

Ciência e Engenharia de Materiais

3

Marcia Regina Werner Schneider Abdala
(Organizadora)



 **Atena**
Editora

Ano 2018

MARCIA REGINA WERNER SCHNEIDER ABDALA

(Organizadora)

Ciência e Engenharia de Materiais

3

Atena Editora

2018

2018 by Atena Editora

Copyright © da Atena Editora

Editora Chefe: Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Diagramação e Edição de Arte: Geraldo Alves e Natália Sandrini

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)

C569 Ciência e engenharia de materiais 3 [recurso eletrônico] / Marcia Regina Werner Schneider Abdala. – Ponta Grossa (PR): Atena Editora, 2018. – (Ciência e Engenharia de Materiais; v. 3)

Formato: PDF
Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader
Modo de acesso: World Wide Web
Inclui bibliografia
ISBN 978-85-85107-65-9
DOI 10.22533/at.ed.659183010

1. Engenharia. 2. Materiais I. Abdala, Marcia Regina Werner Schneider. II. Série.

CDD 620.11

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.

2018

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

APRESENTAÇÃO

Você já percebeu a importância dos materiais na sua vida diária? Os materiais estão provavelmente mais imersos na nossa cultura do que a maioria de nós imagina. Diferentes segmentos como habitação, saúde, transportes, segurança, informação/comunicação, vestuário, entre outros, são influenciados em maior ou menor grau pelos materiais.

De fato a utilização dos materiais sempre foi tão importante que os períodos antigos eram denominados de acordo com os materiais utilizados pela sociedade primitiva, como a Idade da Pedra, Idade do Bronze, Idade do Ferro, etc.

A humanidade está em constante evolução, e os materiais não são exceções. Com o avanço da ciência e da tecnologia a cada dia surgem novos materiais com características específicas que permitem aplicações pormenorizadas e inovação nas mais diferentes áreas.

Todos os dias centenas de pesquisadores estão atentos ao desenvolvimento de novos materiais e ao aprimoramento dos existentes de forma a integrá-los em tecnologias de manufatura economicamente eficientes e ecologicamente seguras.

Estamos entrando em uma nova era caracterizada por novos materiais que podem tornar o futuro mais fácil, seguro e sustentável. O campo da Ciência e Engenharia de Materiais aplicada está seguindo por novos caminhos. A iminente escassez de recursos está exigindo inovações e ideias criativas.

Nesse sentido, este livro evidencia a importância da Ciência e Engenharia de Materiais, apresentando uma coletânea de trabalhos, composta por quatro volumes, que permitem conhecer mais profundamente os diferentes materiais, mediante um exame das relações entre a sua estrutura, as suas propriedades e o seu processamento.

Considerando que a utilização de materiais e os projetos de engenharia mudam continuamente e que o ritmo desta mudança se acelera, não há como prever os avanços de longo prazo nesta área. A busca por novos materiais prossegue continuamente...

Boa leitura!

