



Utilização de resíduo de Pinus na fabricação de placas cimentícias prensadas

USE OF PINUS WASTE IN THE MANUFACTURE OF PRESSED CEMENT PLATES

Kamila Haack Borges¹, José Ilo Pereira Filho²

RESUMO

As construções a seco têm ganhado bastante notoriedade nos últimos anos, principalmente pela rapidez da construção. Já as placas de cimento-madeira unem a rapidez da construção ao uso dos resíduos gerados em grandes quantidades pelas serrarias, e podem tornar-se materiais mais sustentáveis. Este trabalho tem por objetivo analisar as características físicas e mecânicas das placas cimento-madeira através do processo de prensagem, comparar os resultados obtidos com placas cimento-madeira não prensadas, e por fim, estudar possíveis alterações que possam ser realizadas para a melhora da mistura. Para resolver a incompatibilidade química entre a madeira e o cimento realizou-se tratamento com água fria na madeira e também foi utilizado o Cloreto de Cálcio, que auxiliou na aceleração da pega. Para o processo de fabricação das placas foi utilizado o método Hatschek modificado para uso em laboratório, utilizando os equipamentos disponíveis no campus da UTFPR de Pato Branco. O estudo obteve resultados positivos em relação aos ensaios de inchamento e tração perpendicular, obtendo apenas para o ensaio de flexão estática valores abaixo do recomendado.

Palavras-chave: placas, cimento-madeira, sustentabilidade, prensagem.

ABSTRACT

Dry constructions have gained a lot of notoriety in recent years, mainly due to the speed of construction. On the other hand, cement-wood boards combine the speed of construction with the use of waste generated in large quantities by sawmills, and can become more sustainable materials. This work aims to analyze the physical and mechanical characteristics of cement-wood boards through the pressing process, compare the results obtained with unpressed cement-wood boards, and finally, study possible changes that can be made to improve the mixture. To solve the chemical incompatibility between the wood and the cement, cold water treatment was carried out on the wood and Calcium Chloride was also used, which helped to accelerate the setting. For the manufacturing process of the plates, the Hatschek method modified for use in the laboratory was used, using equipment available at the UTFPR campus in Pato Branco. The study obtained positive results in relation to the swelling and perpendicular traction tests, obtaining values below the recommended values only for the static bending test.

Keywords: plates, cement-wood, sustainability, pressing.

1 INTRODUÇÃO

Os chamados painéis cimento-madeira são muito utilizados dentro da construção civil nos países europeus e asiáticos. Seu uso no Brasil possui grande potencial, porém ainda não são fabricados comercialmente. Entre os fatores que podem facilitar a fabricação do produto no Brasil é a disponibilidade da matéria-prima na forma

¹ Engenharia Civil, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco, Paraná, Brasil; kamilahaack@alunos.utfpr.edu.br

² Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Pato Branco; ilofilho@yahoo.com.br



de resíduos do processamento mecânico da madeira e a autossuficiência do país na produção do cimento Portland. (IWAKIRI et al., 2015) (LATORRACA, 2003)

Existem diversas formas de construir essas placas, assim como mostra Pilz et. al. (2020), utilizando diferentes tipos de resíduos de maneira satisfatória. Os testes como de absorção de água, resistência à tração e compressão, entre outros, apresentaram bons resultados e confirmaram a viabilidade técnica desta tecnologia. De acordo com Matoski (2007) no compósito dos painéis de cimento-madeira “[...] o cimento transmite o esforço entre as partículas de madeira, mantendo-as protegidas do meio e permitindo sua orientação apropriada.”. Já a madeira atua na resistência a tração, e acaba reduzindo seu custo.

Nos tratamentos utilizados para a diminuição dos extrativos da madeira, Iwakiri et al. (2015) observou que os painéis produzidos com partículas tratadas em água fria apresentaram média estatisticamente igual aos painéis produzidos com partículas sem tratamento e tratadas com NaOH, e superior em comparação aos painéis produzidos com partículas tratadas em água quente.

Segundo Iwakiri et. al. (2000)¹, as propriedades das chapas estão diretamente ligadas as dimensões das partículas, principalmente se referindo a flexão. “As dimensões adequadas das partículas no processo industrial devem estar entre 2 e 20 mm de comprimento, 0,2 e 2,5 mm de largura e 0,3 e 0,9 mm de espessura.”. (MATOSKI e IWAKIRI, 2007).

