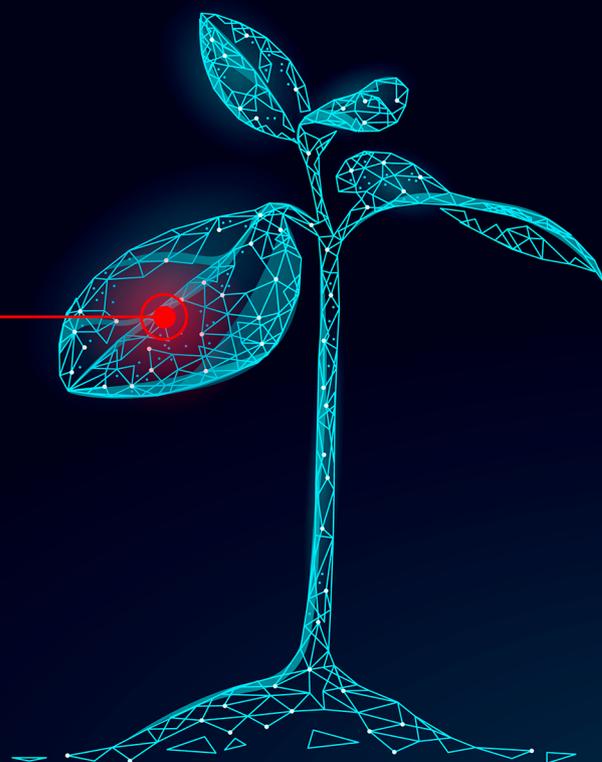


# Ciência e Engenharia de Materiais e o Desenvolvimento Socioambiental



Henrique Ajuz Holzmann  
Ricardo Vinicius Bubna Biscaia  
(Organizadores)

# Ciência e Engenharia de Materiais e o Desenvolvimento Socioambiental



Henrique Ajuz Holzmann  
Ricardo Vinicius Bubna Biscaia  
(Organizadores)

2019 by Atena Editora  
Copyright © Atena Editora  
Copyright do Texto © 2019 Os Autores  
Copyright da Edição © 2019 Atena Editora  
Editora Chefe: Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Antonella Carvalho de Oliveira  
Diagramação: Geraldo Alves  
Edição de Arte: Lorena Prestes  
Revisão: Os Autores



Todo o conteúdo deste livro está licenciado sob uma Licença de Atribuição Creative Commons. Atribuição 4.0 Internacional (CC BY 4.0).

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

### **Conselho Editorial**

#### **Ciências Humanas e Sociais Aplicadas**

Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Adriana Demite Stephani – Universidade Federal do Tocantins  
Prof. Dr. Álvaro Augusto de Borba Barreto – Universidade Federal de Pelotas  
Prof. Dr. Alexandre Jose Schumacher – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso  
Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson – Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Prof. Dr. Antonio Gasparetto Júnior – Instituto Federal do Sudeste de Minas Gerais  
Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília  
Prof. Dr. Constantino Ribeiro de Oliveira Junior – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Cristina Gaio – Universidade de Lisboa  
Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia  
Prof. Dr. Edvaldo Antunes de Farias – Universidade Estácio de Sá  
Prof. Dr. Eloi Martins Senhora – Universidade Federal de Roraima  
Prof. Dr. Fabiano Tadeu Grazioli – Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões  
Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionele delle Figlie de Maria Ausiliatrice  
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Keyla Christina Almeida Portela – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte  
Prof. Dr. Marcelo Pereira da Silva – Universidade Federal do Maranhão  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Miranilde Oliveira Neves – Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Rita de Cássia da Silva Oliveira – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Sandra Regina Gardacho Pietrobom – Universidade Estadual do Centro-Oeste  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Sheila Marta Carregosa Rocha – Universidade do Estado da Bahia  
Prof. Dr. Rui Maia Diamantino – Universidade Salvador  
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande  
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

#### **Ciências Agrárias e Multidisciplinar**

Prof. Dr. Alexandre Igor Azevedo Pereira – Instituto Federal Goiano  
Prof. Dr. Antonio Pasqualetto – Pontifícia Universidade Católica de Goiás  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Diocléa Almeida Seabra Silva – Universidade Federal Rural da Amazônia  
Prof. Dr. Écio Souza Diniz – Universidade Federal de Viçosa  
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia  
Prof. Dr. Jorge González Aguilera – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul  
Prof. Dr. Júlio César Ribeiro – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão  
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará  
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas

### **Ciências Biológicas e da Saúde**

Prof. Dr. Benedito Rodrigues da Silva Neto – Universidade Federal de Goiás  
Prof. Dr. Edson da Silva – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina  
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria  
Prof. Dr. José Max Barbosa de Oliveira Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Magnólia de Araújo Campos – Universidade Federal de Campina Grande  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande

