



RBES

Revista Brasileira de
Engenharia e Sustentabilidade

ISSN 2448-1661

Pelotas, RS, UFPel-Ceng

<https://periodicos.ufpel.edu.br/ojs2/index.php/RBES/index>

v.8, n.1, p.8-17, jul. 2020

ADITIVOS QUÍMICOS EM COMPÓSITOS DE MADEIRA-GESSO PRÉ-TRATADOS OU NÃO COM SUSPENSÃO DE HIDRÓXIDO DE CÁLCIO

ROCHA, T. M. S.; MENDES, S. E. S.; RÉUS, G. C.; JÚNIOR, G. C.; PARCHEN, C. F. A.; MIRANDA, L. F. R.

Palavras-chave: serragem, aglomerante mineral, superplastificante, incorporador de ar, propriedades, cal.

Resumo

Os compósitos de madeira-gesso são uma alternativa para minimizar os impactos ambientais provocados pela geração da serragem. Diferentes tipos de aditivos químicos podem ser utilizados a fim de aprimorar as propriedades dos compósitos. O objetivo deste estudo foi verificar a influência de dois aditivos químicos nas propriedades de compósitos produzidos com gesso e serragem de pinus pré-tratadas ou não com suspensão de hidróxido de cálcio (cal). Os compósitos foram produzidos com relação água/gesso de 0,70, relação gesso/madeira de 1:0,75, pré-tratados com suspensão de cal numa proporção cal/água de 1:6, e contendo aditivo superplastificante e incorporador de ar. Foi determinada a densidade de massa fresca e produzidos corpos de prova para, aos 28 dias, determinar a densidade de massa endurecida, a resistência à tração na flexão e à compressão. Os resultados indicaram que os compósitos produzidos são 33% mais leves quando comparados ao *drywall* e apresentaram resultados de resistência à tração na flexão entre 0,1 e 2,0 MPa e à compressão entre 0,5 e 5,0 MPa. Conclui-se que para os compósitos produzidos sem pré-tratamento houve acréscimo da resistência à tração na flexão e à compressão superior a 66% e a 100% com relação aos valores mínimos exigidos por normas internacionais.

CHEMICAL ADMIXTURES IN WOOD-GYPSUM COMPOSITES PRE-TREATMENT OR NOT WITH CALCIUM HYDROXIDE SUSPENSION

Keywords: sawdust, mineral binder, superplasticizer, air incorporator, properties, lime.

Abstract

Wood-gypsum composites are an alternative to minimize the environmental impacts caused by the generation of sawdust. Different types of chemical admixtures can be used in order to improve the properties of the composites. The aim of this study was to verify the influence of two chemical admixtures on the properties of composites produced with gypsum and sawdust from pine pre-treatment or not with lime suspension. The composites were produced with a water/gypsum ratio of 0.70, a gypsum/wood ratio of 1: 0.75, pre-treatment with lime suspension in a 1:6 lime/water ratio, and containing superplasticizer admixture and air incorporator. The bulk density of fresh was determined and specimens were produced to, at 28 days, determine the bulk density of hardened, the flexural strength and compression. The results indicated that the composites produced are 33% lighter when compared to drywall and presented results of flexural strength between 0.1 and 2.0 MPa and compression between 0.5 and 5.0 MPa. It is concluded that for composites produced without pre-treatment there was an increase in the flexural strength and compression above 66% and 100% in relation to the minimum values required by international standards.

INTRODUÇÃO

Compósitos de madeira podem ser obtidos a partir da mistura das partículas de madeira com aglomerante mineral, como o gesso e o cimento Portland (YOUNGQUIST, 1999). Contudo, na presença de cimento, o material vegetal produz efeitos deletérios sobre o aglomerante como a inibição da pega (MEHTA, MONTEIRO, 2014). Diante disto, o gesso surge como alternativa contribuindo com o meio ambiente devido à redução das emissões de CO₂ quando comparado à produção do cimento Portland (MAGALANES-RIVERA et al., 2012; TAN et al., 2018) e, por isso, a adição de resíduos de madeira numa matriz de gesso pode contribuir para o desenvolvimento de compostos ecoeficientes (DAÍ; FAN, 2015; MORALES-CONDE; RODRIGUEZ-LINAN; PEDRENO-ROJAS, 2016; PEDRENO-ROJAS et al., 2017).

Para melhorar as propriedades dos compósitos, alguns aditivos têm sido utilizados (SILVA et al., 2006). Dentre eles, os aditivos superplastificantes e incorporadores de ar. O primeiro é capaz de proporcionar o aumento da fluidez e da resistência, além da capacidade de resistência à água da matriz

de gesso (GARG; PUNDIR; SINGH, 2015), contribuindo para sua plasticidade, proporcionando maior trabalhabilidade, assim como nos sistemas cimentícios (TAN et al., 2014; LESAGE et al., 2015).

Já o segundo consiste em compostos químicos capazes de contribuir para a produção de materiais leves (ROMANO et al., 2009) pois introduz pequenas bolhas de ar - ou vazios - dispersos pela matriz, contribuindo para uma melhor coesão e a funcionalidade dos compostos, reduzindo a tendência de segregação e exsudação no estado fresco (MEHTA, MONTEIRO, 2014).

