

Complementaridade: Arquitetura, Engenharia e Construção

MARCIA REGINA WERNER SCHNEIDER ABDALA
(Organizadora)



Atena
Editora

Ano 2018

Marcia Regina Werner Schneider Abdala
(Organizadora)

Complementaridade: Arquitetura, Engenharia e Construção

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
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 Internazionale delle Figlie de Maria Ausiliatrice
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
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)	
C737	Complementaridade [recurso eletrônico]: arquitetura, engenharia e construção / Organizadora Marcia Regina Werner Schneider Abdala. – Ponta Grossa (PR): Atena Editora, 2018. Formato: PDF Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader Modo de acesso: World Wide Web Inclui bibliografia ISBN 978-85-85107-41-3 DOI 10.22533/at.ed.413182609 1. Arquitetura. 2. Construção civil. 3. Engenharia. I. Abdala, Marcia Regina Werner Schneider. II. Título. CDD 728
Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422	

O conteúdo do livro 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

Esta edição de Complementaridade Arquitetura, Engenharia e Construção foi elaborada visando proporcionar aos seus leitores acesso a diferentes estudos que enfatizam a importância da adoção de práticas construtivas e de gestão adequadas na área de Arquitetura, Engenharia e Construção que proporcionem melhoria na qualidade de vida das pessoas, maior eficiência no uso dos recursos naturais e menor impacto ambiental.

Neste contexto, o conforto ambiental das construções, em especial o conforto térmico, é assunto de diferentes estudos, por estar diretamente ligado com a qualidade de vida das pessoas. A importância da utilização de materiais e técnicas construtivas que possibilitem um adequado conforto ambiental nas edificações é destacada nos estudos aqui apresentados possibilitando a todos os leitores uma visão mais abrangente acerca do tema.

Também merece destaque nesta edição as ações voltadas para o desenvolvimento de técnicas que visem um crescimento sustentável, em especial às relacionadas com a gestão dos resíduos da construção civil. A indústria da construção civil é considerada o setor de atividades humanas que mais consome recursos naturais e utiliza energia de forma intensiva, gerando consideráveis impactos ambientais. Além dos impactos relacionados ao consumo de matéria e energia, há aqueles associados à geração de resíduos, em especial os resíduos sólidos. O reuso de materiais tem sido cada vez mais explorado pelos pesquisadores devido ao potencial de contribuição na preservação do meio ambiente. Nesta edição são apresentados estudos acerca dos compósitos de cimento-madeira a partir do reaproveitamento dos resíduos de madeira resultantes das atividades do setor de construção civil.

Por fim, são apresentados estudos relacionados com a gestão organizacional, gestão de projetos, as responsabilidades dos profissionais envolvidos na construção civil, bem como sobre a implementação do *Building Information Modeling* (BIM), enfatizando a necessidade de busca constante do segmento de Arquitetura, Engenharia e Construção por melhores resultados em termos de qualidade, custo e tempo de execução.

Com base nestes estudos, convidamos você a aperfeiçoar seus conhecimentos nos diversos temas que envolvem a área de Arquitetura, Engenharia e Construção.

Boa leitura.

Marcia Regina Werner Schneider Abdala

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1	1
A TRANSFORMAÇÃO DA FACHADA NA TIPOLOGIA CONSTRUTIVA DE EDIFÍCIOS COMERCIAIS VERTICAIS EM VITÓRIA-ES E SUA RELAÇÃO COM O CONFORTO AMBIENTAL	
<i>Ricardo Nacari Maioli</i>	
<i>Maria Cláudia de Souza Lemos Soares Brandão Barros</i>	
<i>Joana D arc Pereira de Barros</i>	
<i>Isabela Finochi Fernandes Moça</i>	
<i>Igor Mattioli Coninck</i>	
<i>Érica Coelho Pagel</i>	
CAPÍTULO 2	15
AVALIAÇÃO DA SENSAÇÃO DE CONFORTO TÉRMICO DO USUÁRIO DE UMA HABITAÇÃO FAIXA 1 DO PROGRAMA MINHA CASA MINHA VIDA NA CIDADE DE PELOTAS-RS: ESTUDO DE CASO DO RESIDENCIAL JARDINS DO OBELISCO	
<i>Jones Vieira Pinto</i>	
<i>Antônio Cesar Silveira Baptista da Silva</i>	
<i>Nirce Saffer Medvedovski</i>	
CAPÍTULO 3	29
INFLUÊNCIA DO CONFORTO TÉRMICO NA SAÚDE DOS IDOSOS: ESTUDO DE CASO EM UNIDADES HABITACIONAIS DO RESIDENCIAL AGRESTE – ARAPIRACA-AL	
<i>Esteffany Rafaelly Santos Rodrigues</i>	
<i>Maria Jailza da Silva</i>	
<i>Nathália Kariany de Souza</i>	
<i>Ricardo Victor Rodrigues Barbosa</i>	
CAPÍTULO 4	43
INFLUENCIA DA DETERIORIZAÇÃO DAS TELHAS PELA AÇÃO DAS INTEMPÉRIES NO DESEMPENHO TÉRMICO DE UMA EDIFICAÇÃO	
<i>Kellen Melo Dorileo Louzich</i>	
<i>Emeli Lalesca da Guarda</i>	
<i>Ivan Júlio Apolônio Callejas</i>	
<i>Luciane Cleonice Durante</i>	
<i>Karyna Andrade Carvalho Rosseti</i>	
CAPÍTULO 5	56
A PRESERVAÇÃO DA ESTRUTURA EM ARGASSA ARMADA DO CRISTO REDENTOR: DIAGNÓSTICO	
<i>Maria Cristina Ventura</i>	
CAPÍTULO 6	73
ANÁLISE DAS PROPRIEDADES DE COMPÓSITOS DE MADEIRA, PROVENIENTES DE RESÍDUO DE CONSTRUÇÃO, UTILIZANDO O GESSO COMO AGLOMERANTE	
<i>Tháisa Mariana Santiago Rocha</i>	
<i>Leonardo Fagundes Rosemback Miranda</i>	
<i>Carlos Frederico Alice Parchen</i>	
<i>Lara Biancato Ruhnke</i>	
<i>Paolo Pires de Lima</i>	