### **Ciências Exatas e da Terra e Engenharias**

Prof. Dr. Adélio Alcino Sampaio Castro Machado – Universidade do Porto  
Prof. Dr. Alexandre Leite dos Santos Silva – Universidade Federal do Piauí  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Carmen Lúcia Voigt – Universidade Norte do Paraná  
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará  
Prof. Dr. Juliano Carlo Rufino de Freitas – Universidade Federal de Campina Grande  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Neiva Maria de Almeida – Universidade Federal da Paraíba  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte  
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

<b>Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)</b>	
C569	<p>Ciência e engenharia de materiais e o desenvolvimento socioambiental [recurso eletrônico] / Organizadores Henrique Ajuz Holzmann, Ricardo Vinicius Bubna Biscaia. – Ponta Grossa, PR: Atena Editora, 2019</p> <p>Formato: PDF Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader Modo de acesso: World Wide Web Inclui bibliografia ISBN 978-85-7247-848-9 DOI 10.22533/at.ed.489191912</p> <p>1. Engenharia – Pesquisa – Brasil. 2. Materiais – Análise. I. Holzmann, Henrique Ajuz. II. Biscaia, Vinicius Bubna.</p> <p style="text-align: right;">CDD 620.11299</p>
<b>Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422</b>	

Atena Editora  
Ponta Grossa – Paraná - Brasil  
[www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br)  
contato@atenaeditora.com.br

## APRESENTAÇÃO

A engenharia de materiais, vem cada vez mais ganhando espaço nos estudos das grandes empresas e de pesquisadores. Esse aumento no interesse se dá principalmente pela escassez de matérias primas, a necessidade de novos materiais que possuam melhores características físicas e químicas e a necessidade de reaproveitamento dos resíduos em geral.

Neste contexto o tema socioambiental pode ser inserido, visto que devido à redução nas disponibilidades de matérias primas, a elevação de custos de descarte dos materiais, sua reciclagem vem ganhando cada vez mais destaque a nível mundial. Hoje optar por produtos reciclados bem como sustentáveis se torna uma vitrine as vendas.

Neste livro são apresentados trabalho teóricos e práticos, relacionados a área de materiais e de sustentabilidade, dando um panorama dos assuntos em pesquisa atualmente. A caracterização dos materiais é de extrema importância, visto que afeta diretamente aos projetos e sua execução dentro de premissas técnicas e econômicas. Pode-se dizer que a área de reciclagem está intimamente ligada ao estudo dos materiais, para que possam ser desenvolvidas técnicas e processos para um eficiente aproveitamento.

De abordagem objetiva, a obra se mostra de grande relevância para graduandos, alunos de pós-graduação, docentes e profissionais, apresentando temáticas e metodologias diversificadas, em situações reais.

Aos autores, agradecemos pela confiança e espírito de parceria.

Boa leitura

Henrique Ajuz Holzmann  
Ricardo Vinicius Bubna Biscaia

## SUMÁRIO

<b>CAPÍTULO 1</b> .....	<b>1</b>
<b>ESTUDO DA ADIÇÃO DE ADITIVOS NÃO CONVENCIONAIS NA PRODUÇÃO DE ARGAMASSAS</b>	
Antonio Dias de Lima Terceiro Neto Daniel Baracuy da Cunha Campos Francisco Humberlânio Tavares de Araújo Júlio Lopes da Silva	
<b>DOI 10.22533/at.ed.4891919121</b>	
<b>CAPÍTULO 2</b> .....	<b>12</b>
<b>ESTUDO DA INFLUÊNCIA NA CONCENTRAÇÃO DE FIBRAS DE POLIPROPILENO NO CONCRETO DE ALTA RESISTÊNCIA</b>	
Wendel Melo Prudêncio de Araújo Thays Mabelly Bezerra e Silva Kássia Hellen Souza de Oliveira João Marcos Lima Veras Joaquim Lucas de Souza Paixão João Emmanuel Alves Oliveira	
<b>DOI 10.22533/at.ed.4891919122</b>	
<b>CAPÍTULO 3</b> .....	<b>24</b>
<b>TIJOLO PRODUZIDO POR COMPÓSITO DE EXOCARPO DE LICURI FRAGMENTADO</b>	
Bárbara Jane Martins Borges Rafael Santos de Sousa Silva Rúi Carlos de Sousa Mota	
<b>DOI 10.22533/at.ed.4891919123</b>	
<b>CAPÍTULO 4</b> .....	<b>31</b>
<b>PRODUÇÃO DE AGREGADOS UTILIZANDO LAMA VERMELHA: O ESTUDO DA CINÉTICA DE SECAGEM</b>	
Bruno Marques Viegas Edílson Marques Magalhães Julia Alves Rodrigues Josiel Lobato Ferreira Diego Cardoso Estumano José Antônio da Silva Souza Emanuel Negrão Macêdo	
<b>DOI 10.22533/at.ed.4891919124</b>	
<b>CAPÍTULO 5</b> .....	<b>39</b>
<b>ANÁLISE DO COMPORTAMENTO FÍSICO E MECÂNICO DO RESÍDUO DE FELDSPATO COMO MATERIAL PARA CAMADAS DOS PAVIMENTOS</b>	
Jonatas Kennedy Silva de Medeiros Larissa Santana Batista Giovanna Feitosa de Lima	
<b>DOI 10.22533/at.ed.4891919125</b>	

