

# Gestão de Resíduos Sólidos 2

Leonardo Tullio  
(Organizador)



**Leonardo Tullio**  
(Organizador)

# **Gestão de Resíduos Sólidos**

## **2**

**Atena Editora**  
**2019**

2019 by Atena Editora

Copyright © da Atena Editora

Editora Chefe: Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Diagramação e Edição de Arte: Lorena Prestes e Geraldo Alves

Revisão: Os autores

#### Conselho Editorial

Prof. Dr. Alan Mario Zuffo – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul  
Prof. Dr. Álvaro Augusto de Borba Barreto – Universidade Federal de Pelotas  
Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson – Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília  
Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa  
Prof. Dr. Constantino Ribeiro de Oliveira Junior – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Profª Drª Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná  
Prof. Dr. Darllan Collins da Cunha e Silva – Universidade Estadual Paulista  
Profª Drª Deusilene Souza Vieira Dall’Acqua – Universidade Federal de Rondônia  
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul  
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria  
Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná  
Profª Drª Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia  
Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionele delle Figlie de Maria Ausiliatrice  
Profª Drª Juliane Sant’Ana Bento – Universidade Federal do Rio Grande do Sul  
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense  
Prof. Dr. Jorge González Aguilera – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul  
Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins  
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte  
Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão  
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará  
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista  
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará  
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas  
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande  
Profª Drª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

#### Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)

G393 Gestão de resíduos sólidos 2 [recurso eletrônico] / Organizador Leonardo Tullio. – Ponta Grossa (PR): Atena Editora, 2019. – (Gestão de Resíduos Sólidos; v. 2)

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader.

Modo de acesso: World Wide Web.

Inclui bibliografia

ISBN 978-85-7247-188-6

DOI 10.22533/at.ed.886191403

1. Lixo – Eliminação – Aspectos econômicos. 2. Pesquisa científica – Reaproveitamento (Sobras, refugos, etc.).  
3. Sustentabilidade. I. Tullio, Leonardo. II. Série.

CDD 363.728

Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores.

2019

Permitido o download da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos aos autores, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

[www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br)

## APRESENTAÇÃO

Neste Volume II, são apresentados 18 artigos que analisaram o potencial de uso de diversos materiais em vários setores, propondo destino correto a esses resíduos.

A construção civil apresenta-se como elevado potencial na incorporação desses resíduos industriais, que podem ser utilizados como matéria-prima alternativa, uma vez que disponíveis em grandes quantidades e sem destinação pela indústria que o produz, sua utilização pode levar a vantagens econômicas, técnicas e ecológicas, ademais solução de muitos problemas da indústria.

Também se observa o potencial de utilização de resíduos da atividade agrícola no meio urbano, sendo assim o aproveitamento, além de minimizar os problemas ambientais, é visto como atividade complementar, que pode contribuir para a diversificação dos produtos e para a diminuição do custo final de produtos.

Todavia, a correta destinação de um resíduo deve ser estudada e tratada com cautela, pois o "desleixo" causa impactos ambientais incalculáveis na sociedade.

Bons estudos.