CAPÍTULO 7	87
INFLUÊNCIA DE ADITIVOS ACELERADORES DE PEGA NAS PROPRIEDADES NO ESTADO FRESCO DE COMPÓSITOS DE CIMENTO E RESÍDUOS DE MADEIRA DE CONSTRUÇÃO	
<i>Tháisa Mariana Santiago Rocha</i>	
<i>Leonardo Fagundes Rosembach Miranda</i>	
<i>Carlos Frederico Alice Parchen</i>	
<i>Paolo Pires de Lima</i>	
<i>Lara Biancato Ruhnke</i>	
CAPÍTULO 8	101
ANÁLISE DA EVOLUÇÃO DAS CARACTERÍSTICAS ORGANIZACIONAIS DAS EMPRESAS DE CONSTRUÇÃO CIVIL	
<i>Felipe Teixeira</i>	
<i>Alfredo Iarozinski Neto</i>	
CAPÍTULO 9	111
GESTÃO DE RISCOS E RISCOS DE GESTÃO EM PROJETOS INDUSTRIAIS: ESTUDOS DE CASO	
<i>Tássia Farssura Lima da Silva</i>	
<i>Silvio Burratino Melhado</i>	
CAPÍTULO 10	124
INTEGRAÇÃO DO BIM NO CURRÍCULO DO CURSO DE EDIFICAÇÕES	
<i>Josyanne Pinto Giesta</i>	
<i>Gilda Lucia Bakker Batista de Menezes</i>	
<i>Alfredo Costa Neto</i>	
CAPÍTULO 11	134
ANÁLISE DE JURISPRUDÊNCIAS RELACIONADAS À CONSTRUÇÃO CIVIL ¹	
<i>Marcelo Fabiano Costella</i>	
<i>Cláudio Alcides Jacoski</i>	
<i>Nicael William Martini</i>	
<i>Vilmar Roque Pereira</i>	
<i>Monike de Medeiros Costella</i>	
SOBRE A ORGANIZADORA.....	134

INFLUÊNCIA DE ADITIVOS ACELERADORES DE PEGA NAS PROPRIEDADES NO ESTADO FRESCO DE COMPÓSITOS DE CIMENTO E RESÍDUOS DE MADEIRA DE CONSTRUÇÃO

Tháisa Mariana Santiago Rocha

Universidade Federal do Paraná – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Construção Civil
Curitiba – PR

Leonardo Fagundes Rosembach Miranda

Universidade Federal do Paraná – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Construção Civil
Curitiba – PR

Carlos Frederico Alice Parchen

Universidade Federal do Paraná – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Construção Civil
Curitiba – PR

Paolo Pires de Lima

Universidade Federal do Paraná
Curitiba – PR

Lara Biancato Ruhnke

Universidade Federal do Paraná
Curitiba – PR

RESUMO: A indústria da construção civil é capaz de alterar significativamente o meio, gerando resíduos provenientes de suas atividades. A utilização da madeira como estrutura temporária propicia o aumento do volume de resíduo gerado. Os compósitos de madeira são uma alternativa para o reaproveitamento destes resíduos, porém, a

compatibilidade entre o cimento e a madeira pode influenciar a formação do compósito. Neste sentido, o objetivo deste trabalho é verificar a influência dos aditivos aceleradores de pega, em compósitos de cimento-madeira, no estado fresco. Os resíduos foram coletados em canteiros de obras, moídos, tratados, e secos. As partículas foram caracterizadas através da granulometria e massa unitária, e foram utilizadas na condição saturada e não saturada. Foi utilizado o cimento CPV-ARI RS, a relação cimento:madeira foi fixada em 1:0,075, e a relação água:cimento foi fixada em 0,50. Foram utilizados dois aditivos aceleradores de pega, um à base de nitrato de cálcio e outro de silicato de sódio. Foram realizados ensaios de tempo de pega, consistência e densidade de massa fresca. O Aditivo I proporcionou maior índice de consistência, porém apresentou exsudação. E o Aditivo II apresentou menor tempo de início de pega, e melhor compatibilidade com os diferentes tipos de madeiras.

