças ocorridas no setor energético, em 2003, impossibilitaram a implementação da segunda fase do programa e determinou a divisão do mercado em duas partes: mercado regulado e não regulado. De acordo com as novas regras, o mercado regulado seria composto pelos consumidores cativos, que seriam atendidos por concessionárias de distribuição obrigadas a comprar energia elétrica no mercado por meio de leilões em que os tetos dos preços são fixados pelo próprio governo, enquanto que o mercado não regulado, seria constituído por consumidores livres, àqueles que escolhem seus fornecedores entre produtores ou comercializadores independentes de energia, estabelecendo contratos bilaterais livremente negociados (BAJAY, 2006; COSTA; ROVERE; ASSMANN, 2008; DUTRA; SZKLO, 2008; MELO; JANUZZI; BAJAY, 2016).

Contudo, apesar do governo adotar os leilões de energia com a intenção de limitar os aumentos tarifários e potencializar a geração de eletricidade por meio de usinas movidas a biomassa e pequenas centrais hidrelétricas, as políticas energéticas não conseguiram evitar que estas usinas operassem com nível abaixo do seu potencial de produção, visto que as usinas eólicas apresentaram preços de eletricidade competitivos e venceram a maioria dos leilões (MELO; JANUZZI; BAJAY, 2016).

Nesse mesmo ano de 2003, foi criado o programa social Luz Para Todos, planejado e coordenado pelo MME e pela Empresa Brasileira de Eletricidade (Eletrobras), e executado em parceria com os governos federal, estadual e concessionárias. O novo programa é uma reformulação dos programas de Desenvolvimento Energético de Estados e Municípios (PRODEEM)⁹ e Luz no Campo, e tinha como objetivo eletrificar as regiões rurais até o ano de 2008, porém durante a sua execução constatou-se novos domicílios sem acesso à rede elétrica, o que ocasionou a prorrogação do prazo do cumprimento da meta para até o final do ano de 2010¹⁰ (SLOUGH; URPELAINEN; YANG, 2015).

⁹ O PRODEEM foi estabelecido pelo Governo Federal brasileiro através do Decreto Presidencial de dezembro de 1994 e coordenado pelo Departamento Nacional de Desenvolvimento Energético (DNDE) do MME, com o objetivo de promover o suprimento de energia às comunidades isoladas de baixa renda localizadas distantes da rede elétrica convencional. O programa permaneceu em vigor até 2002, quando foi suspenso pelo Tribunal de Contas da União (TCU), apresentando irregularidades na gestão e na centralização das atividades. Assim, mais tarde, em função das recomendações do TCU, o PRODEEM foi incorporado ao programa Luz para Todos.

¹⁰ Informações disponíveis em: <https://www.mme.gov.br/luzparatodos/Asp/o_programa.asp>. Acesso em: 07 set. 2020.

A nova demanda, as dificuldades de logística apresentadas para a execução das obras e a existência de áreas completamente isoladas de difícil acesso, exigiram que o programa permitisse a descentralização de energia por meio da geração de energia elétrica por fontes renováveis que seriam implementadas nessas localidades distantes (GOLDEMBERG; ROVERE; COELHO, 2004; SLOUGH; URPELAINEN; YANG, 2015; ALMESHQAB; USTUN, 2019). De acordo com Jannuzzi (2009), a primeira solução adotada pelas concessionárias para o alcance das metas de universalização do acesso a eletricidade, são instalações de sistemas fotovoltaicos.

Segundo Slough, Urpelainen e Yang (2015), embora o programa Luz para Todos estar voltado para a promoção da geração distribuída, esse tipo de geração foi menos utilizada pelas concessionárias de distribuição. Para as empresas de distribuição, a extensão da rede ainda se destaca como estratégia para a eletrificação de residências a um custo mais baixo.

Na tentativa de promover o incentivo às fontes renováveis de energia, o governo federal criou em 2007, o Regime Especial de Incentivos para o Desenvolvimento da Infraestrutura (REIDI), concedendo redução da carga tributária para empresas que investem em projetos de infraestrutura, além de conceder isenção de imposto cobrado pelos estados brasileiros na venda de mercadorias (ICMS), para equipamentos relacionados a geração eólica e solar. Esse regime suspende também a contribuição para o Programa de Integração Social e de Formação do Patrimônio do Servidor Público (PIS/PASEP) e da contribuição para o Financiamento da Seguridade Social (COFINS) na geração distribuída¹¹.

O fortalecimento das discussões a respeito da geração de energia limpa no país, possibilitou que o tema chegasse até a Secretaria Nacional de Habitação. Em 2009, o governo federal lançou o programa "Minha casa, minha vida" (PMCMV), que subsidia o financiamento de moradias nas áreas urbanas para famílias pobres e de classe média. No ano seguinte, em 2010, o governo anunciou um plano para instalar até o final de 2014, cerca de dois milhões de unidades de aquecedores solares para chuveiros nas residências adquiridas pelo programa. No entanto, no primeiro semestre de 2014, foram cumpridos aproximadamente 10,8% da meta¹².

Segundo Melo, Januzzi e Bajay (2016), a partir do ano de 2012, a instalação de sistemas de aquecimento solar para a água do chuveiro, passaram a ter obrigatoriedade nas

¹¹ Informações disponíveis em: <<https://www.aneel.gov.br/reidi>>. Acesso em: 30 ago. 2020.

¹² Informações disponíveis em: <<http://www.absolar.org.br/noticia/noticias-externas/governo-cumpre-apenas-108-da-meta-de-2-milhoes-de-casas-populares-com-aquecimento-solar.html>>. Acesso em: 05 set. 2020.

residências destinadas às famílias inseridas nas camadas mais vulneráveis do programa, com renda até 1600 reais.

Em 2012 foi aprovado, pela Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), uma resolução que firmava que os pequenos geradores locais poderiam injetar na rede de distribuição a energia excedente gerada, a fim de reduzir o valor da sua próxima fatura de energia elétrica¹³ (MELO; JANUZZI; BAJAY, 2016; PINTO; AMARAL; JANISSEK, 2016). Dois anos depois, em 2014, além de o governo brasileiro conceder isenções de impostos de componentes de turbinas eólicas por meio de um Decreto Executivo, a ANEEL também aprovou leilões específicos para usinas solares fotovoltaicas, assinando contratos com os vencedores do leilão de compra de energia por um período de 20 anos, com o intuito de criar um bom ambiente de investimento (MELO; JANUZZI; BAJAY, 2016).

Segundo Garcez (2017), em 2014, houve um processo de consulta pública para aumentar o tamanho permitido dos projetos de sistema de compensação de energia elétrica para microgeração e minigeração distribuídas. Visando promover aplicação simplificada e possibilidade de faturamentos, a ANEEL divulgou um regulamento atualizado, aumentando a capacidade de projetos de minigeração de 1 MW para 5 MW, bem como a permissão para condomínios e geração compartilhada.

Nesse mesmo ano, aquecedores solares, aerogeradores e equipamentos de energia fotovoltaica, foram incluídos na linha de crédito para compra de material de construção em lojas credenciadas pela Caixa Econômica Federal (Construcard). O financiamento feito em duas fases conta inicialmente com a compra dos equipamentos, que pode ser realizada entre dois e seis meses com cobrança dos juros apenas dos valores utilizados e posteriormente, a amortização do saldo devedor em até dois anos, contados a partir do prazo definido para a compra dos equipamentos (SILVA, 2015; CBI, 2017).

No ano de 2015, foi lançado no Brasil o Programa de Desenvolvimento da Geração Distribuída de Energia Elétrica (ProGD). A finalidade do novo programa era ampliar o estímulo à geração de energia pelos próprios consumidores, com destaque para a energia solar fotovoltaica, avaliar novas medidas de fomento para o desenvolvimento da geração distribuída e propor novas formas de isenções tributárias (MELO; JANUZZI; BAJAY, 2016; MME, 2019).

Nesse contexto, ainda no mesmo ano, foi proposto pelo Senado, um projeto de Lei para alterar a Lei do Fundo de Garantia por Tempo de Serviço (FGTS), permitindo uma

¹³ Informações disponíveis em: <<https://www2.aneel.gov.br/area.cfm?idArea=757&idPerfil=2>>. Acesso em: 30 ago. 2020.

única vez, o uso de recursos do FGTS para a aquisição e instalação de equipamentos destinados à geração de energia elétrica a partir das fontes hidráulica, solar, eólica ou biomassa, desde que o trabalhador possuísse, no mínimo, 3 anos de trabalho sob o regime.

Embora o projeto se apresenta como uma possibilidade para o aumento da eficiência energética com o apoio à disseminação da geração de energia elétrica nas próprias residências e suas justificativas estarem voltadas para o desequilíbrio entre oferta e demanda de energia elétrica no país, o aumento da poluição e do custo das faturas de energia elétrica com o acionamento das usinas termelétricas e a baixa rentabilidade do FGTS, o projeto ainda encontra-se em tramitação¹⁴.

Ainda no ano de 2015, como forma de incentivo para expandir a geração distribuída de energia solar fotovoltaica, o governo autorizou o Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES) a financiar os projetos de geração distribuída em hospitais e escolas públicas com taxas diferenciadas (LUNA *et al.*, 2019).

Diante de todo esse histórico do país para proporcionar um ambiente regulatório favorável quanto a geração de energia por fontes alternativas, em 2017, foi promovida pelo MME uma consulta pública do projeto de lei da reforma do marco legal do setor elétrico, visando uma possível introdução integrada de um ambiente regulatório para promoção das energias renováveis. No entanto, as propostas não se apresentaram de forma que potencializasse o estímulo à geração de energias renováveis (PROLO *et al.*, 2018).

3.5 Atual cenário da política energética sustentável brasileira

Adentrando na perspectiva global de planejamento, percebe-se a complexidade de se planejar. Isto porque planejar não se resume na elaboração de um plano com metas pré-estabelecidas, mas sim um processo contínuo que considere "(...) políticas socioeconômicas e ambientais vigentes, em sintonia com a realidade do sistema energético do Estado em questão e dos outros que interagem com ele" (VILA, 2014, p. 25).

Melo, Januzzi e Bajay (2016), afirmam que o Brasil por se tratar de um país em desenvolvimento, apresenta lacunas e divergências nas políticas públicas relacionadas ao planejamento e desenvolvimento energético aliado a sustentabilidade. Assim, as políticas adotadas pelos países emergentes precisam ser revisadas, a fim de verificar se as mesmas permitirão o desenvolvimento do mercado de energia renovável.

¹⁴ Informações disponíveis em: <<https://www25.senado.leg.br/web/atividade/materias/-/materia/121833>>. Acesso em: 01 set. 2020.

Diante do exposto, as pesquisas indicam que o Brasil acaba se destacando globalmente pelo fato de sua matriz ser predominantemente renovável. No entanto, os autores Bermann (2008) e Inojosa (2016), induzem a concluir que o país ainda segue de olhos vedados para os impactos socioambientais causados durante as instalações das usinas hidrelétricas.

Percebeu-se também que as ações introduzidas pelo setor, são feitas por meio de discursos convincentes, para que a sociedade acredite que a adoção de energias renováveis são as respostas dos problemas ambientais enfrentados atualmente e, suficientes para a construção de um cenário cada vez mais sustentável. Isso evidencia-se quando comparamos a forma como a energia vêm sendo produzida e consumida, com a definição de desenvolvimento sustentável presente no relatório “Nosso Futuro Comum”: “desenvolvimento que atende às necessidades das gerações atuais sem comprometer a capacidade de as futuras gerações terem suas próprias necessidades atendidas¹⁵.”

O aumento populacional e os hábitos apreendidos pela sociedade no seu cotidiano, têm exigido cada vez mais do sistema de geração, transmissão e distribuição de eletricidade. Com efeito, o consumo de energia elétrica nos domicílios brasileiros é predominante para o aquecimento de água para banho, sendo o chuveiro elétrico o equipamento mais utilizado neste tipo de aquecimento (VASCONCELLOS, LIMBERGER, 2012). Ainda que o chuveiro elétrico possua potência elevada, em consequência de sua simplicidade de uso e promoção de conforto, a população residencial ainda percebe um pequeno impacto quanto a sua utilização (TOMÉ, 2014).

Diante disso, a adoção de formas de aquecimento solar e a gás, que não utilizam eletricidade, são empregadas para aliviar a capacidade do sistema de geração, transmissão e distribuição, podendo contribuir na redução de investimentos de infraestrutura, proporcionando maior segurança ao setor energético com uma matriz mais diversificada e eficiente (TOMÉ, 2014). Todavia, é válido destacar que apesar da combustão do gás ser considerada menos poluente quando comparada com o carvão mineral e os derivados de petróleo, ainda assim não está isenta de causar impactos negativos ao meio ambiente.

Os resultados das pesquisas mostram que embora o Brasil tenha criado diversos programas e projetos de leis para a expansão da geração de energia elétrica por fontes renováveis, percebe-se que o setor ainda possui muitas deficiências no que tange a

¹⁵ Disponível em:

<<https://www.ana.gov.br/AcoesAdministrativas/RelatorioGestao/Rio10/riomaisdez/index.php.35.html>>.

Acesso em: 20 set. 2020.

descentralização da matriz de geração. De acordo com Melo, Januzzi e Bajay (2016), nota-se a necessidade de um planejamento efetivo por parte do setor energético nacional brasileiro que estabeleça leis e regulamentos adequados para a realidade do país, a fim de reduzir riscos a curto e longo prazo (MELO; JANUZZI; BAJAY, 2016).

Outro aspecto a ser considerado é que o contexto político sempre esteve ligado à promoção das energias renováveis, uma vez que a construção de um ambiente favorável para a implantação de sistemas mais eficientes e mais seguros sempre acabam encontrando barreiras relacionadas à conflitos de interesses e posições. Para Bermann (2008, p. 28), é de extrema importância o apoio às "(...) políticas públicas voltadas para as energias alternativas, para que não se subordinem à lógica do mercado e mantenham seu caráter público (...)".

Nesse contexto, constatou-se que os custos iniciais de implantação das energias renováveis são elevados, dificultando o efetivo acesso pelas camadas mais pobres da população. Os autores Bodach e Hamhaber (2010), pontuam que o capital da população mais carente é muito limitado para se ter o acesso com facilidade à equipamentos que possibilitem a implementação de medidas de eficiência energética em suas residências, acrescentam ainda a necessidade de se aumentar a conscientização sobre conservação de energia e indicam também, como uma possível barreira para o aprimoramento do uso das fontes de energia, a fragmentação de responsabilidades no desenvolvimento de projetos de interesse social.

Bayer, Berthold e Freitas (2018), expõem avaliações voltadas para a prática de leilões e pontuam que a maior dificuldade enfrentada pelo setor relacionadas às políticas de planejamento, estão vinculadas à atrasos de projetos na rede de transmissão, sobretudo pela estrutura regulatória e retardo na construção de subestações e linhas de transmissão.

Em síntese, é preciso que as políticas regulatórias energéticas brasileiras sejam revistas e repensadas, considerando a possibilidade de organização de agências reguladoras capazes de fazerem uma boa fiscalização, promovendo o alinhamento de projetos com as redes de transmissão, aplicação de punição à condutas negligentes, incentivo do mercado interno na produção de equipamentos destinados a energia solar e, investimentos mais agressivos em equipamentos mais sofisticados.

Nesse perspectiva, necessita-se que as políticas regulatórias garantam um olhar de todos os ângulos para as energias renováveis, incluindo isenções fiscais, subsídios e tarifas, sem fechar os olhos para a necessidade de incentivos de investimento, pesquisa, estímulos ao desenvolvimento tecnológico e educação em energias renováveis (PINTO; AMARAL; JANISSEK, 2016).

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho teve como objetivo realizar um levantamento das informações sobre o planejamento energético nacional para um desenvolvimento sustentável, com foco na geração e consumo de energia elétrica.

Para tanto, as informações sobre o planejamento energético nacional brasileiro foram extraídas de documentos oficiais, disponibilizados em artigos científicos e sites governamentais que abordam sobre a temática.

Dado que o modelo de vida atual está diretamente atrelado com a produção e o consumo energético, o grande desafio é repensar em tais padrões para que se atinja um futuro mais sustentável, com o mínimo de degradação ambiental e desigualdades sociais. Constatou-se que o setor energético no Brasil ainda possui muitas fragilidades, seja na efetivação da diversificação da matriz energética por fontes alternativas, seja no acesso à energia elétrica por todas as camadas da sociedade.