**CAPÍTULO 6 ..... 52**

**FÔRMAS: UTILIZAÇÃO E REUTILIZAÇÃO DE FÔRMAS REVESTIDAS COM POLIETILENO DE BAIXA DENSIDADE (PEDB - SACOLAS PLÁSTICAS)**

Lucas Prestes Chize  
Léo Jaime de Amorim e Silva  
Aída Pereira Baêta  
Flávia da Silva

**DOI 10.22533/at.ed.4891919126**

**CAPÍTULO 7 ..... 61**

**OBTENÇÃO DE UM COPO MAIS SUSTENTÁVEL: PREPARAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DE FIBRAS NATURAIS E DE BIOCÓMPÓSITOS**

Emília Satoshi Miyamaru Seo  
Nicolle Silva da Silva  
Isabella Tereza Ferro Barbosa  
Alessandro Augusto Rogick Athiê  
Adriano Camargo de Luca

**DOI 10.22533/at.ed.4891919127**

**CAPÍTULO 8 ..... 74**

**CARACTERIZAÇÃO MECÂNICA E RESISTÊNCIA À CHAMA DE CÓMPÓSITOS POLIMÉRICOS COM ADIÇÃO DE RESÍDUOS DE LAMA VERMELHA E CAULIM**

Mario Henrique Moreira de Moraes  
Diogo Pontes de Queiroz  
Luiz Gabriel da Silva Nascimento  
José Antônio Silva Souza  
Roberto Tetsuo Fujiyama  
Deibson Silva da Costa

**DOI 10.22533/at.ed.4891919128**

**CAPÍTULO 9 ..... 85**

**DISPERSÃO DE NANOPARTÍCULAS DE PRATA SOBRE PÓ POLIMÉRICO PARA PRODUÇÃO DE FILME PLÁSTICO**

Lucas Matono Casagrande  
Paulo Henrique Chulis  
Fabrício Antônio Moreno Zanetelli  
Márcia Silva de Araújo  
José Alberto Cerri

**DOI 10.22533/at.ed.4891919129**

**CAPÍTULO 10 ..... 99**

**INFLUENCE OF LIGNIN CONTENT IN MACADAMIA NUTSHELL ON THE MECHANICAL PROPERTIES OF HDPE BIOCÓMPÓSITOS**

Bruno Chaboli Gambarato  
Heitor Buzetti Simões Bento  
Ana Karine Furtado de Carvalho

**DOI 10.22533/at.ed.48919191210**

**CAPÍTULO 11 ..... 104**

**MÉTODOS DE SÍNTESE DAS NANOESTRUTURAS A BASE DE TITÂNIO**

Jardel Meneses Rocha

Reinaldo Nascimento Morais  
Fernando Pereira Lima  
Tiago Linus Silva Coelho  
Patrícia Santos Andrade  
Angélica de Brito Sousa  
Juracir Francisco de Brito  
José Milton Elias de Matos

**DOI 10.22533/at.ed.48919191211**

**CAPÍTULO 12 ..... 113**

**APLICAÇÕES DAS NANOESTRUTURAS A BASE DE TITÂNIO**

Jardel Meneses Rocha  
Reinaldo Nascimento Morais  
Fernando Pereira Lima  
Tiago Linus Silva Coelho  
Patrícia Santos Andrade  
Angélica de Brito Sousa  
Juracir Francisco de Brito  
José Milton Elias de Matos

**DOI 10.22533/at.ed.48919191212**

**CAPÍTULO 13 ..... 122**

**CARACTERIZAÇÃO QUÍMICA, MECÂNICA E DA FRATURA DE TRILHOS PERLÍTICOS**

Beatriz Seabra Melo  
Vinicius Silva dos Reis  
Clóvis Iarlande Oliveira Santana  
Carlos Vinicius de Paes Santos  
Gregory de Oliveira Miranda  
Andrey Coelho das Neves  
José Maria do Vale Quaresma

