

UTILIZAÇÃO DE RESÍDUO DA MADEIRA NA FABRICAÇÃO DE PAINÉIS AGLOMERADOS, PARA FÔRMAS DE PEÇAS ESTRUTURAIS DE CONCRETO.

Tarcisio Zuchinalli (1), Elaine Guglielmi Pavei Antunes (2)

UNESC – Universidade do Extremo Sul Catarinense
(1) tarcisio_zuchinalli@hotmail.com (2) elainegpa@unesec.net

RESUMO

A reinserção de materiais descartados pelas indústrias além de viabilizar o desenvolvimento de novos materiais auxilia na diminuição de volume de resíduos e assim melhora a sustentabilidade, ciente disto efetua-se nessa pesquisa um estudo sobre a produção de um painel aglomerado que utiliza resíduos de madeira na sua composição, predominantemente *Eucalyptus Grandis* e *Pinus Elliottii*. A proposta é de que esse painel possa futuramente ser utilizado como fôrma para fabricação de peças de concreto. A resina aglomerante empregada é fenólica-formol que se caracteriza por alta resistência na presença de umidade. O painel sugerido, após a fabricação, é revestido por um filme plastificante em ambas as faces com o intuito de aumentar sua durabilidade e assim proporcionar maior número de reutilizações. Para o estudo do desempenho desse painel, realizam-se os ensaios de tração perpendicular ao comprimento da placa, inchamento e arrancamento do parafuso, conforme a NBR 14810-2 (ABNT, 2013). Para a análise de tração os resultados demonstram a necessidade de novos estudos, considerando o alto valor de desvio padrão. Em relação ao inchamento e arrancamento do parafuso os valores foram bastante favoráveis.

Palavras-chave: resíduos de madeira, painéis aglomerados, fôrmas concreto.

1 INTRODUÇÃO

A madeira é um material abundante, biodegradável e de fonte renovável, além de auxiliar na diminuição de várias problemáticas da sociedade atual, dentre quais se cita: emissão de gases na atmosfera, efeito estufa, habitat de seres vivos, sobrevivência das florestas e constância climática.

Um problema global que a sociedade vem enfrentando é a necessidade de maior sustentabilidade, principalmente na área ambiental (KOCH, 2012). Segundo Pinheiro (2008), no Brasil, as indústrias de transformação da madeira precisam amplificar suas preocupações com a sustentabilidade e assim aperfeiçoarem seus processos

produtivos. Para tal, é inerente estudar a madeira e suas características para poder-se implantar novas técnicas de produção e inovações. Conforme Fagundes (2003) o aproveitamento do resíduo gerado no processo da madeira serrada é um importante avanço para as indústrias do setor.

O volume de resíduos produzido na fabricação de madeiras é a diferença entre o volume inicial da tora e o volume de madeira serrada produzida. O aproveitamento de uma tora em tábuas se dá na ordem de 40% de madeira processada, e os restantes 60% estão assim alocados: 10% resíduos de plaina, 26% resíduos do corte, 11% casca e 13% pó de serra, além das perdas devido à presença dos defeitos. Já, segundo Cadorin (2008) somente no beneficiamento da madeira, a quantidade de resíduo gerada pode chegar até 25%, portanto em média uma madeireira que tem entrada de 200m³ mês de matéria prima, gera um resíduo médio de 50m³ ao mês.

Em Santa Catarina, conforme o Sindicato de madeiras (SINDMAD) existem aproximadamente 2900 madeireiras, cerca de 3% na participação das indústrias, portanto pode-se visualizar o alto volume de resíduos produzido e conseqüentemente a necessidade de aproveitamento do mesmo (FIESC, 2010).

Uma forma de se reutilizar esses resíduos é através da fabricação de painéis reconstituídos, que tem por finalidade substituir a madeira maciça. Esse setor caracteriza-se pela preocupação com a eficaz utilização da matéria-prima (madeira), onde o foco principal é restringir ao máximo a produção de resíduos ou perda do mesmo.