De acordo com Iwakiri et. al. (2000) “As indústrias de base florestal no Brasil geram um volume significativo de resíduos durante as fases operacionais, desde a exploração florestal até o produto final.”. Dessa forma, utilizar esses resíduos para a composição de painéis prensados seria uma alternativa eficaz para o país?

O estudo das características físicas e mecânicas das placas cimento-madeira são de extrema importância para a utilização das mesmas nas construções do país. Foram utilizadas as normas NBR 14810 – Parte 2 (ABNT, 2018), a NBR 15498 (ABNT, 2021) e a ASTM C 948-81 (1981) para a realização dos ensaios e análise dos resultados, observando se seguem as recomendações. Por fim, os resultados obtidos serão comparados com o estudo de Golinhaki (2021) de placas cimento-madeira não prensadas.

2 MÉTODO

Devido a pandemia do COVID 19, e o uso restrito ao laboratório, tomou-se como base o estudo de Golinhaki (2021), onde foi utilizada a madeira de pinus, e o cimento CP V, que possui maior teor de finos em relação aos demais tipos de cimento, liberando maior calor de hidratação e auxiliando em uma cura mais rápida, possuindo também uma melhora na compatibilidade entre a madeira e o cimento. Para esse estudo utilizou-se o resíduo passante pela peneira 4,75mm e retida na peneira de 0,6mm.

O estudo de Santi (2013), mostrou a necessidade de um aditivo acelerador de pega, aumentando a resistência inicial da mistura, assim como o estudo de Golinhaki (2021), e foi utilizado nos dois casos, o Cloreto de Cálcio, como acelerador de pega e também para melhora da compatibilidade química entre o cimento e madeira. O traço usado está mostrado na tab. 1.

Tabela 1 - Traço da mistura

Cimento	Madeira	Água	Cloreto de Cálcio
1	0,2	0,65	0,03

Fonte: Autoria própria (2021)

¹ IWAKIRI, S.; CUNHA, A. B.; ALBUQUERQUE, C. E. C.; GORNIK, E.; MENDES, L. M. Resíduos de serrarias na produção de painéis de madeira aglomerada de eucalipto. **Scientia Agraria**, v.1, n. 1-2, p. 23-28, 2000.

Nesta primeira etapa utilizou-se o resíduo de madeira com tratamento em água fria, que consiste em deixar a madeira de molho em água por 24 horas, e após, deixou-se secar ao ar livre por aproximadamente uma semana e armazenada em um pacote plástico até a utilização do resíduo.

Os ensaios de inchamento, flexão estática, resistência a umidade e tração perpendicular foram realizados conforme a NBR 14810 – Parte 2 (ABNT, 2018) para a faixa de espessura maior que 6 mm a 13 mm. O ensaio de absorção de água realizou-se conforme a ASTM C 948-81 (1981). Os procedimentos de ensaios foram realizados com os equipamentos disponíveis no laboratório da universidade sendo utilizada a EMIC, modelo DL 30000 para os ensaios de tração perpendicular e a AROTEC, modelo WDW-100E para os ensaios de flexão estática.

A ordem de mistura foi adotada a partir do estudo de Golinhaki (2021), utilizando a ordem mostrada na tab. 2. Foi utilizada uma argamassadeira de eixo vertical com tambor fixo de 5 litros, potência de 830 rpm, com duas opções de rotação, marca PAVITEST.

Tabela 2 – Ordem de mistura dos materiais

Material	Tempo	Velocidade
Cimento + madeira úmida	1 min	Baixa
¾ da água	1 min	Baixa
¼ da água + Cloreto de Cálcio	3 min	Alta

Fonte: Autoria própria (2021)

A fabricação das placas foi baseada no método Hatschek modificado para uso em laboratório, utilizado por Caldas e Silva (2002), onde consiste em lançar o material, já misturado na argamassadeira, em uma forma galvanizada de aço conectada a uma bomba de subpressão, onde realiza-se a retirada da água em excesso durante aproximadamente 30 segundos. Após esse passo, é realizado o adensamento manual e novamente aciona-se a bomba por mais aproximadamente 3 minutos, e então é repetido esse processo com mais duas placas para serem prensadas juntas. Realizado os processos de moldagem e prensagem, pesou-se a quantidade de água retirada pela bomba para determinar o fator a/c final, que nesse estudo ficou de aproximadamente 0,5.

