

# 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](http://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

<b>CAPÍTULO 1</b> .....	<b>1</b>
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>	
<b>CAPÍTULO 2</b> .....	<b>12</b>
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>	
<b>CAPÍTULO 3</b> .....	<b>25</b>
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>	
<b>CAPÍTULO 4</b> .....	<b>33</b>
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>	
<b>CAPÍTULO 5</b> .....	<b>44</b>
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>	
<b>CAPÍTULO 6</b> .....	<b>54</b>
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>	
<b>CAPÍTULO 7</b> .....	<b>61</b>
EVALUATION OF THE COLOR CHANGES IN ARTIFICIALLY AGED PINE	
<i>Tiago Hendriço 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**

## TESTE DE ATIVIDADE E EFICÁCIA DE AGENTES BIOCIDAS EM TINTA ACRÍLICA

### **Túlio Valério Agostinho da Silva**

Universidade Federal de Pernambuco  
Recife - Pernambuco

### **Sara Horácio de Oliveira**

Universidade Federal de Pernambuco  
Recife - Pernambuco

### **Magda Rosângela Santos Vieira**

Universidade Federal de Pernambuco  
Recife - Pernambuco

### **Ildnay de Souza Lima Brandão**

Universidade Federal de Pernambuco  
Recife - Pernambuco

**RESUMO:** Tinta é um material de revestimento pigmentado líquido, pastoso ou em pó que ao ser aplicado em um substrato forma um filme opaco com finalidade de proteger, decorar ou com finalidade técnica específica. As tintas acrílicas faz parte do grupo das tintas à base d'água, grupo mais suscetível à contaminação por micro-organismos. Elas são formadas por monômeros de ésteres dos ácidos acrílicos e metacrílicos que após reação de polimerização formam o filme polimérico. Os micro-organismos utilizam os diversos componentes das tintas como nutrientes, provocando mudanças indesejáveis em suas propriedades e causando sua biodeterioração. Para evitar este fenômeno são adicionados em sua formulação alguns tipos de biocidas, que inibem o desenvolvimento

ou eliminam alguns tipos de micro-organismos. Foram testadas amostras industriais de tintas acrílicas contendo biocidas utilizando as metodologias descritas nas normas JIS Z 2801/2010, para análise de bactericidas, e NBR 14941/2011, para análise de fungicidas.

**PALAVRAS-CHAVE:** Bactericida, fungicida, tinta, biodeterioração.

**ABSTRACT:** Paint is a pigmented coating material, in liquid, paste or powder form that applied in a surface create an opaque film for the purpose to protect, decorate or with another specific technical objective. The Acrylic paint is a water base type, paint group most susceptible to contamination by microorganisms. It is formed by ester monomers of acrylic and methacrylic acids that after polymerization reaction create the polymeric film. They use the paint components as nutrients what cause undesirable changes in your properties and biodeterioration, therefore in order to avoid this, in paints formulation are added some types of biocides that inhibit the growth or eliminates some types of microorganisms. To check those components in industrial samples, tests described in JIS Z 2801 standard, for bactericides, and NBR 14941 standard, for fungicides, were performed.

**KEYWORDS:** Bactericide, fungicide, paint, biodeterioration.

## 1 | INTRODUÇÃO

A utilização dos revestimentos para cobertura de superfícies data de épocas muito remotas. Os antigos egípcios e gregos costumavam associar minerais coloridos a polímeros naturais, como cera de abelha, piche e goma arábica, para o preparo de revestimentos com finalidades arquitetônicas. Contudo, foi no início do século XX que sucedeu a evolução das técnicas e tecnologias na produção dos revestimentos e suas matérias-primas (MANO, DRUMOND, 1996).

Com a crescente produção e consumo destes materiais surgiram diversos desafios para a indústria de tintas. Manter a viabilidade e durabilidade dos produtos frente aos diversos fatores ambientais, como luz, calor e umidade, e com isso prevenir das patologias que podem acometer as tintas (FREIRE, 2006).

