Revista Multidisciplinar do Nordeste Mineiro, v2,
2022/02
ISSN 2178-6925

COMPÓSITOS GESSO-MADEIRA FABRICADOS COM RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL E MARCENARIAS

PLASTER-WOOD COMPOSITES MANUFACTURED WITH CIVIL CONSTRUCTION AND MARCENARIES WASTE

Raquel Marchesan

Profª.Drª, Universidade Federal do Tocantins, Brasil

E-mail: raquelmarchesan@mail.uft.edu.br

Priscila Bezerra de Souza

Profª.Drª, Universidade Federal do Tocantins, Brasil

E-mail: priscilauft@mail.uft.edu.br

Daniel Ramos de Souza

Mestrando PPGCFA, Universidade Federal do Tocantins, Brasil

E-mail: engdanielramos@hotmail.com

João Pedro Noleto Barbosa

Mestrando PPGCFA, Universidade Federal do Tocantins, Brasil

E-mail: jpnoletobarbosa@gmail.com

Samuel Carvalho Silva

Eng. Florestal Universidade Federal do Tocantins, Brasil

E-mail: samuelcarvalhodasilvauft@gmail.com

Recebido: 25/01/2022 – Aceito: 17/02/2022

Resumo

Este trabalho teve como objetivo avaliar o potencial de utilização de resíduos da construção civil e marcenarias na produção de compostos de gesso-madeira. As características físicas (tempo de pega e densidade aparente) e mecânica (resistência à compressão) dos compósitos foram determinadas conforme normas da ABNT. Foram avaliados três tratamentos de partículas, T1: Partículas de madeira sem tratamento, T2: Partículas de madeira tratadas em água e T3: Partículas de madeira tratadas em hidróxido de cálcio - Ca(OH)2. Os resultados mostraram que o maior tempo

de pega foi do compósito 100%GR+T3 (75 min), e o menor tempo de pega para o compósito 100%GC+T2 (31 min). O tratamento que apresentou o maior valor de densidade aparente foi o 100%GR+T3 (0,76 g/cm³), e os tratamento 100%GC+T1 e 100%GC+T2 apresentaram os menores valores (0,68 g/cm³). Na compressão axial o tratamento 50%GRC+T1 foi o que apresentou o melhor desempenho (2,72 MPa). Conclui-se neste trabalho que o tempo de pega é influenciado pelos extrativos presentes na madeira e não houve correlação entre densidade e compressão axial. O compósito 50%GRC+T2 foi o tratamento que apresentou o melhor desempenho, sendo o mais recomendado para aplicação na construção civil.

Palavras-chaves: painel gesso-madeira; características físicas e mecânicas; reaproveitamento e reciclagem de materiais.

Abstract

This work aimed to evaluate the potential use of civil construction and woodworking waste in the production of plaster-wood compounds. The physical (setting time and apparent density) and mechanical (compressive strength) characteristics of the composites were determined according to ABNT standards. Three particle treatments were evaluated: T1: Untreated wood particles, T2: Water treated wood particles and T3: Calcium hydroxide - Ca(OH)2 treated wood particles. The results showed that the highest setting time was 100%GR+T3 (75 min), and the shortest setting time was 100%GC+T2 (31 min). The treatment with the highest apparent density value was 100%GR+T3 (0.76g/cm³), and the 100%GC+T1 and 100%GC+T2 treatments had the lowest values (0.68g/cm³). The 50%GRC+T1 treatment presented the best performance (2.72 MPa) in axial compression. The conclusion within this work was that the setting time is influenced by the extractives present in wood and there was no correlation between density and axial compression. The composite 50%GRC+T2 was the treatment that presented the best performance, being the most recommended for civil construction application.

Keywords: plaster-wood panel; Physical and mechanical characteristics; Reuse and recycling of materials.