O processo de cura ocorreu apenas em sala climatizada com $22\pm 3^{\circ}\text{C}$, visto que a madeira libera água conforme a mistura necessite para a hidratação do cimento, não necessitando de cura úmida. Como no estudo de Golinhaki (2021) notou-se que a estabilidade da mistura ocorre aproximadamente com 10 dias, foi optado por realizar os ensaios com 14 e 28 dias de idade.

Figura 1 – Corpos de prova com dimensões de 50x50mm



Fonte: Autoria própria (2021)



Após os 14 dias foi realizado o corte das placas para a realização dos ensaios. Para flexão estática foi utilizado 8 corpos de prova de 40x160mm, e para os demais foi utilizado 50x50mm sendo 6 para ensaio de tração perpendicular, 3 para resistência a umidade e 9 para determinação da densidade, absorção de água e inchamento. Na fig. 1 têm-se as amostras com maiores detalhes.

Para os ensaios de tração perpendicular, foi necessário o processo de lixamento nas faces dos corpos de prova, visto que ficaram com superfícies ásperas, impedindo que a placa permanecesse colada ao equipamento.

3 RESULTADOS

Os resultados obtidos neste estudo para os ensaios de inchamento, absorção de água e a densidade estão mostrados na tab. 3. Para o inchamento Golinhaki (2021) obteve 0,74% sendo o máximo recomendado pela NBR 14810 – Parte 2 de 17%. Já a absorção de água das placas foi determinado seguindo a norma ASTM C 948-81 (1981) contudo, a norma não traz valores mínimos para esse ensaio, que consiste em utilizar a massa seca em estufa e a massa saturada com superfície seca.

Para a secagem foi necessário o mínimo de 24 horas na estufa a $100\pm 3^{\circ}\text{C}$, ou até a constância de massa. Já o estudo de Golinhaki (2021) obteve valores de 16,76% para a absorção de água e utilizou a NBR 14810 – Parte 2 para os ensaios, a qual também não traz valores mínimos, e a densidade da placa não prensada possui $1061,13\text{ kg/m}^3$.

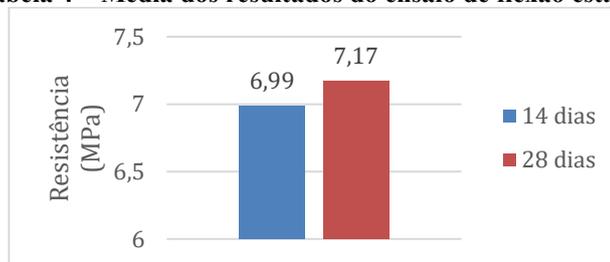
Tabela 3 – Valores obtidos para as placas prensadas

Ensaio	Resultados
Densidade	1176 kg/m^3
Inchamento	0,3%
Absorção de água	23,79%

Fonte: Autoria própria (2021).

O ensaio de flexão estática não atendeu a recomendação mínima exigida pela NBR 14810 – Parte 2 que é de 15 N/mm^2 , os valores médios estão descritos na tab. 4, Golinhaki (2021) também obteve valores abaixo do recomendado pela norma, a média dos resultados das placas não prensadas ficou em $5,90\text{ N/mm}^2$.

Tabela 4 – Média dos resultados do ensaio de flexão estática



Fonte: Autoria própria (2021).

Porém, o valor médio das placas prensadas atende o mínimo recomendado pela NBR 15498 (ABNT, 2021), enquadrando-se na Categoria C e classe 2 (ambientes internos úmidos), sendo de 7 MPa.

Na tab. 5 estão os resultados obtidos da tração perpendicular e resistência a umidade. Para o ensaio de tração perpendicular foi possível utilizar apenas os resultados com os corpos de prova de 28 dias, porém, o

formato do rompimento da placa mostra que houve uma boa ligação interna entre os materiais, já que ocorreu muito próximo do meio delas, como mostrado na fig. 2, e não próximo as extremidades.

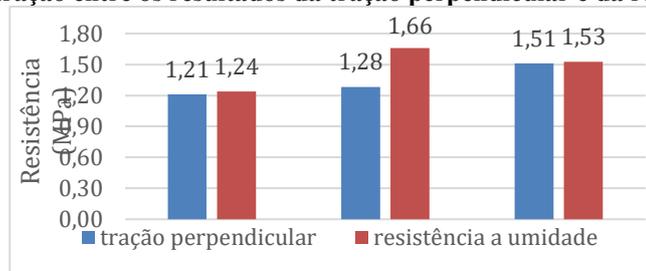
Figura 2 – Amostras rompidas



Fonte: Aatoria própria (2021).