A contaminação das tintas no interior da embalagem por micro-organismos provoca alterações físico-químicas neste produto como modificação na viscosidade, exalação de mau cheiro e produção de gases (MACHEMER, 1996). Ela também pode ocorrer em pinturas finalizadas provocando degradação da superfície e problemas estéticos (FAZENDA, 2009).

A inclusão dos biocidas na formulação da tinta visa manter sua viabilidade técnica, pois a protege da biodeterioração causada pelos micro-organismos antes e após a aplicação (BACH, RANGEL, 2005).

O objetivo deste estudo foi verificar a eficácia de alguns biocidas aplicados em tintas acrílicas comerciais, quanto à inibição de bactérias e fungos utilizando as metodologias apropriadas descritas em normas brasileiras e, quando não houver especificação dentro do Brasil, normas internacionais.

## 2 | MATERIAIS E MÉTODOS

Foram preparadas sete amostras de tinta, como mostrado na Tabela 1. Esta etapa foi realizada pelo fabricante, por se tratar de segredo industrial não foram informadas as dosagens utilizadas nas amostras. Os bactericidas são formados de misturas de isotiazolinonas e semi-acetais, e os fungicidas por derivados nitrogenados de isotiazolinonas.

AMOSTRA	ADITIVO	FUNÇÃO
1	D04	Fungicida
2	D06	Bactericida
3	D12	Bactericida
4	D13	Fungicida
5	D04-D06	Fungicida-Bactericida
6	D12-D13	Fungicida-Bactericida
7 - Branco	Nenhum	Amostra controle

Tabela 1- Amostras preparadas

Os corpos de prova foram confeccionados em papel cartão 240 g/m<sup>2</sup> com dimensões 3,5±0,2 cm, para o teste dos fungicidas, e 5,0±0,2 cm para o teste de bactericida, e o filme plástico de cobertura do inóculo de 4,0±0,2 cm para o teste de bactericida. As amostras foram aplicadas em duas demãos, a segunda após 24 horas de secagem da primeira, e utilizados após sete dias de secagem.

Os testes dos bactericidas foram realizados seguindo procedimento detalhado na JIS Z 2801:2010 (JSA, 2010). As cepas utilizadas para bactéria Gram positiva foi *Staphylococcus aureus*, ATCC 6538P, e para Gram negativa a *Escherichia coli*, ATCC 8739.

Foram três corpos de prova para cada amostra contendo bactericida e seis corpos de prova para o branco. Realizou-se a inoculação de 0,4 mL de suspensão bacteriana, padronizada de acordo com a norma, sobre os corpos de prova e cobriu-se o inóculo com o filme plástico. Em três corpos de prova do branco procedeu-se a lavagem imediatamente após inoculação e todos os outros corpos de prova foram incubados à (35 ± 2) °C por 24 horas. A lavagem foi realizada em saco tipo *stomacher* estéril com 25 mL de caldo triptona de soja com lecitina e Tween 80. Retirou-se alíquota de 1 mL do caldo após lavagem para realização de diluições sucessivas em tubos contendo 9 mL de salina fisiológica. Retirou-se 1 mL de cada tubo para plaqueamento em placas de petri utilizando Agar padrão de contagem. As placas de Petri foram incubadas à (35 ± 2) °C por 24 horas e realizou-se contagem das colônias formadas nas placas.

As avaliações foram realizadas após conversão das contagens das colônias, em UFC ml<sup>-1</sup>, para número de bactérias viáveis, em células cm<sup>-2</sup>, através da equação A.

$$N = \frac{C \cdot D \cdot V}{A} \quad (\text{A})$$

Onde: N – número de bactérias viáveis por cm<sup>2</sup> do corpo de prova; C – média da contagem de colônias das placas de Petri; D – Fator de diluição das placas de Petri na contagem; V – volume do caldo de lavagem; A – área da superfície coberta pelo filme.