Nesse contexto, observou-se que é preciso que se criem políticas de energia mais completas, integrando todos os níveis de atividades referentes ao setor e estabelecendo um planejamento a curto, médio e longo prazos. Notou-se também que mesmo o governo oferecendo algumas formas de incentivos para a promoção de energias renováveis pelas populações mais carentes, as regras e os procedimentos disponibilizados para financiamentos de equipamentos para a implantação da geração distribuída, são muito burocráticos e não condizem com a realidade de muitas famílias brasileiras.

Por fim, lançando um olhar para a metodologia adotada, destaca-se o esforço considerável para a reunião das informações aqui apresentadas. De fato, a pesquisa foi pautada em artigos científicos, sendo necessário recorrer também a sites governamentais. Nesse sentido, procurou-se ao máximo, confrontar os elementos encontrados em ambas fontes de dados, evitando possíveis vieses durante a realização desta pesquisa.

REFERÊNCIAS

ALMESHQAB, F.; USTUN, T. S. Lessons learned from rural electrification initiatives in developing countries: Insights for technical, social, financial and public policy aspects. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 102, p. 35-53, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.rser.2018.11.035>. Acesso em: 07 set. 2020.

BAJAY, S. V. Integrating competition and planning: A mixed institutional model of the Brazilian electric power sector. **Energy**, v. 31, p. 865-876, 2006. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.energy.2005.10.004>. Acesso em: 25 ago. 2020.

BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. São Paulo: Edições 70, 2011.

BAYER, B.; BERTHOLD, L.; FREITAS, B. M. R. The Brazilian experience with auctions for wind power: An assessment of project delays and potential mitigation measures.

Energy Policy. Vol. 122, p. 97-117, 2018. Disponível em:

<https://doi.org/10.1016/j.enpol.2018.07.004>. Acesso em: 20 set. 2020.

BEN - **Balanco Energético Nacional**. Ano base 2019. Relatório Síntese. Ministério de Minas e Energia. Empresa de Pesquisa Energética. Rio de Janeiro: EPE, 2020.

BERMANN, C. Crise ambiental e as energias renováveis. **Energia, ambiente e sociedade**, v. 60, n.3, p. 20-29, 2008. Disponível em:

http://cienciaecultura.bvs.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0009-67252008000300010. Acesso em: 20 set. 2020.

BERTINAT, P. **Transición energética justa: Pensando la democratización energética**. Friedrich Ebert Stiftung-FES, 2016.

BLANK, D. M. P. **O contexto das mudanças climáticas e as suas vítimas**. **Mercator: Fortaleza**, v. 14, n. 2, p. 157-172, 2015. Disponível em:

<https://doi.org/10.4215/RM2015.1402.0010>. Acesso em: 21 fev. 2020.

BODACH, S.; HAMHABER, J. Energy efficiency in social housing: Opportunities and barriers from a case study in Brazil. **Energy Policy**, v. 38, ed. 12, p. 7898-7910, 2010.

Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2010.09.009>. Acesso em: 19 set. 2020.

BRASIL. Ministério de Minas e Energia. **Plano Nacional de Energia 2030**. Empresa de Pesquisa Energética (col.). Brasília: MME:EPE, 2007.

BRASIL, Ministério de Minas e Energia, Empresa de Pesquisa Energética. **Plano Decenal de Expansão de Energia 2026**. Brasília:MME/EPE, 2017. Disponível em:

<http://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-40/PDE2026.pdf>. Acesso em 19 fev. 2020.

BRASIL, Ministério de Minas e Energia, Empresa de Pesquisa Energética. **Plano Decenal de Expansão de Energia 2029**. Brasília:MME/EPE, 2019. Disponível em:

http://www.mme.gov.br/c/document_library/get_file?uuid=a18d104e-4a3f-31a8-f2cf-382e654dbd20&groupId=36189. Acesso em: 17 set. 2020.

CAMIOTO, F. C.; REBELATTO, D. A. N.; ROCHA, R. T. Análise da eficiência energética nos países do BRICS: um estudo envolvendo a Análise por Envoltória de Dados.

Gestão e Produção, São Carlos, v. 23, n.1, 2016, p. 192-203. Disponível em:

<http://dx.doi.org/10.1590/0104-530X1567-13>. Acesso em: 13 jul. 2020.

CIMA, F. M. **Utilização de indicadores energéticos no planejamento energético integrado**. 208 f. Dissertação (Mestrado em Ciências em Planejamento Energético). – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2006.

COSTA, C. V.; ROVERE, E.; ASSMANN, DIRK. Technological innovation policies to promote renewable energies: Lessons from the European experience for the Brazilian case. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 12, p. 65-90, 2008. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.rser.2006.05.006>. Acesso em: 20 ago. 2020.

DASOL. Departamento nacional de energia solar térmica. **Revista SOLBRASIL**, n. 30, Jan-Jun, 2016.

DUTRA, R. M.; SZKLO, A. S. Incentive policies for promoting wind power production in Brazil: Scenarios for the Alternative Energy Sources Incentive Program (PROINFA) under the New Brazilian electric power sector regulation. **Renewable Energy**, v. 33, p. 65-76, 2008. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.renene.2007.01.013>. Acesso em: 26 ago. 2020.

ELETRÓBRAS PROCEL. **Pesquisa de Posse e Hábitos de Uso de Equipamentos Elétricos na Classe Residencial**. Rio de Janeiro: Eletrobras Procel, 2019. Disponível em: <https://eletrobras.com/pt/AreasdeAtuacao/BRASIL.pdf>. Acesso em: 24 fev. 2020.

EPE. Empresa de Pesquisa Energética. **Demanda de energia 2050**. Série estudos da demanda de energia. Nota técnica DEA 13/15. Rio de Janeiro: EPE, 2016. Disponível em: <http://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-227/topico-458/DEA%2013-15%20Demanda%20de%20Energia%202050.pdf>. Acesso em: 24 fev. 2020.

EPE. Empresa de Pesquisa Energética. **Uso de ar condicionado no setor residencial brasileiro**: Perspectivas e contribuições para o avanço em eficiência energética. Nota técnica DEA 030/2018. Rio de Janeiro: EPE, 2018. Disponível em: http://epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-341/NT%20EPE%20030_2018_18Dez2018.pdf. Acesso em: 26 fev. 2020.

EVANGELISTI, L., VOLLARO, R.L., ASDRUBALI, F. Latest advances on solar thermal collectors: A comprehensive review. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 114, p. 1-20, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.rser.2019.109318>. Acesso em: 05 nov. 2019.

FARHANA, K., KADIRGAMA, K., RAHMAN, M. M., RAMASAMY, D., NOOR, M. M., NAJAFI, G., SAMYKANO, M., MAHAMUDE, A. S. F. Improvement in the performance of solar collectors with nanofluids — A state-of-the-art review. **Nano-Structures & Nano-Objects**, v. 18, p. 1-21, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.nanoso.2019.100276>. Acesso em: 05 nov. 2019.

FERREIRA, A. et al. Economic overview of the use and production of photovoltaic solar energy in Brazil. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 81, part 1, p. 181-191, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.rser.2017.06.102>. Acesso em: 03 nov. 2019.

GAMBETTA, R., LEITÃO, R.C., OTENIO, M. H., KUNZ, A. **Compromissos nacionalmente assumidos e a participação da Embrapa**. In: KUNZ, A.; OTENIO, M.

H.; LEITAO, R. C.; GAMBETTA, R. (Ed.). Energia limpa e acessível: contribuições da Embrapa. Brasília, DF: Embrapa, 2018, p. 11-16, E-book. (Objetivos de Desenvolvimento Sustentável, 7). Disponível em:

<http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/1090873>. Acesso em: 28 jan. 2020.

GARCEZ, C. G. Distributed electricity generation in Brazil: An analysis of policy context, design and impact. **Utilities Policy**, v. 49, p. 104 - 115, 2017.

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

GOLDEMBERG, J.; ROVERE, E. L.; COELHO, S.T. Expanding access to electricity in Brazil. **Energy for Sustainable Development**, v. 8, ed. 4, p. 86-94, 2004.

GOUVEIA, N. Resíduos sólidos urbanos: impactos socioambientais e perspectiva de manejo sustentável com inclusão social. **Ciência & Saúde coletiva**, v.17, n. 6, p. 1503-1510, 2012. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/csc/v17n6/v17n6a14.pdf>. Acesso em: 26 fev. 2020.

GUERRA, J. B. S. O. A.; DUTRA, L.; SCHWINDEN, N. B. C.; ANDRADE, S. F. Future scenarios and trends in energy generation in brazil: supply and demand and mitigation forecasts. **Cleaner Production**, vol. 103, p. 197-210, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2014.09.082>. Acesso em: 27 jan. 2020.

INOJOSA, R. M. Intersetorialidade e educação para o desenvolvimento sustentável. In: JUNQUEIRA, L. A. P; CORÁ, M. A. J. **Redes e intersectorialidade: Redes sociais e intersectorialidade**. São Paulo: Tiki Books, 2016. p. 209 - 234.

JANNUZZI, G. M.; VARELLA, F. K. O. M.; GOMES, R. D. M. Relatório final: Avaliação dos Sistemas Individuais de Geração de Energia Elétrica com Fontes Intermitentes - SIGFI's. **ProCOBRE**, Campinas, 2009. Disponível em: http://www.iei-brasil.org/pdf/RELATORIO_PROJETO_1_FINAL.pdf. Acesso em: 07 set. 2020.

LIU, Z.; LI, H.; LIU, K.; YU, H.; CHENG, K. Design of high-performance water-in-glass evacuated tube solar water heaters by a high-throughput screening based on machine learning: A combined modeling and experimental study. **Solar Energy**, v. 142, p. 61-67, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.solener.2016.12.015>. Acesso em: 02 nov. 2019.

LUNA, M. A. R.; CUNHA, F. B. F.; MOUSINHO, M. C. A. M.; TORRES, E. A. Solar photovoltaic distributed generation in Brazil: The case of resolution 482/2012. **Energy Procedia**, v. 159, p. 484-490, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.egypro.2018.12.036>. Acesso em: 06 set. 2020.

MANDAL, S. K.; KUMAR, S.; SINGH, P. K.; MISHRA, S. K.; BISHWAKARMA, H.; CHOUDHRY, N. P.; NAYAK. R. K.; DAS, A. K.. Performance investigation of Cuo-paraffin wax nanocomposite in solar water heater during night. **Thermochimica Acta**, v.

671, p. 36-42, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.tca.2018.11.003>. Acesso em: 02 nov. 2019.

MELO, C. A.; JANNUZZI, G. M.; BAJAY, S. V. Nonconventional renewable energy governance in Brazil: Lessons to learn from the German experience. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 61, p. 222-234, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.rser.2016.03.054>. Acesso em: 25 ago. 2020.

MME. Ministério de Minas e Energia. **Relatório: Programa de desenvolvimento da Geração Distribuída de Energia Elétrica - ProGD**. 2019. Disponível em: <http://www.mme.gov.br/web/guest/todas-as-noticias>. Acesso em: 31 ago. 2020.

PEREIRA, T. C. G. Energias renováveis: políticas públicas e planejamento energético. Curitiba: **COPEL**, 303p., 2014.

PINTO, J. T. M.; AMARAL, K. J.; JANISSEK, P. R. Deployment of photovoltaics in Brazil: Scenarios, perspectives and policies for low-income housing. **Solar Energy**, v. 133, p. 73-84, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.solener.2016.03.048>. Acesso em: 25 ago. 2020.

PROLO, C. D.; SARAGOÇA, M.; OLIVEIRA, T. B. G.; NUNES, G.; SOUZA, L. B. O. Legislação e papel das energias renováveis no Brasil. Senge-SC, 2018. Disponível em: <https://www.senge-sc.org.br/legislacao-e-papel-das-energias-renovaveis-no-brasil/>. Acesso em: 17 set. 2020.

RECALDE, M. Y., BOUILLE, D. H., GIRARDIN, L. O. Limitaciones para el desarrollo de energías renovables en Argentina. **Problemas del Desarrollo**, v. 46, n. 183, p. 89-115, out./dez., 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.rpd.2015.10.005>. Acesso em: 02 nov. 2019.

REN21 – RENEWABLE ENERGY POLICE NETWORK FOR THE 21ST CENTURY. Renewables 2015 Global Status Report- **Annual reporting on renewables: Ten years of excellence**, 2015. Disponível em: <http://www.ren21.net/status-ofrenewables/global-status-report/>. Acesso em: 22 fev. 2020.

SELLAMI, R.; MERZOUK, N. K.; AMIRAT, M.; CHEKROUNI, R.; OUHIB, N.; HADJI, A. et al. Market potential and development prospects of the solar water heater field in Algeria. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 65, p. 617-625, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.rser.2016.07.043>. Acesso em: 04 nov. 2019.

SHC-IEA — SOLAR HEATING & COOLING PROGRAMME - INTERNATIONAL ENERGY AGENCY (SHC-IEA). **Solar heat worldwide: Global Market Development and Trends 2018**. Ed. 2019. Disponível em: <https://www.iea-shc.org/Data/Sites/1/publications/Solar-Heat-Worldwide-2019.pdf>. Acesso em: 24 fev. 2020.

SILVA, R. M. **Energia Solar no Brasil: dos incentivos aos desafios**. Brasília: Núcleo de Estudos e Pesquisas/CONLEG/Senado, Fevereiro/2015 (Texto para Discussão nº 166). Disponível em: www.senado.leg.br/estudos. Acesso em: 09 set. 2020.

- SILVA, S. S. F.; CÂNDIDO, G. A.; RAMALHO, A. M. C. Planejamento energético nacional: Um olhar para a variável ambiental. **Polêmica**: Rio de Janeiro, v. 13, n. 3, p. 1364-1371, 2014. Disponível em: <https://www.e-publicacoes.uerj.br/index.php/polemica/article/view/11668/9137>. Acesso em: 18 jan. 2020.
- SLOUGH, T.; URPELAINEN, J.; YANG, J. Light for all? Evaluating Brazil's rural electrification progress, 2000-2010. **Energy Policy**, v. 86, p. 315-327, 2015.
- SOLA, A. V. H.; MOTA, C. M. M. Melhoria da eficiência energética em sistemas motrizes industriais. **Prod.**, São Paulo, v. 25, n. 3, p. 498-509, set. 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/0103-6513.063311>. Acesso em: 21 fev. 2020.
- SUMAN, S., KHAN, M. K., PATHAK, M. Performance enhancement of solar collectors-A review. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 49, p. 192-210. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.rser.2015.04.087>. Acesso em: 02 nov. 2019.
- TOMÉ, M. C. **Análise do impacto do chuveiro elétrico em redes de distribuição no contexto da tarifa horossazonal**. 2014. 81 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Elétrica). UNICAMP, Campinas, 2014.
- VASCONCELLOS, L.E.M.; LIMBERGER, M.A.C. (Org.). **Energia solar para aquecimento de água no Brasil**: contribuições da Eletrobras Procel e parceiros. Rio de Janeiro: Eletrobras, 2012. Disponível em: www.procelinfo.com.br/livroenergiasolar. Acesso em: 10 fev. 2020.
- VILA, C. U. Planejamento energético e as políticas públicas: aspectos conceituais e metodológicos. In: PEREIRA, T. C. G., et al. **Energias renováveis: políticas públicas e planejamento energético**. Curitiba, PR: COPEL, 2014. Cap. 2, p. 24-45.
- VOLPON, F.; RIBEIRO, M. R. S. Desafio da governança energética global e a participação do brics na construção de um novo paradigma energético. **Revista de Direito Internacional**, Brasília, v. 15, n. 1, 2018, p. 199-220. Disponível em: <https://www.publicacoesacademicas.uniceub.br/rdi/issue/archive>. Acesso em: 13 jul. 2020.

CAPÍTULO – III

A TECNOLOGIA SOCIAL COMO ESTRATÉGIA PARA O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

1. INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas percebe-se a retomada de reflexões relacionadas a assuntos de caráter tecnológico e problemas sociais. Tais reflexões podem ser notadas, principalmente, pelas reivindicações de movimentos sociais por políticas públicas mais inclusivas e que atendam às necessidades sociais (SEIXAS et al., 2015).

Nesse contexto, surgem as Tecnologias Sociais (TS), que consistem em tecnologias alternativas que visam a promoção da inclusão social, o fortalecimento das práticas democráticas e o desenvolvimento sustentável (DIAS, 2013). De acordo com Dias (2013) e Seixas et al. (2015), as TS sempre serão um produto da conexão entre instituições como universidades, ONGs, institutos de pesquisas e a própria comunidade.