Neste sentido, o objetivo deste estudo foi verificar a influência de dois aditivos químicos – superplastificante e incorporador de ar – nas propriedades de compósitos produzidos com gesso e serragem de *Pinus* spp. pré-tratados ou não com suspensão de hidróxido de cálcio.

MATERIAL E MÉTODOS

Materiais

Foi utilizado como aglomerante o gesso de pega lenta com módulo de finura de 1,02 e que foi caracterizado através do ensaio de fluorescência de raios-X (FRX) (Tabela 1).

Tabela 1. Composição química do gesso

| Composição química | | | | | | | | |
|--------------------|---------|----------|---------|-----------|---------|-----------|---------|----------|
| SO3 (%) | CaO (%) | SiO2 (%) | MgO (%) | Al2O3 (%) | SrO (%) | Fe2O3 (%) | K2O (%) | P.F. (%) |
| 51 | 42,7 | 0,3 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | < 0,1 | < 0,1 | 5,63 |

Fonte: LAMIR (2016).

Os dois aditivos utilizados foram o incorporador de ar (IAR) e o superplastificante (à base de éteres policarboxilatos) (SUP). De acordo com as informações disponibilizadas pelos fabricantes, o aditivo incorporador de ar possui pH de 11,70 e densidade de 1,05 g/cm³, e o superplastificante tem pH 5,00 e densidade de 1,08 g/cm³.

Foi utilizado resíduo de serragem de madeira de pinus de uma madeireira situada na cidade de Curitiba/PR. A serragem foi caracterizada quanto à composição granulométrica (NBR NM 248) e ao teor de umidade (NBR 7190), cujo valor foi de 40,86%.

Método

Foram produzidos compósitos de madeira-gesso a partir da adaptação dos procedimentos da NBR 12128

(ABNT, 2017). A relação aglomerante/madeira foi fixada em 1:0,75 a relação água/gesso fixada em 0,70 (em massa).

Os teores dos aditivos superplastificante (SUP) e incorporador de ar (IAR) foram fixados em 0,40% com relação à massa do aglomerante, conforme indicado pelos fabricantes. Foi realizado o pré-tratamento em suspensão de hidróxido de cálcio – cal hidratada – numa proporção em massa de 1:6 (cal:água). A identificação e a composição das amostras estão apresentadas na Tabela 2.

No estado fresco, foi realizado o ensaio de determinação de massa fresca de acordo com a NBR 13278 (ABNT, 2005) (Figura 1A) e moldados corpos de prova de 4 x 4 x 16 cm³ de acordo com a NBR 13279

(ABNT, 2005) (Figura 1B, 1C e 1D). Os corpos de prova foram desmoldados com 48 ± 24 h e curados em ambiente laboratorial. Aos 28 dias, foi determinada a densidade de massa endurecida NBR 13280 (ABNT, 2005), a resistência à tração na flexão e à compressão NBR 13279 (ABNT, 2005) (Figura 1E e 1F).

Tabela 2. Identificação e composição dos compósitos de madeira e gesso

| Pré-tratamento | Identificação da amostra | Aditivo | | Relação a/g |
|----------------------|--------------------------|---------|------------|-------------|
| | | Tipo | Quant. (g) | |
| Sem suspensão | MG SC REF | - | - | 0,70 |
| | MG SC SUP | SUP | 0,40% | |
| | MG SC IAR | IAR | 0,40% | |
| Com suspensão de cal | MG CC REF | - | - | 0,70 |
| | MG CC SUP | SUP | 0,40% | |
| | MG CC IAR | IAR | 0,40% | |

Legenda: MG é madeira-gesso; SC é sem cal; CC é com cal; REF é referência; SUP é com aditivo superplastificante; IAR é com aditivo incorporador de ar; relação a/g é a relação água/gesso.