**DOI 10.22533/at.ed.48919191213**

**CAPÍTULO 14 ..... 135**

**ANÁLISE DOS EFEITOS DA CORROSÃO EM ELETRODO DE ATERRAMENTO ELÉTRICO COBREADO**

Walter Leandro Cordeiro da Silva Filho  
Magda Rosângela Santos Vieira  
Ivanilda Ramos de Melo  
Roseana Florentino da Costa Pereira  
Severino Leopoldino Urtiga Filho

**DOI 10.22533/at.ed.48919191214**

**CAPÍTULO 15 ..... 145**

**INFLUÊNCIA DA VARIAÇÃO DOS GASES DE PROTEÇÃO E PARÂMETROS DE SOLDAGEM NA MICROESTRUTURA E MICRODUREZA DO AÇO SAE 1035 SOLDADO POR PROCESSO MAG**

Perla Alves de Oliveira  
Thiago Monteiro Maquiné  
Marcia Cristina Gomes de Araújo Lima  
José Costa de Macêdo Neto  
Suelem de Jesus Pessoa  
Efraim Ribas Linhares Bruno

Anne Gabrielle Mendes Xavier  
Josiel Bruno de Oliveira  
**DOI 10.22533/at.ed.48919191215**

**CAPÍTULO 16 ..... 155**

A RELAÇÃO ENTRE A LOGÍSTICA REVERSA E O *TRIPLE BOTTOM LINE* EM COOPERATIVAS DE RECICLAGEM

Alequexandre Galvez de Andrade  
Nélio Fernando dos Reis  
Jair Minoro Abe

**DOI 10.22533/at.ed.48919191216**

**CAPÍTULO 17 ..... 165**

A UNIVERSALIZAÇÃO DO SANEAMENTO E O SUBSÍDIO CRUZADO: CRÍTICA À PROPOSTA DE ALTERAÇÃO DAS DIRETRIZES NACIONAIS

Joel de Jesus Macedo  
Leura Lucia Conte de Oliveira  
Marcus Venicio Cavassin

**DOI 10.22533/at.ed.48919191217**

**SOBRE OS ORGANIZADORES..... 185**

**ÍNDICE REMISSIVO ..... 186**

## FÔRMAS: UTILIZAÇÃO E REUTILIZAÇÃO DE FÔRMAS REVESTIDAS COM POLIETILENO DE BAIXA DENSIDADE (PEDB - SACOLAS PLÁSTICAS)

Data de aceite: 18/11/2019

### Lucas Prestes Chize

Centro Universitário Augusto Motta  
Rio de Janeiro – RJ

### Léo Jaime de Amorim e Silva

Centro Universitário Augusto Motta  
Rio de Janeiro – RJ

### Aída Pereira Baêta

Instituto Federal do Rio de Janeiro  
Rio de Janeiro – RJ

### Flávia da Silva

Centro Universitário Augusto Motta  
Rio de Janeiro – RJ

**RESUMO:** As fôrmas são peças provisórias e componentes fundamentais para o suporte de elementos estruturais de concreto até sua solidificação. Atualmente os tipos mais comuns são as fôrmas metálicas, mistas e de madeira, sendo ela resinada ou plastificada. O objetivo deste projeto foi implementar nas formas de compensado um novo tipo de material cuja finalidade foi melhorar sua durabilidade levando em consideração o custo-benefício do processo. Primeiramente foi avaliada a utilização de politereftalato de etileno (pet) como revestimento, entretanto os resultados obtidos não foram satisfatórios. Sendo assim, a garrafa pet foi substituída por sacolas plásticas

(polietileno de baixa densidade - PEDB). A técnica utilizada foi o revestimento das formas com sacolas plásticas, como substituto as resinas utilizadas atualmente. Para desenvolver o processo de aprimoramento ou inovação foram realizadas as seguintes etapas: a coleta de sacolas plásticas em ambientes domésticos, a prensagem desse material utilizando temperatura de vapor acima de seu ponto de fusão, a adesão do material a chapa de compensado e o teste prático da nova fôrma no processo de concretagem. Observando os resultados produzidos verificou-se que foi possível desenvolver um produto de baixo custo e maior durabilidade que os produtos ofertados no mercado.

