



XVI ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO

Desafios e Perspectivas da Internacionalização da Construção
São Paulo, 21 a 23 de Setembro de 2016

INFLUÊNCIA DE ADITIVOS ACELERADORES DE PEGA NAS PROPRIEDADES NO ESTADO FRESCO DE COMPÓSITOS DE CIMENTO E RESÍDUOS DE MADEIRA DE CONSTRUÇÃO¹

ROCHA, Thaís Mariana Santiago Rocha (1); LIMA, Paolo Pires de (2); MIRANDA, Leonardo Fagundes Rosemback (3); PARCHEN, Carlos Frederico Alice (4); RUHNKE, Lara Biancato (5)

(1) UFPR, e-mail: thaisamsrocha@yahoo.com.br; (2) UFPR, e-mail: paolopiresdelima@yahoo.com.br; (3) UFPR, e-mail: reciclagem.miranda@gmail.com; (4) UFPR, e-mail: parchen.ufpr@gmail.com; (5) UFPR, e-mail: larabiancator@gmail.com

RESUMO

A Indústria da Construção Civil é capaz de alterar significativamente o meio ambiente, 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 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. 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

¹ ROCHA, T. M. S.; LIMA, P. P. de; MIRANDA, L. F. R.; PARCHEN, C. F. A.; RUHNKE, L. B. Influência de aditivos aceleradores de pega nas propriedades no estado fresco de compósitos de cimento e resíduos de madeira de construção. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 16., 2016, São Paulo. **Anais...** Porto Alegre: ANTAC, 2016.

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. 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 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 et al., 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 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.

Tabela 1 – Características dos aditivos aceleradores de pega

Produto	Identificação	Densidade (g/cm ³)	Estado físico	Cor	Composição química	Dosagem (%)
Centrament 500	Aditivo I	1,42	Líquido	Amarelo	Nitrato de cálcio	0,2 a 1,0

Vedacit Rapidíssimo	Aditivo II	1,27	Líquido	Incolor	Silicato sódio	de 3,0 a 15,0
------------------------	------------	------	---------	---------	-------------------	---------------

Fonte: Os fabricantes (2015).

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 (2015).

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).

Na Tabela 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.

Tabela 2 – Resultados da massa unitária

Madeira	Massa unitária (kg/m³)
Compensado	173,83
Eucalipto	137,25
Pinus	207,72

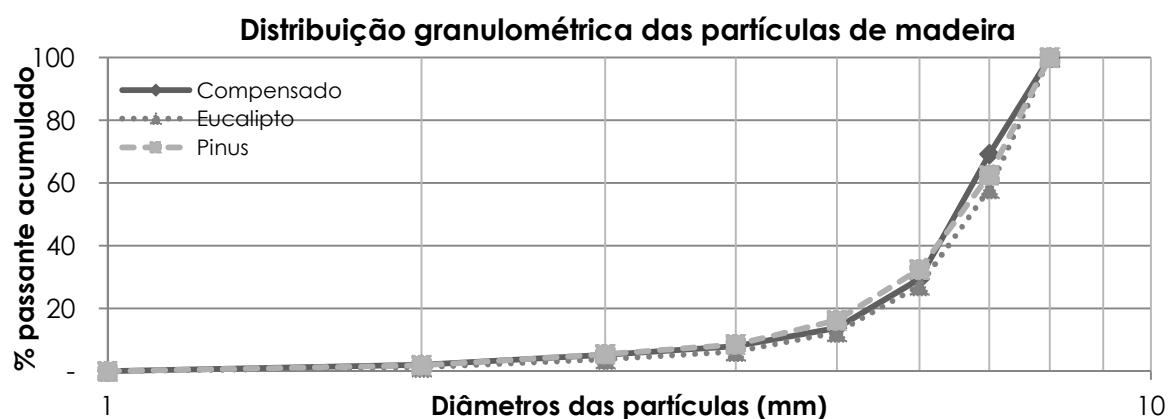
Fonte: Os autores (2015).

Tabela 3 – Resultados do teor de umidade

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

Fonte: Os autores (2015).

Figura 2 – Distribuição granulométrica



Fonte: Os autores (2015).