Para calcular a atividade antimicrobiana utilizou-se a Equação B.

$$R = \left[ \log \left( \frac{B}{A} \right) - \log \left( \frac{C}{A} \right) \right] \quad (\text{B})$$

Onde: R – Valor da atividade do bactericida; A – número de bactérias viáveis imediatamente após inoculação nos corpos de prova no branco; B – número de bactérias viáveis nos corpos do branco após 24 h; C – número de bactérias viáveis nos corpos de prova com bactericida após 24 h.

Os testes dos fungicidas foram realizados seguindo procedimento detalhado na NBR 14941 (ABNT, 2011). A cepa de fungo utilizada foi *Aspergillus niger* (ATCC 6275), padronizado em suspensão com 10<sup>5</sup> esporos mL<sup>-1</sup>. Adicionou-se, assepticamente, 1 mL da suspensão para cada 100 mL de Agar Sabouraud, homogeneizou-se e foi distribuído

aproximadamente 30 mL do meio inoculado em placas de petri. Após solidificação, o corpo de prova foi colocado sobre o Agar Sabouraud no centro da placa e com a face pintada para cima. Incubou-se sem inverter a placa durante 14 dias, à temperatura de  $(28 \pm 2) ^\circ\text{C}$ , efetuando avaliações após 7 e 14 dias. Realizou-se ensaio em triplicata.

A avaliação do crescimento do fungo foi realizada através dos critérios expostos na Tabela 02.

NOTA	OBSERVAÇÃO
0	Crescimento não detectado
1	Crescimento em até 10% da superfície do corpo de prova
2	Crescimento entre 11% e 25% da superfície do corpo de prova
3	Crescimento entre 26% e 50% da superfície do corpo de prova
4	Crescimento entre 51% e 75% da superfície do corpo de prova
5	Crescimento superior a 76% da superfície do corpo de prova

Tabela 02: Avaliação de crescimento do fungo sobre corpo de prova.

### 3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 3.1. Bactericida

Na tabela 3 são encontrados os valores médios das contagens das placas para cada uma das amostras contendo bactericidas e do branco imediatamente após inoculação e após 24 horas de incubação

Bactéria	Número de colônias (UFC mL <sup>-1</sup> )					
	Branco	Branco/24h	D 06	D 12	D 04/D 06	D 13/D 12
<i>E. Coli</i>	$1,15 \cdot 10^4$	$3,00 \cdot 10^3$	$1,35 \cdot 10^2$	$9,60 \cdot 10^1$	$1,49 \cdot 10^2$	$1,86 \cdot 10^2$
<i>S. Aureus</i>	$9,30 \cdot 10^3$	$5,40 \cdot 10^3$	$5,05 \cdot 10^1$	$8,50 \cdot 10^1$	$2,08 \cdot 10^2$	$1,46 \cdot 10^2$

Tabela 3: Média das contagens de colônias das bactérias.

Com a aplicação de (A) converteu-se os valores das contagens das placas para o número de bactérias viáveis, disponíveis na Tabela 4.

Bactéria	Número de bactérias viáveis (células cm <sup>-2</sup> )					
	Branco	Branco/24h	D 06	D 12	D 04/D 06	D 13/D 12
<i>E. Coli</i>	$1,80 \cdot 10^4$	$4,69 \cdot 10^3$	$2,11 \cdot 10^2$	$1,50 \cdot 10^2$	$2,33 \cdot 10^2$	$2,91 \cdot 10^2$
<i>S. Aureus</i>	$1,45 \cdot 10^4$	$8,36 \cdot 10^3$	$7,90 \cdot 10^1$	$1,34 \cdot 10^2$	$3,26 \cdot 10^2$	$2,28 \cdot 10^2$

Tabela 4: Valores de número de bactérias viáveis.

A partir dos valores de números de bactérias viáveis aplicou-se (B) para encontrar a atividade antimicrobiana para os biocidas utilizados.

Biocida na amostra	Atividade antimicrobiana	
	<i>Escherichia coli</i>	<i>Staphylococcus aureus</i>
D 06	1,35	2,03
D 12	1,50	1,80
D04-D06	1,31	1,41
D13-D12	1,21	1,57

Tabela 5: Atividade antimicrobiana dos biocidas empregados nas tintas.