**PALAVRAS-CHAVE:** Compensado. Sacolas plásticas. Substituto. Fôrmas.

### FORMS: USED AND REUSED FOR COVERED SHAPES WITH POLYETHYLENE OF BAIXA DENSIDADE (PEDB - SACOLAS PLÁSTICAS)

**ABSTRACT:** The forms are temporary pieces and fundamental components for the support of concrete structural elements until their solidification. Currently the most common types are metallic, mixed and wooden forms, being it resinated or plastified. The objective of this project was to implement in the forms of plywood

a new type of material whose purpose was to improve its durability taking into account the cost-benefit of the process. Firstly, the use of polyethylene terephthalate (PET) as a coating was evaluated, however the results obtained were not satisfactory. Thus, the pet bottle was replaced by plastic bags (low density polyethylene - PEDB). The technique used was the coating of the forms with plastic bags, as a substitute for the resins currently used. In order to develop the process of improvement or innovation the following steps were performed: the collection of plastic bags in domestic environments, the pressing of this material using vapor temperature above its melting point, the adhesion of the material to the plywood plate and the practical test of the new form in the concreting process. Looking at the results, it was found that it was possible to develop a product of low cost and greater durability than the products offered in the market.

**KEYWORDS:** Compensated. Plastic bags. Surrogate. Shapes.

## 1 | INTRODUÇÃO

Alguns dos temas mais debatidos atualmente são sustentabilidade e responsabilidade ambiental. Ambos os assuntos, intrigam a sociedade, fazendo com que esta busque novos valores, e entre eles encontra-se a consciência ambiental. Em meio a essa discussão surge a ideia de que é possível existir o desenvolvimento sustentável, ou seja, o equilíbrio entre crescimento econômico e preservação ambiental.

A utilização de materiais de polietileno (plástico) é um exemplo a ser apresentado. Em um primeiro momento este material foi visto como uma inovação tecnológica devido as suas propriedades como, resistência mecânica, flexibilidade a baixa temperatura, associados ao baixo custo. Entretanto, sua capacidade de degradação natural demonstrou ser um grave problema ambiental. Atualmente, 10% do lixo brasileiro são compostos por sacolas plásticas e cada brasileiro utiliza 19 quilos de sacolas por ano. No Brasil são produzidas 210 mil toneladas anuais de plástico filme, que tem como destino os aterros, impedindo a decomposição dos materiais biodegradáveis. (Oliveira, et al., 2009).

Com a deflagração da Primeira Guerra Mundial foi necessário o desenvolvimento industrial e conseqüentemente o aumento e a melhoria no processo de produção de lâminas e compensados, pois estas eram utilizadas nos setores militares tais como, a construção dos aviões utilizados na guerra entre outros materiais bélicos. (Albuquerque, 2015), contudo a presente utilização dos produtos de madeira e compensado encontra-se bem diversificada, como nas peças componentes de uma casa de madeira moderna (forros, pisos e telhados), na construção de embarcações e na construção civil, que muito emprega o compensado, além de outras possíveis e

prováveis aplicações. (Albuquerque, 2015).

Sendo assim, não demorou muito para que as fôrmas fossem utilizadas como moldes para estruturas em concreto armado. O concreto armado é um material heterogêneo formado pela combinação de dois elementos básicos: o aço e o concreto. Os elementos estruturais em concreto armado são produzidos nas diversas formas a partir de moldes específicos chamados fôrmas. (Maranhão, 2000).

Na engenharia civil a confecção das fôrmas de madeira, mesmo com alguns sistemas que empregam o aço, como na fôrma metálica, torna-se mais atraente devido à facilidade no manuseio e na utilização de máquinas para corte quando necessária a adaptação. Com a evolução destes sistemas foi introduzido no mercado de fôrmas à chapa compensada, substituindo progressivamente as tábuas de pinho muito utilizadas nas décadas de 40, início dos anos 50. (ASSAHI, 2010).

Considerando-se as inúmeras possibilidades de reutilização e o fácil manuseio do produto, vem sendo realizado, desde a década de 60, estudos que viabilizam melhorar sua capacidade de reuso. Através do desenvolvimento de novas tecnologias e mão de obra qualificada foram definidas novas dimensões para o produto final visando minimizar os custos e o tempo necessário para a montagem dessas fôrmas. (ASSAHI, 2010).

Levando em consideração os argumentos apresentados, o presente trabalho tem como objetivo principal inovar a chapa de compensado utilizada na construção civil como fôrmas, para a confecção de elementos estruturais como pilares, vigas e lajes. Diminuindo o custo do processo e proporcionando qualidade igual ou superior das chapas plastificadas existentes no mercado.

Para alcançar esse objetivo foram utilizadas sacolas plásticas (Polietileno de Baixa Densidade – PEDB) sobre a chapa crua, formando uma fina lâmina deste polietileno de baixa densidade. A partir dessas lâminas foram realizados estudos comparando as fôrmas revestidas com PEDB e as fôrmas utilizadas atualmente no mercado. Este estudo levou em consideração o custo entre elas, as vantagens e desvantagens do novo produto e o reaproveitamento de um material, que a princípio, seria inserido ao meio ambiente.