PALAVRAS-CHAVE: Compósito de madeira, resíduo de madeira, cimento Portland, aditivo acelerador de pega, reciclagem.

ABSTRACT: The construction industry is able to significantly change the environment, generating waste from its activities. The use of wood as a temporary structure provides increased volume of generated waste. The wood composites are an

alternative for the recycling of these wastes, however, the compatibility between cement and wood can influence the formation of the composite. In this sense, the objective of this study is to investigate the influence of setting time accelerators additives in fresh properties of cement-wood composites. The wastes were collected at construction sites, treated and dried. The particles were characterized by grain size distribution and unit weight, and were used in the saturated and unsaturated conditions. CPV-ARI RS cement was used, the cement:wood ratio was fixed at 1:0,075, and water:cement ratio was 0,50. Two setting time accelerators additives were used, one based on calcium nitrate and other sodium silicate. Tests of setting time, consistency and fresh density were performed. Additive I provided greater consistency index, but showed exudation. And Additive II showed lower initial setting time and better compatibility with different types of woods.

KEYWORDS: Wood composite, wood waste, Portland Cement, additive handle accelerator, recycling.

1 | INTRODUÇÃO

A construção civil consome um grande volume de matéria prima que requer muita energia para sua transformação. Desta maneira, o reuso de materiais contribui com grande importância no caráter sustentável das construções, reduzindo os impactos negativos ao meio ambiente (GIAMA, 2015). A produção de materiais à base do compósito de cimento-madeira tem, portanto, este caráter sustentável na medida em que reutiliza a madeira, reduzindo a quantidade de resíduos e ainda gerando um valor agregado ao resíduo de madeira (SANTOS, 2011). Segundo Klock *et al.* (2005), a madeira é um material natural que possui um ciclo na natureza, ou seja, pode ser degradada e reduzida aos elementos que a originaram. Desta forma, a madeira é um material renovável e sustentável.

Lima (2009) cita que o uso de resíduos advindos das indústrias de processamento de madeira ou de resíduos de madeiras advindos das etapas de construção e demolição de obras deve receber maior destaque. Visto que, ao solucionar este problema, é possível contribuir para a preservação dos recursos naturais bem como reduzir a emissão de dióxido de carbono.

Conforme constatado por Angulo (2005), a reciclagem dos resíduos de madeira é viabilizada através de técnicas de segregação que permitem a separação dos resíduos por natureza, reduzindo a possibilidade de sua contaminação.

Um compósito pode ser entendido como a união, por algum processo de mistura, de dois materiais distintos, e que tem características diferentes dos materiais que o formam (FONSECA, 2005). O compósito de cimento-madeira já é conhecido de longa data na produção de placas de isolamento externo, na produção de telhas e forros, possuindo bom desempenho térmico e acústico. Além disso, garante boa resistência ao fogo e a agentes biológicos. Com isto, placas de cimento-madeira garantem boa

qualidade não só nas vedações externas, como também nas vedações internas (SANTOS, 2011).

Ainda segundo Santos (2011), quanto maior a quantidade de madeira no compósito, menor será a densidade do produto que terá maior leveza e garantirá maior proteção térmica e acústica. Além disso, pelo baixo custo, são ideais para países em desenvolvimento (ARDANUY *et al.*, 2011). Podem ainda ser furados e serrados, podendo ser facilmente aplicados nos mais diversos usos (SANTOS, 2011). Segundo Ferraz *et al.* (2012), os compósitos de cimento-madeira passam a ser cada vez mais utilizados devido o baixo custo, facilidade de produção e abundância de madeira, que além de ser encontrada facilmente como resíduo de outras atividades, é renovável.

A principal dificuldade encontrada na produção de materiais de cimento-madeira é a incompatibilidade destes dois materiais (SANTOS, 2011). A madeira possui extrativos e polissacarídeos que interferem e inibem a hidratação do cimento Portland e a produção de C-S-H (silicato de cálcio hidratado). O grau de inibição depende em grande proporção da espécie da madeira utilizada. Tendo isto em vista, os aditivos aceleradores de pega são utilizados para reduzir esse efeito inibitório, melhorando a compatibilidade da madeira com o cimento (BISSONNETTE; CLOUTIER; TITTELEIN, 2011).

Segundo Latorraca (1996) *apud* Santos (2011), os pré-tratamentos com água quente, água fria e substâncias químicas reduzem o efeito inibidor que a madeira produz nos compósitos de cimento-madeira, tornando possível a compatibilidade e produção com diversas fibras vegetais. Lima (2009) realizou diversos pré-tratamentos, com água fria, água quente, solução de NaOH e solução de Ca(OH)_2 , e concluiu que os tratamentos com água fria e água quente apresentaram os melhores resultados, proporcionando melhor qualidade mecânica do compósito.

Assim sendo, o uso de pré-tratamentos e aditivos aceleradores de pega melhoram a compatibilidade do cimento com a madeira e melhoram a qualidade dos compósitos (FERRAZ *et al.*, 2012). No entanto, isto pode aumentar os custos agregados e as fases de produção.