O bactericida o D12 apresentou melhor ação contra a *Escherichia coli*, sendo 10% mais eficaz que o segundo, o bactericida D06, enquanto que o bactericida D06 apresentou-se o melhor contra o *Staphylococcus aureus*, sendo 11,3% mais eficiente que o bactericida D12. Foi percebida uma diminuição da atividade biocida ao combinar bactericida e fungicida em ambos os casos estudados, contudo ambos continuam agindo e desempenhando seu papel na tinta com eficácia.

### 3.2. Fungicida

As leituras das placas, realizadas com sete e quatorze dias de incubação, registradas como fotografias, foram analisadas seguindo os critérios da Tabela 01. Na Figura 01 encontram-se as placas do teste do branco, sem antifúngico.

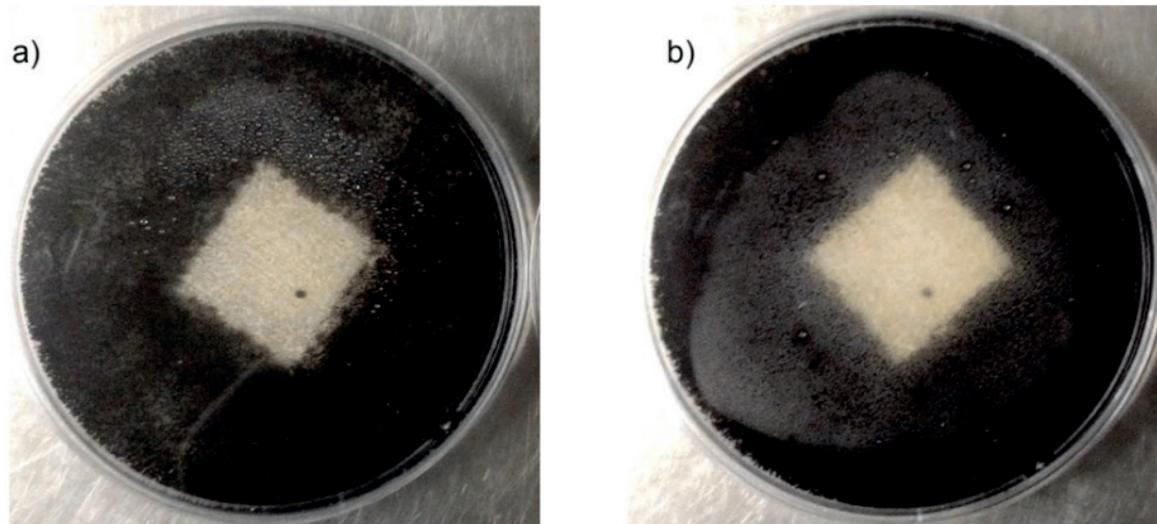


Figura 01: Placas do teste branco com a) 7 dias e b) 14 dias do teste.

Com 7 dias o fungo recobriu aproximadamente 50% de cobertura dos cartões de prova do branco, perfazendo nota 3. Após quatorze dias de incubação houve cobertura de aproximadamente 55% da superfície dos cartões de prova, perfazendo nota 4. A Figura 02 encontram-se as placas do teste com fungicida D13.