Leonardo Tullio

## SUMÁRIO

<b>CAPÍTULO 1</b> .....	<b>1</b>
SUSTENTABILIDADE: USO DE ÓLEO RESIDUAL DE FRITURA PARA PRODUÇÃO DE BIODIESEL E EDUCAÇÃO AMBIENTAL	
<i>Cristine Machado Schwanke</i> <i>Juliana Young</i>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.8861914031</b>	
<b>CAPÍTULO 2</b> .....	<b>13</b>
UTILIZAÇÃO DE CARVÃO DE CAROÇOS DE BUTIÁ ( <i>BUTIA CAPITATA</i> ) COMO MEIO DEPURIFICAÇÃO ALTERNATIVA DE ÁGUAS PARA CONSUMO HUMANO	
<i>Beatriz Stoll Moraes</i> <i>Ferdinando Bisogno de Castro</i> <i>Maick Bravo da Silva</i> <i>Paulo Roberto Diniz da Silva</i> <i>Daniela Lilge Silva</i>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.8861914032</b>	
<b>CAPÍTULO 3</b> .....	<b>25</b>
USO DE RESÍDUOS DE CELULOSE NA MELHORIA DA EFICIÊNCIA ENERGÉTICA DE EDIFICAÇÕES RESIDENCIAIS	
<i>Genyr Kappler</i> <i>Carlos Alberto Mendes Moraes</i> <i>Regina Célia Espinosa Modolo</i> <i>Juliana Damasio Waschevicz</i>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.8861914033</b>	
<b>CAPÍTULO 4</b> .....	<b>34</b>
REJEITOS RADIOATIVOS DO MAIOR ACIDENTE RADIOLÓGICO DO BRASIL	
<i>Lení Maria de Souza</i> <i>Francisco Itami Campos</i>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.8861914034</b>	
<b>CAPÍTULO 5</b> .....	<b>46</b>
PRODUÇÃO DE CARBOXIMETILCELULASE E AVICELASE PELO BACILLUS SP SMIA-2 EM MEIO CONTENDO BAGAÇO DE CANA-DE-AÇÚCAR	
<i>Andréia Boechat Delatorre</i> <i>Silvania Alves Ladeira</i> <i>Marcela Vicente Vieira Andrade Gonçalves</i> <i>Cristiane de Jesus Aguiar</i> <i>Thiago Freitas de Almeida</i> <i>Meire Leles Leal Martins</i>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.8861914035</b>	
<b>CAPÍTULO 6</b> .....	<b>55</b>
O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL NO MERCADO DE EQUIPAMENTOS GAMER	
<i>Felipe Elsemann Barreto</i> <i>Ana Júlia Senna Sarmiento Barata</i> <i>Ricardo Ribeiro Alves</i> <i>Djulia Regina Ziemann</i>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.8861914036</b>	

**CAPÍTULO 7 ..... 68**

ESTUDO PARA INSTALAÇÃO DE CENTROS DE TRATAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS DO RIO DE JANEIRO EM SEROPÉDICA

*Hélio Fernandes Machado Júnior*

*Rui de Góes Casqueira*

*Fabíola Oliveira da Cunha*

**DOI 10.22533/at.ed.8861914037**

**CAPÍTULO 8 ..... 78**

ESTUDO E CARACTERIZAÇÃO DA SERICINA EMPÓ RESULTANTE DO APROVEITAMENTO DE RESÍDUOS INDUSTRIAIS DESIDRATADA EM “SPRAY DRYER”

*Ana Paula Sone*

*Camilo Freddy Mendoza Morejon*

*Marcelino Luiz Gimenes*

**DOI 10.22533/at.ed.8861914038**

**CAPÍTULO 9 ..... 92**

ESTUDO DA CONFORMIDADE DE BLOCOS CERÂMICOS PRODUZIDOS COM RESÍDUOS DE CHAMOTE E CASCA DE ARROZ

*Ivando Stein*

*Maurício Livinali*

*Éder Claro Pedrozo*

*Lucas Fernando Krug*

**DOI 10.22533/at.ed.8861914039**

**CAPÍTULO 10 ..... 103**

ESTUDO COMPARATIVO DO LIXIVIADO GERADO POR RESÍDUOS SÓLIDOS ORGÂNICO E ELETROELETRÔNICO EM SIMULAÇÃO DE ATERRO SANITÁRIO

*Beatriz Rodrigues de Barcelos*

*Caio Soares Camargos*

*Gabriel Alves Teixeira*

*Lorena Silva Pereira*

*Ygor dos Santos Carneiro*

**DOI 10.22533/at.ed.88619140310**

**CAPÍTULO 11 ..... 116**

DESMONTAGEM E CARACTERIZAÇÃO DE LÂMPADAS LED PARA RECUPERAÇÃO DE MATERIAIS

*Emanuele Caroline Araujo dos Santos*

*Alini Luísa Diehl Camacho*

*Leonardo Daniel Rauber*

*Carlos Alberto Mendes Moraes*

**DOI 10.22533/at.ed.88619140311**

**CAPÍTULO 12 ..... 126**

CARACTERIZAÇÃO GRAVIMÉTRICA DOS RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS DO MUNICÍPIO DE PETROLINA/PE

*David José Oliveira da Silva*

*Iago Santos Calábria*

*Walter de Moraes Calábria Junior*

**DOI 10.22533/at.ed.88619140312**

**CAPÍTULO 13 ..... 136**

AVALIAÇÃO DA POTENCIALIDADE DE RESÍDUOS GERADOS PELA INDÚSTRIA DE PAPEL E CELULOSE COMO MATERIAIS ALTERNATIVOS PARA A INDÚSTRIA CIMENTEIRA