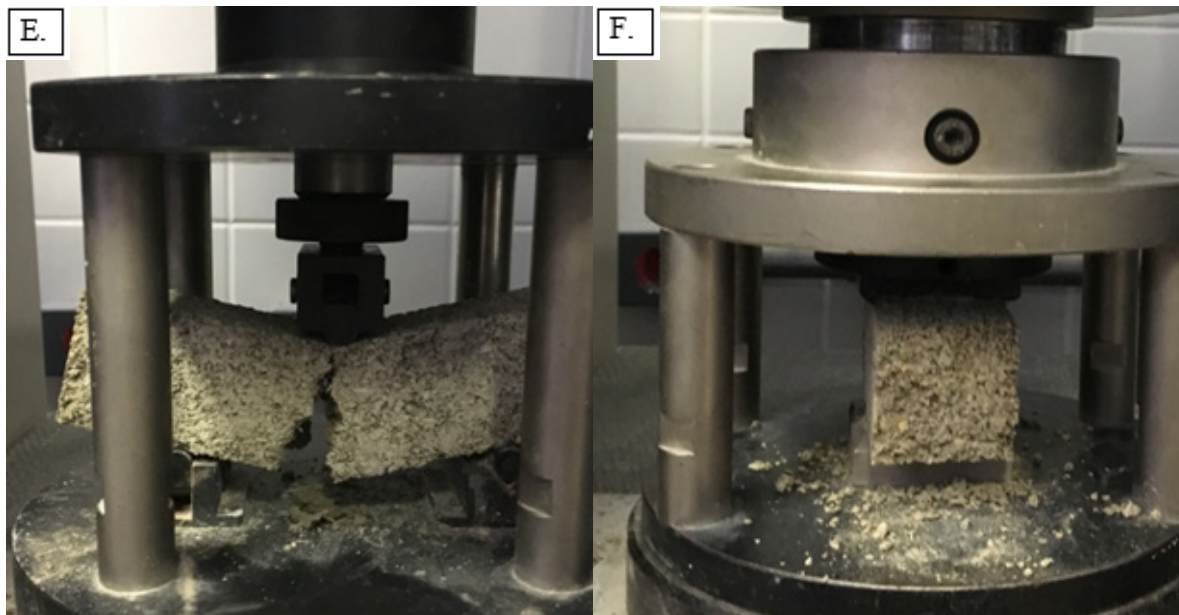


Figura 1. Procedimentos de ensaio dos compósitos

Para a análise estatística foi utilizado o software Minitab 18. A verificação da suposição de normalidade através do teste de Anderson-Darling (AD). Para avaliar o efeito dos fatores nas propriedades do compósito foram realizadas Análises de Variância 2 Fatores (Two-Way ANOVA) e comparações múltiplas de médias pelo Método LSD de Fisher de menor diferença significativa (nível de confiança individual de 95%). O coeficiente de correlação de Pearson foi usado para avaliar as relações entre as propriedades investigadas.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Análise granulométrica do resíduo de serragem de madeira

Na Figura 2 estão apresentados os resíduos *in natura* de serragem (Figura 2A) e a distribuição granulométrica do resíduo de serragem de madeira de pinus em comparação com os limites da zona utilizável e ótima (Figura 2B) de acordo com a NBR 7211 (ABNT, 2009). A dimensão máxima característica foi de 4,75 mm e o módulo de finura de 3,43 indica que a serragem se encontra dentro da zona utilizável superior NBR 7211 (ABNT, 2009). Desta maneira, observa-se uma similaridade entre a dimensão do resíduo de serragem com a composição granulométrica do agregado miúdo.

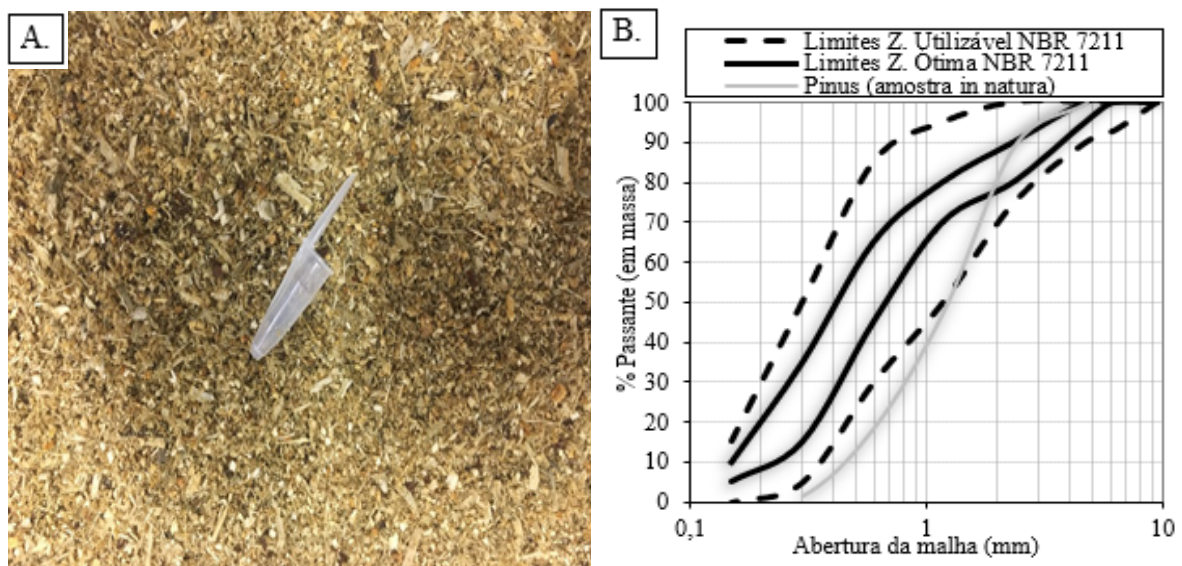


Figura 2. Resíduo in natura de serragem de madeira de pinus e composição granulométrica comparada aos limites da zona utilizável e ótima recomendados pela NBR 7211 (ABNT, 2009)

A geometria das partículas de serragem pode estar relacionada com a estrutura dos compósitos, isto porque, partículas com maiores dimensões tendem a limitar o procedimento de compactação durante a produção dos compósitos (AIGBOMIAN et al., 2013). Além disso, pesquisadores verificaram que placas produzidas com compósitos contendo serragem apresentaram melhor desempenho mecânico quando comparados com os compósitos produzidos

com partículas de madeira com maiores dimensões (MORALES-CONDE; RODRIGUEZ-LINAN; PEDRENO-ROJAS, 2016; PEDRENO-ROJAS et al., 2017).