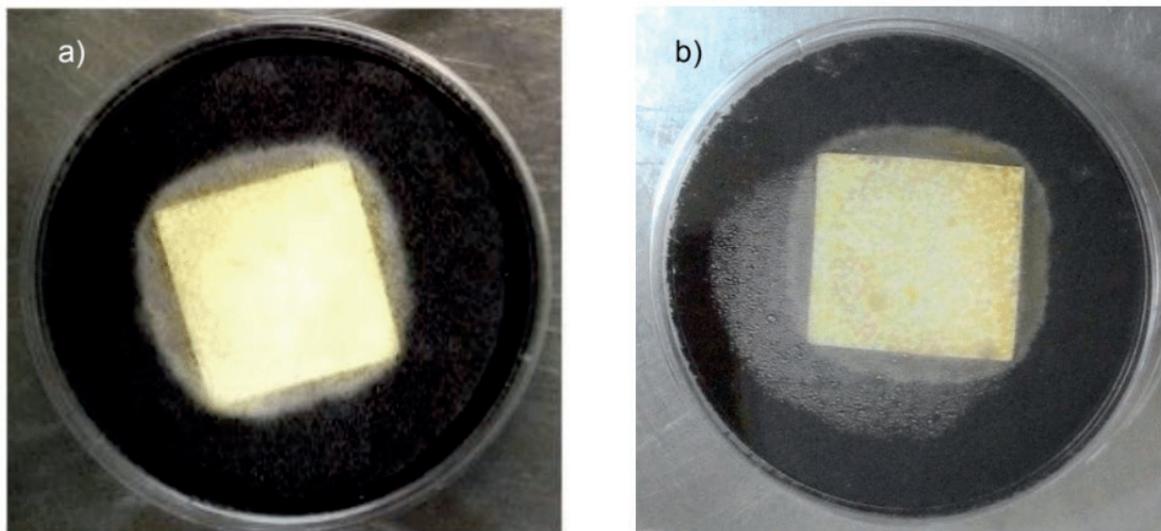


Figura 02: Placas do fungicida D13 com a) 7 dias e b) 14 dias de teste.

Para o fungicida D13 não houve crescimento do fungo sobre o corpo de prova com 7 dias e nem em 14 dias do teste, perfazendo nota 0. Também percebeu-se a formação de halo de inibição ao redor do corpo de prova, contudo este fato não é levado em consideração pela norma utilizada.

Na Figura 03 encontram-se as placas do teste com mistura fungicida/bactericida D13/D12.

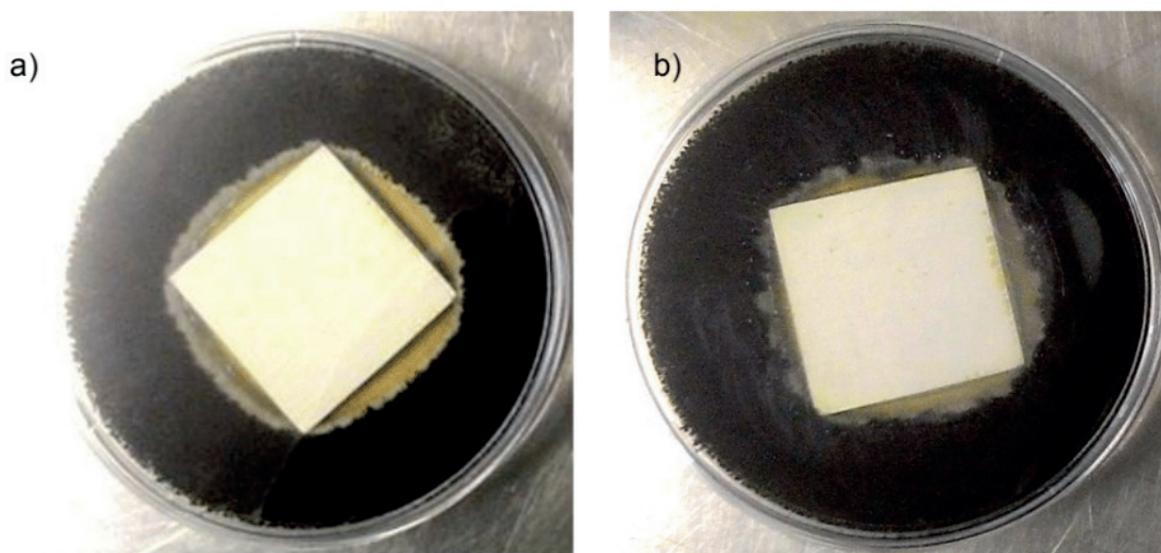


Figura 3: Placas do fungicida/bactericida D13/D12 com a) 7 e b) 14 dias de teste.

Para mistura fungicida/bactericida D13/D12 também não houve crescimento do fungo sobre o corpo de prova com 7 dias e nem em 14 dias do teste, perfazendo nota 0. Também houve a formação de halo de inibição ao redor do corpo de prova.