Os aditivos aceleradores de pega têm a função de atuar na hidratação do cimento, reduzindo o tempo em que ela ocorre, ou seja, aumentando a velocidade de endurecimento e ganho de resistência (MATOSKI, 2005).

Portanto, o objetivo deste artigo é verificar a influência dos aditivos aceleradores de pega durante o estado fresco, em compósitos de cimento e madeira reciclada, dosados com as partículas de madeira na condição saturada e não saturada.

2 | METODOLOGIA

2.1 Materiais

O tipo de cimento utilizado foi o CPV-ARI RS. A água utilizada foi fornecida pela rede pública de distribuição. Foram utilizados dois tipos de aditivos aceleradores de pega. Os aditivos foram adquiridos no comércio na região de Curitiba, e as características de cada um podem ser observadas na Tabela 1.

Identificação	Densidade (g/cm ³)	Estado físico	Cor	Composição química	Dosagem (%)
Aditivo I	1,42	Líquido	Amarelo	Nitrato de cálcio	0,2 a 1,0
Aditivo II	1,27	Líquido	Incolor	Silicato de sódio	3,0 a 15,0

Tabela 1: Características dos aditivos aceleradores de pega

Fonte: Os fabricantes (2018).

A dosagem dos aditivos foi realizada com relação à massa do cimento.

2.1.1 Partículas de madeira

Foram obtidos três tipos diferentes de madeira, sendo: compensado, eucalipto e pinus. Todas provenientes de resíduos da construção civil. A madeira de eucalipto foi obtida na cidade de Rio Negrinho – SC. As madeiras de compensado e pinus são provenientes de obras na cidade de Curitiba – PR.

Os resíduos de madeira foram coletados, separados, e moídos em um moinho de martelos portátil. Os resíduos de eucalipto foram descascados antes da moagem para evitar que o material fibroso provocasse o entupimento do moinho. Após a moagem (Figura 1), as partículas de madeira foram ensacadas e armazenadas em local protegido de intempéries.



Figura 1: Procedimento de moagem de resíduos

Fonte: Os autores (2018).

As partículas de cada tipo de madeira foram caracterizadas através dos ensaios de determinação da massa unitária - NBR NM 45 (ABNT, 2006), determinação da

composição granulométrica - NBR NM 248 (ABNT, 2003), e teor de umidade – NBR 7190 (ABNT, 1997).

Nas Tabelas 2 e 3 são apresentados os valores de massa unitária e teor de umidade, respectivamente. Na Figura 2 são apresentadas as composições granulométricas para cada tipo de madeira.

Madeira	Massa unitária (kg/m ³)
Compensado	173,83
Eucalipto	137,25
Pinus	207,72

Tabela 2: Resultados da massa unitária

Fonte: Os autores (2018).

Madeira	Teor de umidade (%)
Compensado	12,56%
Eucalipto	13,81%
Pinus	12,30%

Tabela 3: Resultados do teor de umidade

Fonte: Os autores (2018).

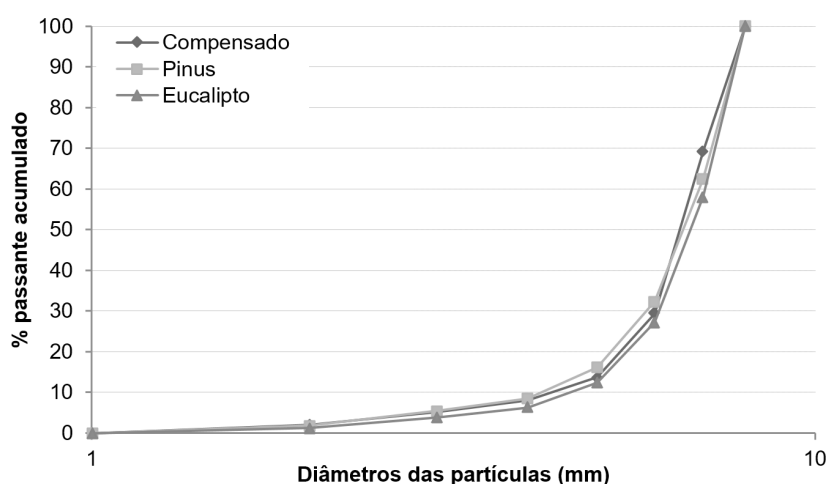


Figura 2: Distribuição granulométrica

Fonte: Os autores (2018).

2.2 Dosagens

2.2.1 Pré-tratamento das partículas de madeira

Foi adotado o pré-tratamento com água à temperatura ambiente, onde as partículas permaneceram submersas por um período de 48 horas e a proporção utilizada para madeira:água foi de 1:10.

2.2.2 Traço

O traço foi definido numa relação de 1:0,075 (cimento:madeira) em massa, o

mesmo valor proposto por Matoski (2005). Foi fixada uma relação água:cimento de 0,50, e o consumo de aglomerante foi, também, fixado em 350g/dm³. Os aditivos foram utilizados nos teores da Tabela 4.

Identificação	Teores utilizados			
	0,0%	0,4%	0,7%	1,0%
Aditivo I	0,0%	0,4%	0,7%	1,0%
Aditivo II	0,0%	5,0%	10,0%	15,0%

Tabela 4 – Teores dos aditivos aceleradores de pega

Fonte: Os autores (2018).