*Joana Gomes Meller*  
*Letícia Torres Maia*  
*Oscar Rubem Klegues Montedo*  
*Dachamir Hotza*  
*Hiany Mehl Zanlorenzi*  
*Silvana Meister Sommer*

**DOI 10.22533/at.ed.88619140313**

**CAPÍTULO 14 ..... 147**

ANÁLISE DOS PLANOS MUNICIPAIS DE GESTÃO INTEGRADA DE RESÍDUOS SÓLIDOS NO ESTADO DO PARANÁ

*Daniel Poletto Tesser*  
*Luciana Janoni Botelho de Freitas do Nascimento*  
*Antônio Carlos de Francisco*  
*Cassiano Moro Piekarski*

**DOI 10.22533/at.ed.88619140314**

**CAPÍTULO 15 ..... 160**

ANÁLISE DA VIABILIDADE TÉCNICA DO AQUECIMENTO DE ÁGUA ATRAVÉS DE UM AQUECEDOR SOLAR FEITO COM MATERIAL RECICLÁVEL

*Maiara Stein Wünsche*  
*Nadine Rech Medeiros Serafim*  
*Rafaela Picolotto*

**DOI 10.22533/at.ed.88619140315**

**CAPÍTULO 16 ..... 170**

ANÁLISE DA MISTURA DO AGREGADO RECICLADO DE RCD ASSOCIADO AO SOLO LATERÍTICO PARA UTILIZAÇÃO NA CAMADA DE BASE DE PAVIMENTOS

*Natássia da Silva Sales*  
*Caio César Luz Araújo*

**DOI 10.22533/at.ed.88619140316**

**CAPÍTULO 17 ..... 182**

ANÁLISE DA ECOEFICIÊNCIA DA RECICLAGEM DE RESÍDUOS SÓLIDOS EM USINA SUCROALCOOLEIRA NO PIAUI

*Lilian de Castro Moraes Pinto*  
*Maria do Socorro Lira Monteiro*

**DOI 10.22533/at.ed.88619140317**

**CAPÍTULO 18 ..... 191**

ANÁLISE BIBLIOMÉTRICA DA PRODUÇÃO CIENTÍFICA NACIONAL E INTERNACIONAL SOBRE TRATAMENTO DE LIXIVIADO DE ATERRO SANITÁRIO

*Manoela Paiva de Amorim Santos*  
*Rafael de Freitas Taves*  
*Alexandre Lioi Nascentes*  
*Armando Borges de Castilhos Junior*

**DOI 10.22533/at.ed.88619140318**

**SOBRE O ORGANIZADOR..... 203**

## ANÁLISE DA VIABILIDADE TÉCNICA DO AQUECIMENTO DE ÁGUA ATRAVÉS DE UM AQUECEDOR SOLAR FEITO COM MATERIAL RECICLÁVEL

### **Maiara Stein Wünsche**

Universidade do Vale do Itajaí, Escola do Mar  
Ciência e Tecnologia, Curso de Engenharia  
Ambiental e Sanitária.  
Itajaí – Santa Catarina

### **Nadine Rech Medeiros Serafim**

Universidade do Vale do Itajaí, Escola do Mar  
Ciência e Tecnologia, Curso de Engenharia  
Ambiental e Sanitária.  
Itajaí – Santa Catarina

### **Rafaela Picolotto**

Universidade do Vale do Itajaí, Escola do Mar  
Ciência e Tecnologia, Curso de Engenharia  
Ambiental e Sanitária.  
Itajaí – Santa Catarina

**RESUMO:** O Projeto Aquecedor Solar com Materiais Recicláveis criado pelo Laboratório de Gestão e Valoração de Resíduos da Universidade do Vale do Itajaí, teve como objetivo analisar a viabilidade técnica do aquecimento de água através de um aquecedor solar construído com materiais recicláveis. Para isso, foram feitas as análises do potencial de aquecimento da água através de medições de temperatura dentro e fora do aquecedor, e avaliação da aceitação das pessoas por meio de fichas de avaliação do projeto. Obtendo-se resultados positivos, visto que, após confeccionado o aquecedor solar com materiais recicláveis, observou-se potencial de aquecimento da água eficiente nos

dias de medição, ocasionando posteriormente na apresentação do projeto em escolas e grupos interessados com o intuito de disseminar a técnica envolvida na elaboração e confecção do aquecedor, incidindo numa aceitação de 5,4% por parte das pessoas que tiveram contato com o projeto para replicá-lo em suas unidades de ensino de Itajaí (SC). Desta forma, comprova-se a viabilidade técnica do aquecimento da água através do aquecedor solar construído a partir do reaproveitamento de materiais, que vem a resultar implicitamente também no reaproveitamento de resíduos em forma de matéria-prima, impedindo que sejam dispostos de maneira ineficiente ou incorreta.

