

XVI ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO

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

ANÁLISE DAS PROPRIEDADES DE COMPÓSITOS DE MADEIRA, PROVENIENTES DE RESÍDUO DE CONSTRUÇÃO, UTILIZANDO O GESSO COMO AGLOMERANTE¹

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

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

RESUMO

Com a intensificação das atividades da Indústria da Construção Civil e o aumento dos resíduos gerados por este setor, tem se verificado a necessidade de ações voltadas para o desenvolvimento de técnicas que visem um crescimento sustentável. Os compósitos de madeira surgem como alternativa para o reaproveitamento dos resíduos de madeira resultante das atividades deste setor. Seguindo esta tendência, o objetivo deste trabalho é avaliar o desempenho físico e mecânico de compósitos dosados com resíduos de madeira gerados pela Construção Civil. Os resíduos foram coletados em canteiros de obras, moídos, tratados e secos. As partículas de madeira foram caracterizadas através dos ensaios de composição granulométrica e massa unitária, e foram utilizadas nas condições: saturada e não saturada. Para os compósitos, foi utilizado o gesso de pega lenta, e adotados três diferentes relações gesso:madeira. A relação água:gesso foi fixada em 0,70. Foram realizados ensaios de tempo de pega, densidade de massa fresca, e moldados corpos de prova prismáticos para a realização dos ensaios de mecânicos, aos 28 dias. Com os resultados obtidos, foi possível verificar que as resistências mecânicas foram superiores para a madeira na condição não saturada, e que o teor de madeira utilizado é inversamente proporcional às resistências obtidas.

Palavras-chave: Compósito de madeira. Resíduo de madeira. Gesso. Reciclagem.

ABSTRACT

The intensification of the activities of the Construction Industry has increased the need for actions aimed at the development of techniques to sustainable growth. The wood composites are an alternative to the reuse of wood waste resulting from the activities of this sector. Following this trend, the objective of this study is to evaluate the physical and mechanical performance of composite dosed with gypsum and wood waste generated by Construction. The residues were collected from construction sites, treated and dried. The wood particles were characterized by the grain size distribution and unit weight, in saturated and unsaturated conditions. It was used slow set time gypsum and adopted three different gypsum:wood ratios. The water:gypsum ratio was defined at 0,70. Setting time and fresh

¹ ROCHA, T. M. S.; RUHNKE, L. B.; MIRANDA, L. F. R.; PARCHEN, C. F. A.; LIMA, P. P. de. Análise das propriedades de compósitos de madeira, provenientes de resíduo de construção, utilizando o gesso como aglomerante. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 16., 2016, São Paulo. **Anais...** Porto Alegre: ANTAC, 2016.

density tests were performed and prismatic specimens were molded for conducting mechanical tests at 28 days. With the results, we found that the mechanical strength were superior to wood in the unsaturated condition, and the wood content used is inversely proportional to the resistance obtained.

Keywords: Wood composite. Wood waste. Plaster. Recycling.

1 INTRODUÇÃO

A madeira é um material natural que possui um ciclo na natureza, podendo ser degradada e reduzida aos elementos que a originaram, sendo assim, um material renovável e sustentável (Klock et al. 2005).

Segundo SAVASTANO JUNIOR et al. (1997), o emprego de fibras vegetais como reforço em matrizes cimentícias proporciona maior resistência ao impacto, causada por maior absorção de energia e possibilidade de trabalho no estágio pós-fissurado. Além disso, segundo SANTOS (2011), quanto maior a quantidade de madeira no compósito, menor será a densidade do produto que terá maior leveza, garantindo maior proteção térmica e acústica.

Para a realização das construções de obras verticalizadas, o consumo de madeira chega a 485mil m³ anualmente, representando, aproximadamente, 80% da madeira consumida na Indústria da Construção Civil (IPT, 2015). O uso de materiais reciclados ou reutilizados reduz a emissão de dióxido de carbono, pois evita o gasto de energia para extração e transformação, para o transporte e disposição final dos resíduos de novos materiais (GIAMA, 2015). Satisfazendo as necessidades da construção civil em busca de materiais que empregam menor quantidade de combustível em seu processo de produção e que minimizam o uso de recursos naturais, o gesso manifesta-se como um material com grande potencial de utilização, por possuir baixo consumo energético e grandes possibilidades de reciclagem, tornando viável sua utilização como material construtivo por um longo período de tempo, tendo em vista a quantidade de matéria-prima disponível (JOHN et al., 2007).