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.

Tabela 4 – Teores dos aditivos aceleradores de pega

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

Fonte: Os autores (2015).

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 (2016).

- 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):

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

Onde:

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

C = Massa de cimento (gramas);

TU = Teor de umidade da partícula;

M = Massa das partículas (gramas).

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

Tabela 5 – Dosagem de materiais

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

Eucalipto	AF 48h	Não-saturado	AD I	5,0%	CM COMP SAT 5,0
				10,0%	CM COMP SAT 10,0
				15,0%	CM COMP SAT 15,0
				0,0%	CM EUC NSAT REF
				0,4%	CM EUC NSAT 0,4
				0,7%	CM EUC NSAT 0,7
				1,0%	CM EUC NSAT 1,0
				5,0%	CM EUC NSAT 5,0
				10,0%	CM EUC NSAT 10,0
				15,0%	CM EUC NSAT 15,0
		Saturado	AD II	0,0%	CM EUC SAT REF
				0,4%	CM EUC SAT 0,4
				0,7%	CM EUC SAT 0,7
				1,0%	CM EUC SAT 1,0
				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	AD I	0,0%	CM PIN NSAT REF
				0,4%	CM PIN NSAT 0,4
				0,7%	CM PIN NSAT 0,7
				1,0%	CM PIN NSAT 1,0
				5,0%	CM PIN NSAT 5,0
				10,0%	CM PIN NSAT 10,0
				15,0%	CM PIN NSAT 15,0
		Saturado	AD II	0,0%	CM PIN SAT REF
				0,4%	CM PIN SAT 0,4
				0,7%	CM PIN SAT 0,7
				1,0%	CM PIN SAT 1,0
				5,0%	CM PIN SAT 5,0
				10,0%	CM PIN SAT 10,0
				15,0%	CM PIN SAT 15,0

Fonte: Os autores (2016).

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.

Tabela 6 – Resultados no estado fresco

Identificação	Densidade fresca (g/cm³)	Consistência (mm)	Tempo de pega (h)	
			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

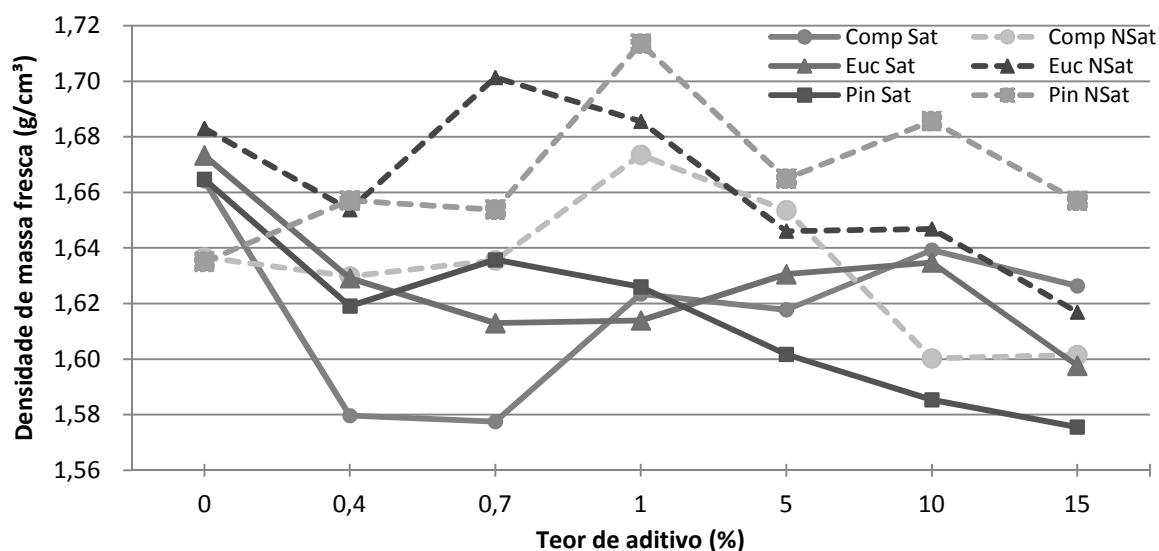
CM PIN NSAT 0,7	1,65	390,0	03:58	08:17
CM PIN NSAT 1,0	1,71	361,7	02:05	06:47
CM PIN NSAT 5,0	1,66	343,3	02:13	06:56
CM PIN NSAT 10,0	1,69	338,3	01:30	06:37
CM PIN NSAT 15,0	1,66	316,7	01:17	06:45
CM PIN SAT REF	1,66	385,0	04:16	08:06
CM PIN SAT 0,4	1,62	383,3	04:06	08:21
CM PIN SAT 0,7	1,64	401,7	04:01	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