As partículas de madeira foram utilizadas em duas condições:

- Saturado – Onde as partículas foram secas em estufa à 80°C e foram submersas (Figura 3) em água (proporção de madeira:água foi de 1:10) por 20 minutos antes da dosagem. A água foi escoada e o seu excesso retirado, para que então as partículas fossem adicionadas à mistura;



Figura 3: Procedimento de saturação da madeira

Fonte: Os autores (2018).

- Não Saturado – As partículas foram secas em estufa à 80°C e acrescentadas na mistura. Para esta condição, foi considerado um ajuste na quantidade de água para evitar que a água da mistura fosse absorvida pela madeira. Para isto, foi utilizada a equação (Equação 1) proposta por Simatupang *et al.* (1978) *apud* Lima (2009):

$$\text{Quantidade de água} = R_{a/a} \times A + (0,30 - TU) \times M \quad (1)$$

Em que:

$R_{a/a}$ = Relação a:a (água:aglomerante);

A = Massa de aglomerante (gramas);

TU = Teor de umidade da partícula (%);

M = Massa das partículas (gramas).

Os traços utilizados para os compósitos de cimento-madeira estão apresentados na Tabela 5.

Madeira			Aditivo		Identificação
Tipo	Trat.	Condição	Tipo	Teor	
Compensado	AF 48h	Não-saturado	Referência	0,0%	CM COMP NSAT REF
			AD I	0,4%	CM COMP NSAT 0,4
				0,7%	CM COMP NSAT 0,7
				1,0%	CM COMP NSAT 1,0
			AD II	5,0%	CM COMP NSAT 5,0
				10,0%	CM COMP NSAT 10,0
		15,0%		CM COMP NSAT 15,0	
		Saturado	Referência	0,0%	CM COMP SAT REF
			AD I	0,4%	CM COMP SAT 0,4
				0,7%	CM COMP SAT 0,7
				1,0%	CM COMP SAT 1,0
			AD II	5,0%	CM COMP SAT 5,0
10,0%	CM COMP SAT 10,0				
15,0%	CM COMP SAT 15,0				
Eucalipto	AF 48h	Não-saturado	Referência	0,0%	CM EUC NSAT REF
			AD I	0,4%	CM EUC NSAT 0,4
				0,7%	CM EUC NSAT 0,7
				1,0%	CM EUC NSAT 1,0
			AD II	5,0%	CM EUC NSAT 5,0
				10,0%	CM EUC NSAT 10,0
		15,0%		CM EUC NSAT 15,0	
		Saturado	Referência	0,0%	CM EUC SAT REF
			AD I	0,4%	CM EUC SAT 0,4
				0,7%	CM EUC SAT 0,7
				1,0%	CM EUC SAT 1,0
			AD II	5,0%	CM EUC SAT 5,0
10,0%	CM EUC SAT 10,0				
15,0%	CM EUC SAT 15,0				
Pinus	AF 48h	Não-saturado	Referência	0,0%	CM PIN NSAT REF
			AD I	0,4%	CM PIN NSAT 0,4
				0,7%	CM PIN NSAT 0,7
				1,0%	CM PIN NSAT 1,0
			AD II	5,0%	CM PIN NSAT 5,0
				10,0%	CM PIN NSAT 10,0
		15,0%		CM PIN NSAT 15,0	
		Saturado	Referência	0,0%	CM PIN SAT REF
			AD I	0,4%	CM PIN SAT 0,4
				0,7%	CM PIN SAT 0,7
				1,0%	CM PIN SAT 1,0
			AD II	5,0%	CM PIN SAT 5,0
10,0%	CM PIN SAT 10,0				
15,0%	CM PIN SAT 15,0				

Tabela 5 – Dosagem de materiais

Fonte: Os autores (2018).

2.2.3 Mistura

Foi realizada de acordo com a norma NBR 13276 (ABNT, 2005) com algumas adaptações. Adicionou-se primeiramente a água e o aditivo (quando usado), e em seguida o cimento. O compósito foi misturado em argamassadeira em velocidade baixa por 30s, em seguida adicionou-se a madeira gradativamente durante 30s, sem parar a mistura. Aumentou-se a velocidade para alta por mais 30s. A mistura foi homogeneizada manualmente por 30s para então serem realizados os ensaios no estado fresco. Foi realizado, também, o estudo de dosagem englobando a moldagem de corpos de prova prismáticos e a verificação de suas propriedades no estado endurecido.

2.3 Ensaios

2.3.1 estado fresco

Foram realizados os ensaios de determinação de tempo de pega NBR NM 65 (ABNT, 2003); determinação do índice de consistência NBR 13276 (ABNT, 2005); e determinação de densidade fresca NBR 13278 (ABNT, 2005).

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Estado Fresco

Na Tabela 6, é possível observar os resultados obtidos nos ensaios realizados no estado fresco.