## 2 | MATERIAIS E MÉTODOS

### 2.1 Materiais

Para confecção da fôrma revestida com PET foram utilizados os seguintes materiais:

- 1 chapa de compensado – 15 x 180 x 350 mm (chapa inteira).
- 3 sacolas plásticas

- Prensa a vapor com temperatura controlada
- 1 folha de papel vegetal utilizada entre a prensa e o PEDB
- Uma fôrma com medidas internas iguais a 6,5 x 10 x 14,5 cm.

O traço de concreto foi confeccionado utilizando um copo de vidro, com o volume de 330 ml (0,33 L) como medida e o Traço 1:1:1 (cimento: areia: pedra - levando em consideração a proporção do experimento):

- $\frac{1}{4}$  do copo cimento.
- $\frac{1}{4}$  do copo de areia.
- $\frac{1}{4}$  do copo de pedra.

## 2.2 Metodologia

A fôrma plastificada foi feita com uma chapa crua de compensado e sacolas plásticas.

O processo de fabricação da fôrma ocorreu através da fixação de polietileno de baixa densidade (sacola plástica) sobre a chapa de compensado utilizando uma prensa com temperatura em torno de 100 °C. A fusão do PEDB ocorreu de forma gradativa durante a utilização do equipamento sobre o plástico, tendo sido colocada uma folha de papel vegetal como intermediária para evitar a aderência do plástico ao equipamento e garantir a aderência apenas ao compensado que servirá como molde para a construção da fôrma.

Uma fôrma pequena foi confeccionada com as medidas internas iguais a 14,5 cm x 10 cm x 5,5 cm (Figura 1), foram considerados apenas os resultados provenientes da reutilização da fôrma e não com relação ao concreto utilizado no teste. Assim, foi preparado um traço 1:1:1 (cimento: areia: pedra). A eficiência do produto será avaliada de acordo com os números de reutilizações desta fôrma revestida com a resina. Na Figura 1 é possível verificar a fôrma revestida internamente com o PEDB.



Figura 1. Fôrma de Compensado Revestida em seu Interior (PEDB).

Fonte: AUTORES.

Após ter sido preparado o concreto o mesmo foi colocado dentro da fôrma. Aguardou-se um período de 5 a 7 dias para desenformar. É importante ressaltar que os estudos foram desenvolvidos ao longo de quatro meses e preparados quatro moldes. Todos os moldes foram reaproveitados por 4 vezes cada.

### 3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 3.1 Primeiro experimento

A ideia inicial deste trabalho era construir uma fôrma de compensado revestida com Politereftalato de etileno (PET), reutilizando garrafas usadas. Mas devido este polímero possuir características termoplásticas e ponto de fusão elevado, comparado ao PEDB, parte da madeira entrou em combustão dentro da prensa utilizada (Figura 2), destacando-se, inclusive, da chapa utilizada (Figura 3). E parte do “PET” também entrou em combustão, não obtendo sucesso (Figura 4). Seria necessário um equipamento indisponível na instituição onde este estudo foi desenvolvido. Sendo assim, o PET foi substituído pelo PEDB, polímero de cadeia linear e baixa densidade, comumente conhecido como sacolas plásticas.



Figura 2 - Estufa - Temperatura 245 °C.

Fonte: AUTORES.



Figura 3 - Pedaco da Madeira que Entrou em Combustão.

Fonte: AUTORES.



Figura 4 - Teste com Garrafa Pet.

Fonte: AUTORES.

### 3.2 Segundo experimento

Foram realizados testes utilizando como cobertura na chapa a sacola plástica, e estes se mostraram eficientes. Nas Figuras 5 e 6, é possível verificar as fotos demonstrando as faces da chapa de compensado recoberta pelo PEDB, e uma peça de concreto usando a forma para teste de eficiência.

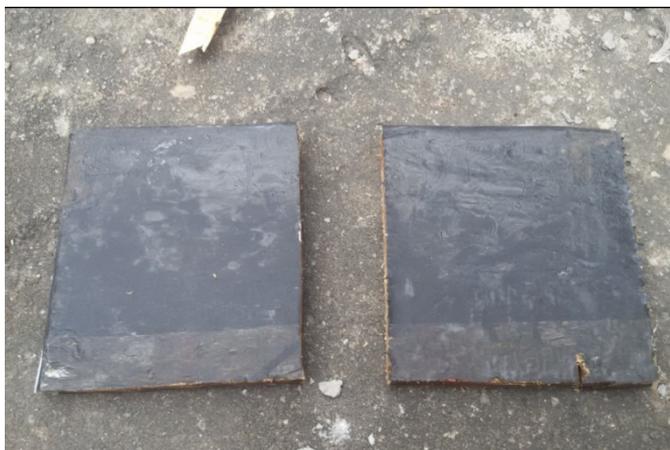


FIGURA 5 - Fotos ilustrando a resina aderida a chapa de compensado

Fonte: AUTORES.