Na construção civil, o gesso é utilizado como pasta, em placas, blocos, painéis, entre outras aplicações, mas sua principal aplicação é em forma de pasta de revestimento de teto e paredes. Sua utilização está cada vez maior, pois sua pasta é vista pelas construtoras como um material alternativo de qualidade e de baixo custo (SHMITZ et al., 2009). Painéis de gesso são muito utilizados na construção civil para vedação interna, porém têm a desvantagem de ter menor resistência mecânica e à umidade (BISSONNETTE et al., 2011).

CARVALHO et al. (2008) verificaram que compósitos dosados com gesso e resíduos de polpa de celulose foram capazes de melhorar o desempenho mecânico dos compósitos, pois as fibras propiciaram uma maior absorção e retenção de água na matriz permitindo a formação de cristais maiores ao seu redor. CHERKI et al. (2014) estudaram as propriedades térmicas de chapas de compósito cortiça-gesso e verificaram que a presença da cortiça é capaz de propiciar uma redução na condutividade térmica em até 3 vezes quando comparado com compósitos de referência.

O objetivo do trabalho é avaliar o desempenho físico e mecânico de compósitos de gesso-madeira com diferentes tipos de madeira (Compensado, Eucalipto e Pinus) provenientes de resíduos de construção civil.

Esta pesquisa tem um caráter inicial, com amplo campo para novas discussões e um número ainda muito restrito de pesquisas realizadas no assunto. Assim, é temerário apontar índices para a vida útil.

2 METODOLOGIA

2.1 Materiais

O tipo de aglomerante utilizado foi o Gesso Universal de pega lenta 60. A água utilizada foi fornecida pela rede pública de distribuição.

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).

Nas Tabelas 1 e 2 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 1 – Resultados da massa unitária

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

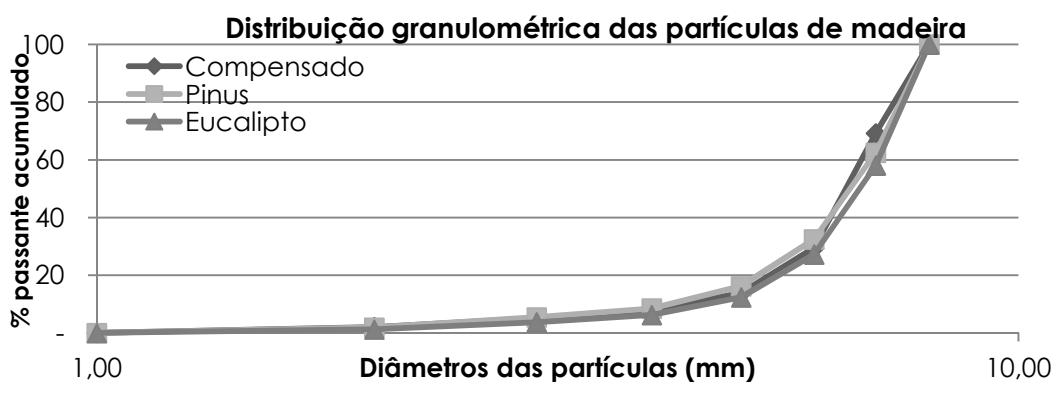
Fonte: Os autores (2015).

Tabela 2 – 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 (gesso:madeira) em massa, o mesmo valor adotado por Matoski (2005), Latorraca (2000), Moslemi et al. (1983) ao avaliarem a compatibilidade de compósitos de madeira com cimento, e outros dois traços (intermediário e pobre) foram utilizados no intuito de verificar a influência do teor de madeira no compósito. Na Tabela 3 é possível verificar os diferentes teores de madeira adotados.

Tabela 3 – Teor de madeira

Teor	Proporção (gesso:madeira)	Identificação
Rico	1:0,075	1,00
Intermediário	1:0,05625	0,75
Pobre	1:0,0375	0,50

Fonte: Os autores (2015).

Foi fixada uma relação água:gesso de 0,70, e o consumo de aglomerante foi, também, fixado em 350g/dm³. 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):

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

Onde:

$R_{a/a}$ = 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 gesso-madeira estão apresentados na Tabela 4.