Marcia Regina Werner Schneider Abdala

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1	1
CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DE AGREGADOS DE ESCÓRIA DE ACIARIA LD PÓS-PROCESSADA PARA CONCRETOS SUSTENTÁVEIS	
<i>Bárbara Ponciano de Souza</i>	
<i>Wanna Carvalho Fontes</i>	
<i>José Maria Fontes de Carvalho</i>	
<i>Rosana Marcia de Resende Mol</i>	
<i>Ellen Cristine Pinto da Costa</i>	
<i>Ricardo André Fiorotti Peixoto</i>	
CAPÍTULO 2	12
ANÁLISE MICROESTRUTURAL E FÍSICO-QUÍMICA DE RESÍDUO DE SEIXO PARA UTILIZAÇÃO COMO AGREGADO MIÚDO	
<i>Marco Antonio Barbosa de Oliveira</i>	
<i>Kleber Roberto Matos da Silva</i>	
<i>Vitória Santos Barroso</i>	
<i>José de Ribamar Mouta Araújo</i>	
<i>Marcelo de Souza Picanço</i>	
CAPÍTULO 3	25
PROPRIEDADES MECÂNICAS E MORFOLOGIA DA FRATURA DE CONCRETO COM RESÍDUO DE BORRACHA DE PNEUS DO PROCESSO DE RECAPAGEM	
<i>Fábio Santos de Sousa</i>	
<i>Edwillson Gonçalves de Oliveira Filho</i>	
<i>César Tadeu Nasser Medeiros Branco</i>	
<i>Laércio Gouvêa Gomes</i>	
CAPÍTULO 4	33
PLANEJAMENTO FATORIAL PARA ESTIMATIVA DA RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO DE BLOCOS DE CONCRETO COM ADIÇÃO DE AGREGADOS DE RESÍDUOS CIMENTÍCIOS	
<i>Jonath Oliveira do Nascimento</i>	
<i>Bruno Diego de Moraes</i>	
<i>Marcos Mattheus Lopes da Silva</i>	
<i>Felipe Lira Formíga Andrade</i>	
CAPÍTULO 5	44
ESTUDO DO EFEITO DA RADIAÇÃO UV EM COMPOSTOS DE POLIETILENO COM ADITIVOS OXI-BIODEGRADANTES	
<i>Caroline Henrique de Souza Borba</i>	
<i>Zora Ionara Gama dos Santos</i>	
<i>Raul Franklin Andrade Santos</i>	
<i>Grazielle Rozendo de Cerqueira</i>	
CAPÍTULO 6	54
USO DO PÓ DA PALHA DE CARNAÚBA COMO IMPERMEABILIZANTE EM TIJOLO DE SOLO-CIMENTO	
<i>Ana Raira Gonçalves da Silva</i>	
<i>Marília Pereira de Oliveira</i>	
<i>Marineide Jussara Diniz</i>	
CAPÍTULO 7	61
EVALUATION OF THE COLOR CHANGES IN ARTIFICIALLY AGED PINE	
<i>Tiago Hendrigo de Almeida</i>	
<i>Diego Henrique de Almeida</i>	
<i>André Luis Christóforo</i>	
<i>Francisco Antonio Rocco Lahr</i>	

CAPÍTULO 8 66

COLORIMETRIC PARAMETERS OF BRAZILIAN TROPICAL WOOD SPECIES

Diego Henrique de Almeida
Tiago Hendrigo de Almeida
Francisco Antonio Rocco Lahr
André Luis Christoforo

CAPÍTULO 9 70

ABSORÇÃO DE ÁGUA E CARACTERÍSTICAS SUPERFICIAIS DO RESÍDUO DE FIBRA DE PIAÇAVA MODIFICADO COM ÁGUA MORNA

JanettyJany Pereira Barros
Danusa de Araújo Moura
Camila Gomes Moreno
Fabiana de Carvalho Fim
Eduardo Braga Costa Santos
Lucineide Balbino da Silva

CAPÍTULO 10 82

CARACTERIZAÇÃO DE RESÍDUO PROVENIENTE DA PRODUÇÃO DE BREU E TEREBINTINA A PARTIR DA GOMA RESINA DE *PINUS SP.* E IMPLICAÇÕES AMBIENTAIS ADVINDAS DA SUA UTILIZAÇÃO PARA FINS DE PRODUÇÃO DE ENERGIA

Juliana Esteves Fernandes Cieslinski

CAPÍTULO 11 93

ESTUDO DA INTEGRIDADE E DURABILIDADE DE MATERIAIS ESTABILIZADOS POR SOLIDIFICAÇÃO CONTENDO LODO DE CURTUME

Maria Rosiane de Almeida Andrade
Marília Claudino Moreira Cunha
André Luiz Fiquene de Brito
Ana Cristina Silva Muniz
Bianca Viana de Sousa Barbosa
Carlos Eduardo Pereira

CAPÍTULO 12 104

TESTE DE ATIVIDADE E EFICÁCIA DE AGENTES BIOCIDAS EM TINTA ACRÍLICA

Túlio Valério Agostinho da Silva
Sara Horácio de Oliveira
Magda Rosângela Santos Vieira
Ildnay de Souza Lima Brandão

CAPÍTULO 13 112

ESTUDO DA CARACTERIZAÇÃO MICROESTRUTURAL DA FIBRA CALOTROPIS PROCERA E SUA POTENCIAL APLICAÇÃO NA REMOÇÃO DE HIDROCARBONETOS E DERIVADOS

Anaxmandro Pereira da Silva
Erick Buonora Tabosa do Egíto
Késia Karina de Oliveira Souto Silva
Rasiah Ladchumananandasivam
José Heriberto Oliveira do Nascimento
Ana Rita Leandro dos Santos