1. Introdução

O gesso é um material de construção civil com múltiplas aplicações, dentre eles a aplicação em revestimento de tetos, paredes, molduras e acabamentos. Apresentando propriedades vantajosas além de ser barato e de fácil manuseio. (SCHUG et al., 2017). O gesso é predominantemente gipsita contendo anidrita (CaSO4) e minerais como calcita, dolomita e cloreto de sódio. Em sua fabricação a gipsita passa pelo processamento de britagem/moagem e calcinação. Uma das principais vantagens do gesso, é que seu endurecimento ou cura devido a hidratação do sulfato de cálcio hemi-hidratado ocorre em 3 dias. Tendo como desvantagem o processo de reciclagem, por ser mais complexo que o processo de fabricação a partir da matéria-prima, exigindo além da energia, mais mão de obra

para a seleção de matérias e remoção de contaminantes (JOHN; CINCOTTO, 2007).

A madeira é uns dos materiais de origem biológica mais explorados pelo homem, em razão de sua abundância, variedades, propriedades e possiblidades de aplicação (PAULA et al., 2016). Segundo Nahuz et al. (2013) a madeira quando reutilizada, evita a retirada de árvores nativas ou reflorestadas evitando possíveis impactos ambientais, pois a maior parte da madeira brasileira é proveniente de extração ilegal ou mesmo sendo de reflorestamento, as espécies não costumam ser nativas, alterando o ecossistema local.

Diniz e Bermann (2012) afirmam que a conscientização sobre a escassez de recursos naturais evidencia cada vez mais a discussão sobre a sustentabilidade. Nas próximas décadas, a sociedade passará por mudanças em busca de desenvolvimento econômico de baixo impacto ambiental otimizando recursos já existentes ao invés da exploração de matéria-prima. Neste contexto os resíduos da construção civil e de marcenarias poderão ser empregados na constituição de biomateriais.

Cabral e Moreira (2011) evidencia que a indústria da construção civil é responsável por elevada exploração de matéria-prima, através da extração de agregados, aglomerantes e outros materiais. No Brasil, de maneira geral, são baixa a procura por metodologias que visem a redução dos desperdícios no setor da construção civil, ocasionando elevada geração de Resíduos da Construção e Demolição (RCD).

Os resíduos de gesso e madeira enquadram-se como RCD e a ausência de gestão e manejo adequados desses resíduos provocam graves problemas ambientais e de saúde pública, tais como abrigos para vetores transmissores de doenças e contaminação de solo e água. Devido a esses fatores, a Resolução CONAMA n° 307 (BRASIL, 2002), estabelece políticas de gestão adequada para os resíduos gerados na fabricação, construção, manutenção, reformas e demolições onde determina os possíveis destinos para cada um deles. Ainda segundo a resolução o resíduo de madeira enquadrada na classe B, pois são os resíduos

recicláveis para outras destinações e o gesso na classe C, pois ainda não há tecnologias desenvolvidas ou aplicações economicamente viáveis que permitam a sua reciclagem.

Uma alternativa para a utilização dos resíduos de classe B e C seria na produção de compósitos com fibras ou partículas naturais, possuindo uma longa história de aceitação e aplicação na construção civil, especialmente na Europa e na Ásia (LIMA; IWAKIRI, 2011). Desta maneira, a elaboração de biomateriais que façam uso desses resíduos em sua constituição, poderá ser empregado dentro do mesmo ciclo de origem, a construção civil.

Diante do exposto, o objetivo desta pesquisa foi avaliar o potencial da utilização de resíduos da construção civil e marcenarias na produção de compostos de gesso-madeira que contribuíssem para conservação dos recursos naturais.

2. Material e Métodos

O estudo foi conduzido no Laboratório de Tecnologia e Utilização de Produtos Florestais do Campus de Gurupi, da Universidade Federal do Tocantins (UFT). Os compósitos gesso-madeira foram confeccionados utilizado gesso comercial, gesso reciclado e partículas de madeira do gênero Pinus spp.

As partículas foram utilizadas em forma de maravalha, oriundas do processo de aplainamento de madeiras serrada em marcenarias do município de Gurupi - TO. As partículas primeiramente foram secas em estufa com circulação de ar forçada a temperatura de 80±2°C por um período de 24 horas para a homogeneização da umidade, em seguida passaram pelo moinho tipo Willey, passando-as em peneiradas de malhas 4, 2, 1 mm e 425 µm, sendo utilizada apenas as partículas retidas na peneira de abertura de 425 µm.