Figura 6 - Teste com Concreto.

Fonte: AUTORES.

É possível notar a perfeita adesão da resina à chapa de compensado, onde a partir deste ponto, iniciaram-se os testes com o concreto.

As fôrmas foram reutilizadas por quatro vezes sendo observado que a partir deste período era necessário descartá-las. Este teste demonstra que em pequena escala a fôrma tem resultado aceitável e poderia ser utilizada sem nenhum inconveniente como qualquer outra fôrma resinada. Entretanto, sua faixa de reaproveitamento é considerada inferior a outras placas de compensado resinadas comercializadas (Tabela 1).

Considerando as observações supracitadas foram realizados novos testes neste caso, levando em consideração a viabilidade econômica da fôrma. Para isso, foi realizado o levantamento de preços das fôrmas mais comuns utilizadas comercialmente. Na Tabela 1 é possível verificar os dados das chapas de compensado

encontradas no mercado, e na Tabela 2, o custo de cada chapa, resinada e crua, encontradas no mercado. É importante ressaltar que a chapa utilizada neste estudo foi a crua.

MATERIAL	DIMENSÕES		INFORMAÇÕES TÉCNICAS	
Chapa	Espessura (mm)	Comprimento x Largura (m)	Nº de Lâminas	Número de Reutilizações
Plastificada	15	2,44 x 1,22	5	10 - 12
Resinada	15	2,44 x 1,22	5	10 - 12
Resina Vegetal	15	2,44 x 1,22	5	11 - 12
Super - Resinada	15	2,44 x 1,22	5	08 - 10
Crua	15	2,44 x 1,22	5	00 - 01

Tabela 1. Dados dos tipos de chapas de compensado

MATERIAL	CHAPA - TIPO	R\$ MÉDIO
Compensado	Plastificada	68,15
	Resinada	54,10
	Resina Vegetal	92,90
	Super resinada	58,50
	Crua	51,00

Tabela 2. Preço Médio dos Tipos de Chapas Comercializada.

Na Tabela 3 é possível verificar os valores mercadológicos da chapa feita segundo as especificações deste artigo. Comparando os preços médios em reais da chapa deste artigo e as resinadas, pode-se concluir que o número de reutilizações da chapa resinada supera o da fôrma confeccionada com sacolas plásticas, porém o baixo custo da segunda compensa seu baixo reaproveitamento. Além disso, considerando o impacto ambiental causado pelo PEDB o projeto torna-se atrativo para empresas que tenham enfoque ambiental em sua cadeia produtiva.

MATERIAL	TIPO	R\$ MÉDIO
Compensado	Chapa Crua	51,00
Sacola Plástica	Reciclado 5kg	0,40
<b>TOTAL</b>		51,40

Tabela 3. Preço médio da chapa proposta neste trabalho.

## 4 | CONCLUSÃO

Com este estudo foi possível propor uma forma inovadora na construção de chapas de compensado utilizadas como fôrmas para estruturas de concreto armado. Os resultados demonstraram que a aparente desvantagem das chapas recobertas por PEDB ou sacolas plásticas é compensada pelo seu baixo custo e pelo fato de retirar do meio ambiente um material que atualmente é considerado um grave problema para a flora e a fauna, principalmente a marinha. Obviamente são necessários estudos para aperfeiçoar o método de fabricação melhorando o reaproveitamento das fôrmas.

## REFERÊNCIAS

Oliveira, L. L.; Lacerda, C. S.; Alves, L. J. B. R.; Santos, E. D.; Oliveira, S. A.; Batista, T. S. A. **Impactos Ambientais Causados Pelas Sacolas Plásticas: O caso Campina Grande – PB**. ISSN 1983-4209, vol.7. Nº01, 2012;

Albuquerque C. Eng. Florestal, Revista da Madeira, **A História do Compensado-Da madeira dos sarcófagos à moderna indústria**, ed.1ª, ano 5.

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO. Catálogo de teses da Universidade de São Paulo. São Carlos: Engenheiro Civil (EPUSP-74), 2000. 226p. BRASIL. Maranhão G. M. **Fôrmas para concreto: subsídios para a otimização do projeto segundo a NBR 7190/97**. São Paulo: São Carlos, 2000. 226p;

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ. Centro de Tecnologia. DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA ESTRUTURAL E CONSTRUÇÃO CIVIL. Assahi, P. N. **Sistema de Fôrma para estrutura de concreto**, 2010. 23p.

