

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**

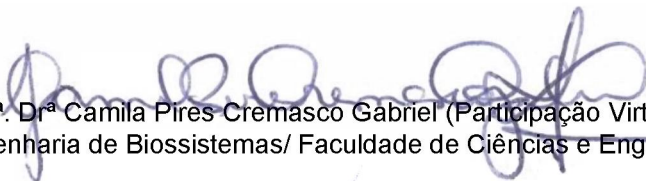
AUTOR: JANAINA KAWATA DE ALENCAR

ORIENTADOR: LUÍS ROBERTO ALMEIDA GABRIEL FILHO

COORDINADOR: CAMILA PIRES CREMASCO GABRIEL

COORDINADOR: DANIEL DOS SANTOS VIAIS NETO

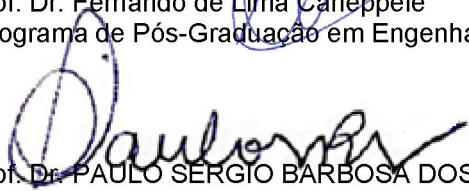
Aprovado como parte das exigências para obtenção do Título de Mestra em AGRONEGÓCIO E
DESENVOLVIMENTO, pela Comissão Examinadora:



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.

RESSALVA

Atendendo solicitação do(a) autor(a), o texto completo desta dissertação será disponibilizado somente a partir de 25/02/2025.

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)

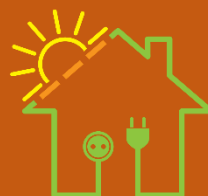
APÊNDICE B – MANUAL DE MONTAGEM DO AQUECEDOR SOLAR

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).