Deste modo, a TS não deve ser vista apenas como algo que atenda aos requisitos tecno-econômico estabelecidos pelo mundo contemporâneo, mas também como um processo que integra aspectos socioeconômico e ambiental, constituintes das relações entre Ciência, Tecnologia e Sociedade (DAGNINO, 2007).

Para Dagnino (2014), a TS é a tecnologia que caminha na contramão das tecnologias convencionais (TC). Segundo o autor, há vários fatores possíveis de serem listados que permitem justificar que a TC não é adequada para a inclusão social e consequentemente, para um desenvolvimento sustentável, tais como: a potencialização do lucro e da produtividade, e diminuição da mão de obra; deslealdade na competitividade; despreocupação com a degradação ambiental; além de possuir características de segmentação; alienação; hierarquização e monopolização (DAGNINO, 2014).

Assim, a TS possui algumas particularidades para que de fato seja considerada de caráter social, são elas: compromisso com a transformação social a partir de problemas locais, sustentabilidade socioambiental e econômica, organização e sistematização de conhecimentos, introdução e geração de inovação, bem como o incentivo da disseminação e reaplicação das tecnologias, planejamento participativo, promoção de diálogo entre saberes populares e científicos, enfoque na cidadania e participação democrática (MACIEL; FERNANDES, 2011, DIAS, 2013; DAGNINO, 2014; SEIXAS, 2015).

Contudo, para que aconteça o efetivo desenvolvimento local sustentável por meio da transformação social, é preciso que as ações pessoais estejam atreladas a conscientização ambiental. Segundo Pato e Tamayo (2006), as ações humanas são as grandes responsáveis pela atual situação do meio ambiente, indicando que esse estágio só será passível de compreensão, após o entendimento do relacionamento comportamental humano sobre o meio ambiente. Para o autor, a responsabilidade do indivíduo não difere quando se fala em degradação ou conservação ambiental (PATO; TAMAYO, 2006).

Para tanto, necessita-se compreender as inter-relações entre o homem e o ambiente, a fim de verificar a percepção ambiental dos indivíduos, com o propósito de delinear ações e formular projetos de acordo com a necessidade da população envolvida (PALMA, 2005).

Nessa lógica, não há como negar que a tecnologia tem a capacidade de abrir novas possibilidades para uma melhor educação e qualidade de vida da população. Embora, o atual cenário é de preocupação com o esgotamento das reservas naturais e escassez energética, fica evidente que energia, meio ambiente e redução das desigualdades sociais são temas que sustentam as discussões do mundo contemporâneo.

Nesse sentido, a energia solar térmica é vista e empregada como uma alternativa aos problemas enfrentados pela ausência de recursos e lutas contra a diminuição de uso de combustíveis fósseis. No entanto, pelo fato de o mercado de aquecedores solares ainda não estar totalmente consolidado, os equipamentos e os serviço de instalação apresentam custos elevados (BARBOSA et al., 2019).

Diante do exposto, o desenvolvimento e a adoção de aquecedores solares de baixo custo possibilitam que mais pessoas tenham acesso à água aquecida por um preço mais baixo, sem contar que contribuem com a disseminação da tecnologia de aquecimento por fonte solar. Nesse contexto, buscou-se elaborar materiais para divulgação e instrução sobre sistemas de aquecimento solar de baixo custo, com o intuito de promover e/ou reforçar a conscientização ambiental de moradores de áreas urbana e rural.

2. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

2.1 Planejamento e concepção da pesquisa

O presente estudo caracteriza-se como uma pesquisa descritiva, de natureza aplicada de abordagem mista. A pesquisa tem o formato de pesquisa-ação, com o ensino da

construção de um sistema de aquecimento solar térmico para água do banho, junto a uma comunidade carente do Município de Presidente, situada no interior do estado de São Paulo.

O presente trabalho adotou o modelo de aquecedor solar desenvolvido e patenteado em 2005, pelo Sr. José Alcino Alano. O aquecedor solar construído com materiais reaproveitáveis, possui seu funcionamento por termossifão, ou seja,

À medida que a água esquentando sobe pelas colunas do aquecedor/coletor, seguindo a tubulação e regressando a parte superior da caixa ou reservatório. A água fria por ser mais pesada flui para a parte inferior do coletor mantendo o aquecedor sempre cheio de água e fechando o ciclo do aquecimento (WÜNSCHE et al., 2018, p. 2).

A pesquisa foi autorizada pelo comitê de ética na Plataforma Brasil sob o protocolo nº 3.844.330. Para tanto, foi feito contato com o Centro de Referência de Assistência Social (CRAS) do Município de Presidente Prudente – SP, a fim de estabelecer uma parceria. Estabelecida a parceria com o CRAS, seriam realizadas as oficinas para a instrução dos participantes da pesquisa sobre o funcionamento do sistema e do método de montagem, com intuito de desencadear o desenvolvimento das habilidades de construção para uma possível propagação do sistema de aquecimento por coletor solar.

No entanto, devido a pandemia da Covid-19, não foi possível realizar as oficinas em formato presencial. Para dar continuidade à pesquisa, optou-se pela criação e organização de um grupo de WhatsApp com alguns moradores do bairro, sendo feito o convite para a participação, por meio de um *link*. Desta forma, destaca-se aqui que a “oficina *online*” não foi fechada para o grupo de moradores do bairro, pois houve o compartilhamento do *link* de acesso, pelos participantes da pesquisa, com pessoas de suas redes de amizade.

Foram gravados vídeos em formatos curtos e organizado um manual de construção (Apêndice B). Após a organização e produção de todo o material, os mesmos foram compartilhados no grupo de WhatsApp e utilizados como recurso pedagógico.

Por fim, aplicou-se formulários semiestruturados aos sujeitos participantes, a fim de verificar suas condições econômicas e socioambientais. Este instrumento de coleta foi adaptado do modelo de Audino (2017), composto por questões de alternativas e questões baseadas na escala de atitudes Likert, com graduação numérica de 1 a 5.

2.3 Lócus da pesquisa

Os participantes da pesquisa são moradores do município de Presidente Prudente, situado no interior do Estado de São Paulo.

Presidente Prudente está localizado a oeste da capital, nas coordenadas: 22°07'21,06" de latitude Sul e 51°23'17,71" de longitude Oeste, com área territorial correspondente a 562,107 km². O município é considerado um dos principais polos industriais, culturais e de serviços do Oeste do interior de São Paulo¹⁶. Segundo Censo 2010, Presidente Prudente contava com 207.610 habitantes. A Figura 1 destaca o município de Presidente Prudente dentro do Estado de São Paulo.

Figura 1 – Município de Presidente Prudente dentro do Estado de São Paulo



Fonte: Portal Prudente¹⁷.

2.3 Elaboração dos materiais de divulgação

A elaboração do manual de construção do aquecedor solar de baixo custo (Apêndice B), foi orientado a partir de outros manuais já disponíveis.

Os vídeos abordaram temas de sustentabilidade, conscientização ambiental e montagem do painel do aquecedor solar. No Quadro 1, apresenta-se a relação e descrição dos cinco vídeos elaborados.

¹⁶ Dados disponíveis em: <http://www.presidenteprudente.sp.gov.br>. Acesso em: 10 fev. 2021.

¹⁷ Disponível em: <http://portalprudente.com.br/prudente.htm>. Acesso em: 2 fev. 2021.

Quadro 1 – Descrição dos vídeos compartilhados

Vídeo 1	Preocupação com o desenvolvimento sustentável
Destaca-se a importância da colaboração de todos na busca desse desenvolvimento mais justo e com menos impacto ambiental. Para tanto, ressalta-se a necessidade de mudanças simples no cotidiano das pessoas, como por exemplo: utilizar meios alternativos de transportes, consumir produtos produzidos perto de onde reside, incentivar o consumo de produtos orgânicos, não queimar o lixo e fazer o descarte em locais corretos, reciclar quando possível, e incentivar o uso de energias renováveis. Assim, mostra-se que pequenas atitudes iniciais, colabora com a mitigação dos efeitos negativos das ações humanas sobre o meio ambiente, possibilitando construir cenários menos inseguros a curto, médio e longo prazos.	
Vídeo 2	Funcionamento de aquecedores solares para água
Apresenta-se o aquecedor solar e o funcionamento de todo sistema por termossifão, bem como alguns dos materiais que compõem o sistema de aquecimento solar de baixo custo.	
Vídeo 3	Materiais utilizados para a montagem do aquecedor solar de baixo custo
Evidencia-se que o reaproveitamento de materiais pode proporcionar uma melhoria na qualidade de vida das pessoas. Assim, apresentou-se aos participantes os materiais e ferramentas utilizados para a construção do painel e a quantidade necessária de cada item. Nesse momento, demonstrou-se também o modo de recorte e pintura das caixas de leite.	
Vídeo 4	Preparo dos materiais utilizados para a construção do aquecedor solar
Destacou-se a importância do cuidado no momento de preparo dos materiais, para se evitar possíveis vazamentos no sistema. Demonstrou-se como realizar o recorte das garrafas pets, o lixamento e a pintura dos canos.	
Vídeo 5	Processo de montagem do aquecedor solar de baixo custo
Apresentou-se o processo de encaixe dos materiais e montagem do painel solar, bem como os cuidados necessários nesta etapa.	

Fonte: Elaborado pela autora.

2.4 Instrumento de coleta e análise dos dados

Para o levantamento dos dados referentes as condições econômicas e socioambientais dos participantes, foi utilizado um formulário (Apêndice A) com questões referentes aos aspectos socioeconômicos e habitação (Bloco 1) e, questões relacionadas a temática de meio ambiente e sustentabilidade (Bloco 2).

Neste instrumento de medida foram utilizadas, no Bloco 1, questões abertas e fechadas e no Bloco 2, apenas questões fechadas. É importante destacar que as questões

fechadas foram estruturadas de forma que os indivíduos se posicionem conforme o ponto de vista que possuem em relação a cada afirmativa apresentada. Algumas afirmativas foram feitas de forma invertida, com o intuito de revelar um conceito equivocado ou um comportamento antiecológico por parte do entrevistado (AUDINO, 2017).

A escala utilizada no instrumento de pesquisa, bloco 2, foi embasada nos três pilares da sustentabilidade: o social, o econômico e o ambiental. As afirmativas foram elaboradas para identificar o nível de entendimento de cada entrevistado em relação aos indicadores de comportamento, conhecimento e importância (AUDINO, 2017).

A ferramenta de pesquisa adotada para coleta das informações relacionadas à percepção ambiental é definida por três dimensões ou indicadores, descritas no Quadro 2.

Quadro 2– Indicadores para determinação da percepção ambiental

Indicador	Objetivo
comportamento	avaliar o comportamento que o entrevistado possui relacionado à sustentabilidade socioeconômica e ambiental.
conhecimento	avaliar o entendimento sobre questões relacionadas à sustentabilidade socioeconômica e ambiental que o entrevistado possui.
importância	avaliar o nível de importância que o entrevistado dá às questões e problemas relacionados à sustentabilidade socioeconômica e ambiental.

Fonte: Elaborado pela autora a partir de informações de Audino (2017).

De acordo com Audino (2017), os indicadores pautam-se em:

- a) **indicador de comportamento:** relacionado com as práticas no cotidiano, ou seja, as ações bem intencionadas a favor do meio ambiente são internalizadas e passam a fazer parte da vida cotidiana. As escalas utilizadas são do tipo Likert e variam de 1 (“Nunca”) a 5 (“Sempre”);
- b) **indicador de conhecimento:** relacionado ao desenvolvimento cognitivo do sujeito, ou seja, se embasa no conhecimento adquirido por meio de recebimento de informações e das relações e interações com o meio ambiente, por meio da escala Likert em que 1 (“Discordo totalmente”) e 5 (“Concordo totalmente”);
- c) **indicador de importância:** associada às questões afetiva, emocional e sensibilidade ambiental, ou seja, baseia-se na responsabilidade e consciência frente à sua relação com o

meio ambiente. As escalas Likert variam de 1 (“Nada importante”) a 5 (“Totalmente importante”).

Posteriormente, os dados foram analisados por meio de estatística descritiva.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para a análise dos dados, em virtude de o instrumento da pesquisa ser dividido em blocos, apresentam-se os resultados também em subseções.

A pesquisa contou com 39 respondentes participantes do grupo de *WhatsApp*, sendo que destes, 3 são moradores da área rural e 4, moradores do bairro Conjunto Habitacional Augusto de Paula em Presidente Prudente.

3.1 Análise do bloco 1 – Aspectos socioeconômicos e habitação

O bloco 1 do formulário, direcionado a coleta das informações pessoais dos participantes da pesquisa, apresentou os seguintes resultados:

Do total de 39 respondentes, 22 são do sexo masculino e 17 do sexo feminino.

No que se refere a faixa etária dos participantes, cerca de 18% possui até 24 anos, 74% até 54 anos e apenas 8%, com idade superior a 55 anos, conforme apresentado na Tabela 1.

Tabela 1 – Distribuição de frequência dos respondentes por faixa etária

Idade	Frequência	Porcentagem
19-24 anos	7	18%
25-34 anos	11	28,2%
35-44 anos	13	33,3%
45-54 anos	5	12,8%
55-64 anos	2	5,1%
65 anos ou mais	1	2,6%
Total	39	100%

Fonte: Elaborado pela autora.

Um dos aspectos que merece destaque nesta pesquisa, é a escolaridade dos respondentes. De acordo com a Tabela 2, percebe-se um alto nível de escolaridade entre os participantes da pesquisa, sendo aproximadamente 23% dos indivíduos com o Ensino Médio e 43% com Ensino Superior.

Tabela 2 – Distribuição de frequência dos respondentes por escolaridade

Idade	Frequência	Porcentagem
Fundamental incompleto	2	5,1%
Fundamental completo	1	2,6%
Ensino Médio incompleto	2	5,1%
Ensino Médio completo	9	23,1%
Ensino Superior incompleto	3	7,7%
Ensino Superior completo	17	43,6%
Curso Técnico	3	7,7%
Pós - graduação	2	5,1%
Total	39	100%

Fonte: Elaborado pela autora.

Diante do exposto, não há como prever o motivo deste resultado. No entanto, aponta-se como hipótese que pessoas com níveis de instrução mais elevados, tendem a participar com mais facilidade de pesquisas propostas pelas instituições acadêmicas. O que justifica a dificuldade de conseguir maior número de participantes moradores do bairro Conjunto Habitacional Augusto de Paula.

Quanto a situação profissional atual, verificou-se que a quantidade de desempregados é significativa em relação ao tamanho da amostra. Já a quantidade de autônomos, pode estar relacionada à redução de vagas no mercado de trabalho devido a pandemia. Notou-se que, os assalariados com carteira assinada correspondem a mais que 50%, conforme apresentado na Tabela 3.

Tabela 3 – Distribuição de frequência dos respondentes por situação profissional

Idade	Frequência	Porcentagem
Desempregado	7	17,9%
Aposentado	1	2,6%
Assalariado c/ carteira assinada	22	56,4%
Assalariado s/ carteira assinada	1	2,6%
Autônomo	7	17,9%
Serviços eventuais	2,6	2,16%
Total	39	100%

Fonte: Elaborado pela autora.

Nesse sentido, em relação a renda familiar mensal, com base no salário mínimo, verificou-se que aproximadamente 40% dos respondentes, declararam salários iguais ou

inferiores a dois salários mínimos. A prevalência da renda familiar mensal fica entre um e dois salários mínimos, conforme Tabela 4.

Tabela 4 – Distribuição de frequência dos respondentes por renda familiar mensal

Idade	Frequência	Porcentagem
Menos de um salário mínimo	3	7,7%
Entre 1 e 2 salários mínimos	13	33,3%
Entre 2 e 3 salários mínimos	9	23,1%
Entre 3 e 4 salários mínimos	5	12,8%
Acima de 4 salários mínimos	9	23,1%
Total	39	100%

Fonte: Elaborado pela autora.

Quando perguntado sobre a assistência por algum programa social do governo, obteve-se que apenas duas famílias usufruem deste serviço. Ainda sobre o domicílio, tem-se que 100% das residências possuem iluminação elétrica e aproximadamente, 95% possuem caixas d'água.

Posto isto, no tocante aos aspectos socioeconômicos e habitação, conclui-se que a maioria dos respondentes possuem idade inferior a 45 anos, com ensino médio completo e/ou graduação. No entanto, mesmo com essas características apresentadas, nota-se um número expressivo de desemprego, vínculos informais de trabalho, renda familiar mensal em torno de dois salários mínimos e a baixa participação dos respondentes, em programas governamentais de caráter social.