Análise das propriedades no estado fresco e endurecido dos compósitos

Os resultados das propriedades no estado fresco e endurecido dos compósitos estão apresentados na Figura 3.

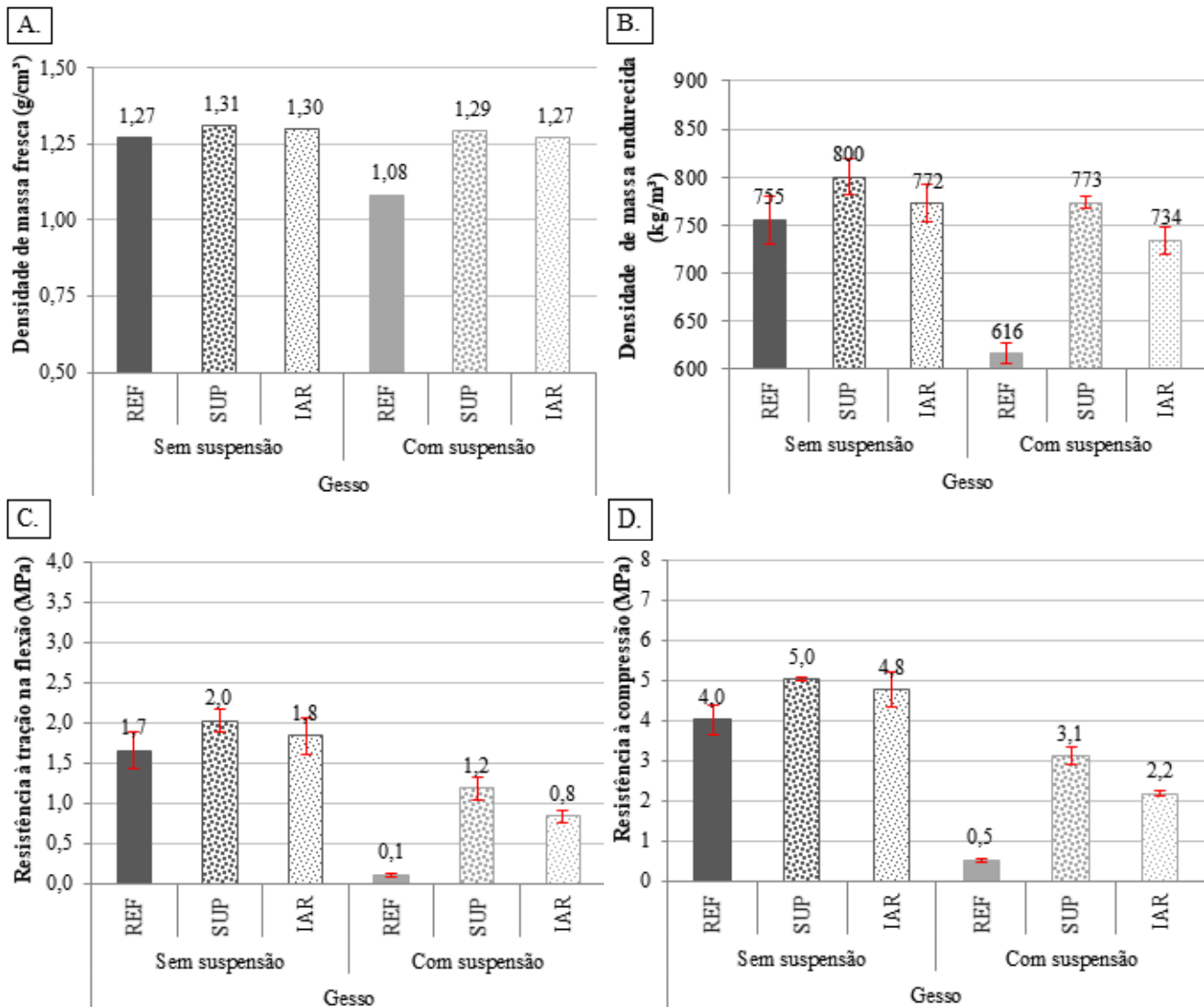


Figura 3. Resultados das propriedades no estado fresco e endurecido dos compósitos

Densidade de massa

Na Figura 3A estão apresentados os resultados de densidade de massa fresca dos compósitos aos 28 dias. Observa-se que os compósitos produzidos com a serragem pré-tratada em suspensão de cal apresentaram densidade de massa fresca inferior quando comparados com os compósitos com a serragem sem pré-tratamento, diferente do observado por Azambuja et al. (2017).

Com relação aos aditivos utilizados na produção dos compósitos, sendo SUP ou IAR, verifica-se que independente da realização ou não do pré-tratamento, os resultados das amostras contendo SUP apresentaram aumento da densidade de massa fresca quando comparadas às suas respectivas amostras REF. Isto porque, aditivos superplastificantes são capazes de alterar a reologia e, conseqüentemente, o comportamento das composições (FLATT, SCHÖBER, 2012;

NKINAMUBANZI; MANTELLATO; FLATT, 2016) como, por exemplo, contribuindo para a diminuição dos poros na matriz (ZHANG; KONG, 2014) e provocando, então, o aumento da densidade do compósito (BOLTRYK et al., 2018).