**PALAVRAS-CHAVE:** Resíduo; Reaproveitamento; Aquecedor Solar.

**ABSTRACT:** The Solar Heater Project with Recyclable Materials created by management laboratory and waste valuation from UNIVALI (Universidade do Vale do Itajaí), had as objective to analyze the technical feasibility of water heating through a solar heater built with recyclable materials. To achieve this goal, were made analysis of the water heating potential through temperature measurements inside and outside the heater and assessment of people's acceptance through project evaluation sheets. Positives results were achieved, since after making the solar heater with recyclable

materials, an efficient water heating potential was observed on the measurement days, resulting later on the presentation of the project in schools and interested groups with the intention of disseminating the technique involved in the elaboration and preparation of the heater, resulting in an acceptance of 5.4% by the people who had contact with the project to replicate it in its educational units from Itajaí (SC). Therefore, it proves the technical feasibility of heating the water through the solar heater built from the reuse of materials, also, generating an implicit result on reuse of waste in the form of raw material, preventing them from being disposed of inefficiently or incorrectly

**KEYWORDS:** Residue; Reuse, Solar Heater.

## 1 | INTRODUÇÃO

A radiação enviada pelo sol para a planeta, também conhecida como energia solar é considerada como uma fonte de energia limpa e renovável, pois em seu processo de produção de energia não lança poluentes para a atmosfera e os impactos provocados ao meio ambiente diante sua geração é mínima (SHAYANI, 2006). Essa radiação solar transmitida pode ser convertida em energia térmica, também conhecida como energia termosolar ou energia elétrica (PACHECO, 2006). Uma das aplicações da energia termosolar é o seu uso em aquecedores solares para aquecimento de água (OTTINGER, 1991).

Uma alternativa que está sendo explorada é a confecção de aquecedores solares com materiais recicláveis, que além de promover o uso de uma energia limpa, surge para solucionar outro problema sério nos dias de hoje, a geração de resíduos sólidos (MAIA, 2013). Tendo em conta que anualmente a geração de resíduos sólidos no Brasil vem aumentando consideravelmente (ABRELPE, 2016) e conseqüentemente o volume de resíduos depositado nos aterros sanitários está crescendo também. Muitos dos resíduos depositados nos aterros poderiam ter outro destino, como por exemplo, o reaproveitamento para a produção de novos produtos, dentre eles os aquecedores solares, pois o reuso destes resíduos demonstra-se uma ferramenta mais que viável na gestão de recursos e é capaz de promover não só o uso consciente, mas também a redução de custos e geração de lucro (MARCHI, 2011).

Percebe-se que os temas resíduos sólidos e energia renovável são dois assuntos muito abordados ultimamente por serem entendidos como possíveis soluções para vários problemas socioeconômicos e ambientais, por tanto, o presente trabalho tem como objetivo principal analisar a viabilidade técnica do uso de um aquecedor solar fabricado com materiais recicláveis e como objetivos específicos confeccionar um aquecedor solar usando materiais recicláveis, avaliar o potencial de aquecimento d'água e analisar a aceitação das pessoas frente a está solução alternativa e inovadora.

O projeto Aquecedor Solar está voltado para o aproveitamento de energia e reaproveitamento de resíduos sólidos, este vem de encontro diretamente a proposta

dos aquecedores solares feitos com material reciclável, pois além de promover o aproveitamento de uma fonte de energia limpa, barata e abundante (PALZ, 2003), apresenta uma nova maneira de reutilização de materiais pós-consumo.

## 2 | OBJETIVO

Analisar a viabilidade técnica do uso de um aquecedor solar fabricado com materiais recicláveis.

### 2.1 Objetivos específicos

- a) Confeccionar um aquecedor solar usando materiais recicláveis;
- b) Avaliar o potencial de aquecimento da água; e
- c) Analisar a aceitação das pessoas frente a esta solução alternativa e inovadora.

## 3 | METODOLOGIA

O Laboratório de Gestão de Valoração de Resíduos (LGVR) da Universidade do Vale do Itajaí (UNIVALI) está desde 2015 trabalhando com o modelo de aquecedor solar desenvolvido em 2005 por José Alcino Alano morador de Tubarão – SC.