Identificação	Densidade fresca (g/cm ³)	Consistência (mm)	Tempo de pega (h:min)	
			Início	Fim
CM COMP NSAT REF	1,64	308,3	04:48	08:18
CM COMP NSAT 0,4	1,63	335,0	04:32	06:58
CM COMP NSAT 0,7	1,64	346,7	04:00	07:08
CM COMP NSAT 1,0	1,67	343,3	03:07	06:37
CM COMP NSAT 5,0	1,65	320,0	01:54	07:03
CM COMP NSAT 10,0	1,60	291,7	01:19	07:54
CM COMP NSAT 15,0	1,60	251,7	00:35	07:27
CM COMP SAT REF	1,66	403,3	07:37	08:05
CM COMP SAT 0,4	1,58	373,3	04:45	08:33

CM COMP SAT 0,7	1,58	365,0	03:50	08:28
CM COMP SAT 1,0	1,62	400,0	06:29	07:31
CM COMP SAT 5,0	1,62	346,7	01:48	07:27
CM COMP SAT 10,0	1,64	336,7	01:24	09:43
CM COMP SAT 15,0	1,63	311,7	01:32	08:11
CM EUC NSAT REF	1,68	340,0	04:42	08:29
CM EUC NSAT 0,4	1,65	326,7	03:52	07:28
CM EUC NSAT 0,7	1,70	340,0	02:29	06:54
CM EUC NSAT 1,0	1,69	311,7	01:42	06:22
CM EUC NSAT 5,0	1,65	296,7	01:42	07:06
CM EUC NSAT 10,0	1,65	281,7	01:12	06:29
CM EUC NSAT 15,0	1,62	280,0	00:49	06:57
CM EUC SAT REF	1,67	398,3	03:34	07:04
CM EUC SAT 0,4	1,63	368,3	04:31	08:46
CM EUC SAT 0,7	1,61	395,0	04:14	08:09
CM EUC SAT 1,0	1,61	386,7	04:19	05:49
CM EUC SAT 5,0	1,63	356,7	01:53	06:43
CM EUC SAT 10,0	1,63	330,0	01:42	08:00
CM EUC SAT 15,0	1,60	348,3	01:50	07:41
CM PIN NSAT REF	1,64	350,0	04:32	09:16
CM PIN NSAT 0,4	1,66	381,7	04:15	07:26
CM PIN NSAT 0,7	1,65	390,0	03:58	08:17
CM PIN NSAT 1,0	1,71	361,7	02:05	06:47
CM PIN NSAT 5,0	1,66	343,3	02:13	06:56
CM PIN NSAT 10,0	1,69	338,3	01:30	06:37
CM PIN NSAT 15,0	1,66	316,7	01:17	06:45
CM PIN SAT REF	1,66	385,0	04:16	08:06

CM PIN SAT 0,4	1,62	383,3	04:06	08:21
CM PIN SAT 0,7	1,64	401,7	04:01	08:26
CM PIN SAT 1,0	1,63	398,3	07:14	08:44
CM PIN SAT 5,0	1,60	371,7	03:10	09:25
CM PIN SAT 10,0	1,59	340,0	02:03	10:24
CM PIN SAT 15,0	1,58	353,3	01:19	07:28

Tabela 6 – Resultados no estado fresco

Fonte: Os autores (2018).

Nas Figuras 4, 5, 7 e 8 são apresentados os comparativos entre as diferentes dosagens com relação à densidade fresca, à consistência, ao início e ao fim de pega, respectivamente.

Na Figura 4 são apresentados os resultados obtidos para a densidade de massa fresca. Para os compósitos com a madeira na condição saturada, a maior densidade de massa fresca foi obtida para os compósitos de referência. De modo geral, para a condição não saturada, os compósitos com o aditivo I apresentaram maior densidade de massa fresca.

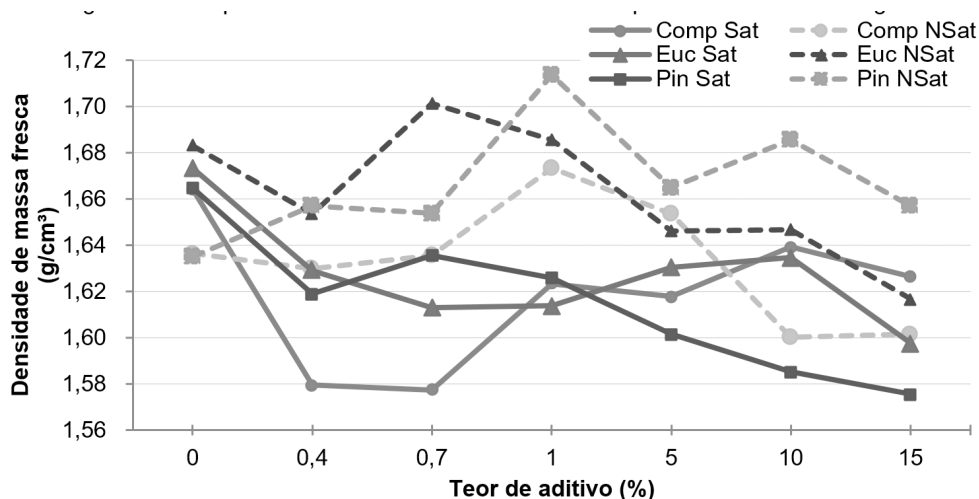


Figura 4 – Comparativo da densidade de massa fresca para as diferentes dosagens

Fonte: Os autores (2018).