3.2 Análise do bloco 2 - Aspectos relacionados à percepção ambiental

O bloco 2 do formulário está relacionado as atitudes dos respondentes frente às questões ambientais, considerando as dimensões de comportamento, de conhecimento e importância.

Para viabilizar a análise dos dados, as notas de 1 a 5 definidas no instrumento de pesquisa, foram redefinidas de acordo com Brandalise (2009) e Audino (2017), obedecendo pontuação com intervalos de 0,7 pontos, sendo a pontuação mínima de 0,8 e máxima de 4,0. No Quadro 3, é apresentado o grau de percepção com relação as tratativas ambientais.

Quadro 3 – Organização do grau de percepção ambiental

Grau de percepção ambiental	Valores
Possui percepção ambiental alta	Entre 3,3 e 4,0
Possui percepção ambiental média	Entre 2,5 e 3,2
Possui percepção ambiental moderada	Entre 1,7 e 2,4
Possui percepção ambiental fraca	Entre 0,9 e 1,6
Não possui percepção ambiental	Até 0,8

Fonte: Adaptado de Brandalise (2009) e Audino (2017).

Para determinar o grau de percepção ambiental de cada dimensão, primeiramente foi atribuído peso de 0 a 4 pontos para as cinco alternativas de respostas, conforme apresentado no Quadro 4.

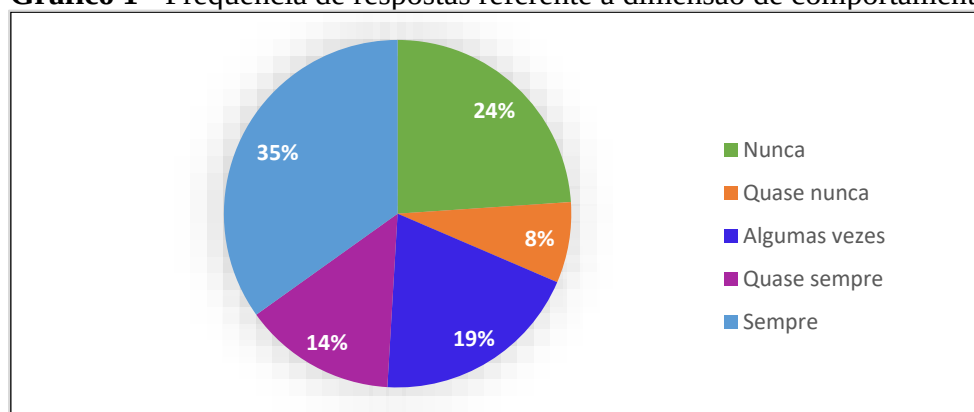
Quadro 4 – Atribuição de peso para as alternativas

Peso	0	1	2	3	4
Dimensão					
Comportamento	Nunca	Quase nunca	Algumas vezes	Quase sempre	Sempre
Conhecimento	Discordo totalmente	Discordo parcialmente	Indiferente	Concordo parcialmente	Concordo Totalmente
Importância	Nada importante	Pouco importante	Importante	Muito importante	Totalmente importante

Fonte: Elaborado pela autora.

a) Dimensão de comportamento

Os dados correspondentes à dimensão de comportamento referem-se às ações do indivíduo em relação ao meio ambiente no seu cotidiano. Foram considerados aspectos relacionados a redução, reutilização e preocupação com a reciclagem de recursos. A frequência de respostas das questões está apresentada no Gráfico 1.

Gráfico 1 - Frequência de respostas referente a dimensão de comportamento

Fonte: Elaborado pela autora.

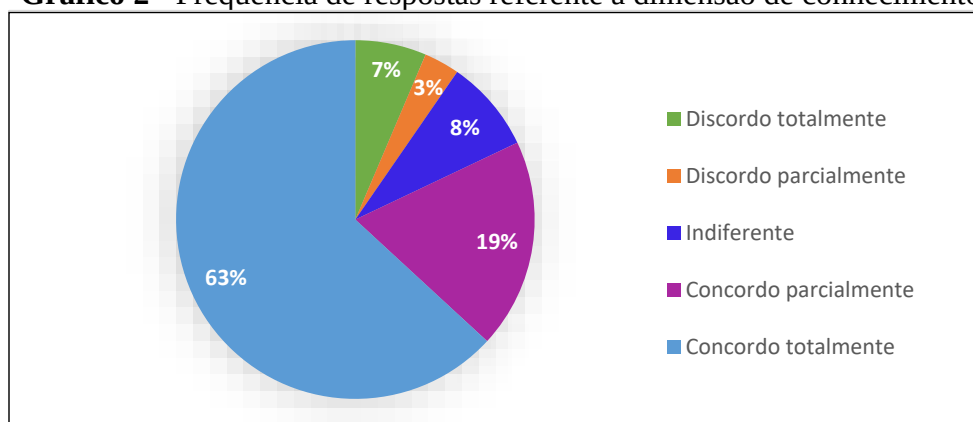
Segundo o Gráfico 1, observa-se que aproximadamente 50% dos participantes na maioria das vezes, possuem uma conduta positiva em relação as questões ambientais. Contudo, 32% dos respondentes não praticam ações visando a redução, reutilização e reciclagem de recursos.

Em sequência, a partir do cálculo da média de acordo com os pesos definidos, obteve-se o valor 2,28, que corresponde que os participantes da pesquisa possuem percepção ambiental moderada em relação ao comportamento.

b) Dimensão de conhecimento

Os dados correspondentes à dimensão de conhecimento estão relacionados a parte cognitiva do indivíduo, ou seja, estão relacionados ao entendimento e aprendizagem que cada indivíduo adquiriu ao longo dos anos sobre temáticas relacionadas à assuntos ambientais. A frequência de respostas está exibida no Gráfico 2.

Gráfico 2 - Frequência de respostas referente a dimensão de conhecimento



Fonte: Elaborado pela autora.

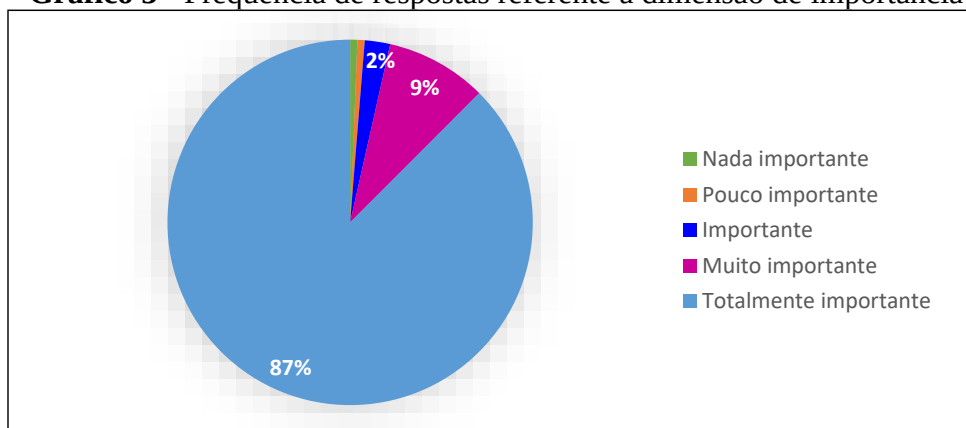
Percebe-se que mais de 80% dos participantes possui conhecimento significativo sobre as tratativas ambientais. Destaca-se, para tanto, que para a dimensão de conhecimento o valor encontrado com o cálculo da média foi de 3,29, o que significa que o grupo ficou no limite entre a percepção ambiental média para a alta.

c) Dimensão de importância

Os dados referentes à dimensão de importância estão associados a sensibilização do indivíduo frente as questões ambientais. De acordo com Audino (2017), essa sensibilidade

é essencial para que o indivíduo perceba o meio ao seu redor e inicie o processo de transformação. No gráfico 3, apresenta-se a frequência de respostas obtidas.

Gráfico 3 - Frequência de respostas referente a dimensão de importância



Fonte: Elaborado pela autora.

Observa-se que 98% dos respondentes consideraram que assuntos relacionados a temática ambiental são relevantes. Nesse sentido, aponta-se que o valor da média obtida para essa dimensão foi de 3,82, correspondendo que os participantes possuem percepção ambiental alta.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este capítulo teve como objetivo elaborar materiais para divulgação e instrução a respeito de sistemas de aquecimento solar de baixo custo, com o intuito de promover e/ou reforçar a conscientização ambiental de moradores de áreas urbana e rural.

Desse modo, foi elaborado um manual com o detalhamento de construção de um aquecedor solar construído com materiais reaproveitáveis e vídeos com conteúdo de conscientização ambiental, além do passo a passo da construção e montagem do painel. Posteriormente, foram disponibilizados no grupo de *whatsApp* e aplicado um formulário entre os participantes, a fim de verificar a percepção ambiental do grupo participante.

Posto isto, no que se refere a percepção ambiental, constatou-se que o grupo possui percepção ambiental moderada quando se trata do comportamento, entre média e alta quando a abordagem está associada ao conhecimento sobre temáticas ambientais, e alta quando refere-se a importância de assuntos relacionados a ações que retratam um cuidado com o meio ambiente.

Os resultados demonstram que mesmo que os indivíduos possuem média de conhecimento mais alta e consideram relevantes os cuidados com meio ambiente, não reflete em uma conduta ambiental satisfatória. Contudo, ressalta-se que a percepção ambiental se inicia com aspectos relacionados ao entendimento e sensibilização do indivíduo em relação ao meio, para posteriormente, ser refletida em sua conduta ambiental. Nesse sentido, a existência de conhecimento pode promover a transformação do indivíduo tendentes às práticas de ações sustentáveis.

Com base nisso, destaca-se a importância de se viabilizar a disseminação de tecnologias sociais em áreas urbanas e rurais brasileiras, visto que possuem características que podem estimular a transformação socioambiental da sociedade, além de promover a autonomia e proporcionar melhores condições de vida à população.

REFERÊNCIAS

- AUDINO, V. **Elaboração de um instrumento sobre a percepção ambiental da população urbana para a sustentabilidade de cidades**. 2017. 150 f. Dissertação (Mestrado em Sustentabilidade Socioeconômica e Ambiental). UFOP, Ouro Preto, 2017.
- BARBOSA, E. G.; ARAÚJO, M. E.; MORAES, M. J.; MARTINS, M. A.; ALVES, B. G. X. Influence of the absorber tubes configuration on the performance of lowcost solar water heating systems. **Journal of Cleaner Production**, v. 222, p. 22-28, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.03.020>. Acesso em: 20 jan. 2020.
- BRANDALISE, L. T.; BERTOLINI, G. R.F.; ROJO, C. A.; LEZANA, A. G.; POSSAMAI, O. A percepção e o comportamento ambiental dos universitários em relação ao grau de educação ambiental. **Gest. Prod.**, São Carlos, 2009, v. 16, n. 2, p. 273-285. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/S0104-530X2009000200010>. Acesso em: 01 fev. 2021.
- DAGNINO, R. **Um debate sobre a Tecnociência**: neutralidade da ciência e determinismo tecnológico. Campinas: Unicamp, 2007.
- DAGNINO, R. A tecnologia social e seus desafios. In: DAGNINO, R. **Tecnologia social**: contribuições conceituais e metodológicas. Florianópolis, SC: Insular, 2014. Cap. 1, p.19-34.
- DIAS, R. B. Tecnologia social e desenvolvimento local: reflexões a partir da análise do Programa Um Milhão de Cisternas. **Revista Brasileira de Desenvolvimento Regional**, Blumenau, v. 1, n. 2, p.173-189, 2013.
- MACIEL, A. L. S.; FERNANDES, R. M. Tecnologias sociais: interface com as políticas públicas e o Serviço Social. **Serv. Soc. Soc.**, São Paulo, n. 105, p. 146-165, Mar. 2011. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0101-66282011000100009&lng=en&nrm=iso. Acesso em: 03 fev. 2021.

PALMA, I. R. **Análise da percepção ambiental como instrumento ao planejamento da educação ambiental**. Porto Alegre: FURG, 2005. 72 f. Dissertação (mestrado) - Programa de Pós-graduação em Engenharia de Minas, Metalúrgica e de Materiais, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2005.

PATO, C. M. L.; TAMAYO, A. A Escala de Comportamento Ecológico: desenvolvimento e validação de um instrumento de medida. **Estud. psicol. (Natal)**, Natal, v. 11, n. 3, p. 289-296, 2006. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1413-294X2006000300006>. Acesso em: 01 fev. 2021.

SEIXAS, A. S.; LIMA, T. L. M.; LIMA, G. M.; DANTAS, T. K. S.; GUIMARÃES, P. B. V. As tecnologias sociais como instrumento para o desenvolvimento nacional. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON TECHNOLOGICAL INNOVATION, 2015, Aracajú, SE. **Anais[...]**. Aracajú/SE:ETNO, 2015, v.3, n. 1, p. 10-17.

WÜNSCHE, M. S.; RIGÃO, J.; HEINEN, L. C. SERAFIM, N. R. M.; PICOLOTTO, R. Análise da viabilidade técnica do aquecimento de água através de um aquecedor solar feito com material reciclável. In: FÓRUM INTERNACIONAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS, 9, 2018, Brasil. **Anais. Recuperação de materiais e energia**. Porto Alegre: Instituto Venturi para estudos ambientais, 2018, p. 1-8. Disponível em: <http://www.institutoventuri.org.br/ojs/index.php/firs/article/view/661>>. Acesso em: 01 mar. 2020.

CAPÍTULO – IV

INSERÇÃO DA ENERGIA SOLAR TÉRMICA PARA AQUECIMENTO DE ÁGUA EM RESIDÊNCIAS COMO FORMA DE INCLUSÃO SOCIAL

1. INTRODUÇÃO

A energia elétrica é um bem essencial para a execução das atividades em todas as esferas da sociedade e para o desenvolvimento humano. No entanto, o Banco Mundial (WorldBank) (2018), aponta que 13% da população mundial ainda sofre com a falta de acesso a rede de eletricidade. Assim, a formulação de políticas certas e investimentos nas gerações, centralizada e descentralizada, são algumas das alternativas para aumentar o acesso à eletricidade nos próximos anos¹⁸.

Diante de todo esse cenário de desenvolvimento econômico e mudança do padrão de vida da população, a demanda de energia elétrica em residências tem aumentado nos últimos anos. No Brasil, o consumo residencial de eletricidade representou 26% do consumo total final de energia, em 2017 (EPE, 2018).

Os chuveiros estão entre os equipamentos que mais se destacam diante do consumo de energia elétrica em uma residência no Brasil, principalmente entre os horários de 18h e 21h, considerados horários de pico (MORAES; SOUZA; BALESTIERI, 2015). Segundo a Pesquisa de Posse e Hábitos de Consumo de Energia (PPH), realizada no intervalo de julho de 2018 a abril de 2019, destaca que aproximadamente 40% dos domicílios que utilizam água quente, o aquecimento ocorre por meio da energia elétrica e que 60,23% ainda não tem acesso a água aquecida (ELETROBRAS PROCEL, 2019).

De acordo com Barbosa et al. (2019), esses índices podem estar atrelados à domicílios localizados longe das redes de transmissão e/ou dependentes de redes precárias. Observa-se que esses aspectos vão na contramão do ODS 7, que consiste no direito a garantia de acessibilidade a fontes de energia limpa, confiáveis e com preços acessíveis, sendo necessário a promoção de um planejamento efetivo capaz de exterminar as desigualdades e possibilitar uma melhor qualidade de vida às populações excluídas.

Pelo exposto, a adoção de sistemas de aquecimento solar são ótimas alternativas para o fornecimento de água quente em residências, tanto em áreas urbanas como em áreas

¹⁸ Informações disponíveis em: <<https://www.worldbank.org/pt/news/feature/2018/05/18/sustainable-development-goal-7-energy-access-all>>. Acesso em: 03 jan. 2021.

rurais, uma vez que esses tipos de sistemas operam de forma independente, não necessitando de conexão com a rede elétrica. No entanto, segundo Barbosa et al. (2019), os aquecedores solares convencionais e o serviço de instalação requerem um investimento inicial significativo, o que justifica a dificuldade de aquisição desses sistemas por populações de baixa renda.