Também atendendo a recomendação da norma, sendo o mínimo recomendado de 0,4 N/mm². As placas não prensadas de Golinhaki (2021) resistiram 1,17 N/mm² no ensaio de tração perpendicular.

Tabela 5 – Comparação entre os resultados da tração perpendicular e da resistência a umidade



Fonte: Aatoria própria (2021).

O ensaio de resistência a umidade também seguiu a NBR 14810 – Parte 2 (ABNT, 2018), sendo o mínimo recomendado pela norma de 0,9 N/mm². Para o mesmo ensaio as placas não prensadas obtiveram a média de 1,06%.

4 CONCLUSÃO

Pode-se afirmar que o trabalho realizado obteve resultados satisfatórios, atendendo as recomendações da norma. Comparando-se os resultados obtidos neste estudo, com os resultados obtidos no estudo de Golinhaki (2021), que consiste em placas cimento-madeira não prensadas, percebe-se que as placas prensadas possuem resultados superiores, possuindo uma viabilidade maior para a fabricação.

Portanto, a placa cimentícia prensada com resíduo de Pinus, pode-se tornar uma ótima alternativa para o país. Muitos estudos ainda podem ser realizados para que atenda mais recomendações das normas, mas com os resultados já obtidos, a viabilidade existente é boa.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Universidade Tecnológica Federal do Paraná pela oportunidade de participar do Programa de Iniciação Científica Voluntário, ao laboratório de materiais de construção no campus de Pato Branco e aos técnicos de laboratório e estagiários pelo suporte oferecido.



REFERÊNCIAS

AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS (ASTM) **C 948-81**. Test method for dry and wet bulk density, water absorption, and apparent porosity of thin sections of glass–fiber reinforced concrete. West Conshohocken (PA, USA); 1981.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 14810 – 2**: Painéis de partículas de media densidade – Parte 2: Requisitos e métodos de ensaio. Rio de Janeiro, 2018.

_____. **NBR 15498**: Chapas cimentícias reforçadas com fios, fibras, filamentos ou telas – Requisitos e métodos de ensaio. Rio de Janeiro, 2021.

CALDAS E SILVA, A. **Estudo da durabilidade de compósitos reforçados com fibras de celulose**. 2002. 145 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2002.

GOLINHAKI, Sabrine. **Reação as fogo de placas de cimento-madeira não prensadas produzidas com resíduo de pinusspp**. 2021. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco.

IWAKIRI, S. TRIANOSKI, R. DA CUNHA, A. B. PRATA, J. G. HARA, M. BILA, N.F. GUINA LUIS, R. C. ARAÚJO, R. D. Propriedades tecnológicas de painéis cimento-madeira produzidos com partículas de eucalipto. **Revista de ciências agroveterinárias**, Lages, v. 14, n. 3, p. 217-223, 2015.

IWAKIRI, S.; CUNHA, A. B.; ALBUQUERQUE, C. E. C.; GORNIK, E.; MENDES, L. M. Resíduos de serrarias na produção de painéis de madeira aglomerada de eucalipto. **Scientia Agraria**, v.1, n. 1-2, p. 23-28, 2000.

LATORRACA, João Vicente de Figueiredo. Painéis de cimento-madeira: características e aplicações. **Revista da madeira**, n. 71, 2003. Disponível em: <http://www.remade.com.br/br/revistadamadeira_materia.php?num=323&subject=Cimento>. Acesso em: jun. 2021.

MATOSKI, A.; IWAKIRI, S. Avaliação das propriedades físico-mecânicas de painéis de cimento-madeira utilizando farinha de madeira com granulometria controlada. **Rev. Floresta**, Curitiba, PR, v. 37, n 2, mai/ago. 2007.

PILZ, T. L. FERREIRA, J. R. S. NEGRÃO, J. S. M. SOTSEK, N. C. GENARO, T. 2020. Estudo de placas cimentícias para uso em habitações populares: uma revisão sistemática da literatura. **The journal of engineering and exact sciences – jCEC**, v. 06, n. 01, dez. 2020. Disponível em: <<https://periodicos.ufv.br/jceec/article/view/9560/5255>>. Acesso em: jun. 2021.

SANTI, Nícollas Veadrigo. **Utilização de resíduo de Pinus spp para produção de placas de cimento-madeira**. 2013. 43 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2013.