## **SOBRE OS ORGANIZADORES**

**Henrique Ajuz Holzmann** - Professor da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR). Graduação em Tecnologia em Fabricação Mecânica e Engenharia Mecânica pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Mestre em Engenharia de Produção pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Doutorando em Engenharia e Ciência do Materiais pela Universidade Estadual de Ponta Grossa. Trabalha com os temas: Revestimentos resistentes a corrosão, Soldagem e Caracterização de revestimentos soldados.

**Ricardo Vinicius Bubna Biscaia** - Professor da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR). Graduado em Engenharia Mecânica pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Mestre em Engenharia Mecânica pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Doutorando em Engenharia de Produção pela UTFPR. Trabalha com os temas: análise microestrutural e de microdureza de ferramentas de usinagem, modelo de referência e processo de desenvolvimento de produto e gestão da manutenção.

## ÍNDICE REMISSIVO

### A

Acesso ao saneamento 168  
Aditivos 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 10, 11, 14  
Agregado leve 31, 34, 37, 38  
Análise da fratura 122, 126, 130  
Análise de variância 99  
Aplicações biomédicas 113, 119  
Argamassas 1, 2, 3, 4, 10, 11

### B

Baterias de lítio 106, 113, 118  
Biomassa 99

### C

Características 3, 29, 32, 38, 39, 42, 45, 46, 47, 56, 61, 64, 65, 74, 83, 84, 88, 89, 97, 110, 118, 122, 127, 128, 129, 134, 136, 146, 147, 150, 151, 153, 164, 168  
Caulim 74, 76, 77, 78, 79, 80, 81, 82, 83, 84  
Células combustível 113  
Compensado 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 170  
Compósito 20, 24, 25, 61, 75, 76, 77, 79, 80, 84  
Compósitos 22, 24, 29, 30, 63, 64, 72, 74, 75, 76, 79, 80, 81, 82, 84, 99, 119, 135  
Concreto de alta resistência 12, 14, 15, 17, 19, 20, 22, 23  
Cooperativas 155, 156, 157, 158, 159, 162, 163, 164  
Corrosão 135, 136, 137, 138, 139, 140, 141, 143, 144, 185  
Cristalização hidrotérmica 104

### D

Dispersão 82, 85, 86, 89, 90, 91, 92, 94, 95

### E

Economia solidária 155, 162, 163, 164

### F

Fadiga 122, 124, 129, 134  
Fibra de polipropileno 12, 13, 14, 16, 17, 18, 19, 20, 22  
Fibras de cana-de-açúcar 61  
Fibras de côco verde 61  
Filme plástico 85  
Fôrmas 52, 54, 58, 60  
Fotocatálise 113, 114

## I

Instalações elétricas 135, 144

italic 105

## L

Lama vermelha 31, 32, 33, 34, 37, 38, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 81, 82, 83, 84

Licuri 24, 25, 26, 29, 30

## M

Marco regulatório do saneamento 165, 166, 181, 183

Materiais conjugados 74

Materiais de construção 1, 2, 11

Mercerização 61, 65, 66, 67, 68, 71

Microemulsão 104

Mineração 32, 39, 40, 41, 43, 46, 47, 50, 75, 84

## N

Nanoestruturas de titânio 113

Nanopartículas de prata 85, 86, 87, 89, 91, 96

## P

Pavimentação 39, 40, 41, 42, 47, 48, 50, 51

Polietileno 52, 53, 54, 55, 61, 64, 65, 66, 72, 85, 88, 89

Propriedades mecânicas 12, 14, 15, 19, 20, 22, 64, 81, 82, 83, 99, 124, 132, 134, 147, 148, 151, 152, 153

## R

Resina poliéster 74

Resistência à compressão 1, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 20, 22, 61, 64

Resistência à compressão diametral 12, 20

Riscos do fim do subsídio 166

## S

Sacolas plásticas 52, 53, 54, 55, 56, 59, 60

Secagem 24, 25, 26, 29, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 43, 66, 76, 93, 105, 107, 117

Síntese TiO<sub>2</sub> nanoestruturado 104

Sistemas de aterramento 135, 136, 144

Slump test 12, 13, 18

Sobrecarga 21, 122

Sol-gel 104, 105, 111, 112

Subsídio cruzado 165, 166, 168, 169, 170, 174, 175, 180, 182

Substituto 52

Sustentabilidade 2, 25, 39, 53, 61, 155, 156, 159, 160, 161, 163, 164, 169

## T

Técnicas eletroquímicas 135, 144

Tijolo 24, 25, 26, 28, 29

Trilho ferroviário 122

Triple bottom line 155, 156, 157, 159

Agência Brasileira do ISBN

ISBN 978-85-7247-848-9



9 788572 478489