Posto isso, sistemas de aquecimento de água por fonte solar podem ser empregados em locais que requerem a utilização de água quente para a limpeza e desinfecção. Sabe-se que em pequenas propriedades rurais que praticam atividade de produção de leite, utiliza-se água quente para a higienização do local e dos equipamentos de ordenha, desta forma a água aquecida por um sistema de aquecimento solar além de auxiliar na redução de custos de produção também contribui para a qualidade do produto e seus derivados.

Destaca-se que no primeiro enxague dos utensílios de ordenha, a água aquecida deve possuir temperaturas entre 40°C e 45°C, pois temperaturas mais elevadas favorece a aderência de proteínas. Contudo, quando se utiliza detergentes alcalinos na higienização, recomenda-se a temperatura da água em torno de 70°C (DIAS; BELOTI; OLIVEIRA, 2020).

No que diz respeito à produção de queijos artesanais, Boari (2020) pontua que nos processos de higienização de superfícies em queijarias, para facilitar a remoção da gordura, a água utilizada deve possuir temperatura mínima de 40°C. Assim, o sistema de aquecimento solar pode ser utilizado como apoio para a elevação da temperatura da água até atingir a temperatura adequada para ser utilizada em tais processos.

Nessa perspectiva, a fim de diminuir essa desigualdade de acesso a esse tipo de tecnologia solar por populações mais vulneráveis, surgiram patentes de aquecedores solares construídos com materiais de baixo custo. Neste trabalho, destaca-se o coletor solar construído por materiais reutilizáveis, cujo painel é feito com tubos e conexões de PVC, garrafas PET e caixas de leite Tetra Pak, patenteado por um morador¹⁹ do Município de Tubarão – SC.

Diante das características apresentadas, uma das questões que atinge a população em geral e que vem se intensificando no decorrer dos anos, é a produção excessiva de resíduos sólidos e a grande dificuldade de sua gestão. De acordo com a Organização das Nações Unidas ²⁰, é produzido mundialmente, a cada ano, cerca de 300 milhões de toneladas

¹⁹ No ano de 2005, o Sr. José Alcino Alano, morador de Tubarão _ SC, patenteou o aquecedor solar composto de materiais reutilizáveis.
Disponível em: <<https://www.sociedadedosol.org.br/>>. Acesso em: 20 dez. 2020.

²⁰ Disponível em:<<https://www.unenvironment.org/news-and-stories/story/plastic-recycling-underperforming-sector-ripe-remake>>. Acesso em: 20 dez. 2020.

de lixo plástico e até o momento, apenas 14% são coletados para reciclagem dos quais 9% é reciclado.

Posto isto, ressalta-se que o termo reciclagem e reutilização são facilmente confundidos. Oliveira e Costa (2010) pontuam que ambos são conceitos diferentes, sendo que o primeiro está relacionado ao significado de reintrodução do produto como matéria-prima, ao passo que o segundo, apresenta como significado a permanência do produto por mais tempo, adiando sua destinação aos aterros sanitários ou sua reciclagem.

A reutilização de resíduos sólidos auxilia na redução das emissões de gases prejudiciais ao meio ambiente, promovendo a redução da poluição ambiental ocasionadas pelos aterros sanitários, a diminuição de depósitos de lixo, e estimulando a geração e economia tanto de energia como também, de matéria-prima (GOUVEIA, 2012).

Assim, diante do cenário exposto referente à atual situação do avanço das tecnologias de geração de energia com fontes renováveis e sustentáveis, bem como as recentes considerações acerca da expansão da matriz energética brasileira, o cenário de crise econômica e ambiental, o presente trabalho tem como objetivo analisar eficiência do aquecedor solar para a sustentabilidade mediante a comparação das faturas de energia e medição da temperatura da água *ex-post-fato* a aplicação desta tecnologia social.

2. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Este estudo se classifica como uma pesquisa descritiva, de natureza aplicada e abordagem quantitativa. O estudo financiado pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), foi autorizado pelo comitê de ética na Plataforma Brasil, conforme o protocolo nº 3.844.330.

Dando prosseguimento, entrou-se em contato com o Centro de Referência de Assistência Social (CRAS) do Município de Presidente Prudente – SP, estabelecendo-se uma parceria. Iniciou-se o processo de seleção das três famílias do bairro Conjunto Habitacional Augusto de Paula do município, para a instalação dos aquecedores nas residências. Ressalta-se que tal seleção foi feita por meio de uma amostragem não probabilística, utilizando da amostra por conveniência, de acordo com as instruções do assistente social. A figura 1, mostra a delimitação do bairro, bem como as localizações das residências selecionadas.

Figura 1 – Visão geral do bairro Conjunto Habitacional Augusto de Paula



Fonte: Elaborado pela autora a partir de Google Maps.

Em virtude da importância da disseminação desse tipo de tecnologia também em áreas rurais, decidiu-se realizar a mesma pesquisa em uma propriedade rural, situada no Município de Queiróz, cuja principal atividade exercida é a produção de leite. Destaca-se que nesta propriedade há uma pequena queijaria onde são produzidas uma pequena variedade de queijos, tais como: queijo minas frescal, mozzarella tradicional, recheado, temperado, curtido maturado e defumado, queijo burrata e queijo manta. Na figura 2, apresenta-se alguns queijos produzidos na propriedade.

Figura 2 – Produção da queijaria da propriedade



Fonte: Imagem cedida pelos produtores.

Na sequência, foram construídos quatro aquecedores solares de baixo custo e instalados três sistemas no bairro Conjunto Habitacional Augusto de Paula em Presidente Prudente e um, na propriedade rural em Queiróz.

2.1 Montagem e instalação dos aquecedores solares

O sistema de aquecimento solar térmico considerado, é composto por um coletor com grade absorvedora, construída em paralelo, formada por tubos de PVC, caixas de leite Tetra Pak e garrafas PET, e uma caixa d'água para o armazenamento de água. A seguir são descritas as principais características, processos de construção e montagem do coletor e do reservatório de água.

A grade absorvedora do coletor possui tubos de entrada e saída do fluído. Para a sua construção, o material a ser utilizado está relacionado diretamente com o número de pessoas que usarão o sistema. Nesse sentido, o Quadro 1 lista os materiais necessários para a confecção da grade para um sistema que atenda uma pessoa.

Quadro 1 – Materiais utilizados para a confecção da grade absorvedora

Materiais	Quantidade
Garrafas PET transparentes ²¹ de 2 litros vazias	60
Embalagens de leite Tetra Pak vazias	50
Metros de canos PVC de 20 mm ½"	11
Conexão T em PVC 20 mm ½"	20
Tinta preta fosca	-
Ferramentas de trabalho como régua, tesoura e estilete	-

Fonte: Elaborado pela autora.

Neste trabalho serão considerados a utilização de garrafas da marca Coca-Cola. Para confecção e montagem do painel solar, foi utilizado os seguintes passos:

Passo 1: As garrafas PET foram cortadas de forma que eliminasse o fundo, mantendo uma altura de 31 cm e as embalagens de leite foram cortadas de acordo com as dimensões do molde disponível no Manual de Montagem disponível no Apêndice B. Após o recorte dos moldes, estes foram pintados com tinta preta fosca.

Passo 2: Os tubos de PVC foram cortados em tamanhos iguais de 105 cm e os tubos de distanciamento em tamanhos de 8,5 cm. Em seguida, os tubos foram pintados com a mesma tinta preta usada no Passo 1. A montagem da grade pode ser observada na Figura 3.

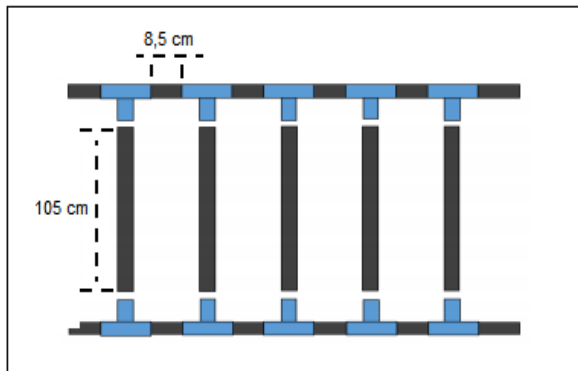
Passo 3: Na pré-montagem das colunas do módulo foram utilizadas 5 garrafas encaixadas

²¹ Devido ao formato cônico e por ser transparente, é recomendado o uso de garrafas da marca Coca-Cola. Garrafas PET de outras cores não são recomendadas.

umas nas outras, tomando o cuidado para que não ficassem amassadas ou mal encaixadas para não comprometer o funcionamento final do sistema;

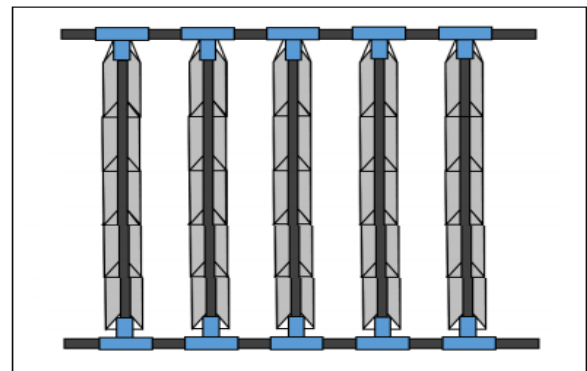
Passo 4: Foi colocado uma garrafa PET em cada coluna e acrescentado uma embalagem de leite longa vida já cortada, dobrada e pintada dentro da garrafa. Esse processo foi repetido com as cinco garrafas que compõem cada coluna. O barramento inferior foi encaixado nas colunas com o auxílio de um martelo de borracha, tomando o cuidado para não quebrar ou trincar os tubos e conexões no momento do encaixe. Foi aplicado no bocal de todas as garrafas que estavam encostadas na conexão 'T', um pedaço de fita de auto fusão para evitar a fuga de calor do interior da coluna, conforme Figura 4.

Figura 3 - Estrutura das colunas do painel



Fonte: Adaptado de Wünsche (2018).

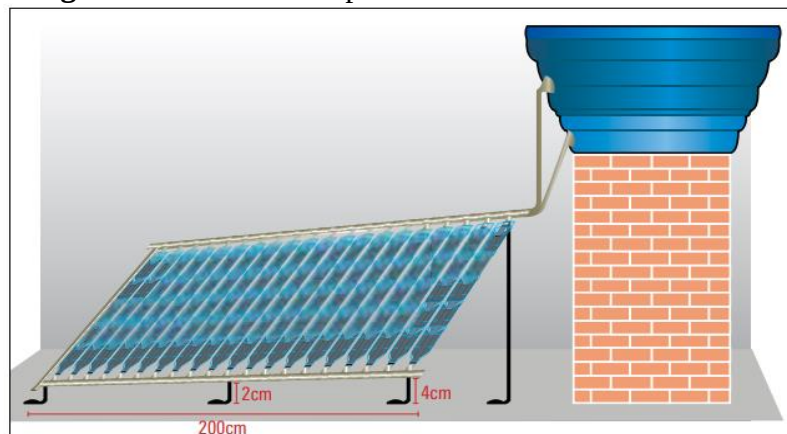
Figura 4 – Estrutura do painel



Fonte: Adaptado de Wünsche (2018)

Passo 5: O coletor foi fixado direto sobre o telhado e posicionado com um desnível de aproximadamente 4 cm, sem curvas no barramentos, conforme Figura 5. Esse desnível é necessário para garantir circulação da água no coletor pela diferença de densidade entre a água quente e a fria.

Figura 5 – Estrutura do painel solar finalizado e instalado



Fonte: Alano (2009).

As Figuras 6, 7 e 8, representam os sistemas instalados nas residências do bairro Conjunto Habitacional Augusto de Paula e a Figura 9, a instalação na propriedade rural.

Na propriedade rural, foi definido juntamente com os proprietários que a instalação do sistema seria feita na queijaria da propriedade, a fim de fazer o uso da água aquecida na higienização dos utensílios.

Figura 6 – Residência 1



Fonte: Elaborado pela autora.

Figura 7 – Residência 2



Fonte: Elaborado pela autora.

Figura 8 – Residência 3



Fonte: Elaborado pela autora.

Figura 9– Queijaria na propriedade rural



Fonte: Elaborado pela autora.

2.2 Instrumento de coleta e análise dos dados

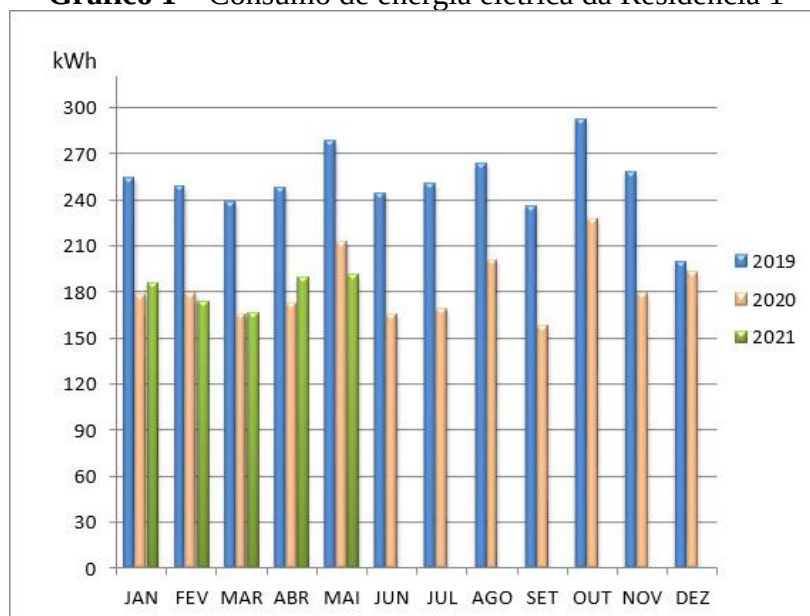
O levantamento dos dados referentes ao consumo de energia e o custo das faturas, foram feitas por meio de contas de energia das residências. Na propriedade rural, realizou-se a medição da temperatura da água com um termômetro industrial.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

As instalações dos sistemas nas residências 1, 2 e 3, ocorreram nos meses de novembro de 2019, em maio de 2020 e fevereiro de 2021, respectivamente. Já a instalação na propriedade rural foi feita no mês de junho de 2021. O atraso na instalação de dois sistemas de aquecimento solar, justifica-se pelos percalços ocasionados pela pandemia da Covid-19 e consequentemente, pelo bloqueio do recurso destinado a execução do projeto.

O Gráfico 1, mostra o consumo em kWh/mês da primeira residência antes e depois da instalação do sistema de aquecimento solar.

Gráfico 1 – Consumo de energia elétrica da Residência 1



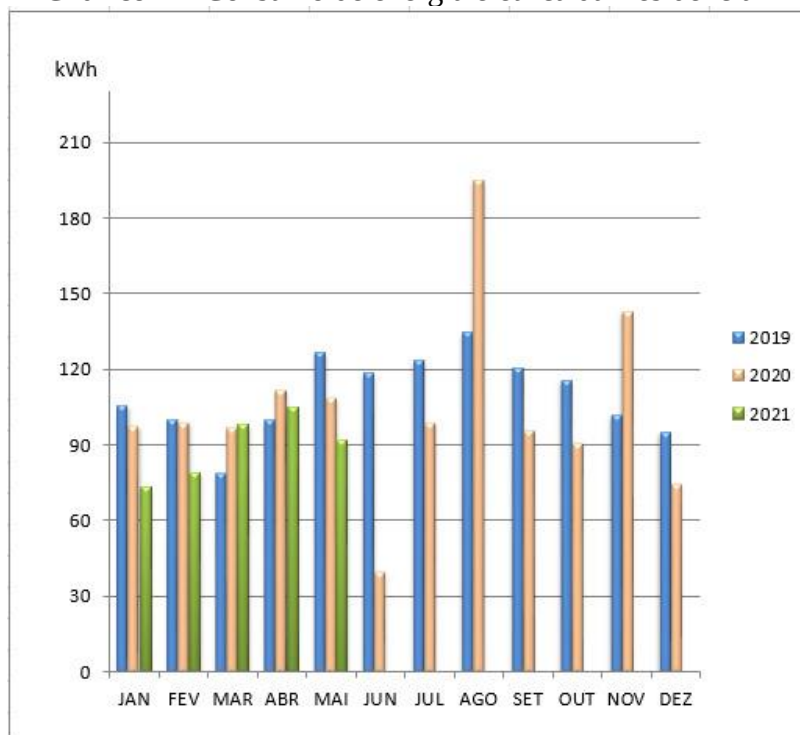
Fonte: Elaborado pela autora.