O projeto de Aquecedor Solar com Materiais Recicláveis tem como princípio o funcionamento por termossifão. À medida que a água esquentada 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.

Este coletor solar diferencia-se dos demais na parte de materiais utilizados na sua fabricação. Com o intuito de reduzir custos e incentivar reciclagem desses materiais, são utilizados nas colunas de absorção térmica, tubos e conexões de PVC (substituindo os tubos de cobre ou alumínio convencional). As garrafas PET e embalagens longa vida reaproveitadas, substituem a caixa metálica, o painel de absorção e o vidro utilizado nos aquecedores convencionais. O calor absorvido pelas embalagens longa vida, pintadas de preto fosco, é retida no interior das garrafas e transferidas para a água através das colunas de PVC, também pintadas de preto fosco. As garrafas PET têm como função proteger o interior do coletor das interferências externas (Alano, 2004).



**Figura 01:** Aquecedor Solar construído com materiais recicláveis confeccionado pelos bolsistas do projeto Aquecedor Solar

Fonte: Autores

### 3.1 Confeção do aquecedor

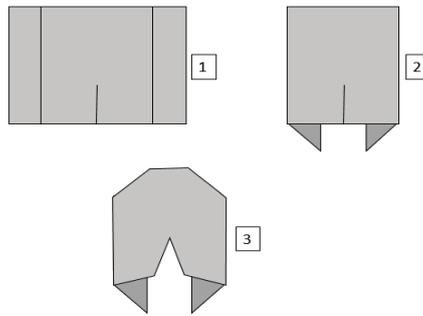
A confecção do aquecedor solar de materiais recicláveis depende do dimensionamento do projeto, pois cada local tem sua necessidade própria de energia tornando inviável desenvolver um modelo específico de aquecedor. Em linhas gerais a matéria-prima necessária para a confecção do painel solar de materiais recicláveis confeccionado pelo LGVR foram os seguintes:

- Garrafas PET de 2 litros;
- Embalagens Tetra Park de leite;
- Canos de PVC;
- Tinta preta fosca;
- Materiais de trabalho (tesoura, pincel, régua, etc.)

Para a confecção do aquecedor solar iniciou-se a montagem dos módulos com os materiais acima citados (Alano, 2005), seguindo os passos a seguir:

**Passo 1:** Com um cano de PVC 100 mm, com comprimento de 31 cm (garrafas de formato cinturado) ou 29 cm (garrafas de formato liso) foi feito um corte longitudinal e encaixou-se na garrafa PET da marca usada. Colocou-se o PVC moldado à garrafa do gargalo até o fundo (pelo lado de fora) para o corte da garrafa com auxílio de um estilete.

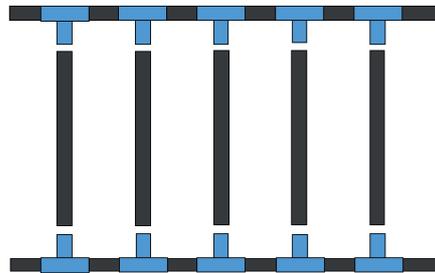
**Passo 2:** Cortou-se a embalagem Tetra Park no tamanho de 22,5cm e depois um corte de 7 cm feito na parte inferior central da embalagem para que esse corte servisse de encaixe do gargalo para a próxima garrafa PET. Fez-se dobras na embalagem longa vida de forma que a emenda da cola na embalagem ficasse para baixo. A dobra da embalagem seguiu os vincos da própria embalagem e dobradas as abas formadas de forma diagonal. Na parte central do corte realizado anteriormente, foi feito duas dobras para que a base ficasse no formato triangular e as pontas soltas de forma diagonal. Em seguida pintou-se as embalagens com tinta preta fosca e deixou-se secar.



**Figura 02:** Etapas da confecção das embalagens Tetra Park

Fonte: Adaptado de Alano (2015)

**Passo 3:** Para a montagem das colunas do aquecedor solar, foram utilizadas conexões de PVC em formato de “T” e tubos de 20,5 mm de PVC pintados com a tinta preta fosca. Recomenda-se deixar um espaço de 8cm entre as conexões. A montagem foi feita segundo as colunas da figura 02.