Tabela 4 – Dosagem de materiais

Aglomerante	Madeira				Identificação
	Tipo	Tratamento	Condição	Teor	
Gesso	Compensado	AF 48h	Saturado	0,0750	GM COMP SAT 1,0
				0,0563	GM COMP SAT 0,75
				0,0375	GM COMP SAT 0,50
			Não-saturado	0,0750	GM COMP NSAT 1,0
				0,0563	GM COMP NSAT 0,75
				0,0375	GM COMP NSAT 0,50
	Eucalipto	AF 48h	Saturado	0,0750	GM EUC SAT 1,0
				0,0563	GM EUC SAT 0,75
				0,0375	GM EUC SAT 0,50
			Não-saturado	0,0750	GM EUC NSAT 1,0
				0,0563	GM EUC NSAT 0,75
				0,0375	GM EUC NSAT 0,50
	Pinus	AF 48h	Saturado	0,0750	GM PIN SAT 1,0
				0,0563	GM PIN SAT 0,75
				0,0375	GM PIN SAT 0,50
			Não-saturado	0,0750	GM PIN NSAT 1,0
				0,0563	GM PIN NSAT 0,75
				0,0375	GM PIN NSAT 0,50
	-	-	-	-	GESSO REF

Fonte: Os autores (2016).

2.2.3 Mistura

Foi realizada de acordo com a norma NBR 12128 (ABNT, 1991). Adicionou-se primeiramente a água, realizou-se o polvilhamento da massa gesso (durante 1 min), foi mantida em repouso durante 2 min. Na sequência, foi adicionado o resíduo de madeira para então ligar a argamassadeira que permaneceu em movimento durante 1 min. 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 (4 x 4 x 16 cm) e a verificação de suas propriedades no estado endurecido. Os corpos de prova foram desmoldados após 24 horas, e mantidos em câmara seca até a realização dos ensaios de resistência à tração na flexão e à compressão, aos 28 dias.

2.3 Ensaios

2.3.1 Estado fresco

Foram realizados os ensaios de determinação de tempo de pega NBR 12128 (ABNT, 1991); e determinação de densidade fresca NBR 13278 (ABNT, 2005).

2.3.2 Estado endurecido

Foram realizados os ensaios de resistência à tração na flexão e à compressão – NBR 13279 (ABNT, 2005), e de densidade endurecida - NBR 13280 (ABNT, 2005).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Estado fresco

Na Tabela 5, é possível observar os resultados obtidos nos ensaios realizados no estado fresco.

Tabela 5 – Resultados no estado fresco

Identificação	Densidade fresca (g/cm³)	Tempo de pega (h)	
		Início	Fim
GM COMP SAT 1,0	1,52	00:12	00:19
GM COMP SAT 0,75	1,50	00:06	00:17
GM COMP SAT 0,50	1,48	00:17	00:33
GM COMP NSAT 1,0	1,51	00:13	00:17
GM COMP NSAT 0,75	1,53	00:16	00:21
GM COMP NSAT 0,50	1,50	00:23	00:30
GM EUC SAT 1,0	1,49	00:27	00:36
GM EUC SAT 0,75	1,52	00:22	00:33
GM EUC SAT 0,50	1,53	00:15	00:29
GM EUC NSAT 1,0	1,50	00:15	00:19
GM EUC NSAT 0,75	1,52	00:25	00:30
GM EUC NSAT 0,50	1,53	00:20	00:27
GM PIN SAT 1,0	1,46	00:19	00:26
GM PIN SAT 0,75	1,49	00:13	00:23
GM PIN SAT 0,50	1,51	00:20	00:34
GM PIN NSAT 1,0	1,53	00:14	00:22
GM PIN NSAT 0,75	1,50	00:24	00:32
GM PIN NSAT 0,50	1,52	00:21	00:35
GESEN REF	1,67	00:18	00:52

Fonte: Os autores (2016).

A dosagem de referência (0% de madeira) apresentou o maior valor de densidade de massa fresca, indicando que a presença da madeira é capaz

de tornar o material menos denso e, consequentemente, com maior leveza. Nos resultados de tempo de pega, verifica-se que os valores obtidos estão de acordo com a NBR 13207 (ABNT, 1994).

Nas Figuras 4, 5 e 6 são apresentados os comparativos entre as diferentes dosagens com relação à densidade fresca, ao início e ao fim de pega, respectivamente.