O consumo médio de energia da residência 1 antes da instalação do sistema de aquecimento de água, era de 256 kWh. No mês de dezembro, primeiro mês após a instalação, observa-se uma redução em torno de 60 kWh, e que essa redução se manteve nos meses seguintes.

Fazendo um comparativo, no ano de 2019 houve um consumo total de 3.018 kWh, ao passo que após a instalação do sistema, a residência gastou 2.208 kWh no ano de 2020. Essa redução de consumo representa uma economia de 27 % no período de um ano, evitando o gasto de aproximadamente R\$ 907,51.

Em correspondência a segunda residência, apresenta-se no Gráfico 2 o consumo kWh/mês referente aos meses anteriores e posteriores à utilização do aquecedor solar para a água do banho.

Gráfico 2 – Consumo de energia elétrica da Residência 2



Fonte: Elaborada pela autora.

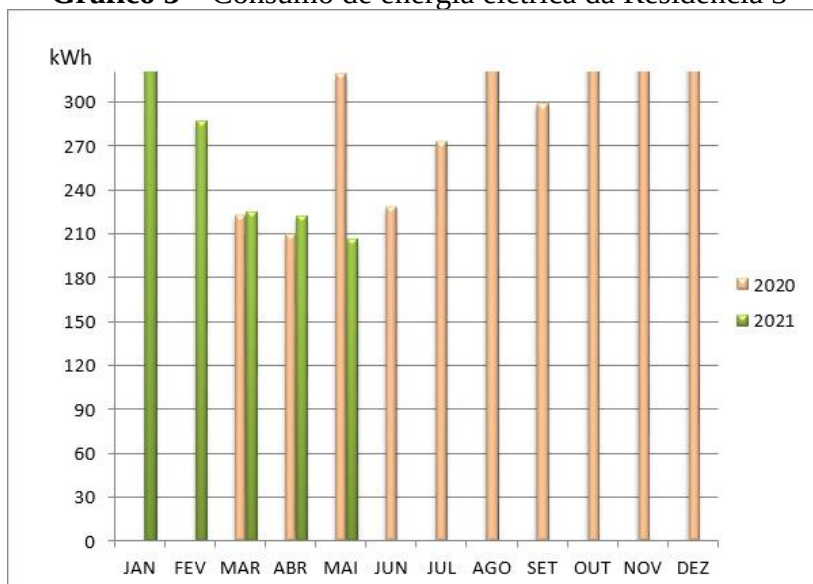
O consumo médio mensal de energia na residência 2, antes da instalação do aquecedor solar ficava na faixa de 111 kWh. Observa-se que nesta residência, no período de nove meses precedentes a instalação, houve um consumo de 949 kWh e, posteriormente a aquisição do sistema, 891 kWh, representando uma economia de 6% nesse período, correspondente a R\$14,36.

Esse resultado de economia de R\$14,36 no período de nove meses, se justifica pelo fato da família ser subsidiada pelo governo. Com o cadastro no programa, o preço do kWh é em média R\$0,33, enquanto que o preço sem desconto para uma família que não usufrui do benefício, é de R\$0,69.

O consumo médio de energia da residência 3 antes da instalação do sistema, era de 308 kWh. No mês de março, primeiro mês após a instalação, nota-se uma redução significativa de 62 kWh, e que essa redução se manteve nos dois meses seguintes, representando uma redução de 29% no consumo médio de energia elétrica nesse período.

O Gráfico 3, mostra o consumo em kWh/mês da terceira residência antes e depois da instalação do sistema de aquecimento solar.

Gráfico 3 – Consumo de energia elétrica da Residência 3



Fonte: Elaborada pela autora.

Já na propriedade rural, as medições da temperatura da água da saída do coletor apresentaram uma média 30 °C, enquanto a temperatura da água da torneira convencional apresentou uma média de temperatura de 18 °C. Devido ao fato de os dias nas estações outono/inverno apresentarem temperaturas mais amenas, destaca-se que o sistema de aquecimento de água pode não estar trabalhando com o seu maior desempenho. Desta forma, espera-se que o sistema atinja temperaturas mais elevadas nos dias de maior radiação solar.

No Quadro 2, apresenta-se a relação do custo unitário e o custo total dos materiais para a construção de um único sistema, para uma casa com 4 moradores.

Quadro 2 – Custo total do aquecedor solar

Descrição	Valor unitário	Quantidade	Valor (R\$)
Caixa d' água 250 litros	180,00	1	180,00
Cano PVC 1/2" (metro)	22	25	550,00
Conexão T 1/2"	1,44	40	57,60
Cotovelo 1/2"	0,84	4	3,36
Flange 1/2"	12,00	4	48,00
Tinta preta fosco (litro)	38,00	1	38,00
Cola para cano PVC	15,00	1	15,00
Lixa d'água	2,00	4	8,00
Total			899,96

Fonte: Elaborado pela autora.

Diante do exposto, com base nas características apresentadas no consumo da residência 1, destaca-se que o tempo de retorno do investimento inicial é de aproximadamente doze meses, não sendo levado em consideração gastos com mão de obra pelo fato do sistema não apresentar complexidade em sua construção e instalação.

A utilização de materiais reutilizáveis reduziu o custo final do sistema. Ressalta-se que atualmente, o preço médio de um aquecedor convencional simples custa aproximadamente R\$ 2000,00.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este capítulo teve como objetivo analisar eficiência do aquecedor solar para a sustentabilidade mediante a comparação das faturas de energia *ex-post-fato* a aplicação da tecnologia social. Para tanto, foram instalados e analisados o desempenho de quatro sistemas de aquecimento no bairro Conjunto Habitacional Augusto de Paula, em Presidente Prudente, baseado no consumo de kWh/mês das residências.

Diante dos resultados obtidos, conclui-se que os aquecedores solares construídos com materiais reutilizáveis, como garrafas PET e caixas de leite, apresentam uma boa funcionalidade a um custo abaixo dos aquecedores convencionais. Nesse sentido, esse sistema de aquecimento de água se configura como uma excelente alternativa às populações que têm como impedimento o custo, na adoção de tecnologia de aquecimento solar de água.

Por fim, sistemas de aquecimento de água por fonte solar construídos com materiais reutilizáveis, promovem benefícios sociais, econômicos e ambientais, visto que disponibilizam água aquecida em locais isolados sem acesso a rede elétrica, possibilitam a economia de eletricidade e redução do valor das faturas de energia, além de reduzir os impactos ambientais com o adiamento de descarte de lixo aos aterros sanitários.

REFERÊNCIAS

- BARBOSA, E. G.; ARAÚJO, M. E.; MORAES, M. J.; MARTINS, M. A.; ALVES, B. G. X. Influence of the absorber tubes configuration on the performance of lowcost solar water heating systems. **Journal of Cleaner Production**, v. 222, p. 22-28, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.03.020>. Acesso em: 20 jan. 2020.
- BOARI, A. C. Higienização em queijarias artesanais. **Queijos Artesanais**, n. 2, abril, 2020, 21 p. Disponível em: <https://www.sertaobras.org.br/2020/04/07/boletim-sobre-higiene-em-queijarias-artesanais>. Acesso em: 22 jun. 2021.

DIAS, J. A.; BELOTI, V.; OLIVEIRA, A. M. Ordenha e boas práticas de produção. In: SALMAN, A. K. D.; PFEIFER, L. F. M. (Ed.). **Pecuária leiteira na Amazônia**. Brasília, DF: Embrapa, 2020. Cap. 6, p. 105-130. Disponível em: <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/1126174>. Acesso em: 22 jun. 2021.

ELETROBRAS PROCEL. **Pesquisa de Posse e e Hábitos de Uso de Equipamentos Elétricos na Classe Residencial**. Rio de Janeiro: Eletrobras Procel, 2019. Disponível em: <https://eletrobras.com/pt/AreasdeAtuacao/BRASIL.pdf>. Acesso em: 20 jan. 2021.

EPE. Empresa de Pesquisa Energética. **Uso de ar condicionado no setor residencial brasileiro**: Perspectivas e contribuições para o avanço em eficiência energética. Nota técnica DEA 030/2018. Rio de Janeiro: EPE, 2018. Disponível em: http://epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-341/NT%20EPE%20030_2018_18Dez2018.pdf. Acesso em: 21 jan. 2021.

GOUVEIA, N. Resíduos sólidos urbanos: impactos socioambientais e perspectiva de manejo sustentável com inclusão social. **Ciência & Saúde coletiva**, v.17, p. 1503-1510, 2012. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/csc/v17n6/v17n6a14.pdf>. Acesso em: 26 fev. 2020.

MORAES, E. C. S; SOUZA, T. M.; BALESTIERI, J. A. P. Technical and economic feasibility of the use of solar thermal energy in condominiums with popular dwellings. **Renewable Energy and Power Quality Journal**, v. 1, Article number 257, p. 132-134, 2015.

OLIVEIRA, C. A. D., COSTA, S.C.S. **Projeto Cidadão**: O lixo agora é problema de todos, 2010. Disponível em: <http://cpsustentaveis.planejamento.gov.br/assets/conteudo/uploads/responsabilidadecompartilhada.pdf>. Acesso em: 20 jan. 2021.

WÜNSCHE, M. S.; RIGÃO, J.; HEINEN, L. C. SERAFIM, N. R. M.; PICOLOTTO, R. Análise da viabilidade técnica do aquecimento de água através de um aquecedor solar feito com material reciclável. In: FÓRUM INTERNACIONAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS, 9, 2018, Brasil. **Anais. Recuperação de materiais e energia**. Porto Alegre: Instituto Venturi para estudos ambientais, 2018, p. 1-8. Disponível em: <http://www.institutoventuri.org.br/ojs/index.php/firs/article/view/661>. Acesso em: 01 mar. 2020.

CONSIDERAÇÕES FINAIS DA DISSERTAÇÃO

Para compreender a efetividade da tecnologia social de aquecimento de água, primeiramente buscou-se realizar uma revisão bibliográfica sistemática a fim de verificar como está configurada o estado do conhecimento sobre sistemas de baixo custo para fins de aquecimento de água por meio da fonte solar.

Esta análise evidenciou que a maioria dos estudos desenvolvidos relacionados à energia solar são direcionados a sistemas fotovoltaicos ou sistemas de aquecimento de alto custo, concluindo-se que os estudos que envolvem populações carentes têm sido desenvolvidos em países emergentes. Nesse sentido, é preciso promover estudos que envolvam tecnologias sociais e inovação, a fim de melhorar e potencializar a introdução das tecnologias para aquecimento solar de água de baixo custo para que populações desconectadas da rede elétrica passem a ter, no mínimo, acesso a água quente para banho.

Nesse contexto, no Capítulo II buscou-se realizar um levantamento de informações sobre o planejamento energético nacional para um desenvolvimento sustentável, com foco na geração e consumo de energia elétrica. Concluiu-se que para acontecer de fato, o aumento da utilização de aquecedores solares pela população, é preciso alinhar aspectos de mercado e políticas públicas de incentivos, uma vez que o capital das populações mais carentes é mais limitado para a aquisição de equipamentos que promovem eficiência energética, além de estimular a conscientização sobre conservação e economia de energia.

Adiante, no Capítulo III, foram elaborados materiais para divulgação e instrução sobre sistemas de aquecimento solar de baixo custo, com o intuito de promover e/ou reforçar a conscientização ambiental de moradores de áreas urbana e rural. Aplicou-se uma pesquisa para verificar o grau de percepção ambiental do grupo participante, constatando-se que embora os respondentes possuem percepção ambiental alta no que diz respeito a fatores relacionados ao conhecimento, as condutas são divergentes nas ações do dia a dia. Fato este que pode ser amenizado trabalhando junto à população, por meio da reaplicação de tecnologias sociais existentes e/ou desenvolvimento de novas tecnologias.

Diante disso, no quarto capítulo, a partir da reaplicação de aquecedores solares de baixo custo, buscou-se analisar a eficiência de aquecedores solares para a sustentabilidade mediante a comparação das faturas de energia e temperatura da água *ex-post-fato* a aplicação da tecnologia social. Constatou-se que os sistemas de aquecimento solar construídos de matérias reutilizáveis são uma ótima alternativa, pois possibilitam a redução tanto de

consumo de energia, no valor a ser desembolsado no pagamento de fatura, como também no descarte de materiais nos aterros sanitários.

Por fim, os resultados aqui apresentados servem de reflexão para o desenvolvimento de políticas que possam amenizar as diferenças sociais e despertar na sociedade o desejo de praticar ações mais conscientes, reduzindo os impactos ambientais, de modo a fortalecer os elementos necessários para um desenvolvimento cada vez mais sustentável.

REFERÊNCIAS DA INTRODUÇÃO GERAL

BLANK, D. M. P. O contexto das mudanças climáticas e as suas vítimas. **Mercator**, Fortaleza, v. 14, n. 2, p. 157-172, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.4215/RM2015.1402.0010>. Acesso em: 20 set. 2020.

BRUNDTLAND, G. H. **Nosso futuro comum**: comissão mundial sobre meio ambiente e desenvolvimento. 2.ed. Rio de Janeiro: Fundação Getúlio Vargas, 1991.

COSTA, A. B. **Tecnologia social e políticas públicas**. São Paulo: Instituto Pólis, 2013.

GTSC. Grupo de Trabalho da Sociedade Civil para a Agenda 2030. **IV Relatório luz da sociedade civil da agenda 2030 de desenvolvimento sustentável - Brasil**. Disponível em: <https://www.cidadessustentaveis.org.br>. Acesso em: 05 set. 2020.

IPCC. Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas. **Sumário para os tomadores de decisão do Quinto relatório de avaliação (2014)**. Traduzido por Iniciativa Verde, São Paulo, 2015. Disponível em: http://www.terrabrasil.org.br/ecotecadigital/images/abook/pdf/1sem2015/Julho_Agosto/Jul.15.51.pdf. Acesso em: 21 set. 2020.

ITS. INSTITUTO DE TECNOLOGIA SOCIAL. **Caderno Tecnologia Social: Conhecimento e Cidadania 1**, fev. 2007. Disponível em: https://docs.wixstatic.com/ugd/85fd89_5dbe395e82e142caad9baa12765461bb.pdf. Acesso em: 06 nov. 2019.

JANNUZZI, P. M.; CARLO, S. D. Da agenda de desenvolvimento do milênio ao desenvolvimento sustentável: oportunidades e desafios para planejamento e políticas públicas no século XXI. **Bahia Análise & Dados**, Salvador, v. 28, n. 2, p. 6-27, jan. 2019.

LITRE, G.; BURSZTYN, M.; SIMONI, J.; REIS, R. Achieving the Sustainable Development Goals through good enough governance. **Agrociencia Uruguay**, Montevideo, v. 24, n. 2, p. 1-17, 2020. Disponível em: http://www.scielo.edu.uy/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2301-15482020000200305&lang=pt. Acesso em: 21. set. 2020.

MACIEL, A. L. S.; FERNANDES, R. M. Tecnologias sociais: interface com as políticas públicas e o Serviço Social. **Serv. Soc. Soc.**, São Paulo, n. 105, p. 146-165, Mar. 2011. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0101-66282011000100009&lng=en&nrm=iso. Acesso em: 03 fev. 2021.

MACHADO, C. A. A.; RESENDE, A. C. L. Tecnologia, meio ambiente e democracia: reflexões necessárias. **Rev. Investig. Const.**, Curitiba, v. 6, n. 3, p. 749-771, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.5380/rinc.v6i3.59847>. Acesso em: 18 set. 2020.

POTT, C. M.; ESTRELA, C. C. Histórico ambiental: desastres ambientais e o despertar de um novo pensamento. **Estudos Avançados**, São Paulo, v. 31, n. 89, p. 271-283, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/s0103-40142017.31890021>. Acesso em: 18 set. 2020.

RAMPAZO, A.V.; ICHIKAWA, E.Y.; CARRIERI, A.P. A influência do “mundo dos negócios” na governança ambiental global. **Revista de Ciências da Administração**, v. 16, n.40, p. 75-89, 2014. Disponível em: <https://www.redalyc.org/pdf/2735/273532832006.pdf>. Acesso em: 19 set. 2020.

ROMA, J. C. Os objetivos de desenvolvimento do milênio e sua transição para os objetivos de desenvolvimento sustentável. **Cienc. Cult.**, v. 71, n. 1, p. 33-39, 2019. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.21800/2317-66602019000100011>. Acesso em: 22 set. 2020.