Entretanto, os compósitos produzidos com o aditivo IAR apresentaram comportamentos diferentes do esperado, isto porque, independente da realização ou não do pré-tratamento, os compósitos obtiveram densidade de massa fresca superior à amostra REF. Este fenômeno pode ter ocorrido pelo fato de que a presença do aditivo incorporador de ar desencadeia um processo extremamente complexo podendo ser afetado por inúmeros fatores como, por exemplo, o processo de mistura, a presença dos agregados, as propriedades físico-químicas do cimento, entre outros (OKINO et al., 2005).

De qualquer maneira, para esta propriedade, por ter sido produzida apenas uma amostra de cada traço no estado fresco, os resultados apesar de diferentes numericamente podem não apresentar diferença estatística.

Na Figura 3B estão apresentados os resultados de densidade de massa endurecida dos compósitos aos 28 dias. A partir da análise estatística realizada, pelo método LSD de Fisher com nível de confiança de 95%, observou-se que as maiores densidades foram encontradas para os compósitos produzidos com ou sem pré-tratamento e contendo o aditivo SUP, semelhante aos resultados obtidos por Pundir, Garg e Singh (2015). Isto ocorre devido ao fato de que, como relatado anteriormente, os aditivos superplastificantes contribuem para a diminuição dos poros na matriz (ZHANG; KONG, 2014) e, conseqüentemente, para o aumento da densidade do compósito (BOLTRYK et al., 2018). Enquanto que os menores valores foram obtidos pelos compósitos produzidos com o pré-tratamento REF e com o aditivo IAR (AARMR-DAYA et al., 2008; USMAN et al., 2018).

Desta maneira, entende-se que a utilização dos aditivos (IAR e SUP) podem alterar significativamente a densidade do compósito no estado endurecido, quando comparados com as demais composições.

Os resultados de densidade de massa endurecida estão entre 615 e 800 kg/m³ indicando que os

compósitos produzidos podem ser considerados materiais leves (CORINALDESI; MAZZOLI; SIDDIQUE, 2016). Placas de gesso acartonado – *drywall* – apresentam densidades em torno de 1200 kg/m³ (HERNANDEZ-OLIVARES et al., 1999), ou seja, os compósitos produzidos neste estudo são aproximadamente 33% mais leves quando comparados às placas de *drywall*. Além disso, a baixa densidade sugere que os compósitos, desenvolvidos neste estudo, podem ser utilizados para produzir divisórias de ambientes.

Resistência à tração na flexão

Na Figura 3C estão apresentados os resultados de resistência à tração na flexão dos compósitos aos 28 dias. A partir da análise estatística realizada, observou-se que, ao considerar o pré-tratamento utilizado, os compósitos produzidos com a suspensão de cal apresentaram redução significativa da resistência à tração na flexão. Isto pode ter ocorrido pelo fato de que a maior disponibilidade de água proporcionada pelo pré-tratamento contribui para o aumento da porosidade e, conseqüentemente, para a diminuição do desempenho mecânico (KUMAR, BHATTACHARJEE, 2003; CAPRAI et al., 2018). Outros pesquisadores sugerem, ainda, que partículas amolecidas tendem a enfraquecer sua ligação com a matriz (ONUAGULUCHI, BANTHIA, 2016). Alguns autores (AIGBOMIAN, FAN, 2013) explicam que os diferentes processos de hidratação dos dois aglomerantes presentes nos compósitos – quando realizado o pré-tratamento (a cal e o gesso) – podem influenciar o desempenho dos compósitos. Por outro lado, pastas de gesso com adição de cal não apresentaram alterações para a resistência à tração na flexão quando comparadas às amostras de referência (ANTUNES, 1999).

Destaca-se que a maior resistência à tração na flexão foi observada para o compósito produzido com aditivo SUP e sem pré-tratamento (PUNDIR; GARG; SINGH, 2015; OUATTARA et al., 2018).

A dispersão da serragem durante a colocação dos compósitos nos moldes pode influenciar no desempenho mecânico dos corpos de prova, principalmente, na propriedade de resistência à tração na flexão (PEDRENO-ROJAS et al., 2017; ÇOMAK; BIDECCI; BIDECCI, 2018).

De modo geral, os resultados de resistência à tração na flexão, exceto os produzidos com pré-tratamento REF e IAR, apresentam características adequadas para a produção. Isto porque, apresentaram os valores de resistência à tração na flexão superior a 1 MPa, conforme indica a EN 13279-1 (EN, 2009).

Considerando os compósitos produzidos neste estudo, com as partículas sem pré-tratamento em suspensão de cal, foi obtida resistência à tração na flexão superior a 66% com relação aos valores mínimos exigidos por norma EN 13279-1 (EN, 2009).

Resistência à compressão

Na Figura 3D estão apresentados os resultados de resistência à compressão dos compósitos aos 28 dias. A partir da análise estatística realizada, observou-se que ao considerar o pré-tratamento utilizado, os compósitos produzidos com a suspensão de cal apresentaram redução significativa da resistência à compressão.