Na Figura 04 encontram-se as placas do teste com fungicida D04.

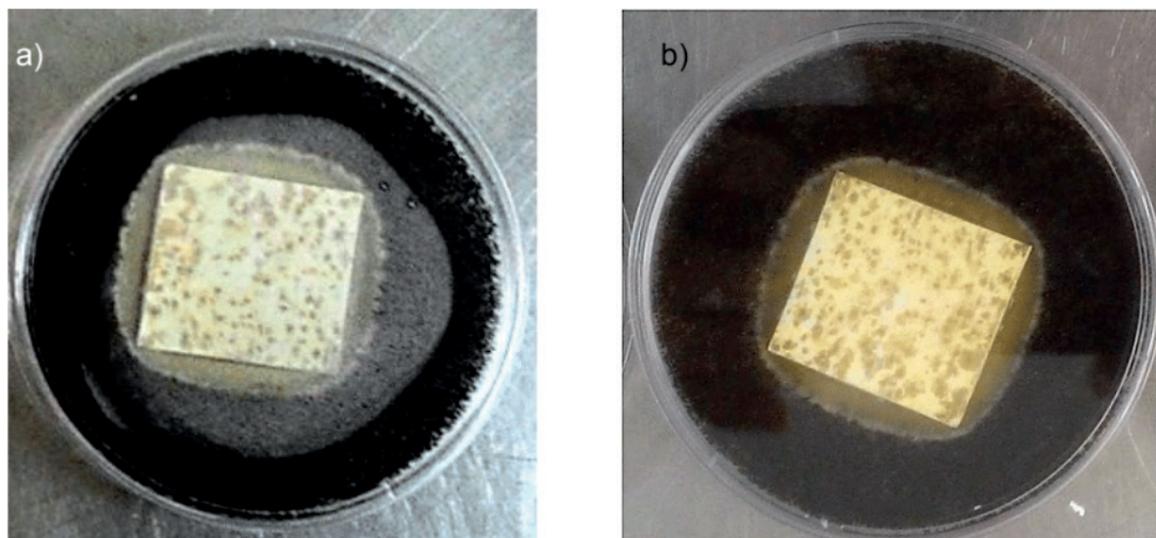


Figura 04: Placas do fungicida D04 com a) 7 dias e b) 14 dias de teste.

Para o fungicida D04 não foi possível confirmar se houve crescimento do fungo com 7 dias e nem em 14 dias do teste, pois houve a formação de manchas sobre o corpo de prova que pode ter sido proveniente do fungo, contudo não foi possível confirmar, sendo o resultado do teste inconclusivo. Neste também houve formação de halo de inibição.

Na Figura 05 encontram-se as placas do teste com mistura fungicida/bactericida D04/D06.