As partículas foram submetidas a tratamento para à retirada dos extrativos: T1 - madeira sem tratamento; T2 - madeira tratada em água; T3 - madeira tratada em hidróxido de cálcio.

O tratamento das partículas em água foi realizado através da imersão em água em temperatura ambiente por 24 horas, obtendo a retirada parcial dos extrativos. Posteriormente foram submetidas a secagem em estufa por um período de 28 horas, com temperatura de 80±2°C, esse procedimento permitiu a secassem completa de forma homogênea.

O tratamento das partículas com hidróxido de cálcio foi realizado através da imersão em solução de água com hidróxido de cálcio (50g de hidróxido + 450g de água) por um período de 2 horas, obtendo partículas sem extrativos, após esse procedimento as mesmas foram lavadas em água corrente para a remoção da solução, posteriormente foram submetidas a secagem em estufa com temperatura de 80±2°C por mais 28 horas.

O gesso reciclado utilizado neste trabalho foi oriundo de descarte da construção civil do município de Gurupi - TO. O processo de reciclagem foi realizado no laboratório com a redução manual das partículas, peneiramento em série de peneiras com abertura de 4mm, 2mm, 1mm, até 425 µm, sendo utilizada somente as partículas retidas na peneira de abertura de 425 µm. Para finalização do processo foi necessário calcinar o material em estufa com circulação de ar forçada a uma temperatura de 150°C por um período de 24 horas. Após esses procedimentos o gesso foi embalado e acondicionado em local livre de umidade.

Para reforçar a liga entre a madeira e o gesso, do compósito, utilizou-se um adesivo super-plastificante, derivado de lignosufonados para argamassas minerais.

A partir dos materiais apresentados foram pré-determinadas as proporções das partículas sólidas constituintes dos compósitos de gesso-madeira, estabelecendo-se 3 tratamentos (Tabela 01) em caráter de observação e comparação dos resultados.

Tabela 01. Determinação dos tratamentos.
Table 01. Determination of treatments.

Tratamentos	**Proporção gesso-madeira**
T1GR100%	Partículas de madeira sem tratamento mais gesso reciclado na proporção

	1:1
T1GC100%	Partículas de madeira sem tratamento mais gesso comercial na proporção 1:1
T1GR50%	Partículas de madeira sem tratamento mais gesso reciclado e comercial na proporção 1:0,5:0,5
T2GR100%	Partículas de madeiras tratadas em água mais gesso reciclado na proporção 1:1
T2GC100%	Partículas de madeiras tratadas em água mais gesso comercial na proporção 1:1
T2GR50%:	Partículas de madeiras tratadas em água mais gesso reciclado e comercial na proporção 1:0,5:0,5
T3GR100%	Partículas de madeiras tratadas em hidróxido de cálcio mais gesso reciclado na proporção 1:1
T3GR100%	Partículas de madeiras tratadas em hidróxido de cálcio mais gesso comercial na proporção 1:1
T3GR50%	Partículas de madeiras tratadas em hidróxido de cálcio mais gesso reciclado e comercial na proporção 1:0,5:0,5

Os traços dos tratamentos dos compósitos gesso-madeira foram determinados considerando o volume (86,01 cm³) e densidade de (0,90 g.cm-3) para cada corpo de prova, utilizando-se a Equação 1 para determinação dos insumos.

$$D = \frac{M}{V} \quad (1)$$

Em que: D a densidade aparente (g.cm-3), M a massa seca total (g) e V o volume (cm³).

A partir do teor de umidade das partículas dos tratamentos, determinou-se a quantidade de água a ser descontada na produção da argamassa, levando em consideração a água presente nas partículas de madeira. Os teores de umidade das partículas foram calculados a partir de três amostras com aproximadamente 5 gramas para cada tratamento, secas em estufa por 24 horas a 103±2°C até massa constante. A determinação do teor de umidade (Equação 2) segue o disposto na norma TAPPI (T 264 om-88) (TAPPI, 2007).

$$TU = \frac{Mu - Ms}{Mu} * 100 \quad (2)$$

Em que: TU o teor de umidade (%), Mu a massa úmida (g) e Ms a massa seca (g).