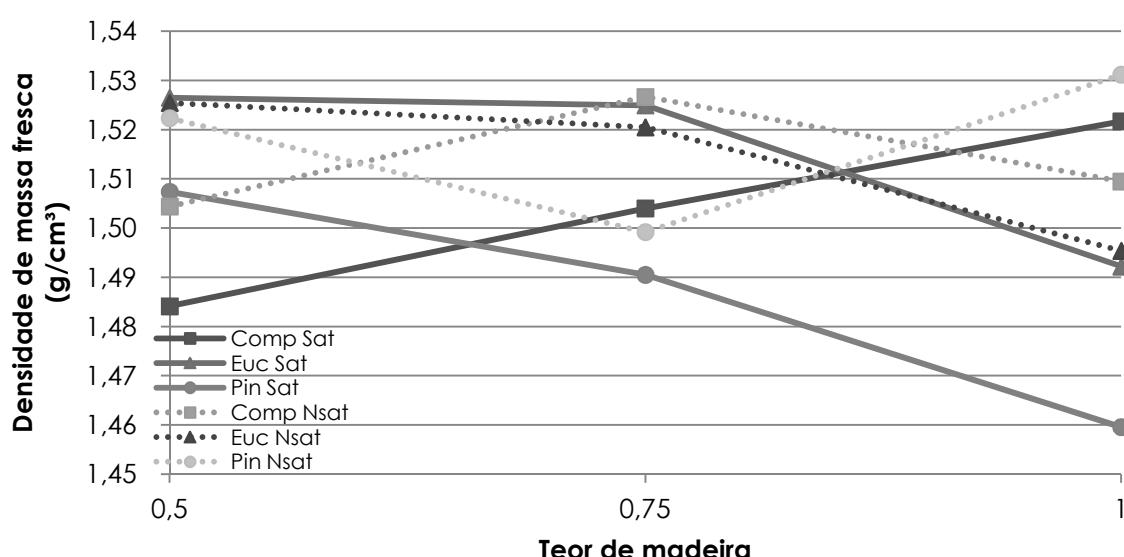
Com relação à análise da densidade de massa fresca (Figura 4), é possível verificar que apenas o Eucalipto apresentou uma tendência clara e inversamente proporcional com relação à variação do teor de madeira no compósito. Esta tendência pode estar correlacionada com o fato de que as partículas de Eucalipto apresentaram, também, menor massa unitária e maior quantidade de partículas finas quando comparado aos outros tipos de madeira.

Para a madeira de Compensado, na condição saturada a densidade de massa fresca apresentou um aumento diretamente proporcional à variação do teor de madeira, enquanto que na condição não saturada foi obtida uma densidade máxima para o teor de 0,75.

Na madeira de Pinus, para a condição saturada a tendência apresentada é semelhante à madeira de Eucalipto, enquanto que para a condição não saturada foi obtida uma densidade mínima para o teor de 0,75.

Os pontos máximo e mínimo para o teor de 0,75 podem ter sido obtidos pelas diferentes absorções de água durante o procedimento de saturação, por se tratarem de diferentes tipos de madeira (Compensado e Pinus, respectivamente).

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

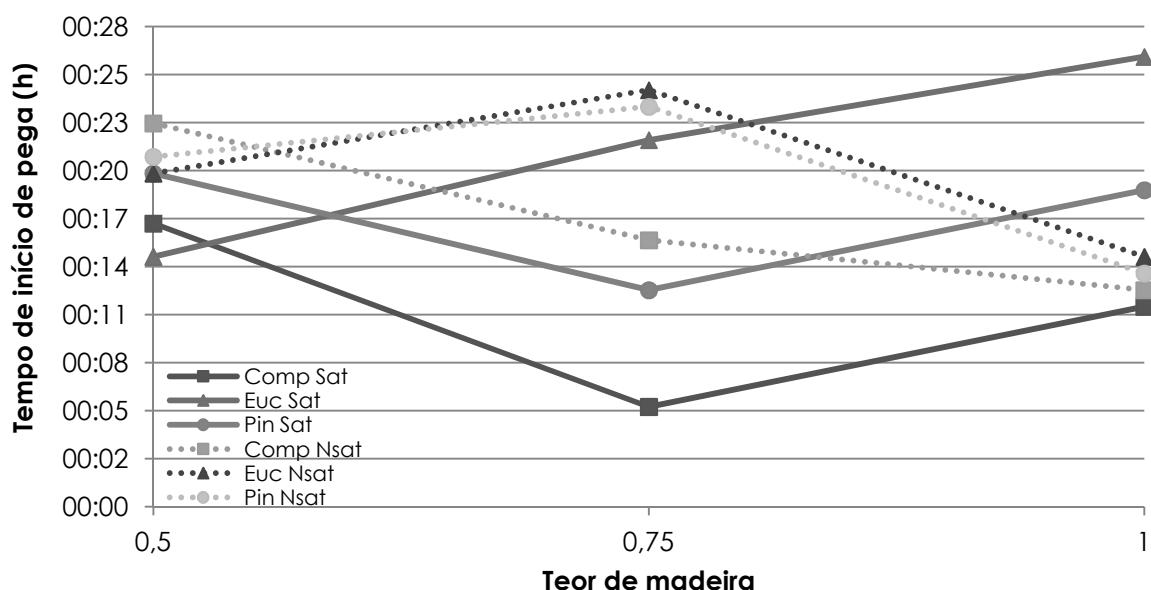


Fonte: Os autores (2016).