Fonte: Os autores (2016).

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 (2016).

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

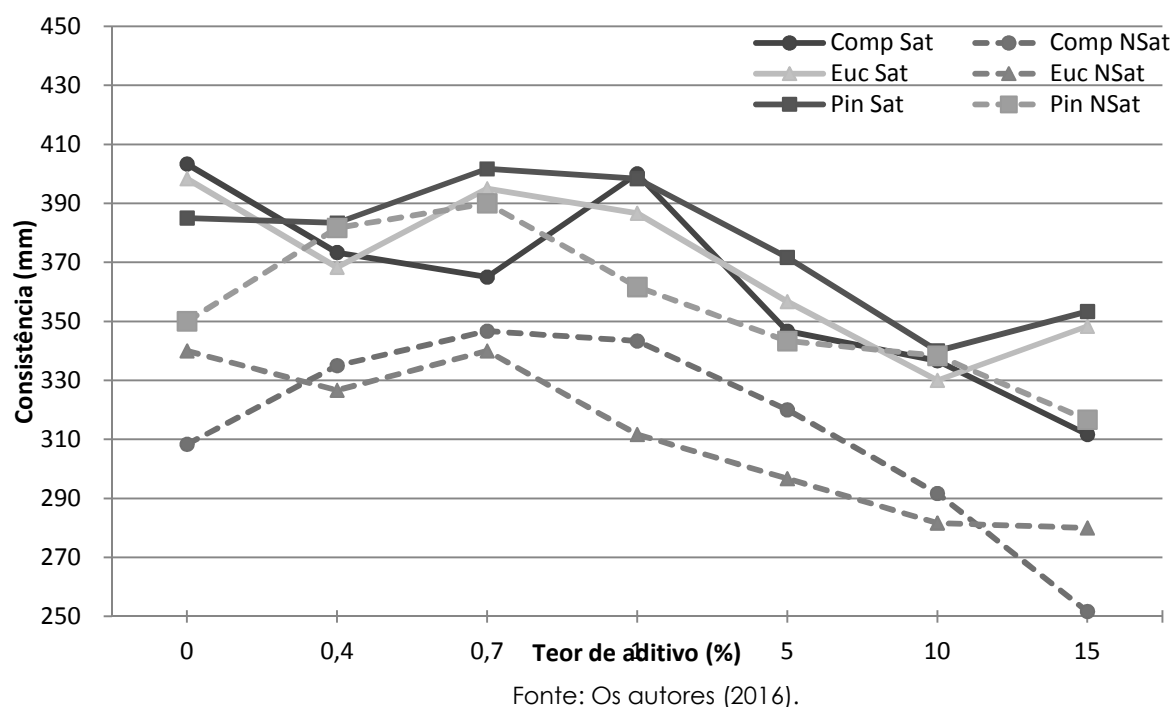


Figura 6 – Exsudação dos compósitos dosados com o aditivo I (Compensado, Eucalipto e Pinus)