Para a determinação da massa úmida das partículas de cada tratamento utilizou-se a Equação 3. A partir desses resultados foram obtidos os traços (gesso+ madeira+ água+ adesivo) dos compósitos para cada tratamento, apresentados na Tabela 2.

$$AS = \frac{Ms}{Mu} * 100 \quad (3)$$

Em que: AS a taxa absolutamente seca (%), Ms a massa seca (g) e Mu a massa úmida (g).

Tabela 02. Traço dos compósitos gesso-madeira por tratamento.
Table 02. Trace of plaster-wood composites by treatment.

Componentes	T1 (g)	T2 (g)	T3 (g)
Água	66,96	67,01	66,96
Madeira	13,44	13,39	13,44
Adesivo	21,50	21,50	21,50
Gesso	64,50	64,50	64,50

Legenda: T1: Partículas de madeira sem tratamento; T2: Partículas de madeira tratadas em água; T3: Partículas de madeira tratadas em hidróxido de cálcio - Ca(OH)2.

Após a determinação dos traços procedeu-se o processo de fabricação dos compósitos e moldagem dos corpos de prova, seguindo as proporções de cada material citadas na Tabela 2. Ao todo foram confeccionados 7 corpos de prova para cada tratamento do compósito gesso-madeira, totalizando 63 corpos de prova para o ensaio de compressão axial.

A mistura dos compósitos foi realizada em cápsula de porcelana com auxílio de espátula metálica, seguindo a ordem: água + plastificante, posteriormente o polvilhamento dos tratamentos descritos na Tabela 1 e homogeneização do material até atingir consistência apropriada para moldagem. O compósito foi colocado em moldes cilíndricos confeccionados em cano PVC, com volume interno

de 86,01 cm³ e dimensões de 4,0 cm de diâmetro e 8,0 cm de comprimento com corte lateral, adaptando as recomendações da NBR 5738 (1994). Utilizou-se nos moldes cilíndricos braçadeiras plásticas para evitar sua abertura e para fechamento do fundo foi utilizado um CAP de 40 mm.

O adensamento do material nos corpos de prova foi realizado através de mesa vibratória, por um período de dois minutos para a uniformização da pasta no molde, seguindo a Norma NBR 12129 (1991) de forma adaptada. Adotou-se cura convencional, reservando os corpos de prova em ambiente com temperatura ambiente, por um período de sete dias até o desmolde e permaneceram em repouso até aos 28 dias.

Os compósitos gesso-madeira foram caracterizados quanto a sua densidade aparente em g.cm-3, ensaio de início e fim de pega e, a resistência à compressão axial em MPa. Para obter a densidade aparente unitária determinou-se massa e volume com o auxílio de balança analítica e paquímetro, posteriormente se fez o cálculo utilizando a Equação 4.

$$D = \frac{M}{V} \quad (4)$$

Em que: D a densidade unitária aparente ($g.cm^{-3}$), M a massa (g) e V o volume (cm^3).

O ensaio de determinação do tempo de pega dos compósitos foi realizado no Laboratório de Materiais de Construção do Campus Gurupi do Instituto Federal do Tocantins (IFTO), tendo como referência a NBR 12128 (1991) adaptada. O tempo de pega foi determinado com o auxílio do aparelho de Vicat, da marca CONTENCO, verificando-se o tempo para o endurecimento da pasta. O ensaio consiste na contagem do tempo de início e fim de pega através da penetração da agulha do aparelho, tendo como fim de pega a penetração menor que 0,5 mm na pasta.

O ensaio de compressão axial foi realizado no Laboratório de Materiais do Curso de Engenharia Civil do Campus Palmas da UFT, com o auxílio de uma máquina universal de ensaios da marca QUANTEC, com capacidade para 3000kN

de carga, seguindo a Norma NBR 7517 (1996) adaptada. O ensaio obteve a força máxima em N, posteriormente foi calculada a tensão de compressão em MPa, através da Equação 5.

$$\sigma = \frac{P}{A} \quad (5)$$

Em que: σ a tensão de ruptura (MPa), F a carga (N) e A é a área (mm²).