Na Figura 5 é realizada a análise do tempo de início de pega para as diferentes dosagens. É possível observar que, exceto para os teores de 1,0 para as madeiras de Eucalipto e Pinus, todas as dosagens apresentaram menor início de pega para a condição saturada.

Acredita-se que a saturação da madeira seja capaz de liberar seus extrativos e acelerar o início do tempo de pega do compósito. Em compósitos cimento-madeira, os extrativos presentes na madeira são capazes de inibir a pega com o cimento, neste estudo, ao utilizar o gesso como aglomerante, verificou-se que os extrativos são capazes de acelerar a pega.

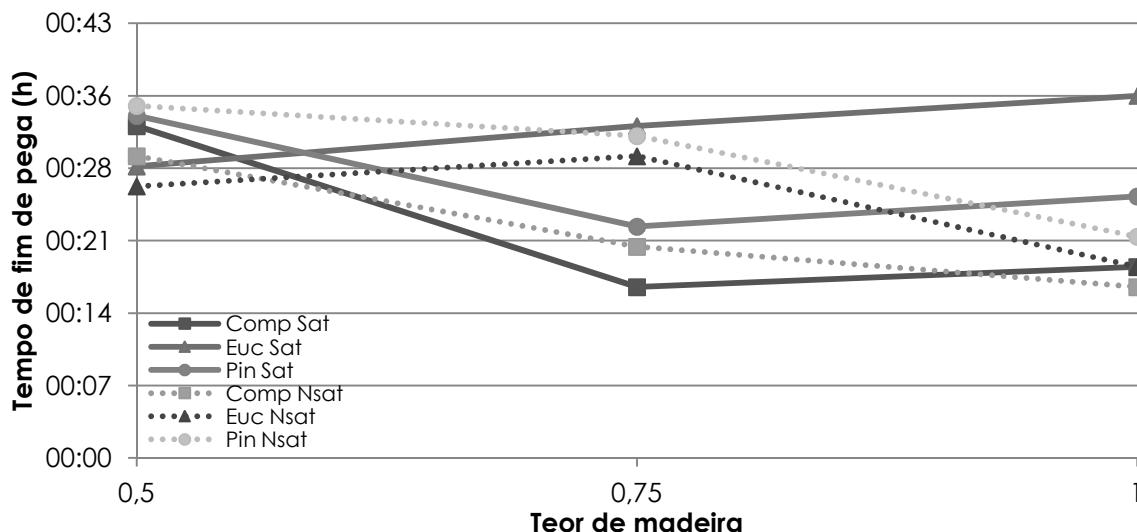
Figura 5 – Comparativo do início de pega para as diferentes dosagens



Fonte: Os autores (2016).

Na Figura 6 é realizada a análise do tempo de fim de pega para as diferentes dosagens. É possível observar que, exceto para os teores de 0,75 para as madeiras de Compensado e Pinus, todas as dosagens apresentaram maior fim de pega para a condição saturada. Acredita-se que apesar da presença da madeira, o tempo de fim de pega do gesso (o gesso utilizado é de pega lenta - 60 min) não foi influenciado. Os maiores tempos de fim de pega foram obtidos para a madeira de Eucalipto na condição saturada, o que pode propiciar uma melhor trabalhabilidade para o compósito durante sua moldagem. De modo geral, verifica-se que dosagens com menores teores de madeira (0,50) apresentam maiores tempos de fim de pega com relação aos maiores teores (1,0).

Figura 6 – Comparativo do fim de pega para as diferentes dosagens



Fonte: Os autores (2016).