Assim como explicada anteriormente, a diminuição da resistência observada para os compósitos produzidos com a serragem pré-tratada pode ter sido influenciada pela maior disponibilidade de água que contribuiu para o aumento da porosidade e para a diminuição do desempenho mecânico (KUMAR, BHATTACHARJEE, 2003; CAPRAI et al., 2018; USMAN et al., 2018). Considera-se, ainda, que além das partículas amolecidas propiciarem o enfraquecimento da ligação com a matriz (ONUAGULUCHI, BANTHIA, 2016), os diferentes processos de hidratação dos dois aglomerantes presentes nos compósitos podem influenciar no desempenho (AIGBOMIAN, FAN, 2013). A maior resistência à compressão foi observada para o compósito produzido sem pré-tratamento e com aditivo SUP.

Os resultados de resistência à compressão estão entre 0,5 e 5,0 MPa. Com exceção dos compósitos produzidos com pré-tratamento REF que obtiveram resultados de 0,5 MPa, os demais – que atingiram valores entre 2,2 e 5,0 MPa – podem ser considerados materiais leves atingindo o requisito mínimo para esta propriedade que é de 2 MPa EN 13279-1 (EN, 2009). Considerando os compósitos produzidos neste estudo, com as partículas sem pré-tratamento em suspensão de cal, foi obtida resistência à compressão superior a 100% com relação aos valores mínimos exigidos por

norma EN 13279-1 (EN, 2009).

Análises de regressão simples entre as propriedades no estado endurecido

As análises de regressão simples entre as propriedades no estado endurecido estão apresentadas na Figura 4.

Nas Figuras 4A, 4B e 4C estão apresentadas as análises de regressão simples das propriedades de densidade de massa endurecida, de resistência à tração na flexão e à compressão dos compósitos aos 28 dias.

Existe uma correlação que indica a tendência do aumento da resistência à tração na flexão com o aumento da resistência à compressão (Figura 4A). De acordo com a equação ajustada para o modelo de regressão linear, com $R^2 = 0,991$, a relação entre as resistências à tração na flexão e à compressão é aproximadamente 0,40 (ou seja, 40%).

Foi observada, também, a correlação que indica a tendência do aumento da resistência à compressão com o aumento da densidade de massa endurecida do compósito (Figura 4B). A equação ajustada para o modelo de regressão linear explica 82,1% da variação em resistência à compressão.

Por fim, uma correlação indicou a tendência do aumento da resistência à tração na flexão com o aumento da densidade de massa endurecida do compósito (Figura 4C). A equação ajustada para o modelo de regressão linear explica 82,2% da variação em resistência à tração na flexão.

CONCLUSÕES

A partir dos resultados encontrados com a realização do programa experimental, foram obtidas as seguintes conclusões:

- A utilização dos aditivos (IAR e SUP) podem alterar significativamente a densidade do compósito no estado endurecido, quando comparados com as demais composições;
- Os resultados de densidade de massa endurecida indicaram que os compósitos produzidos podem ser considerados materiais leves. Os compósitos produzidos neste estudo são aproximadamente 33% mais leves quando comparados às placas de *drywall*. Além disso, a baixa densidade sugere que os compósitos podem ser utilizados para produzir divisórias de ambientes, tornando-se uma alternativa