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado em um arranjo fatorial 3x3, considerando 3 fatores: gesso (comercial, reciclado e a mistura dos dois) e os tratamentos das partículas (sem tratamento, em água e em hidróxido de cálcio). Inicialmente foi feito o teste de normalidade de ShapiroWilk para constatação da normalidade dos dados. Observando essa normalidade, fez-se a análise de variância (ANOVA) para determinar se houve ou não diferença estatísticas e interação entre os fatores. Como houve diferença estatística na interação dos fatores, fez-se necessário o desdobramento dos tratamentos, realizado por meio do teste de média de Tukey a um nível de 5% de significância. Foi feita a correlação de Pearson para entre os fatores densidade aparente unitária e compressão axial. Os programas utilizados para as análises foram o Excel®; Statigraphics; Libre Oficce e Sisvar.

3. Resultados e Discussão

Observou-se na Tabela 03 a interação entre os fatores ao nível de 5% de probabilidade para densidade dos tratamentos avaliados. O GR100%+T3 foi o tratamento que apresentou o maior resultado (0,76 g/cm³), e o menor resultado foi para os tratamentos 100%GC+T1 e 100%GC+T2, sendo de (0,68 g/cm³) (Tabela 03).

Tabela 03. Densidade aparente dos compósitos de gesso-madeira.
Table 03. Apparent density of plaster-wood composites.

Gesso	Densidade Aparente (g.cm^{-3})	Da (g/cm³)	F

	T1	T2	T3	Média	
100% GC	0,68 aA (4,90)	0,68 aA (2,98)	0,69 aA (0,41)	0,68	
100% GR	0,73 bA (1,07)	0,73 bA (0,88)	0,76 bB (2,03)	0,74	4,37*
50% GCR	0,70 aA (0,23)	0,74 bB (1,79)	0,71 aA (1,42)	0,72	

Legenda: GC: Gesso comercial; GR: Gesso reciclado; GRC: Gesso comercial + gesso reciclado; T1: Partículas de madeira sem tratamento; T2: Partículas de madeira tratada em água; T3: Partículas de madeira tratadas em hidróxido de cálcio (Ca(OH)2). Médias seguidas pela mesma letra na coluna ou na linha não diferem estatisticamente pelo Teste de Tukey P≥0,05. Valores entre parênteses correspondem ao coeficiente de variação.*interação significativa ao nível de 5% de significância.

Pode-se observar que para o tempo de fim de pega a NBR 13207 (1994) recomenda intervalos maiores que 45 minutos. Verificou-se que os tratamentos 100%GC+T1, 100%GC+T2, 100%GC+T3 e 50%GRC+T3 apresentaram tempo inferior ao estabelecido pela norma (Tabela 04) . Os tratamentos T3 apresentaram os maiores tempos de pega em relação ao gesso comercial e reciclado, devido a retirada dos extrativos da madeira. O tratamento 100%GC+T2 apresentou o menor tempo de pega (31 min) e o tratamento 100%GR+T3 apresentou o maior tempo de pega (75 min) (Tabela 04).

Tabela 04. Tempo de pega dos tratamentos.
Table 04. Cement setting time.

Tratamentos	Tempo de início de pega (min)	Tempo de fim de pega (min)
100% GR + T1	33	63
100% GR + T2	44	66
100% GR + T3	39	75
100% GC + T1	29	35
100% GC + T2	27	31
100% GC + T3	35	36
50% GRC + T1	35	65
50% GRC + T2	39	55
50% GRC + T3	28	43

Legenda: GR: Gesso reciclado; GC: Gesso comercial; GRC: Gesso comercial + gesso reciclado; T1: Partículas de madeira sem tratamento; T2: Partículas de madeira tratada em água; T3: Partículas de madeira tratadas em hidróxido de cálcio - Ca(OH)2.