3.2 Estado endurecido

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

Tabela 6 – Resultados no estado endurecido

Identificação	Idade (28 dias)		
	Resistência à tração (MPa)	Resistência à compressão (MPa)	Densidade endurecida (g/cm³)
GM COMP SAT 1,0	2,94	7,24	1,06
GM COMP SAT 0,75	3,85	9,80	1,14
GM COMP SAT 0,50	3,29	9,32	1,12
GM COMP NSAT 1,0	3,83	9,04	1,13
GM COMP NSAT 0,75	3,79	8,37	1,13
GM COMP NSAT 0,50	3,42	8,60	1,12
GM EUC SAT 1,0	3,85	7,64	1,08
GM EUC SAT 0,75	3,38	8,15	1,08
GM EUC SAT 0,50	3,94	10,04	1,15
GM EUC NSAT 1,0	4,26	8,25	1,15
GM EUC NSAT 0,75	3,61	8,78	1,15
GM EUC NSAT 0,50	3,48	8,91	1,13
GM PIN SAT 1,0	2,57	6,41	1,05
GM PIN SAT 0,75	3,72	8,44	1,11
GM PIN SAT 0,50	2,92	8,32	1,10
GM PIN NSAT 1,0	3,36	7,54	1,11
GM PIN NSAT 0,75	4,33	7,75	1,15
GM PIN NSAT 0,50	3,71	9,50	1,15
GESSO REF	3,99	9,68	1,24

Fonte: Os autores (2016).

Nas Figuras 7, 8 e 9 são apresentados os comparativos entre as diferentes dosagens com relação à resistência à tração na flexão, à compressão, e à densidade endurecida, respectivamente.

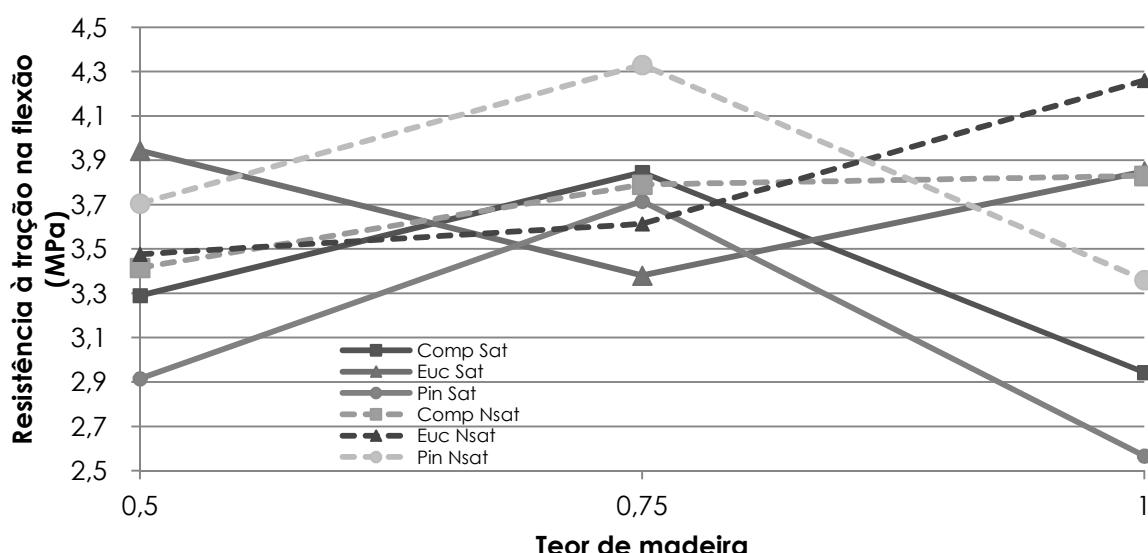
Na Figura 7 são apresentados os resultados de resistência à tração na flexão, aos 28 dias. É possível observar que, exceto para o teor de 1,0 para a madeira de Compensado, todas as dosagens apresentaram maior resistência à tração na flexão para a condição não saturada. Acredita-se que a saturação da madeira contribuiu para que exista uma maior quantidade de água no compósito propiciando a redução da resistência.

Lima (2009) apud Hachimi e Campbell (1989) explica que, em compósitos cimento-madeira, a retirada da água das partículas da madeira causa a retracção das partículas, reduzindo a ligação da pasta de cimento com as partículas de madeira. Acredita-se que o mesmo pode ocorrer para os compósitos gesso-madeira, onde foram obtidas as menores resistências para as dosagens com a madeira saturada.

De modo geral, verifica-se, também, que dosagens com menores teores de madeira (0,50) apresentam maiores resistências com relação aos maiores teores (1,0). A natureza das madeiras pode ser capaz de influenciar na quantidade de água absorvida. Para as madeiras de Compensado e Pinus o teor de 0,75 de madeira apresentou maior resistência, enquanto que para a madeira de Eucalipto o teor de 0,75 de madeira apresentou menor resistência.