CAPÍTULO 14 118

AVALIAÇÃO DO POTENCIAL POZOLÂNICO DA MICROSSÍLICA COM ALTO TEOR DE CARBONO: ANÁLISE QUÍMICA, MINERALÓGICA E MECÂNICA

Ruan Landolfo da Silva Ferreira
Marcos Alyssandro Soares dos Anjos
Andreza Kelly Costa Nóbrega

CAPÍTULO 15..... 129

INFLUÊNCIA DA IMPREGNAÇÃO CONTRA DEMANDA BIOLÓGICA NAS PROPRIEDADES MECÂNICAS DAS MADEIRAS DE CEDROARANA (*CEDRELINGA CATENAEFORMIS*)

Andréa de Souza Almeida

Tiago Hendrigo de Almeida

Francisco Antonio Rocco Lahr

André Luis Christoforo

CAPÍTULO 16..... 139

ESTUDO DE TRATAMENTO DE ÁGUA EM EFLUENTES REFRAATÓRIOS POR PROCESSO FENTON PARA DEGRADAÇÃO E MINERALIZAÇÃO DESSES COMPOSTOS EM REATOR DE ESCALA LABORATORIAL MODELO PARR

Camila Freire Berenguer

Yana Batista Brandão

Mohand Benachour

CAPÍTULO 17 156

AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DE ÓLEOS DE TRANSFORMADORES POR ESPECTROSCOPIA FTIR/ATR E ANÁLISE TERMOGRAVIMÉTRICA

Isabela Nogueira

Maísa Maciel Machado Santos

Thiago Arantes Nogueira

Estácio Tavares Wanderley Neto

Credson de Salles

Tessa Martins de Carvalho Carneiro

Álvaro Antônio Alencar de Queiroz

SOBRE A ORGANIZADORA 171

EVALUATION OF THE COLOR CHANGES IN ARTIFICIALLY AGED PINE

Tiago Hendrigo de Almeida

Universidade de São Paulo, Escola de Engenharia de São Carlos, Departamento de Ciência e Engenharia de Materiais, São Carlos – São Paulo.

Diego Henrique de Almeida

Universidade Federal de São Carlos, Departamento de Engenharia Civil, São Carlos – São Paulo.

André Luis Christóforo

Universidade Federal de São Carlos, Departamento de Engenharia Civil, São Carlos – São Paulo.

Francisco Antonio Rocco Lahr

Universidade de São Paulo, Escola de Engenharia de São Carlos, Departamento de Engenharia de Estruturas, São Carlos – São Paulo.

ABSTRACT: Pine wood is widely used in civil construction due to its physical, mechanical and organoleptic properties, and the reforestation. Woods are often used in buildings subject to weathering actions such as ultraviolet light, rainfall and humidity, and may cause changes in the color of the material evidencing some chemical attack. Artificial weathering machines are commonly used for accelerated aging of materials, aiming the study of their performance in outdoor use. The objective of this work was to evaluate the color change in the CIELAB standard of samples of Pine wood subjected to artificial weathering for 96, 192 and 384 hours

in relation to the control. Results of ΔE and coefficient of variation were 79.92 and 0.91%, 69.52 and 1.54%, 70.27 and 1.95%, 70.50 and 0.87% for the controls and the three treatments, respectively. According to the results of the tests, as well as of the statistical analyses, it was possible to conclude that the treated samples were darkened in relation to the control, but the equivalence of colors of the aged samples.

KEYWORDS: Aging; Color; Weathering; Wood.

1 | INTRODUCTION

Pine wood is appreciated for its workability and performance when used in civil construction (Almeida, 2016). According to the code, NBR7190:1997 - Design of Wood Structures, woods of this genus belong to the strength classes of the conifers being C20, C25 and C30 - that represent characterized batches of wood with characteristic value of the strength in compression parallel to the grain equal to 20 MPa, 25 MPa and 30 MPa, respectively.

Wood is commonly used in buildings where it is exposed to weathering, and it must undergo some alteration in its property over time.

There are some equipment that simulates weathering in materials and has been used to evaluate the changes in the characteristics of

the woods over time, but due to the robustness of the treatment, these are performed in time intervals in the order of hours, which expedites this evaluation (Barreto & Pastore, 2009).