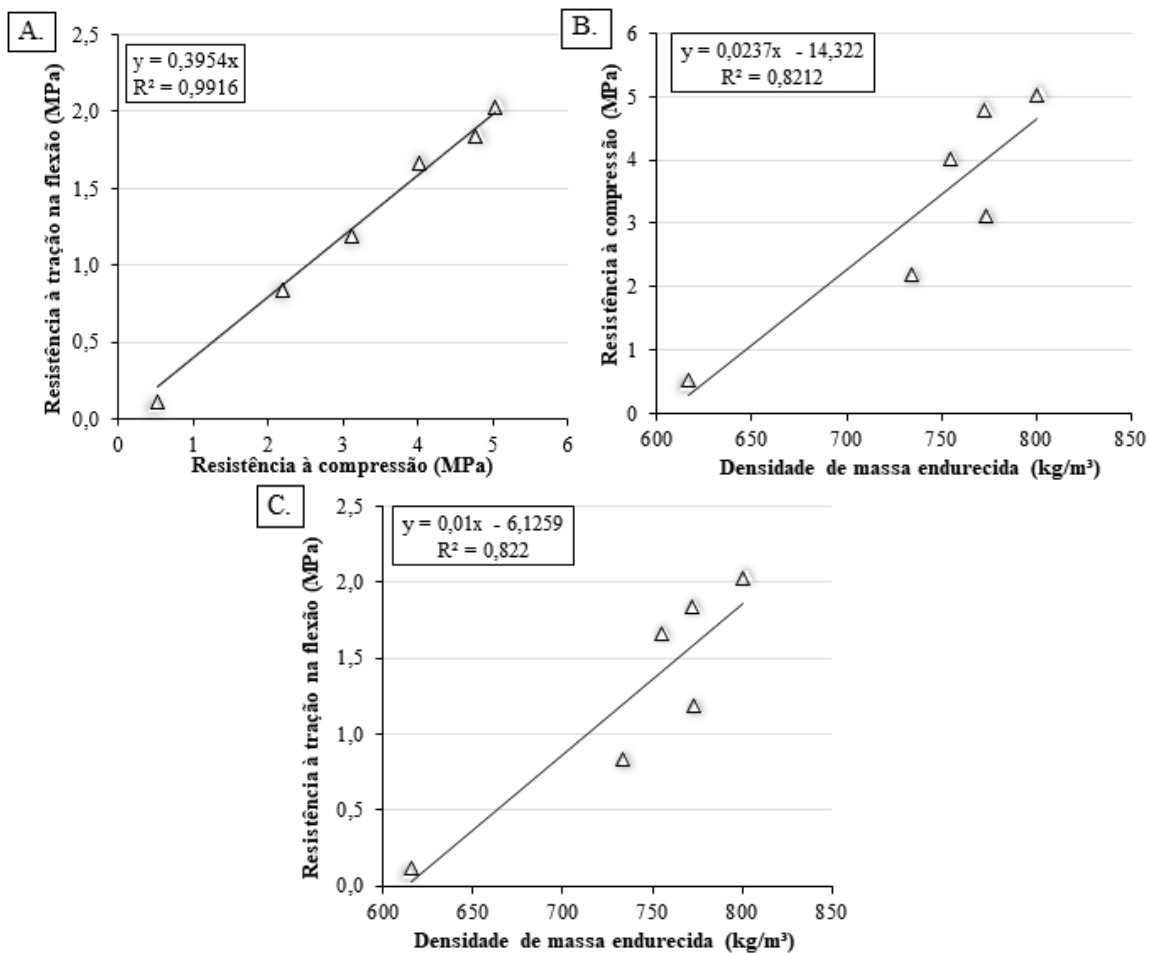


Figura 4. Análises de regressão simples entre as propriedades no estado endurecido

para a substituição de materiais;

- Os compósitos produzidos com a suspensão de cal apresentaram redução significativa da resistência à tração na flexão e à compressão devido à maior disponibilidade de água que pode ter sido proporcionada pelo pré-tratamento que contribuiu para o aumento da porosidade. O melhor desempenho mecânico foi observado para o compósito produzido com aditivo SUP e sem pré-tratamento;

- Os resultados de resistência à tração na flexão indicam que os compósitos, exceto os produzidos com pré-tratamento REF e IAR, apresentam características adequadas para a produção, isto porque, apresentaram valores de resistência à tração na flexão superior a 1 MPa conforme indicado pelas normas europeias. É importante ressaltar que, para os compósitos produzidos com as partículas sem pré-tratamento em suspensão de cal, foi verificado o aumento da resistência à tração na flexão e à compressão superior a 66% e a 100%, respectivamente, com relação aos

valores mínimos exigidos pela EN 13279;

- A partir das análises de regressão simples

realizadas das propriedades no estado endurecido, observou-se que a diminuição da densidade de massa endurecida contribuiu para a diminuição do desempenho mecânico dos compósitos.

AGRADECIMENTOS

Os autores gostariam de agradecer ao Laboratório de Materiais e Estruturas (LAME/DCC) da Universidade Federal do Paraná pela disponibilização dos laboratórios e dos equipamentos necessários para o desenvolvimento deste estudo; ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Construção Civil (PPGECC) da Universidade Federal do Paraná; à CAPES e à Fundação Araucária pelo auxílio financeiro.

LITERATURA CITADA

AIGBOMIAN, E. P.; FAN, M. Development of wood-crete building materials from sawdust and waste paper. **Construction and Building Materials**, v. 40, p. 361-366, 2013.

ANTUNES, Rubiane Paz do Nascimento. **Estudo da influência da cal hidratada nas pastas de gesso.**