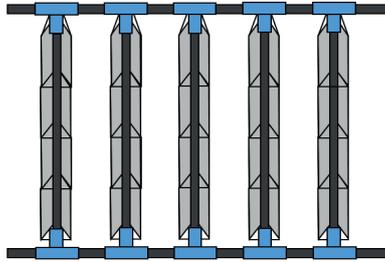


**Figura 03:** Estrutura das colunas do painel solar

Fonte: Adaptado de Alano (2015)

**Passo 4:** Na pré-montagem das colunas do módulo foram utilizadas 4 garrafas encaixadas umas nas outras que formaram uma coluna. As garrafas foram encaixadas uma dentro da outra de forma que não ficassem amassadas ou mal encaixadas para não comprometer o funcionamento final do aparelho.

**Passo 5:** Depois de colocada uma garrafa PET em cada coluna, colocou-se uma embalagem de leite longa vida já pintada e dobrada dentro da garrafa, de modo que ficasse por baixo do tubo de PVC, a parte pintada para cima e as dobras para trás. Repetiu-se esse processo com as quatro garrafas que compõem cada coluna do módulo do aquecedor. Finalizado o painel este foi conectado a caixa d’água através das conexões com os materiais de PVC já utilizados nas etapas anteriores de acordo com o espaço disponível para instalação.



**Figura 04:** Estrutura do painel solar finalizado

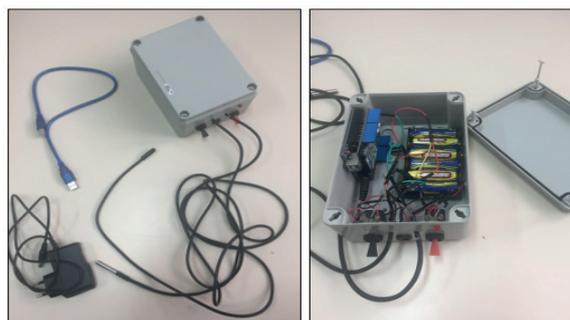
Fonte: Adaptado de Alano (2015)

### 3.2 Avaliação do potencial de aquecimento da água

Para a comprovação da temperatura a qual o aquecedor solar com material reciclável pode alcançar se viu a necessidade de monitoramento, o qual foi realizado de maneira remota através de um sistema de hardware integrado com sensores e outros dispositivos eletrônicos. A parte do hardware a ser utilizada será o micro controlador Arduino Uno Rev3, em conjunto de um shield com um cartão de memória acoplado para coletar os dados processados no Arduino.

O Arduino se trata de um projeto que engloba software e hardware e tem como objetivo fornecer uma plataforma fácil para elaborar protótipos de projetos interativos, utilizando um micro controlador.

Os sensores utilizados para a medição da temperatura foram dois termômetros a prova d'água (DS18B20), e um sensor de temperatura externa e umidade (DHT 11). A programação dos mesmos proporcionará a coleta de dados simultaneamente em um cartão de memória em um tempo (t) pré-definido.



**Figura 05:** Arduino com os sensores utilizados acoplados e equipamentos periféricos.

Fonte: Autores

### 3.3 Avaliação da aceitação

Tão importante quanto apresentar uma solução é saber se essa solução está sendo bem recebida pelas pessoas que poderão se beneficiar dela. O projeto Aquecedor Solar com Materiais Recicláveis foi apresentado a escolas públicas do município e outros grupos interessados no intuito de disseminar a técnica envolvida na elaboração e confecção do aquecedor e também de trabalhar as temáticas como

educação ambiental, energias renováveis e reaproveitamento de resíduos sólidos.

Para determinar o grau de aceitação das pessoas que participaram das oficinas e palestras e avaliar a aceitação do projeto, foram entregues formulários durante o evento que permitiu indicar se as pessoas possuíam interesse em dar seguimento ao projeto do aquecedor solar em suas residências.

## **4 | RESULTADOS E DISCUSSÃO**

### **4.1 Oficinas e palestras**

O laboratório desenvolveu, em 2015, atividades teóricas e práticas referente a energia renovável através do aquecedor solar, e registrou a presença de 20 alunos de uma escola pública do município de Itajaí, como também 3 alunos do curso de graduação de Engenharia Ambiental, que realizaram essas atividades.

No ano de 2016, o LGVR desenvolveu as mesmas atividades, só que nessa ocasião, com a Escola Guilhermina Büchele Muller, com um público girando em torno de 20 pessoas, com alunos e professores. O projeto teve início na escola, ocorreu a compra e confecção dos materiais, entretanto, não foi possível dar continuidade pois ocorreram trocas de funcionários na escola o que acarretou na interrupção do projeto do aquecedor solar.