APÊNDICE A – INSTRUMENTO DA PESQUISA

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JULIO DE MESQUITA FILHO” – UNESP PROGRAMA DE PÓS – GRADUAÇÃO EM AGRONEGÓCIO E DESENVOLVIMENTO

Aluna: Janaina Kawata de Alencar

Orientador: Luís Roberto Almeida Gabriel Filho

Este formulário é parte de um instrumento de pesquisa de Mestrado da UNESP - Campus de Tupã, que tem por finalidade verificar as condições econômicas e socioambientais de uma comunidade, no Município de Presidente Prudente - SP.

Você foi selecionado para participar desse estudo e, portanto, ressaltamos que a sua colaboração é muito importante. Pedimos que responda as perguntas de acordo com o que você percebe ou sente e que o faça de forma sincera e pessoal.

Entrevistado(a): _____

Data da entrevista: ____/____/____

BLOCO 1 – ASPECTOS SOCIOECONÔMICOS E HABITAÇÃO		
Características	Variáveis	
Demográficas e sociais	Sexo	() Feminino () Masculino
	Cor (autodeclarado)	() Branco () Negro () Pardo () Amarelo () Indígena
	Idade	() Até 18 anos () 19 a 24 anos () 25 a 34 anos () 35 a 44 anos () 45 a 54 anos () 55 a 64 anos () 65 ou mais
	Quantidade de pessoas que moram na residência	() Menos de 3 pessoas () Entre 3 e 5 pessoas () Entre 6 e 8 pessoas () Acima de 8 pessoas
Educacionais	Escolaridade	() Não estudou () Fundamental incompleto () Fundamental completo () Ensino médio incompleto () Ensino médio completo () Ensino superior incompleto () Ensino superior completo

	Curso Técnico	() Sim () Não
	Pós-Graduação	() Sim () Não
Mão-de obra e Rendimentos	Profissão	
	Situação profissional atual	() Desempregado () Aposentado () Assalariado c/ carteira assinada () Assalariado s/ carteira assinada () Diarista sem vínculos () Empregado doméstico () Autônomo () Serviços eventuais
	Principal atividade laboral exercida	
	Renda mensal recebida do trabalho principal (base do salário mínimo: R\$ 1045,00)	() Menos de 1 salário mínimo () Entre 1 e 2 salários mínimos () Entre 2 e 3 salários mínimos () Entre 3 e 4 salários mínimos () Acima de 4 salários mínimos
	Renda familiar mensal (base do salário mínimo: R\$ 1100,00)	() Menos de 1 salário mínimo () Entre 1 e 2 salários mínimos () Entre 2 e 3 salários mínimos () Entre 3 e 4 salários mínimos () Acima de 4 salários mínimos
	Família assistida por algum programa social do governo	() Sim () Não Qual? _____
Habitação	Espécie de domicílio	() Próprio () Alugado
	Bairro	
	Tempo em que mora no bairro	() Até 6 meses () Entre 6 e 12 meses () Entre 1 e 3 anos () Entre 3 e 5 anos () Entre 5 e 7 anos () Entre 7 e 9 anos () Acima de 9 anos
	O domicílio possui iluminação elétrica	() Sim () Não
	O domicílio possui caixa d'água	() Sim () Não

Fonte: Elaborado pela autora baseado nas características e variáveis da Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios (PNAD) da Fundação IBGE – 2019.

BLOCO 2 – ASPECTOS RELACIONADOS À PERCEPÇÃO AMBIENTAL					
Dimensão de Comportamento	Nunca	Quase Nunca	Algumas Vezes	Quase Sempre	Sempre
<i>Em relação ao comportamento indique o grau de frequência que:</i>	1	2	3	4	5
Penso em como reutilizar algo antes de jogá-lo no lixo.					
Desligo aparelhos elétricos e eletrônicos após usá-los.					
Utilizo mangueira para lavar o quintal.					
Separo o lixo orgânico do reciclável em minha casa.					
Utilizo transporte público para ir trabalhar.					
Consumo além do que necessito.					
Jogo lixo no chão.					
Apago as luzes quando saio do ambiente.					
Vou a pé quando tenho que me locomover por pequenas distâncias.					
Fecho a torneira enquanto escovo os dentes.					
Compro alimentos sem me preocupar se contêm agrotóxicos.					
Fecho o chuveiro enquanto me ensaboio durante o banho.					
Costumo utilizar a bicicleta para me locomover.					
Separo o lixo que pode ser reciclado (papel, plástico, vidro, metais) e disponho para coleta.					
Faço uso do papel-toalha nos banheiros conforme o recomendado.					
Dimensão de Conhecimento	Discordo totalmente	Discordo parcialmente	Indiferente	Concordo parcialmente	Concordo totalmente
<i>Em relação ao conhecimento, indique o quanto você discorda ou concorda com a frase:</i>	1	2	3	4	5

A sociedade é a responsável pelo surgimento dos problemas ambientais nesta cidade.					
As cidades não fazem parte do meio ambiente.					
A sobrevivência do homem e das gerações futuras está ameaçada.					
O governo deve se preocupar mais com os problemas sociais do que com os ambientais desta cidade.					
A sociedade é a responsável pela solução dos problemas ambientais desta cidade.					
O ser humano não faz parte da natureza.					
O Brasil é um país com muitas riquezas naturais e é impossível que essas riquezas acabem.					
As atitudes diárias de uma pessoa não causam danos nenhum ao meio ambiente.					
Dimensão de Importância	Nada importante	Pouco importante	Importante	Muito importante	Totalmente importante
<i>Em relação a importância que você dá ao assunto, indique o grau de relevância de:</i>	1	2	3	4	5
Debater sobre os problemas ambientais na sociedade em geral.					
Economizar luz.					
Economizar água.					
Preservar áreas verdes do Município.					
Coleta seletiva em todos os bairros do Município.					
Ciclovias para os ciclistas.					
Preservar as fontes de água da cidade.					
Participar de atividades que cuidam do meio ambiente.					

Fonte: Adaptado de Audino (2017)

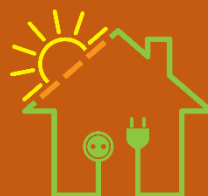
APÊNDICE B – MANUAL DE MONTAGEM DO AQUECEDOR SOLAR

O manual a seguir foi desenvolvido para ser utilizado como um recurso pedagógico durante a realização da capacitação dos moradores por meio do grupo de WhatsApp. O material tem como finalidade, mostrar um passo-a-passo detalhado de montagem do aquecedor solar de baixo custo construído de materiais reaproveitáveis, a fim de promover a reflexão dos participantes da pesquisa sobre possíveis mudanças individuais que contribua com a sustentabilidade.

ENERGIA SOLAR



MONTAGEM DE AQUECEDOR SOLAR COM MATERIAIS DE BAIXO CUSTO





Apresentação e agradecimentos	3
Vantagens de utilizar o aquecedor solar para água	4
Como funciona o aquecedor solar para água	5
Ferramentas necessárias para a montagem	6
Materiais utilizados na montagem do painel e instalação	7
Como preparar os materiais	8
Montagem do painel	10
Instalação	12
Precauções	14
Referências	15
Anexo	16



Este manual é um produto proveniente de meu projeto de mestrado com objetivo de avaliar a efetividade da implementação de um sistema de aquecimento solar de água como tecnologia social para a sustentabilidade.

Com o desejo de levar conhecimento as pessoas e apresentar algumas atitudes que podemos ter frente aos impactos negativos ao meio ambiente, buscamos replicar a tecnologia desenvolvida e patenteada pelo sr. José Alcino Alano, morador da cidade de Tubarão - sc. Assim, este material é composto pelas principais etapas para se construir e instalar o aquecedor solar confeccionado de materiais reaproveitáveis.

Para a organização e realização desta pesquisa contei com o apoio de várias pessoas. Além de meu orientador prof Dr. Luís Roberto Almeida Gabriel Filho, o apoio de meus coorientadores Prof^a Dra. Camila Pires Cremasco Gabriel, Prof. Dr. Daniel dos Santos Viais Neto e amigos anônimos, foram inestimáveis.

Quero agradecer a colaboração especial do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pelo financiamento da pesquisa; ao Centro de Referência de Assistência Social (CRAS) de Presidente Prudente, pela parceria e ao amigo Jhonatan Cabrera Piazzentin, por realizar a construção dos aquecedores solares.

Janaina Kawata de Alencar
Tupã, SP - 2020

Vantagens de utilizar o aquecedor solar para água



Nos últimos tempos, assuntos relacionados a degradação do meio ambiente, como o aquecimento global e mudanças climáticas ganharam lugar de destaque nos debates mundiais. Entre as medidas para propor soluções para amenizar o aquecimento terrestre, foi implementado pela organização das nações unidas (ONU), uma agenda composta por 17 objetivos de desenvolvimento sustentável (ODS).

Com a finalidade de pensar sobre a necessidade de se promover um desenvolvimento justo para todos com o mínimo de degradação ambiental, nesta agenda foi adicionado o ODS 7, que visa *"assegurar o acesso confiável, sustentável, moderno e a preço acessível à energia para todos"*.

Sabe-se que o consumo de energia elétrica no Brasil, infelizmente, ainda é muito alto e apesar de a grande parcela de energia ser gerada por uma matriz renovável, é válido reforçar que a implantação de usinas hidrelétricas desencadeia problemas sociais e ambientais. Visto que para alagar grandes áreas para a construção dos reservatórios, são exigidos a realocação de comunidades, causa extinção de toda a vida nativa ali existente, fauna e flora, além de que a vegetação submersa tende a liberar gases poluentes.

É importante ter consciência que algumas atitudes podem contribuir para promoção de um desenvolvimento sustentável no país e assim, proporcionar uma melhor qualidade de vida às populações. Por exemplo, por meio da economia de energia elétrica nas residências, a geração de eletricidade para a distribuição será menor e assim evita a necessidade de construção de mais usinas, sem contar a economia no valor da conta de energia.

Diante desse contexto, pode-se adotar tecnologias limpas, como a energia solar para aquecer a água do banho, uma vez que o chuveiro elétrico está na lista dos eletrodomésticos que mais consomem energia em uma residência.

Nesse sentido, pode-se construir um aquecedor solar de baixo custo, reaproveitando materiais que seriam descartados, como garrafas PET e caixas de leite vazias. Desta forma, a adoção desses tipos de aquecedores em residências, além da economia no consumo de energia elétrica, também contribui com a redução do lixo gerado que seria descartado nos aterros sanitários.

Como funciona o aquecedor solar para água



O aquecedor solar é um sistema composto por coletores solares instalados sobre o telhado e ligados em uma caixa d'água, que armazenará a água aquecida pelos coletores. Essa caixa d'água será ligada ao chuveiro para o aquecimento da água para o banho (Urbano, 2012).

O sistema funciona por termo sifão, ou seja, a água fria que está no fundo da caixa d'água por ser mais pesada, fluirá para os coletores que devem ser instalados abaixo do nível inferior da caixa d'água. A medida em que a água esquentar ao passar pelos coletores, ficará mais leve e subirá pelas colunas dos coletores, retornando para a parte superior da caixa d'água. Essa circulação será natural e constante durante o período de sol (Alano, 2009; Urbano, 2012).

Esse sistema funciona de forma semelhante aos aquecedores convencionais do mercado com sistema de termo sifão, possuindo diferença apenas nos materiais utilizados em sua construção e no rendimento térmico, pois apresenta um rendimento inferior quando comparado a aquecedores com tubos de cobre ou alumínio (Audino, 2009).

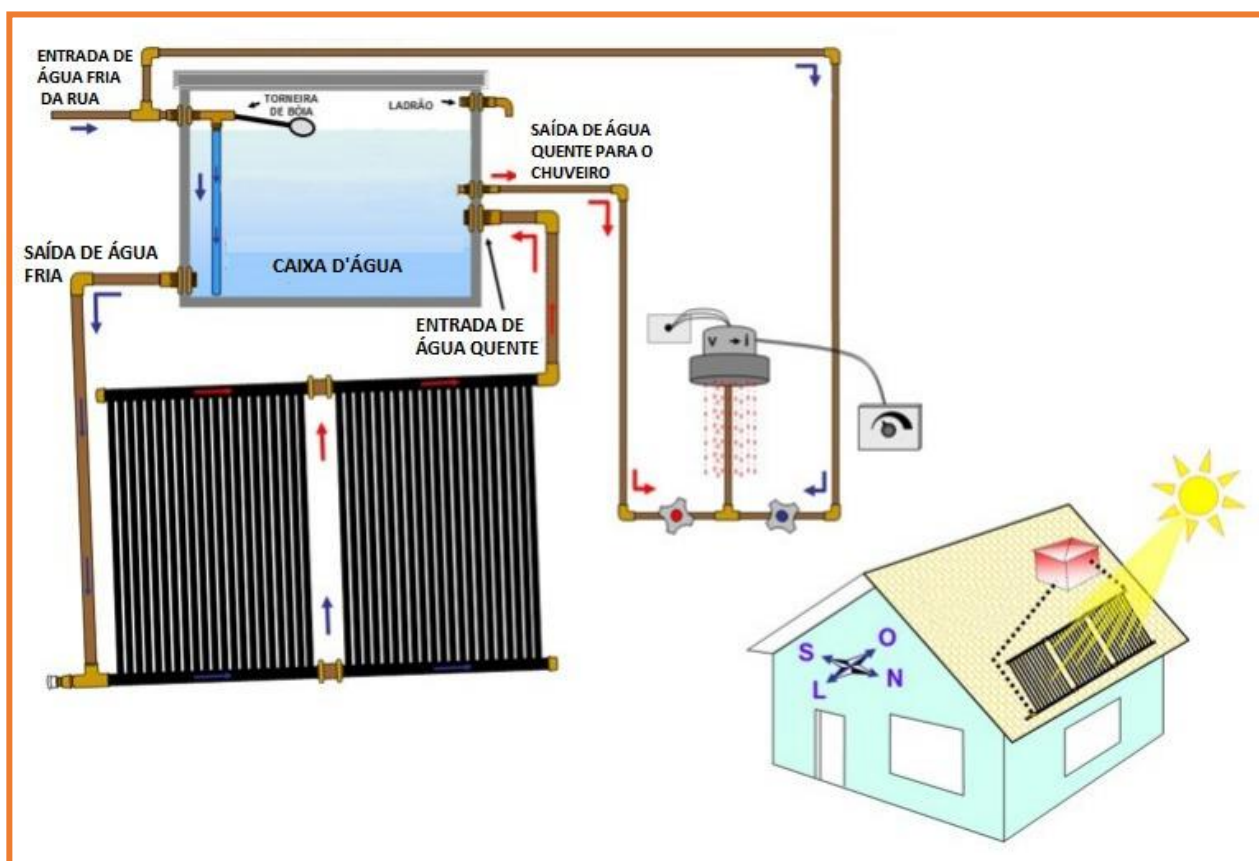


Figura 1 - Esquema do sistema de aquecimento solar/Adaptado de Urbano (2012)

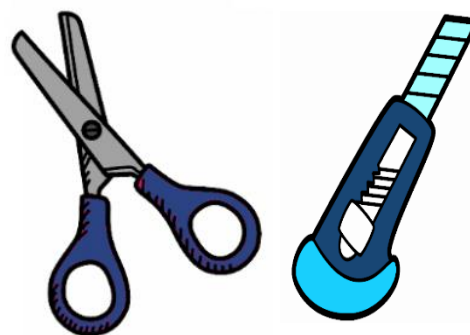
Ferramentas necessárias para a montagem



Rolo ou pincel para pintura



Tesoura ou estilete



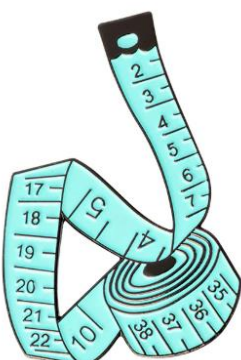
Martelo de borracha



Arco de serra



Fita métrica



Canetinha



Materiais utilizados na montagem Do painel e instalação



Neste manual, considera-se os materiais para a montagem de um aquecedor para uma casa com 4 moradores.

100 garrafas pets de 2 litros
vazias e limpas de coca-cola



100 embalagens de caixas de
leite vazias e limpas



25 metros de cano de pvc
20 mm de meia polegada



Lixa d' água 80



Tinta preta fosca



Cola para cano pvc



40 conexões t em pvc
20 mm de meia polegada



4 flanges de meia polegada
(momento da instalação)



Cotovelos soldáveis
(momento da instalação)



Uma caixa d'água de 250 litros
(momento da instalação)



Cano de pvc 20 mm de meia polegada
(momento da instalação)





Passo 1: corte e pintura das caixas de leite.