1999. 134f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Construção Civil) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, Departamento de Engenharia de Construção Civil, USP, São Paulo.
- AZAMBUJA, R. da R.; CASTRO, V. G. de; VILLAS-BÔAS, B. T.; PARCHEN, C. F. A.; IWAKIRI, S. Particle size and lime addition on properties of wood-cement composites produced by the method of densification by vibro compaction. **Ciência Rural**, v.47 n. 07, e20140250, 2017.
- CAPRAI, V.; GAUVIN, F.; SCHOLLBACH, K.; BROUWERS, H. J. H. Influence of the spruce strands hygroscopic behaviour on the performances of wood-cement composites. **Construction and Building Materials**, v. 166, p. 522–530, 2018.
- ÇOMAK, B.; BIDEÇI, A.; BIDEÇI, O. S. Effects of hemp fibers on characteristics of cement based mortar. **Construction and Building Materials**, v. 169, p. 794–799, 2018.
- CORINALDESI, V.; MAZZOLI, A.; SIDDIQUE, R. Characterization of lightweight mortars containing wood processing by-products waste. **Construction and Building Materials**, v. 123, p. 281–289, 2016.
- DAI, D.; FAN, M. Preparation of bio-composite from wood sawdust and gypsum. **Industrial Crops and Products**, v. 74, p. 417-424, 2015.
- FLATT, R. J.; SCHOBER, I. Superplasticizers and rheology of concrete. **Understanding the Rheology of Concrete**, Woodhead Publishing Series in Civil and Structural Engineering, p. 144-208, 2012.
- GARG, M.; PUNDIR, A.; SINGH, R. Modifications in water resistance and engineering properties of b-calcium sulphate hemihydrate plaster-superplasticizer blends. **Materials and Structures**, v. 49, n. 8, p. 3253–3263, 2016.
- HERNANDEZ-OLIVARES, BOLLATI, M.R.; DEL RIO, M.; PARGA-LANDA, B. Development of cork-gypsum composites for building applications. **Construction and Building Materials**, v. 13, p. 179-186, 1999.
- KUMAR, R.; BHATTACHARJEE, B. Porosity, pore size distribution and in-situ strength of concrete. **Cement and Concrete Research**, v. 33, p. 155–164, 2003.
- LESAGE, K.; CIZER, Ö.; DESMET, B.; VANTOMME, J.; DE SCHUTTER, G.; VANDEWALLE, L. Plasticising mechanism of sodium gluconate combined with PCE. **Advances in Cement Research**, v. 27, n. 3, p. 163–174, 2015.
- MEHTA, P. K.; MONTEIRO, P. J. M. **Concreto: microestrutura, propriedades e materiais**. 2ª Edição. São Paulo: Ibracon, 2014.
- MORALES-CONDE, M. J.; RODRIGUEZ-LINAN, C.; PEDRENO-ROJAS, M. A. Physical and mechanical properties of wood-gypsum composites from demolition material in rehabilitation works. **Construction and Building Materials**, v. 114, p. 6-14, 2016.
- NKINAMUBANZI, P.-C.; MANTELLATO, S.; FLATT, R. J. **Superplasticizers in practice. Science and Technology of Concrete Admixtures**, p. 353-377, 2016.
- OKINO, E. Y. A.; SOUZA, M. R. de; SANTANA, M. A. E.; ALVES, M. V. da S.; SOUSA, M. E. de; TEIXEIRA, D. E. Physico-mechanical properties and decay resistance of Cupressus cement-bonded particleboards. **Cement and Concrete Composites**, v. 27, p. 333-338, 2005.
- ONUAGULUCHI, O.; BANTHIA, N. Plant-based natural fibre reinforced cement composites: A review. **Cement and Concrete Composites**, v. 68, p. 96-108, 2016.
- OUATTARA, D.; BELEM, T.; MBONIMPA, M.; YAHIA, A. Effect of superplasticizers on the consistency and unconfined compressive strength of cemented paste backfills. **Construction and Building Materials**, v. 181, p. 59–72, 2018.

- PEDRENO-ROJAS, M. A.; MORALES-CONDE, M. J.; PEREZ-GALVEZ, F.; RODRÍGUEZ-LINAN, C. Eco-efficient acoustic and thermal conditioning using false ceiling plates made from plaster and wood waste. **Journal of Cleaner Production**, v. 166, p. 690-705, 2017.
- PUNDIR, A.; GARG, M.; SINGH, R. Evaluation of properties of gypsum plaster-superplasticizer blends of improved performance. **Journal of Building Engineering**, v. 4, p. 223-230, 2015.
- ROMANO, R. C. O.; SCHREUS, H.; SILVA, F. B. da; CARDOSO, F. A.; BARROS, M. M. S. B. de; JOHN, V. M.; PILEGGI, R. G. Impacto do tipo de misturador e do tempo de mistura nas propriedades de argamassas industrializadas. **Ambiente Construído**, v. 9, n. 4, p. 109-118, 2009.
- SILVA, G. C.; LATORRACA, J. V. de F.; CARMO, J. F. do; FERREIRA, E. da S. Efeito de aditivos minerais sobre as propriedades de chapas cimento-madeira. **Revista Árvore**, v. 30, n. 3, p. 451-456, 2006.
- TAN, H.; MA, B.; LI, X.; JIAN, S.; YANG, H. Effect of competitive adsorption between sodium tripolyphosphate and naphthalene superplasticizer on fluidity of cement paste. **Journal of Wuhan University of Technology - Mater. Sci. Ed**, v. 29, n. 2, p. 334-340, 2014.
- TAN, H.; DENG, X.; GU, B.; MA, B.; LUO, S.; ZHI, Z.; GUO, Y.; ZOU, F. Effect of borax and sodium tripolyphosphate on fluidity of gypsum paste plasticized by polycarboxylate superplasticizer. **Construction and Building Materials**, v. 176, p. 394-402, 2018.
- USMAN, M.; KHAN, A. Y.; FAROOQ, S. H.; HANIF, A.; TANG, S.; KHUSHNOOD, R. A.; RIZWAN, S. A. Eco-friendly self-compacting cement pastes incorporating wood waste as cement replacement: A feasibility study. **Journal of Cleaner Production**, v. 190, p. 679-688, 2018.
- YOUNGQUIST, J. A. Wood handbook—Wood as an engineering material: Wood-based composites and panel products. **Forest Products Laboratory**, 1999.
- ZHANG, Y.; KONG, X. Influences of superplasticizer, polymer latexes and asphalt emulsions on the pore structure and impermeability of hardened cementitious materials, **Construction and Building Materials**, v. 53, p. 392-402, 2014.