Color of the wood is an important parameter because it is the most appreciated organoleptic property of this material. With the aging of the material, the attack of lignin occurs initially on surfaces most affected by ultraviolet light (Mohebbi & Saei, 2015). This attack can cause changes in the color of the material.

Determination of the color can be done using the CIELAB (International Commission of Illumination) method, the result being a numerical value (vector) in which the coordinates are as follows: L: represents the scale between white and black (ranging from 0 to 100); a*: represents the scale between green and red (“a*” represents red and “-a*” is green); and b*: represents the scale between yellow and blue (“b*” represents the yellow color and “-b*” the blue color) (Janin et. al, 2001, Barcık et al, 2015).

Thus, this work aims to evaluate the color change with Pinus wood resulting from artificial aging.

2 | EXPERIMENTAL PROCEDURES

A batch of Pine wood was characterized and classified as belonging to the class C25 and submitted to the treatment in Artificial Aging Chamber of type Equv-RC-EQUILAM. Figure 1 shows the equipment cited.



Figure 1 – Aging chamber.

Specimens were divided into 4 groups of 6 units each, representing 0, 96, 192 and 384 hours of treatment (T, A1, A2 and A3, respectively). Aging occurred according to the ASTM G154 (2006) “*Standard Practice for Operating Fluorescent Light Apparatus for UV Exposure of Nonmetallic Materials*”, with the following cycle: 8 hours of UV irradiation at 60 °C; 15 minutes of water spray; and 3 hours and 45 minutes of steam at 50 °C, totaling 12 hours/cycle. The mean irradiance was 0.71 W/m²/nm, UVB lamps of 313 nm wavelength.

Color determination was performed according to ASTM D 2244 (2011) “*Standard Practice for Calculation of Color Tolerances and Color Differences from Instrumentally Measured Color Coordinates*”, using the Konica Minolta CR-400 equipment shown in figure 2. The ΔE parameter was used to determine the color of each sample (in relation to $(L = 0, a^* = 0, b^* = 0)$).



Figure 2 – Spectrophotometer. Source: Konica Minolta, 2016.

3 | RESULTS AND DISCUSSION

Performing the treatments as well as determining the colors of the samples, it was possible to build the table 1 summarizing the data. Figure 3 shows the boxplot of the results.

	<i>T</i>	<i>A1</i>	<i>A2</i>	<i>A3</i>
Mean	79.92	69.52	70.27	70.50
C.V. [%]	0.91	1.54	1.95	0.87
Minimum	79.18	68.51	68.53	69.55
Maximum	80.98	71.19	72.62	71.04
Count	6.00	6.00	6.00	6.00

Table 1 – Results Summary. (C.V. represents the Coefficient of Variation).