Os cortes deverão ser feitos de acordo com o modelo disponível no final deste manual (anexo a).

Após o recorte, pintar com a tinta preta fosca.



Figura 2 – Pintura das caixas de leite recortadas/Próprio autor

Passo 2: corte das garrafas.

Os cortes deverão ser feitos a 1 cm abaixo da marca inferior da garrafa.



Figura 3 – Garrafas cortadas sem os fundos/Próprio autor



Passo 3: preparo das conexões “t”.

É preciso lixar todas as extremidades internas das conexões “t” com a lixa d’água 80, para facilitar a aderência no momento da colagem.

Se preferir, depois de lixar, pinte todas as conexões “t” com a tinta preta fosca.

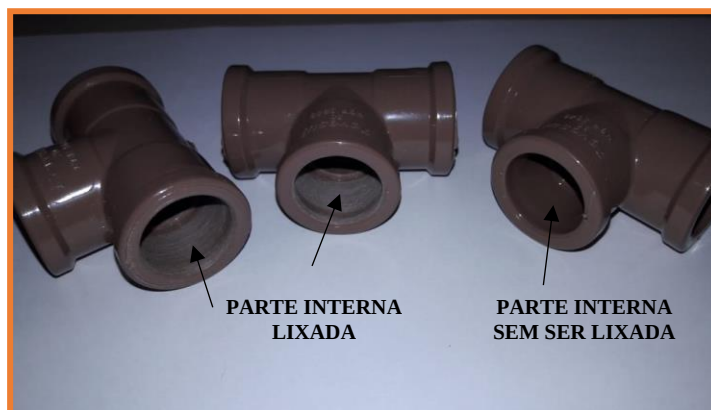


Figura 4 – Parte interna das conexões “T”/Próprio autor

Passo 4: preparo dos canos PVC.

Cortar 20 bastões com medida de 105 cm e 38 bastões com 8,5 cm.

Depois do corte, se preferir, pinte os bastões com a tinta preta fosca.

Por último, lixe as extremidades externas dos bastões para facilitar no momento da colagem.



Figura 5 – Bastões com as extremidades externas lixadas/Próprio autor

Com as conexões “t” e os canos PVC prontos, iniciar a montagem do painel.

Montagem do painel



***Para facilitar o transporte do painel, fazer a montagem em duas partes.*

Barramento superior: para o barramento superior usar 9 bastões de 8,5 cm e 10 conexões “t”.

Cole um bastão em uma conexão “t” e esta conexão a outro bastão e assim sucessivamente até ter o barramento com os 9 bastões de 8,5 cm e as 10 conexões “t”.

*da mesma forma, fazer o segundo barramento, usando 9 bastões de 8,5 cm e 10 conexões “t”.

Observação: é importante que mantenha o alinhamento no momento da colagem para evitar vazamentos.

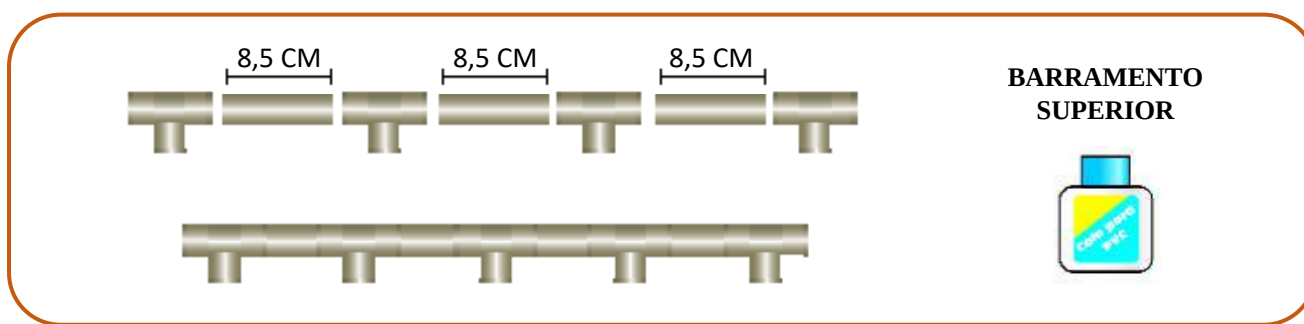


Figura 6 – Montagem do barramento superior do painel/Adaptada de Alano (2009)

Barramento inferior: para o barramento inferior proceder da mesma forma que foi feito no barramento superior, mas sem utilizar a cola de PVC. Utilize o martelo de borracha para facilitar o encaixe.

Encaixar os 9 bastões de 8,5 cm e as 10 conexões “t” – **não usar cola**

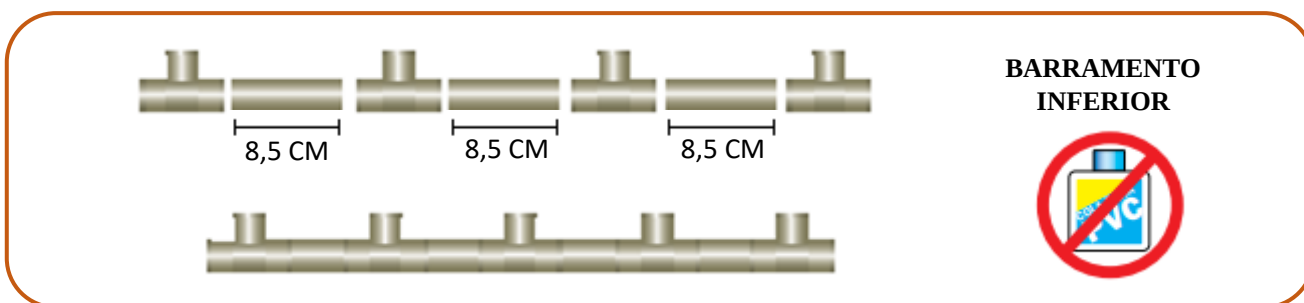


Figura 7 – Montagem do barramento inferior do painel/Adaptada de Alano (2009)

*Da mesma forma, fazer o segundo barramento inferior.



Encaixe das colunas: colar os bastões de 105 cm no barramento superior.

Feito isso, faça o encaixe das primeiras garrafas em todas as colunas e fixe as garrafas pelo gargalo com a fita isolante. Em seguida, encaixe nas garrafas as caixas de leite, de modo que o tubo PVC fique por cima.



Figura 8 – Bastões das colunas encaixados no barramento superior e garrafas fixadas com a fita isolante/Próprio autor

Após posicionar a caixa de leite dentro da garrafa, seguir o procedimento de encaixe com mais três garrafas por coluna.

De acordo com o espaço que sobrou do cano, recortar o fundo da quinta garrafa e encaixá-la ao contrário para fazer o fechamento de cada coluna.

em seguida, encaixar o barramento inferior e fixar a última garrafa de cada coluna com a fita isolante em cada “t” do barramento, de modo que fique firme.



Figura 9 – Painel solar após os últimos encaixes/Próprio autor



- Cada coluna deverá conter cinco garrafas, sendo a última colocada ao contrário.
- Utilize garrafas de material transparente de mesmo formato e tamanho.
- É importante que as garrafas estejam bem encaixadas, sem folgas e alinhadas para não comprometer o funcionamento do aquecedor.



Passo 1: escolha do local para a instalação do painel e caixa d' água.

***O local para colocar a caixa d'água precisa estar acima do local onde se deseja fixar o painel.**

Para o uso de menor quantidade de canos e conexões, dê preferência por locais próximos para as instalações de ambos. É importante que o local escolhido para fixar o painel receba o máximo de horas de luz do sol durante o dia.

Passo 2: instalação do painel e da caixa d'água.

Primeiramente, fixe o painel no telhado.

**** para a conexão do painel à caixa d'água, serão necessários canos de pvc de meia polegada, cotovelos soldáveis e flanges.**

O barramento superior do painel deverá ser ligado na parte superior da caixa d'água (1) e o barramento inferior do painel, na parte inferior da mesma (2).

Passo 3: ligação da entrada de água da rua e da saída para o chuveiro.

**** para a ligação da caixa d'água ao chuveiro, serão necessários canos de pvc de meia polegada, cotovelos soldáveis e flanges.**

Na parte superior da caixa d'água, deverá ser ligado o cano de entrada de água da rua (3) e na parte inferior da caixa d'água, a saída para o chuveiro (4).

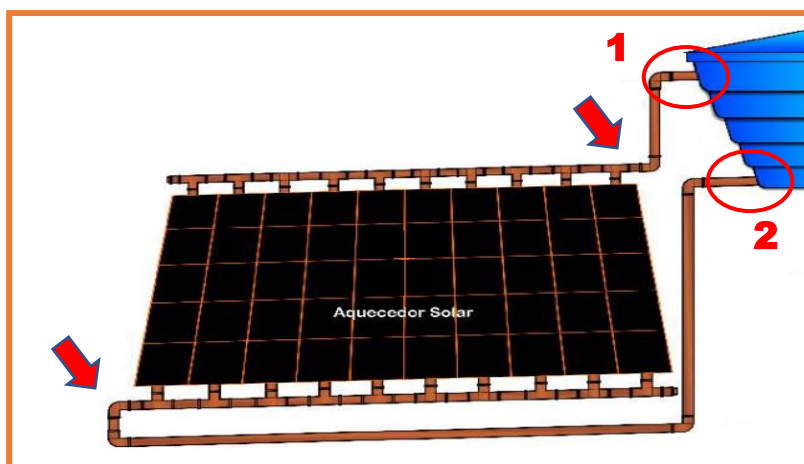
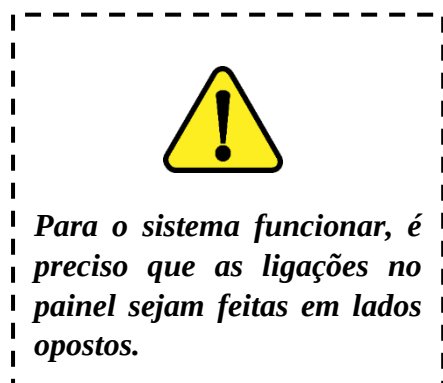


Figura 10 – Esquema de ligação do painel à caixa d'água
Adaptado de SEMA (2008)



Figura 11 – Paine solar instalado/Próprio autor

Passo 4: ligação da caixa d'água ao chuveiro.

Uma sugestão para encontrar a temperatura ideal da água, é utilizar um registro misturador externo de uma só via para água quente.

Adotando essa opção, será necessário fazer apenas um furo no teto do banheiro para a passagem do tubo com água quente, pois a água fria continuará sendo fornecida pela rede existente no local (Celesc, 2005).

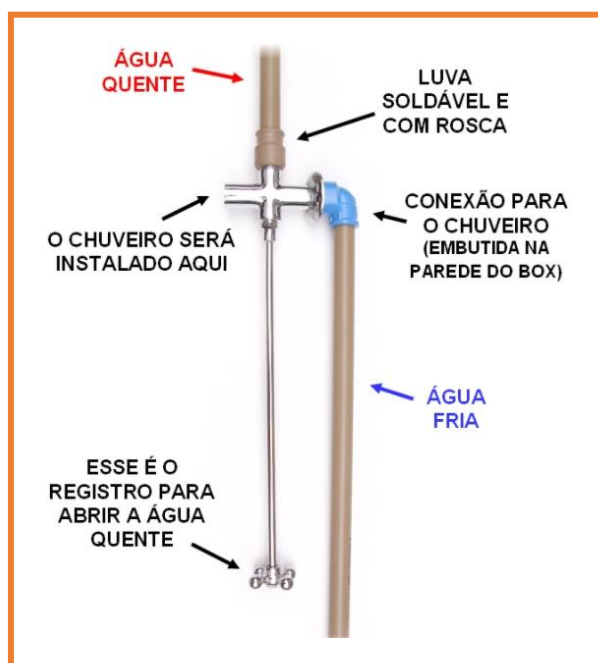


Figura 12 – Esquema de instalação do misturado/Adaptado de Urbano (2012)



- Sempre ficar atento ao utilizar as ferramentas cortantes como o estilete e o arco de serra;
- Ter cuidado no manuseio de garrafas pet e caixas de leite vazias e sujas;
- Não utilizar recipientes vazios de produtos químicos, pesticidas, etc;
- Observar se as garrafas e os canos de pvc foram cortados todos do mesmo tamanho;
- Mesmo havendo sobras de canos, jamais utilize tubos de tamanhos diferentes dos que são apresentados neste manual;
- Durante o processo de montagem, tomar o cuidado de deixar o tubo de pvc por cima da embalagem de caixa de leite;
- Ao encaixar as garrafas no bastão, certifique se foram totalmente encaixadas;
- Atente se o espaço ocupado pelas garrafas após os encaixes em cada bastão, estão do mesmo tamanho;
- Não lixar em excesso as conexões t, para evitar folgas no momento da montagem;
- Ao montar o painel, verificar se os encaixes foram feitos de forma correta, para evitar vazamentos;
- Certificar os lugares em que os furos deverão ser feitos na parte superior da caixa d'água, a fim de não atrapalhar o fechamento com a tampa;
- Ao furar a caixa d'água, não fazer furos maiores que os flanges;
- Para subir a caixa d'água e os painéis no telhado, é importante contar com um ajudante;
- Fechar o registro no momento de fazer a conexão do sistema com a rede de água da residência;
- Quando for mexer na rede elétrica, sempre desligar a chave geral do quadro de força;
- Observar nos primeiros dias se há vazamento de água no sistema.



ALANO, J. A. **Manual do aquecedor solar**. Celesc: Santa Catarina, 2009. Disponível em: <https://www.celesc.com.br/arquivos/manuais/manual-aquecedor-solar.pdf>. Acesso em: 01 mar. 2020.

SEMA. Secretaria do Meio Ambiente e Recursos Hídricos. **Água quente para todos**. SEMA: Curitiba-PR, 2008. Disponível em: http://www.planetarecyclavel.com.br/desperdicio_zero/Kit_res_17_solar.pdf. Acesso em: 01 jul. 2020.

URBANO, E. **Aquecedor solar de água feito com tubos de PVC próprios para água potável e resistentes às intempéries: manual de construção e instalação**. Versão 1.2, São Paulo: 2012. Disponível em: <http://www.sempresustentavel.com.br/solar.htm>. Acesso em: 14 set. 2020.



ANEXO A - Diagrama para o corte das caixas de leite

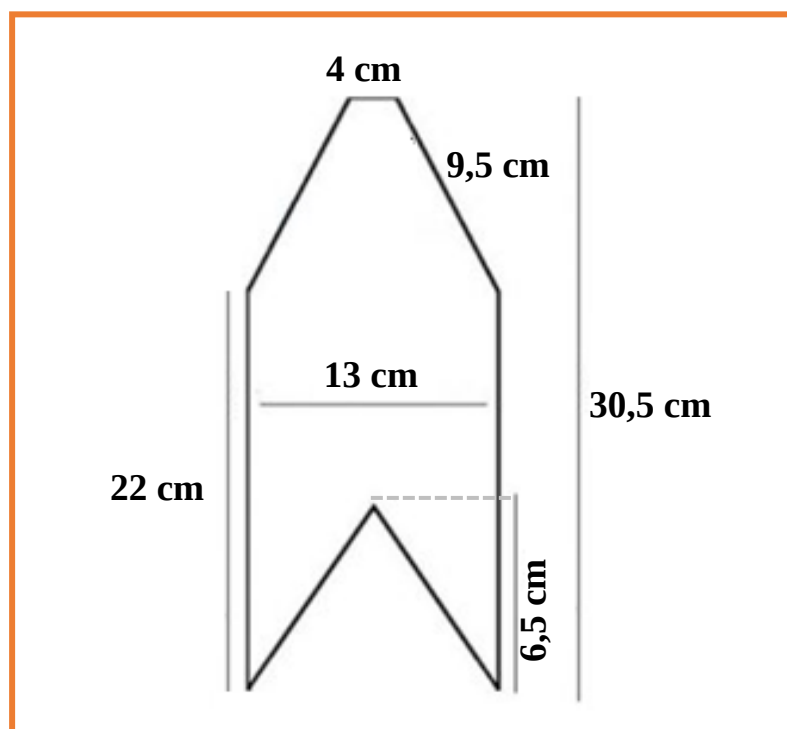


Figura 13 – Modelo para o corte das caixas de leite
Adaptado de Alano (2009)