Na Figura 5 são apresentados os resultados do índice de consistência. Percebe-se, com clareza, a influência do aditivo I, à base de nitrato de cálcio, no aumento do índice de consistência, em todos os compósitos, quando comparado com as dosagens realizadas com o aditivo II. Apesar de promover maior plasticidade aos compósitos, o aditivo I provocou exsudação, propiciando um péssimo aspecto visual (Figura 6). É importante destacar, também, que com o aditivo II reduziu o índice de consistência

dos compósitos, visto que os compósitos de referência apresentaram resultados superiores.

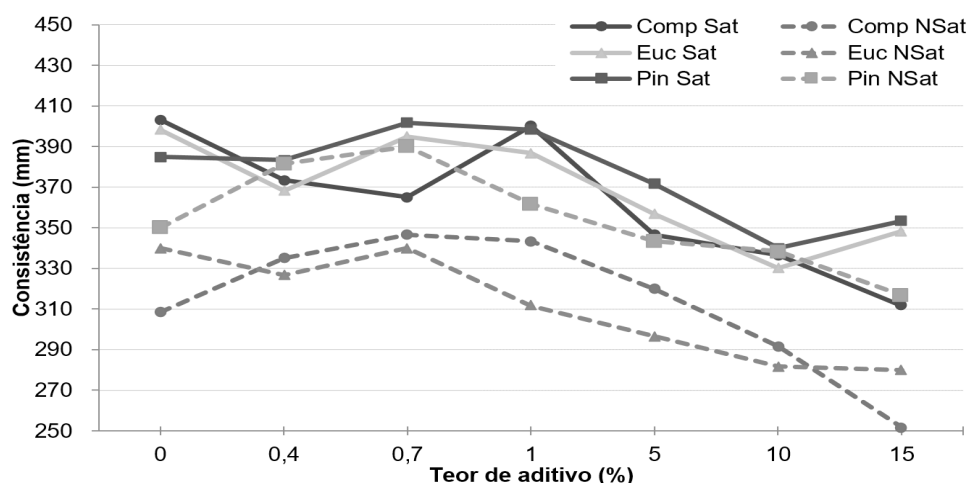


Figura 5 – Comparativo de consistência para as diferentes dosagens

Fonte: Os autores (2018).



Figura 6 – Exsudação dos compósitos dosados com o aditivo I (compensado, eucalipto e pinus)

Fonte: Os autores (2018).

Na Figura 7 são apresentados os resultados de tempo de início de pega. Pode-se verificar que, para os diferentes tipos de madeira, as partículas em condição saturada obtiveram maior tempo para início de pega. Acredita-se que a saturação das partículas foi capaz de propiciar uma maior ação dos extrativos e açúcares, presentes nas madeiras, que contribuem para a inibição da pega do compósito.

É possível observar, também, que para todos os tipos de madeira e para ambas as condições das partículas (saturado ou não saturado), o aditivo II apresentou melhores resultados, proporcionando menores valores para o tempo de início de pega. Verificase que, em geral, quanto maior o teor do aditivo II, menor é o tempo de início de pega.

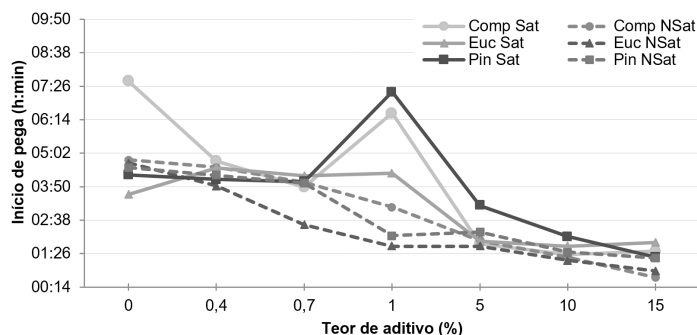


Figura 7 – Comparativo do início de pega para as diferentes dosagens

Fonte: Os autores (2018).

Para os tempos de fim de pega (Figura 8), verifica-se que para os compósitos de referência, a condição não saturada apresentou tempo de fim de pega superior à condição saturada. E que, de modo geral, os aditivos não apresentaram eficácia para nenhum compósito na condição saturada, visto que os tempos de fim de pega, na maioria das dosagens, foram superiores aos resultados obtidos com os compósitos de referência. Acredita-se que os aditivos podem reagir com os compostos das partículas de madeira saturadas prolongando o tempo de pega. Enquanto que, na condição não saturada, os aditivos apresentaram bons resultados. Para os três tipos de madeira, na condição não saturada, o menor tempo de pega foi obtido para o aditivo I no teor de 1,00%.