Observa-se que para a resistência à compressão axial, destaca-se uma diferença significativa ao nível de 5% na interação entre os fatores. O tratamento 50%GRC+T1 foi o que apresentou a maior resistência (2,72 MPa), sendo o tratamento 100%GR+T3 de menor resistência (1,21 MPa) (Tabela 05).

Tabela 05. Resistência da compressão axial dos compósitos de gesso-madeira.
Table 05. Axial compression strength of plaster-wood composites.

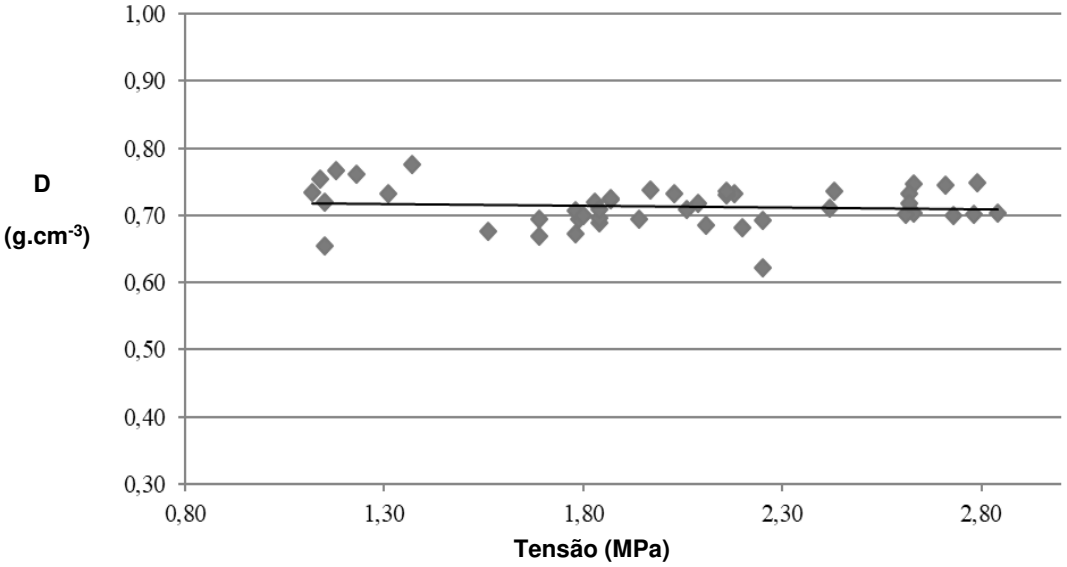
Gesso	**Tratamento das Partículas**			f_c **(MPa)**	**F**
	T1	**T2**	**T3**	**Média**	
GC 100%	2,25 aB (5,02)	1,65 aA (20,23)	1,82 bA (4,99)	1,90	
GR 100%	2,03 aB (5,8)	1,84 aB (31,07)	1,21 aA (8,27)	1,69	6,55*
GRC 50%	2,72 bB (3,60)	2,67 bB (2,81)	1,82 bA (1,92)	2,41	

Legenda: GC: Gesso comercial; GR: Gesso reciclado; GRC: Gesso comercial + gesso reciclado; T1: Partículas de madeira sem tratamento; T2: Partículas de madeira tratada em água; T3: Partículas de madeira tratadas em hidróxido de cálcio - Ca(OH)2. Médias seguidas pela mesma letra na coluna ou na linha não diferem estatisticamente pelo Teste de Tukey P≥0,05. Valores entre parênteses correspondem. Valores entre parênteses correspondem ao coeficiente de variação. *interação significativa ao nível de 5%.

Para observação de interação entre a densidade unitária aparente e a resistência à compressão axial, a Figura 1 detalha no gráfico a correlação de Pearson.

Figura 01 - Gráfico de correlação entre resistência de compressão e densidade unitária aparente.

Figure 01 - Correlation graph between compressive strength and apparent unit density.