A variação dos resultados apresentados na Figura 7 pode, inclusive, ter sido causada pela orientação/distribuição da madeira nos corpos de prova.

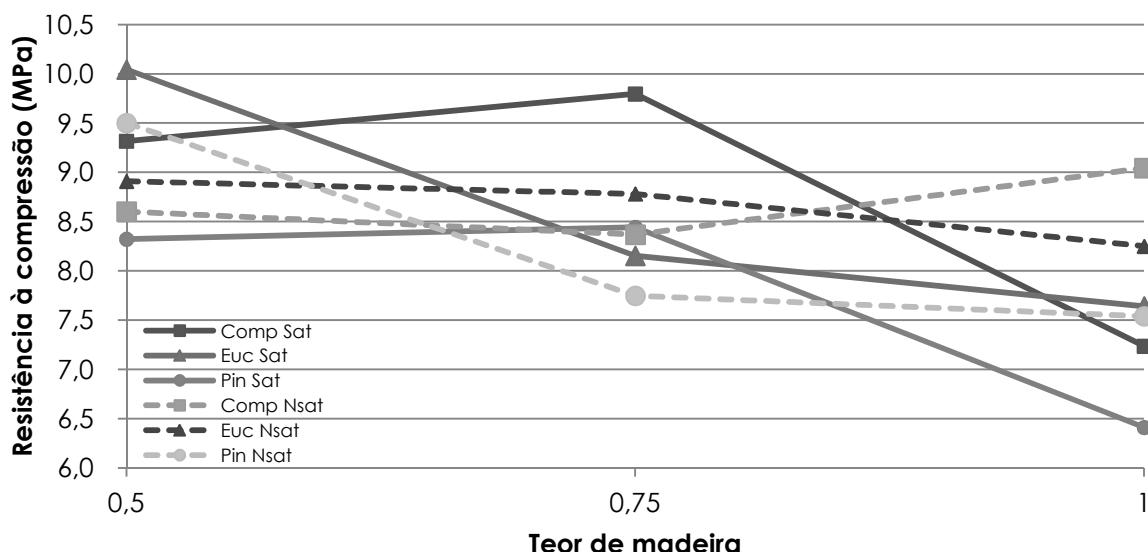
Figura 7 – Comparativo da resistência à tração na flexão para as diferentes dosagens



Fonte: Os autores (2016).

Os resultados de resistência à compressão, aos 28 dias, são apresentados na Figura 8. É importante destacar que, de modo geral, dosagens com menores teores de madeira (0,50) apresentam maiores resistências com relação aos maiores teores (1,0). Os compósitos gesso-madeira, de forma geral, apresentaram resistências à compressão inferiores ao resultado obtido para a pasta de gesso de referência, evidenciando que as partículas de madeira podem atuar de maneira similar às fibras, proporcionando melhores resultados para as resistências à tração na flexão do que para as resistências à compressão.

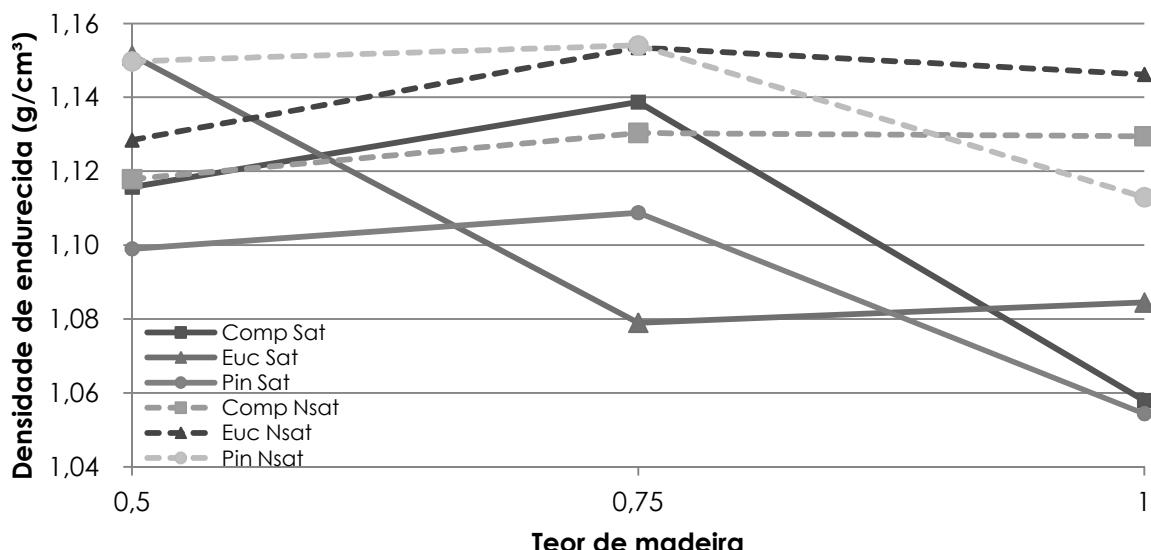
Figura 8 – Comparativo da resistência à compressão para as diferentes dosagens



Fonte: Os autores (2016).