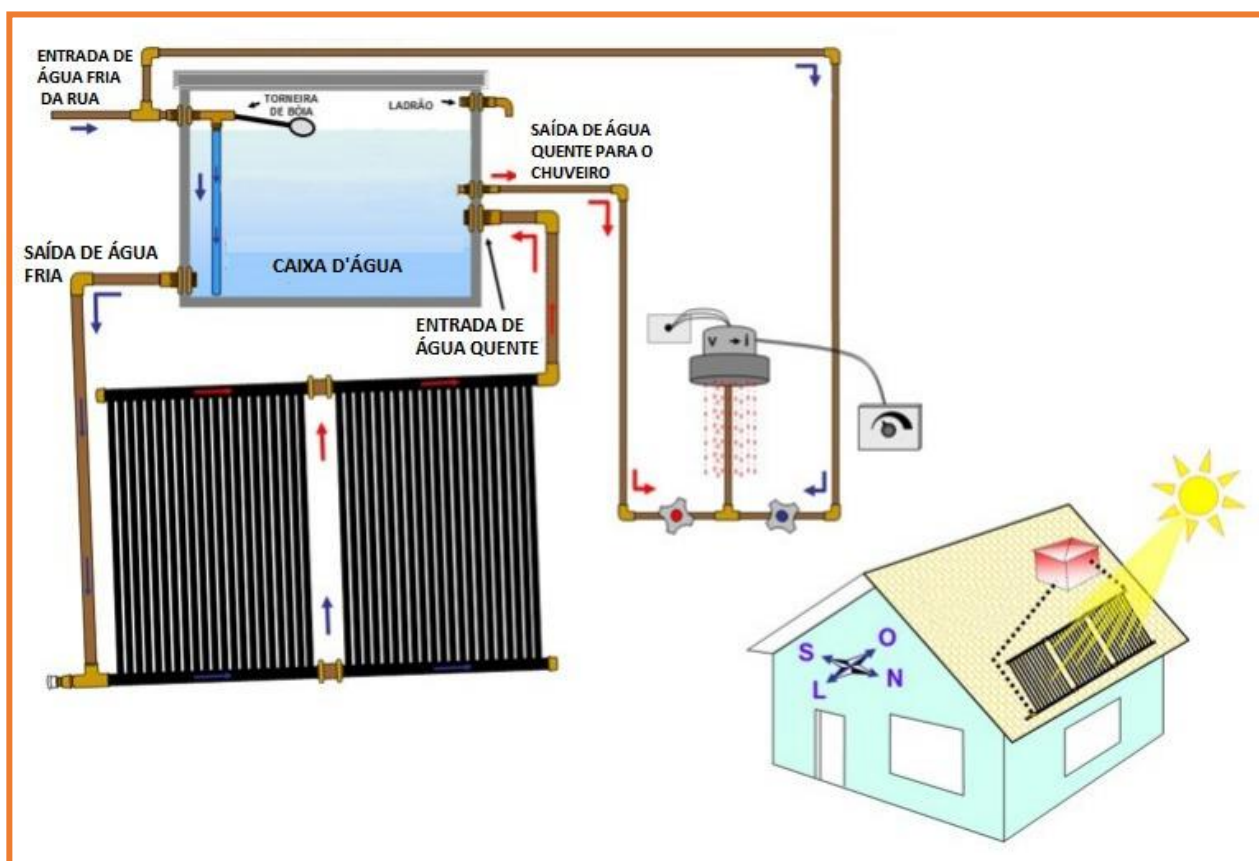


Figura 1 - Esquema do sistema de aquecimento solar/Adaptado de Urbano (2012)

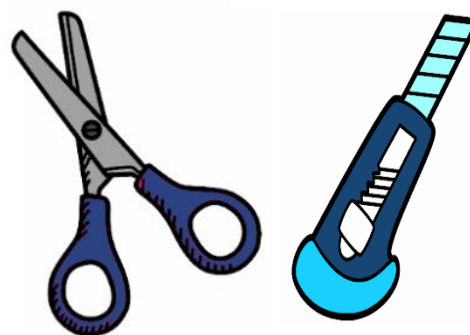
Ferramentas necessárias para a montagem



Rolo ou pincel para pintura



Tesoura ou estilete



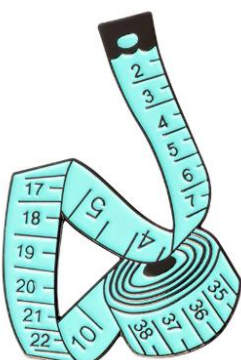
Martelo de borracha



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.

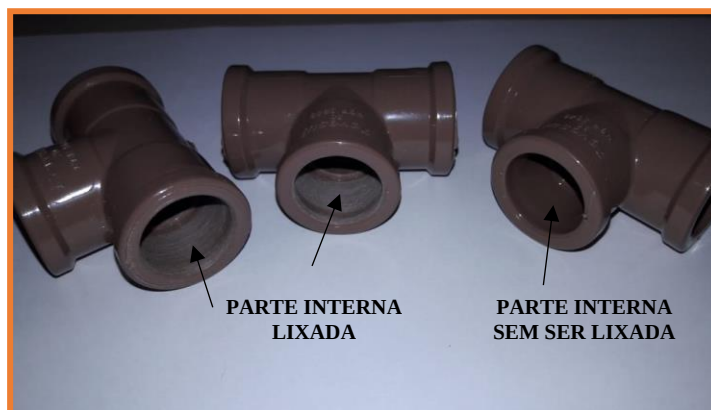


Figura 4 – Parte interna das conexões “T”/Próprio autor

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.