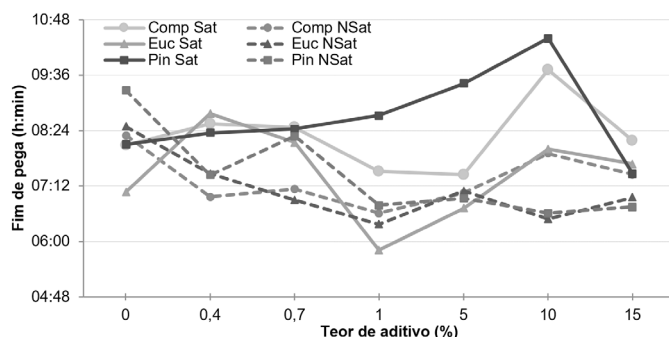


Figura 8 – Comparativo do fim de pega para as diferentes dosagens

Fonte: Os autores (2018).

4 | CONCLUSÕES

Com os resultados obtidos e as discussões abordadas, pode-se concluir que:

- Com relação ao índice de consistência, o aditivo I apresentou valores maiores propiciando uma melhor trabalhabilidade, porém, ocorreu intensa exsudação inviabilizando seu uso tanto pela estética quanto pela heterogeneidade causada na cura do compósito;
- Com relação ao tempo de início de pega, o aditivo II apresentou melhor compatibilidade com todos os tipos de madeira, viabilizando sua utilização;
- Com relação ao tempo de fim de pega, os aditivos apresentaram eficácia

para os compósitos dosados com a madeira na condição não saturada;

- Apesar dos benefícios propiciados pelo uso do Aditivo I, como um maior índice de consistência e menor tempo de fim de pega, o aspecto deixado no compósito, inviabiliza seu uso. Considerando que o tempo de início de pega é o parâmetro de maior relevância quando comparado ao tempo de fim de pega, indica-se o uso do Aditivo II no teor de 10%. Visto que este teor apresentou, em média, 27% de redução no início de tempo de pega quando comparado os teores de 5% e 10%, enquanto que entre os teores de 10% e 15% a diferença apresentada é de, em média, 20%.

AGRADECIMENTOS

Os autores gostariam de agradecer ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Construção Civil, PPGECC/UFPR, pela infraestrutura de laboratórios fornecida à realização dos ensaios, assim como à Fundação Araucária e à CAPES pelo apoio financeiro através de bolsas de pesquisa.

REFERÊNCIAS

ANGULO, S.C. **Caracterização de agregados de resíduos de construção e demolição reciclados e a influência de suas características no comportamento mecânico dos concretos**. 2005. 149 f. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2005.

ARDANUY, M.; CLARAMUNT, J.; GARCÍA-HORTAL, J. A.; TOLÊDO FILHO, R. D. The hornification of vegetable fibers to improve the durability of cement mortar composites. **Cement e Concrete Composites**. Journal ELSEVIER, 2011.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR NM 45: Agregados – Determinação da massa unitária e do volume de vazios**. Rio de Janeiro, 2006.

_____. **NBR NM 65: Cimento Portland – Determinação do tempo de pega**. Rio de Janeiro, 2003.

_____. **NBR NM 248: Agregados – Determinação da composição granulométrica**. Rio de Janeiro, 2003.

_____. **NBR 7190: Projetos de estrutura de madeira – especificação**. Rio de Janeiro, 1997.

_____. **NBR 13276: Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos – Preparo da mistura e determinação do índice de consistência**. Rio de Janeiro, 2005.

_____. **NBR 13278: Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos – Determinação da densidade de massa e do teor de ar incorporado**. Rio de Janeiro, 2005.

BISSONNETTE, B.; CLOUTIER, A.; TITTELEIN, P. Design of a low-density wood-cement particleboard for interior wall finish. **Cement e Concrete Composites**. Journal ELSEVIER, 2011.

FERRAZ, J. M.; MENEZZI, C. H. S. D.; SOUZA, M. R.; OKINO, E. Y. A.; MARTINS, S. A. Compatibility of Pretreated Coir Fibres (*Cocus nucifera* L.) with Portland Cement to Produce Mineral Composites. **International Journal of Polymer Science**, 2012.

FONSECA, F. de O. **Contribuição para o desenvolvimento de compósito cimento-madeira com materiais da região amazônica.** Programa de pós-graduação em Engenharia Civil. Belém-PA, 2005.

GIAMA, E. **Department of Mechanical Engineer.** Aristotle University. Greece. Journal ELSEVIER, 2015.

KLOCK, U.; MUÑIZ, G. I. B.; HERNANDES, J. A.; ANDRADE, A. S. **Química da Madeira** 3º ed. Departamento de Engenharia e Tecnologia Florestal. Setor de Ciências Agrárias. Universidade Federal do Paraná. Curitiba, 2005.

LIMA, A. J. M. de. **Utilização de resíduo de Pinus spp e materiais cimentícios alternativos na produção de blocos para alvenaria estrutural.** 281f. Tese (Doutorado) - Setor de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2009.

MATOSKI, A. **Utilização de pó de madeira com granulometria controlada na produção de painéis de cimento-madeira.** 202 f. Tese (Doutorado em Ciências Florestais) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2005.

SANTOS, L. A. C. **Painéis de madeira-cimento: composição, processo de produção, características e aplicações.** Curso de Engenharia Florestal. Campus Universitário de Gurupi. Universidade Federal do Tocantins, 2011.

Agência Brasileira do ISBN
ISBN 978-85-85107-41-3