Na Figura 9, as densidades endurecidas, aos 28 dias, dos compósitos dosados são apresentadas. Para o teor de madeira de 1,0, os menores valores foram obtidos para as madeiras na condição saturada, já que a água absorvida pelas partículas de madeira, presente no compósito, evapora e aumenta a quantidade de vazios, diminuindo a densidade endurecida. Tendência que ocorre para os teores de 0,50 e 0,75, também. O resultado para a pasta de gesso de referência foi o maior resultado obtido, o que corrobora com o resultado obtido na densidade de massa fresca.

Figura 9 – Comparativo da densidade endurecida para as diferentes dosagens



Fonte: Os autores (2016).

4 CONCLUSÕES

Com os resultados obtidos após a realização dos ensaios no estado fresco e endurecido foi possível constatar que:

- Ocorreu um menor tempo de início e maior tempo de fim de pega para madeiras na condição saturada;
- De modo geral, as dosagens apresentaram maior resistência à tração e à compressão para a condição não saturada;
- Os compósitos dosados com os menores teores de madeira (0,50) apresentaram maiores resistências à compressão quando comparados com os maiores teores (1,0).

AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao BNDES pelo apoio financeiro à pesquisa.

REFERÊNCIAS

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

_____. **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 12128:** Gesso para construção – Determinação das propriedades físicas da pasta. Rio de Janeiro, 1991.

_____. **NBR 13207:** Gesso para construção civil. Rio de Janeiro, 1994.

_____. **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.

_____. **NBR 13279:** Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos – Determinação da resistência à tração na flexão e à compressão. Rio de Janeiro, 2005.

_____. **NBR 13280:** Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos – Determinação da densidade de massa aparente no estado endurecido. 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.

CARVALHO, M. A.; CALIL JÚNIOR, C.; SAVASTANO JÚNIOR, H.; TUBINO, R.; CARVALHO, M. T. Microstructure and mechanical properties of gypsum composites reinforced with recycled cellulose pulp. **Materials Research**, v.11, n. 4, p391-397, 2008.

CHERKI, A.; REMY, B.; KHABBAZI, A.; Experimental thermal properties characterization of insulating cork–gypsum composite. **Construction and Building Materials**. v. 54, p. 202–209, 2014.

GIAMA, E. Assessment tools for the environmental evaluation of concrete, plaster and brick elements production. Department of Mechanical Engineer. Aristotle University. Greece. **Journal of Cleaner Production**. ELSEVIER, 2015.

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLOGICAS DO ESTADO DE SP (IPT). **Madeira para uso sustentável na construção civil**. Disponível em:
<http://www.ipt.br/publicacoes/3.htm>. Acesso em: 10/11/2015.

JOHN, V. M.; CINCOTTO, M. A. **Gesso de construção civil**. In: _____.IBRACON, Materiais de construção civil e princípios de ciência e engenharia de materiais. N°1, G.C. Isaia, 2007.

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.

LATORRACA, J. V. F. – **Eucalyptus spp. na produção de painéis de cimento-madeira**. 208f. Tese (Doutorado) - Setor de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2000.

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 Ciencias Florestais) – Programa de Pos-Graduacao em Engenharia Florestal, Universidade Federal do Parana, Curitiba, 2005.

MOSLEMI A. A.; GARCIA, J.F.; HOFSTRAND, A.D. Effect of various treatments and additives on wood-portland cement water systems. **Wood and Fiber science**, v. 15, n.2, p. 164-176, 1983.

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.

SAVASTANO JUNIOR, H.; NOLASCO, A.M.; OLIVEIRA, L. **Disponibilidade de resíduos de alguns tipos de fibra vegetal, no Brasil, para uso em componentes de construção.** Cali, 1997.

SCHMITZ, I. B. T. A.; TAVARES, Y. V. P. **Estudo do desempenho da pasta de gesso com adição de seu resíduo como revestimento interno de parede.** Curitiba, 2009.