No ano de 2017 o projeto estendeu-se para além do ambiente escolar e teve seu espaço durante na programação das palestras de formação continuada dos professores da rede de ensino do município de Itajaí/SC. As palestras foram voltadas para a temática de Resíduos Sólidos e o projeto foi apresentado durante a palestra sobre Alternativas e Soluções Sustentáveis. Estes encontros contaram com a participação de mais de 30 profissionais da educação e tiveram uma duração total de 20 horas. Foram apresentados os princípios de funcionamento do aquecedor solar, os materiais utilizados, as aplicações e a técnica de confecção do mesmo. Os telespectadores da palestra demonstraram-se bem interessados quando ao tema e o projeto e disposto a aceitar a iniciar os projetos em suas unidades no ano de 2018 com o apoio técnico do LGVR.

### **4.2 Medição do aquecimento d'água**

Com o auxílio do equipamento Arduíno e sensores foi possível verificar em tempo real a variação da temperatura entre o ambiente interno e externo no boiler do sistema do aquecedor solar de materiais recicláveis. As coletas foram realizadas em horários pré-estabelecidos durante cinco dias a fim de se verificar o comportamento da temperatura no ambiente condicionado pelo aquecedor e do ambiente livre de influência do sistema.

Seriam realizadas uma medição em cada horário estabelecido para verificar a temperatura em tempo real dos ambientes, entretanto, o Arduíno foi programado para coletar dados a cada 1 segundo durante 2 minutos e armazená-los em um arquivo “.txt”

no cartão de memória do equipamento. Desta forma foi possível identificar previamente dados com valores absurdos e descartá-los para não causarem anomalias nos valores das médias das temperaturas. Os valores apresentados no Quadro 01 representam a temperatura média dos dados medidos durante o período de 120 segundos.

Dados medidos com Arduíno						
Data	Temperatura (°C)					
	09:00		13:00		17:00	
	Interno	Externo	Interno	Externo	Interno	Externo
07/10/17	23,75	20,75	-	-	24,75	24,5
26/10/17	32	32,25	-	-	32,5	32,25
22/11/17	-	-	29,55	28,93	31,35	23,88
23/11/17	31,08	28,91	25,25	23,63	24,75	22,62
24/11/17	26,51	25,44	45,95	28,76	-	-

**Quadro 01:** Medições realizadas com o Arduíno

Fonte: Autores

Foi possível observar que o aquecedor solar apresentou uma temperatura maior em seu interior do que no ambiente exterior na maioria das análises. Deve-se considerar que algumas medições foram realizadas em períodos nublados ou de baixas temperaturas, mas mesmo com estas interferências o aquecedor solar mostrou-se capaz de aquecer a água no sistema.

Percebe-se que não é possível estimar um potencial de aquecimento do equipamento apenas pelas dimensões do painel solar ou de outros componentes, pois como foi observado pelos dados apresentados o aquecimento e a temperatura do aquecedor dependem diretamente das condições climáticas do ambiente externo.

A utilização do equipamento Arduino mostrou-se viável pois trata-se de uma ferramenta para análise de sistemas e controladores automatizados que podem ser programados de acordo com as necessidades de cada coleta e não necessita da presença de uma pessoa no local para fazer as medições.



**Figura 05:** Bolsista do Projeto Aquecedor Solar com Materiais Recicláveis ajustando o Arduíno para realizar as medições

### 4.3 Avaliação do projeto aquecedor solar com materiais recicláveis

O projeto Aquecedor solar com Materiais Recicláveis foi apresentado a escolas e outros grupos interessados no intuito de disseminar a técnica envolvida na elaboração e confecção do aquecedor e também de trabalhar as temáticas como educação ambiental, energias renováveis e reaproveitamento de resíduos sólidos. Após a finalização das palestras desenvolvidas com os professores do município de Itajaí/SC foram analisadas as avaliações feitas pelos mesmos a fim de se identificar o grau de aceitação do projeto pelos representantes das unidades de educação. Ao total foram contabilizadas 23 avaliações sendo que destas 5,4% dos participantes demonstraram interesse em implementar o projeto Aquecedor Solar com Materiais Recicláveis em suas unidades de ensino. Este não foi um resultado muito bom considerando o número de participantes. Possivelmente o motivo do desinteresse das pessoas foi causado pela falta de um contato direto com o projeto. Durante as palestras foi apresentado somente a conteúdo teórico do aquecedor solar, pois por motivos de tempo não foi possível realizar as oficinas práticas e confecções com os educadores e desta forma estabelecer um contato maior destes com o projeto e seus benefícios.