***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.

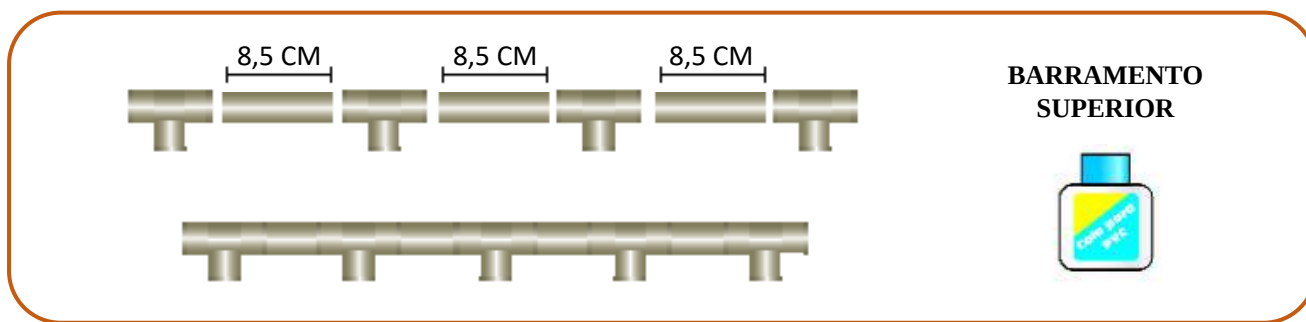


Figura 6 – Montagem do barramento superior do painel/Adaptada de Alano (2009)

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**

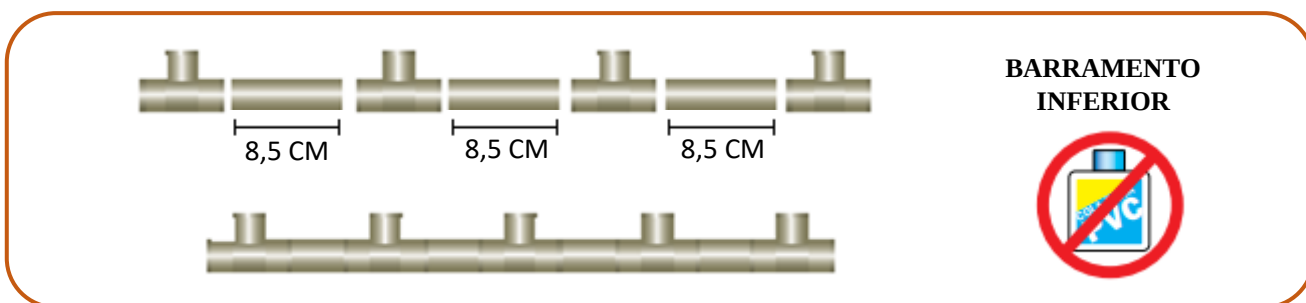


Figura 7 – Montagem do barramento inferior do painel/Adaptada de Alano (2009)

*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).

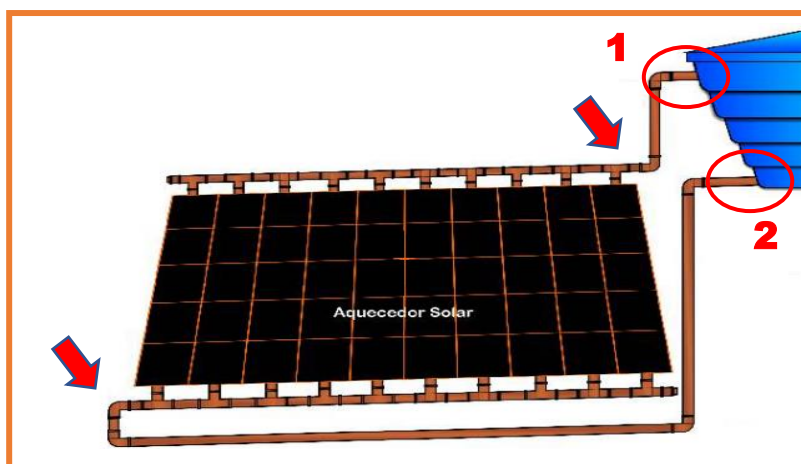
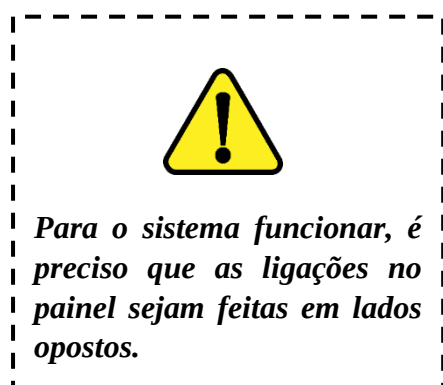


Figura 10 – Esquema de ligação do painel à caixa d'água
Adaptado de SEMA (2008)



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).