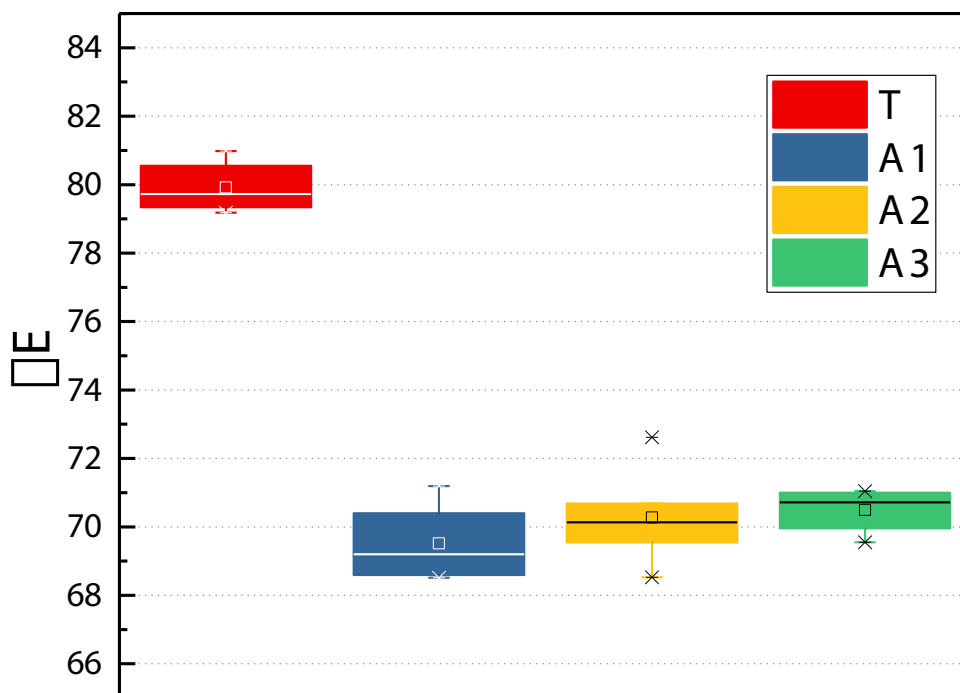


Figure 2 – Boxplot of the data.

ANOVA was performed to evaluate the color change of Pine wood samples treated. The normality test of Shapiro-Wilk was performed for the four groups presenting P-values 0.4143, 0.3716, 0.7182, 0.2732, respectively, accepting the null hypothesis that the groups present normal distribution. Bartlett test was performed and the P-value was 0.3090, indicating the homogeneity of variances among the groups, validating the ANOVA test.

P-value of the ANOVA was significant (P-value = 0.000) and the Tukey test was performed to determine the differences between each group. Table 2 presents the Tukey test results.

	T	A1	A2	A3
Mean	A	B	B	B
	79.92	69.52	70.27	70.50

Table 2 – Tukey test Results (Different letters represent a significant difference).

As shown in table 2, as well as shows the figure 2, the untreated group (T) differs from the others, presenting a higher value of the ΔE .

4 | CONCLUSIONS

According to the results it is possible to conclude that there was decrease of the ΔE , evidencing a darkening of the Pine wood samples due the aging process. Such an effect may evidence of chemical attack of the samples subjected to weathering. It should be noted that among the aged groups there was no significant difference in

color.

REFERÊNCIAS

Almeida D. H. et. al. "Determinação da rigidez de *Pinus elliottii* em diferentes teores de umidade por meio de ensaios mecânicos não destrutivos. **Scientia Forestalis (IPEF)**, vol. 44, pp. 303-309, 2016.

Barcák, S., et. al. "Effect of thermal modification on the colour changes of oak wood," **Wood Res.** Vol. 60, no. 3, pp. 385-396, 2015.

Barreto, C. C. K., Pastore, T. C. M. "Resistência ao intemperismo artificial de quatro madeiras tropicais: o efeito dos extrativos," **Ciência Florestal**, vol. 19, no. 1, pp. 23-30, 2009.

Design of timber structures, ABNT NBR 7190, 1997.

Janin, G. et al. "Aesthetics appreciation of wood colour and patterns by colorimetry. Part 1. Colorimetry theory for the CIELAB system," **Maderas. Ciencia y Tecnología**, vol. 3, no. 1, pp. 3-13, 2001.

Mohebbi, B. and Saei, A. M. "Effects of geographical directions and climatological parameters on natural weathering of fir wood," **Construction and Building Materials**, vol. 94, pp. 684-690, 2015.

Standard practice for calculation of color tolerances and color differences from instrumentally measured color coordinates, ASTM D2244, 2011.

Standard practice for operating fluorescent light apparatus for UV exposure of nonmetallic materials, ASTM G154, 2006.

Konica Minolta (2016, November 2016). Konica Minolta CR 400 [Online]. Available: <http://www.sensing.konicaminolta.com/products/colorimetro-cr-400/>

SOBRE A ORGANIZADORA:

Marcia Regina Werner Schneider Abdala: Mestre em Engenharia de Materiais pela Universidade Federal do Rio de Janeiro, Graduada em Engenharia de Materiais pela Universidade Federal do Rio de Janeiro. Possui experiência na área de Educação a mais de 06 anos, atuando na área de gestão acadêmica como coordenadora de curso de Engenharia e Tecnologia. Das diferentes atividades desenvolvidas destaca-se a atuação como professora de ensino superior atuando em várias áreas de graduações; professora de pós-graduação *lato sensu*; avaliadora de artigos e projetos; revisora de revistas científicas; membro de bancas examinadoras de trabalhos de conclusão de cursos de graduação. Atuou como inspetora de Aviação Civil, nas áreas de infraestrutura aeroportuária e segurança operacional em uma instituição federal.

Agência Brasileira do ISBN
ISBN 978-85-85107-65-9