3.1 Discussão

Os resultados da Tabela 03 apresenta uma possível explicação para diferença granulométrica entre o GC e o GR. O que pode ter levado a esses dois resultados é o tipo de tratamento que as partículas de madeira sofreram em cada tratamento realizado, visto que a densidade é a compactação de um corpo de prova. Segundo Oliveira et al. (2013) a retirada dos extrativos faz com que o compósito apresente menor quantidade de vazios, portanto, maior interação entre as mesmas e um peso maior, consequentemente, maior densidade.

Segundo Scatolino et al. (2017), a densidade é um dos fatores fundamentais para utilização de materiais lignocelulósicos, pois está ligado a agregação das partículas dentro do compósito, sendo que essa agregação influencia na resistência, quanto maior compactação melhores serão as propriedades mecânicas. O tipo dos tratamentos 100% GC + T1 e 100% GC + T2 influenciou na obtenção de menor densidade, pois segundo Oliveira et al. (2013) a retirada dos extrativos faz com que o compósito apresente menor quantidade de vazios e consequentemente maior densidade. Observa-se que apenas os tratamentos 100% GC apresentaram valores inferiores aos estabelecidos pela NBR 13207 (1994), pois recomenda-se que que a densidade dos compósitos sejam igual ou maior a

0,70 g.cm-3, respectivamente. Observou também que o T3 apresentou maiores valores de densidade, devido a maior eficiência na retirada dos extrativos de partículas de madeira.

Os dados da Tabela 4 buscam apresentar os resultado do tempo de pega. A NBR 13207, (1994) recomenda tempo de pega superior a 45 minutos, para possibilitar o manuseio do material no processo industrial, observa-se que o tratamento 100%GC+T2 não atende este requisito, porém verifica-se que a adição de gesso reciclado nos tratamentos 100% GR e 50% GRC influenciou o tempo final de pega, atendendo o requisito de tempo de pega da norma.

A Tabela 05 detalha os resultados da compressão axial no compósito. De acordo com Oliveira et al. (2012) utilizando gesso convencional e resíduos de EVA e vermiculita conseguiu resistência média de 3,2 e 3,3 MPa, respectivamente, valores ligeiramente superior aos obtidos nesse estudo. Enquanto Ribeiro e Serra (2014) utilizando compósitos de resíduos de papel e pó de serragem alcançaram valores médios de resistência a compressão entre 2,5 a 8,5 MPa, valores superiores ao encontrado neste estudo. Os valores para o tratamento 50%GRC+T1 foram satisfatórios, pois a resistência a compressão da argamassa pode variar varia entre 2 a 8 MPa conforme a (NBR 13279, 2005).

Em todos os estudos citados a resistência à compressão axial fica abaixo da mínima estabelecida pela NBR 13207 (1994), ou seja, a única indicação de uso dos compósitos é para acabamentos sem fins estruturais, tais como blocos de vedação, placas maciças, placas e painéis acartonado.

Outro dado importante que apresenta a correlação de Pearson feita para observar a interação entre a densidade unitária aparente e a resistência à compressão axial é detalhada na Figura 01, que apresentou um valor de -0,0843, mostrando que a correlação baixa e negativa, ou seja, inversamente proporcional, não havendo uma correlação entres os fatores. Observa-se uma boa dispersão dos dados em relação a linha media.

4. Conclusão

- Os extrativos presentes nas partículas de madeira influenciaram na densidade e na resistência a compressão axial dos compósitos, sendo que a retirada desses extrativos aumentou a densidade e diminui a resistência a compressão axial.
- O tempo de pega foi influenciado diretamente pelo tipo de tratamento das partículas de madeira e pelo tipo de gesso. Sendo que o gesso comercial apresentou menor tempo de pega, e o gesso reciclado apresentou maior tempo de pega.
- O tratamento 100%GR+T3 apresentou o melhor desempenho para densidade unitária aparente, atendendo as exigências da NBR 13207 (1994).
- O tratamento 50%GRC+T1 apresentou o melhor desempenho de resistência a compressão axial, mas não atendeu as exigências da NBR 13207 (1994).
- O tratamento 50%GRC+T2 foi o que apresentou valores mais aceitáveis entre todos tratamentos estudados, sendo seu uso recomendado para acabamento, placas e painéis acartonado de gesso-madeira.