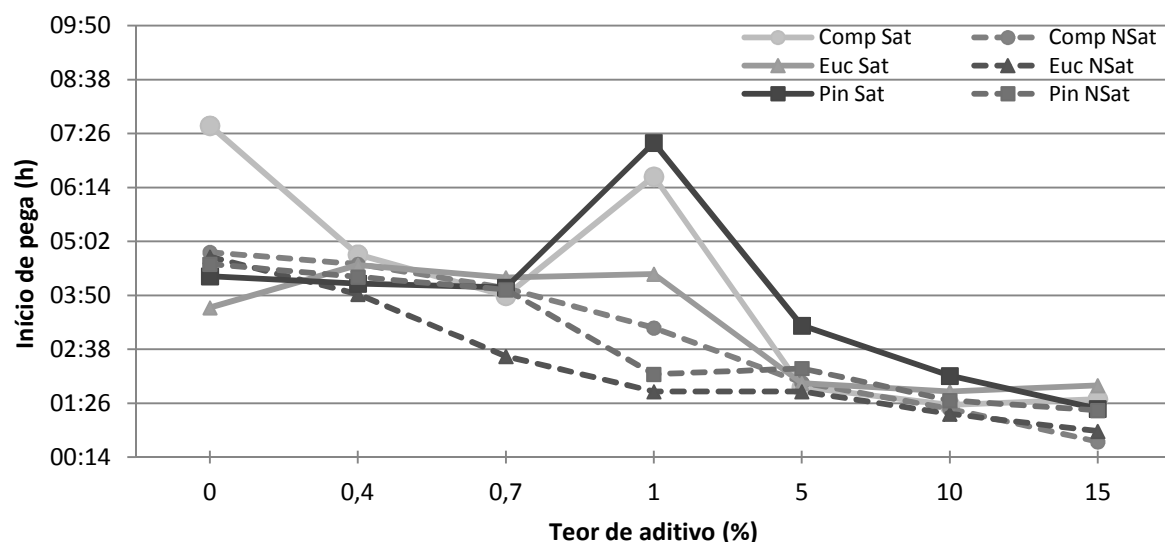
Fonte: Os autores (2016).

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. Verifica-se que, em geral, quanto maior o teor do aditivo II, menor é o tempo de início de pega.

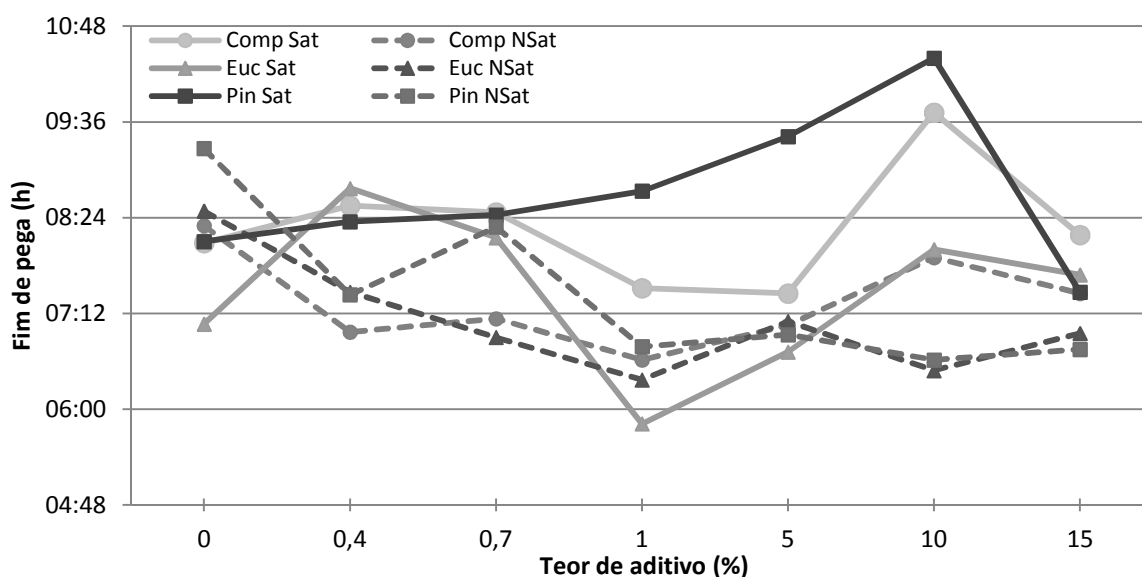
Figura 7 – Comparativo do início de pega para as diferentes dosagens



Fonte: Os autores (2016).

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 (2016).

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

Agradecemos ao BNDES pelo apoio financeiro à 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.

BISSENETTE, 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 (*Cocos 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.