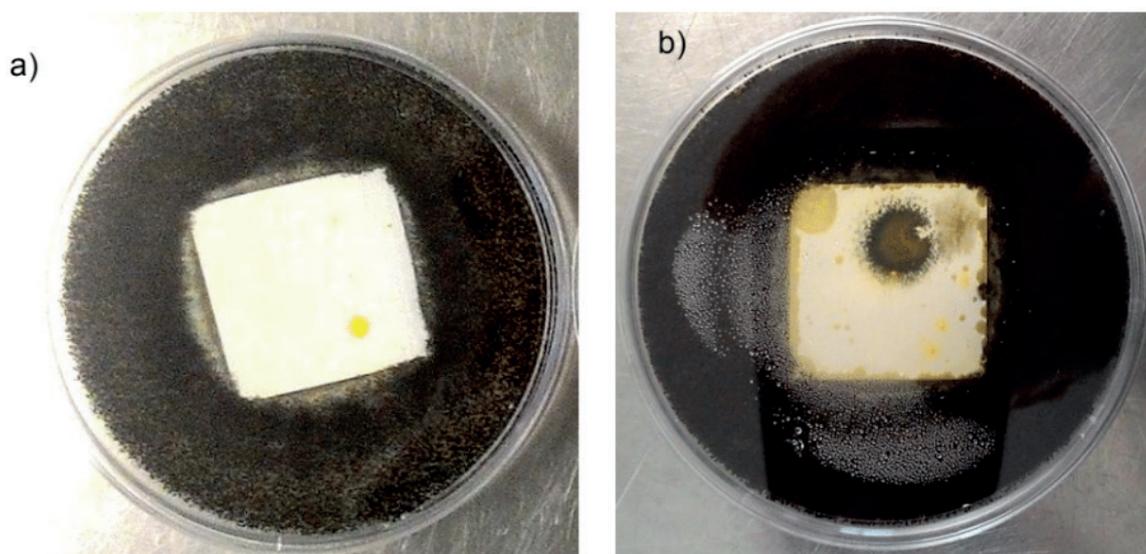


Figura 05: Placas do fungicida/bactericida D04/D06 com a) 7 e b) 14 dias de teste.

Para a associação de biocidas D04/D06 em 7 dias de teste houve crescimento do fungo cobrindo aproximadamente 3% nas extremidades dos corpos de prova, recebendo nota 01 de acordo com a norma. Para 14 dias de teste houve um maior crescimento do fungo cobrindo aproximadamente 15% da sua área total, configurando com a nota 2. Um halo discreto foi percebido com 7 dias de teste, que praticamente

desapareceu após 14 dias.

## 4 | CONCLUSÕES

Foi verificado que o bactericida D12 foi o mais eficiente na inibição da *Escherichia coli*, seguido pelo bactericida D06 e pelas formulações mistas D04-D06 e D13-D12, nesta ordem. O bactericida D06 apresentou-se mais eficiente na inibição do *Staphylococcus aureus*, seguido pelo bactericida D12 e pelas formulações mistas D13-D12 e D04-D06, nesta ordem. As formulações mistas apresentaram ação bactericida reduzida quando comparados ao bactericida isolado, mas ainda assim foram eficientes no combate às duas bactérias.

Quanto ao fungicida não houve crescimento sobre os corpos de prova com D13 e a formulação mista D13-D12, que receberam nota 0, a melhor nota possível no teste. O fungicida D04 não apresentou resultado conclusivo devido à formação de manchas sobre a superfície do corpo de prova que pode ser ocasionada por crescimento do fungo, contudo para se ter certeza seria necessário a realização de testes complementares. A formulação mista D04-D06 apresentou aproximadamente 15% de cobertura dos corpos de prova, obtendo nota 2 em 14 dias, menor que a obtida pelos fungicidas anteriores, contudo apresentou eficácia satisfatória por apresentar inibição quando comparado com o branco, que obteve nota 4 e teve aproximadamente 55% do corpo de prova coberto pelo fungo.

## REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 14941** :Tintas para construção civil - Método para avaliação de desempenho de tintas para edificações não industriais determinação de resistência de tintas, vernizes e complementos ao crescimento de fungos em placas de Petri sem lixiviação. Rio de Janeiro: ABNT, 2011.

BACH, E. E.; RANGEL, A, R. **Biodeterioração de tintas à base de água por fungos**. São Paulo: Exacta, v.3, p. 79-84, 2005.

FAZENDA, J. M. R. **Tintas**: ciência e tecnologia. 4. ed. São Paulo: Blucher; 2009.

FREIRE, A. A. **O uso de tintas na construção civil**. (Trabalho de conclusão de curso). Belo Horizonte: Universidade Federal de Minas Gerais, 2006.

JAPANESE STANDARDS ASSOCIATION. **JIS Z 2801**: Antimicrobial products - Test for antimicrobial activity and efficacy. Tokyo: JSA, 2000.

MACHEMER, W. **Controlling Biological Contamination in Coatings Manufacturing Processes**. Modern Paint and Coatings, 1989.

MANO, E. B.; DRUMOND, W. S. **Tintas**: Vernizes, lacas, esmaltes e primers. Rio de Janeiro: Revista de Química Industrial, 1996.

## **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