Referências

Associação brasileira de normas técnicas. **NBR 12128**: Gesso para construção – Determinação das propriedades físicas da pasta. Rio de Janeiro: ABNT, 1991. 3p.

Associação brasileira de normas técnicas. **NBR 12129**: Gesso para construção – Determinação das propriedades mecânicas. Rio de Janeiro: ABNT, 1991. 5p.

Associação brasileira de normas técnicas. **NBR 13207**: Gesso para construção civil. Rio de Janeiro: ABNT, 1994. 2p.

Associação Brasileira De Normas Técnicas. **NBR 13279** – Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos - Determinação da resistência à tração na flexão e à compressão, 2005.

Associação brasileira de normas técnicas. **NBR 5738**: Concreto – Procedimento para moldagem e cura de corpos-de-prova. Rio de Janeiro: ABNT, 2003. 6p.

Brasil. Ministério do Meio Ambiente, Conselho Nacional de Meio Ambiente, CONAMA. **Resolução CONAMA nº 307**, de 5 de julho de 2002. – In: Resoluções, 2002. Disponível em: <http://www.mma.gov.br> Acesso em: 19 jun. 2018.

CABRAL, A.E.B.; MOREIRA, K.M.V. **Manual sobre os Resíduos Sólidos da Construção Civil**. Sindicato da Indústria da Construção Civil do Ceará. Programa Qualidade de Vida na Construção. Fortaleza, 2011.

Cunha, PWS.; Gomes, UU.; SIVAM, RL.; Marinho; GS. Propriedades termofísicas de compósito de matriz de gesso e fibra vegetal. **HOLOS**, v. 1, p. 127-138, 2013.

Diniz, EM.; Bermann, C. **Economia verde e sustentabilidade**. Estudos avançados, São Paulo, v. 26, n. 74, p. 323-330, 2012.

John, V M.; Cincotto, MAO. Materiais de construção civil e princípios de ciência e engenharia de materiais. São Paulo: **Ibracon**, 2007.

Lima, AJM.; Iwakiri, S. Produtos Alternativos na Produção de Blocos para Alvenaria Estrutural. Floresta e Ambiente. 2011.

Nahuz, MAR. (Coord). Catálogo de madeiras brasileiras para a construção civil. São Paulo: Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo, 2013. 104 p. (Publicação IPT, 4371).

Oliveira, MP.; Barbosa, NP.; Torres, SM.; Silva, AFL.; Silva, CG. Compósitos à base de gesso com resíduos de EVA e vermiculita. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.16, n.6, p.684–689, 2012.

Oliveira, TM.; Polisseni, AE. **Reciclagem do gesso**: Potencial de Aplicação. Revista de Engenharia da Universidade Católica de Petrópolis, v. 8, n. 1, 2013.

Paula, MH.; Mesquita, RRS.; Gonçalvez, JC.; Ribeiro, E. S.; Souza, RS. Utilização de métodos não destrutivos para caracterização simplificada da madeira de cumaru (*Dipteryx odorata* Willd). **Biodiversidade**, v.15, n.2, p.136-149, 2016.

Ribeiro, DV.; Yuan, SY.; Morelli, MR. Efeito da Adição de Serragem de Couro Tratada Quimicamente nas Propriedades do Cimento Portland. **Quim. Nova**, v. 34, n. 6. p. 979-983, 2011.

Ribeiro, JS.; Serra, JCV. Compósitos obtidos de resíduos de papel, reforçados com pó de serragem e gesso. **E&S –Engineering and Science**, v. 2, n. 1, 2014.

Scatolino, MV.; Costa, AO.; GUIMARÃES, JJB.; Protásio, TP.; Mendes, RF.; Mendes, LM. *Eucalyptus* wood and coffee parchment for particleboard production: physical and mechanical properties. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 41, n. 2, p. 139-146, 2017.

Schug, B.; Mandel, K.; Schottner, G.; Shmeliov, A.; Nicolosi, V.; Baese, R.; Pietschmann, B.; et al. A mechanism to explain the creep behavior of gypsum plaster. **Cement and Concrete Research**, v. 98, p. 122–12, 2017.