**Figura 06:** Bolsista do Projeto Aquecedor Solar com Materiais Recicláveis realizando as palestras para os educadores do município de Itajaí/SC

Fonte: Autores

## 5 | CONCLUSÃO

Através do processo de confecção, aplicação e avaliação do projeto Aquecedor Solar com Materiais Recicláveis foi possível identificar soluções e alternativas sustentáveis para diversos problemas, principalmente na área de energia renovável e resíduos sólidos. A disseminação da técnica não apresentou dificuldades em relação a aceitação das pessoas, pelo contrário, estas demonstraram grande interesse em conhecer a técnica e de replicar a montagem e uso do aquecedor solar de materiais recicláveis.

A confecção do aquecedor solar reciclável permite não só o reaproveitamento de resíduos sólidos como também a economia de energia elétrica, além de trabalhar o

conceito de reciclagem e uso consciente de recursos com as pessoas envolvidas. Seu desenvolvimento é viável tecnicamente pois trata-se de um sistema solar compacto e de baixo custo devido ao reaproveitamento de materiais que deixaram de ser destinados de maneira ineficiente ou incorreta.

É importante conhecer projetos como o Aquecedor Solar com Materiais Recicláveis, pois são ações como as deste projeto que buscam alcançar o desenvolvimento sustentável e um futuro melhor.

## REFERÊNCIAS

ABRELPE – Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais. **Panorama de Resíduos Sólidos no Brasil- 2016**. São Paulo: Abrelpe, 2016.

ALANO, J. A. **Manual sobre a construção e instalação do aquecedor solar com descartáveis**. Curitiba: Secretaria do Meio Ambiente e Recursos Hídricos do Estado do Paraná, SEMA, 2004.

ALANO, J. A. **Manual de construção e instalação do aquecedor solar de materiais descartáveis**. Florianópolis: Centrais Elétricas de Santa Catarina, CELESC, 2005.

COSTA, R.N.A. **Viabilidade Térmica, Econômica e de Materiais de um Sistema Solar de Aquecimento de Água a Baixo Custo para Fins Residenciais**. Masters dissertation in mechanical engineering, Universidade Federal de Rio Grande do Norte, Natal, RN. 77 p. 2007.

MAIA, J. F. *et al.* **Avaliação da viabilidade energética de aquecedores solares de materiais descartáveis na região de Montes Claros-MG**. Revista Intercâmbio, v. 4, n. 1, p. 41-55, 2013.

MARCHI, C. M. D. F.. Cenário mundial dos resíduos sólidos e o comportamento corporativo brasileiro frente à logística reversa. **Perspectivas em Gestão & Conhecimento**, v. 1, n. 2, p. 118-135, 2011.

OTTINGER, R. L. **Environmental costs of electricity** / prepared by Pace University center for environmental legal studies. New York : Oceana Publications, 1991

PALZ, W. **Energia Solar e Fontes Alternativas**. Bruxelas: Hemus, 2003.

PACHECO, Fabiana. Energias Renováveis: breves conceitos. **Conjuntura e Planejamento**, v. 149, p. 4-11, 2006.

SHAYANI, R. A.; OLIVEIRA, M. de; CAMARGO, IM de T. **Comparação do custo entre energia solar fotovoltaica e fontes convencionais**. In: Congresso Brasileiro de Planejamento Energético (V CBPE). Brasília. 2006.

## **SOBRE O ORGANIZADOR**

**Leonardo Tullio** - Doutorando em Ciências do Solo pela Universidade Federal do Paraná – UFPR (2019-2023), Mestre em Agricultura Conservacionista – Manejo Conservacionista dos Recursos Naturais (Instituto Agronômico do Paraná – IAPAR (2014-2016), Especialista MBA em Agronegócios – CESCAGE (2010). Engenheiro Agrônomo (Centro de Ensino Superior dos Campos Gerais- CESCAGE/2009). Atualmente é professor colaborador do Departamento de Geociências da Universidade Estadual de Ponta Grossa – UEPG, também é professor efetivo do Centro de Ensino Superior dos Campos Gerais – CESCAGE. Tem experiência na área de Agronomia. E-mail para contato: leonardo.tullio@outlook.com

Agência Brasileira do ISBN  
ISBN 978-85-7247-188-6