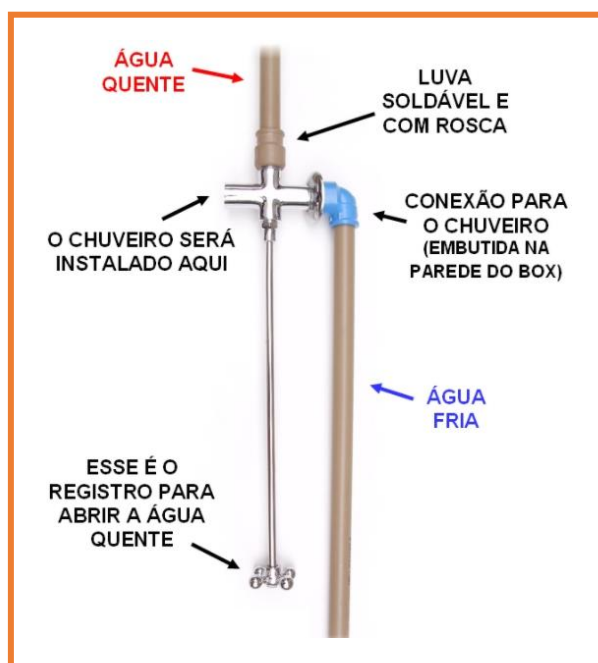


Figura 12 – Esquema de instalação do misturado/Adaptado de Urbano (2012)



- 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

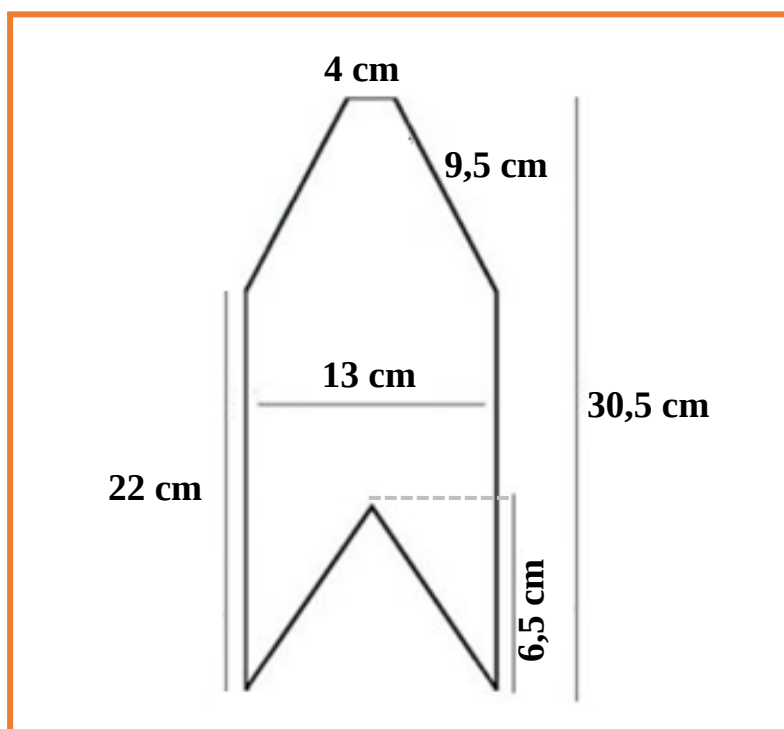


Figura 13 – Modelo para o corte das caixas de leite
Adaptado de Alano (2009)