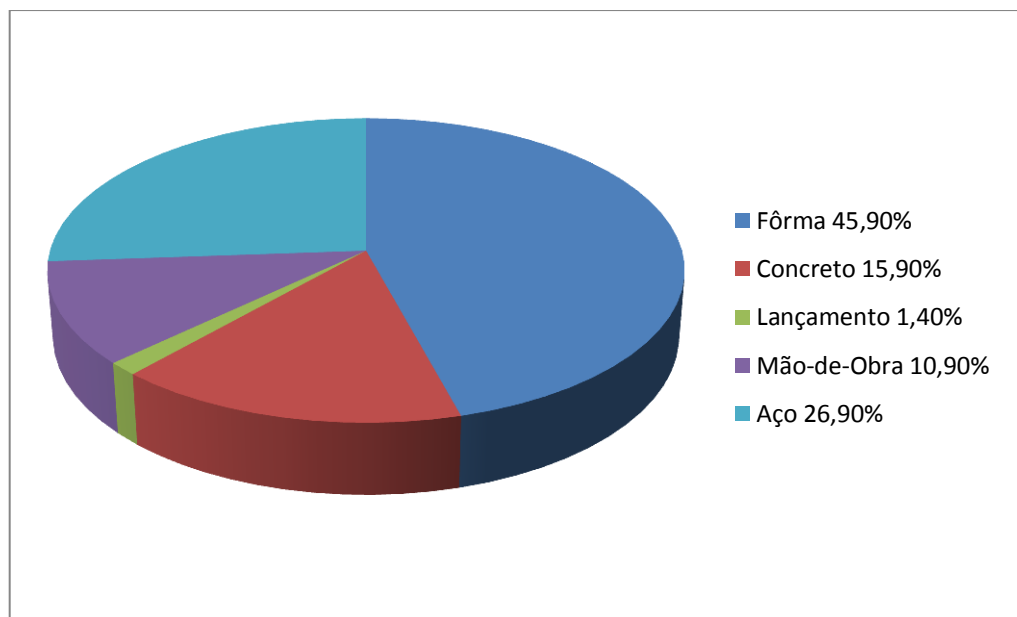
A Eurocode 5 (2004) define a madeira aglomerada como: “*material fabricado sob pressão e temperatura que forma um painel com partículas de madeira (flocos, maravalhas, serragem e similares) e/ou outros materiais lignocelulosicos em forma de partículas, com a adição de adesivo polimérico e aglutinantes minerais.*”

Os recentes produtos, painéis reconstituídos, inseridos no mercado nacional estão se expandindo cada vez mais, e para prosseguir, há necessidade de uma constante evolução para se atingir novas características e novas utilizações. Deste modo, o conhecimento do comportamento da madeira deve ser cada vez mais intenso, para que se possam obter processos mais precisos e que forneçam produtos melhores e mais homogêneos (ALBUQUERQUE, 2002).

A madeira é largamente utilizada como matéria prima para fabricação de diversos tipos de produtos, de distintos setores da economia. Salienta-se, no entanto, a indústria da construção civil, que é uma grande consumidora. A presença da madeira nos canteiros de obra é maçante, principalmente durante a etapa de produção das estruturas, que em muitas edificações, é o material preponderante das fôrmas. Nesse âmbito, já é bastante frequente a utilização de painéis compensados. No entanto, sabe-se que os painéis de compensados, concorrentes dos painéis de aglomerado, tem preço superior, na maioria das vezes, ao aglomerado (BNDES 2008).

Segundo Nazar (2007 apud COSTA, 2014), o custo do sistema de fôrmas e escoramentos pode representar cerca de 46% do orçamento dispendido para a etapa de estrutura, Figura 1. Portanto, é indispensável ao construtor, a fim de reduzir custos, utilizar produtos que resultem numa edificação menos onerosa.

Figura 1: Gráfico custo da estrutura de empreendimentos



Fonte: Nazar, 2007

Com base nas informações repassadas, essa pesquisa visa propor e avaliar a possibilidade de utilizarem-se painéis fabricados com resíduos de madeiras, predominantemente de *Pinus Elliottii* e *Eucalyptus Grandis*, oriundos de empresas da região de Criciúma, como fôrma para peças estruturais de concreto. Para tal, produz-se o painel e faz-se a análise do mesmo.

2 MATERIAIS E METODOS

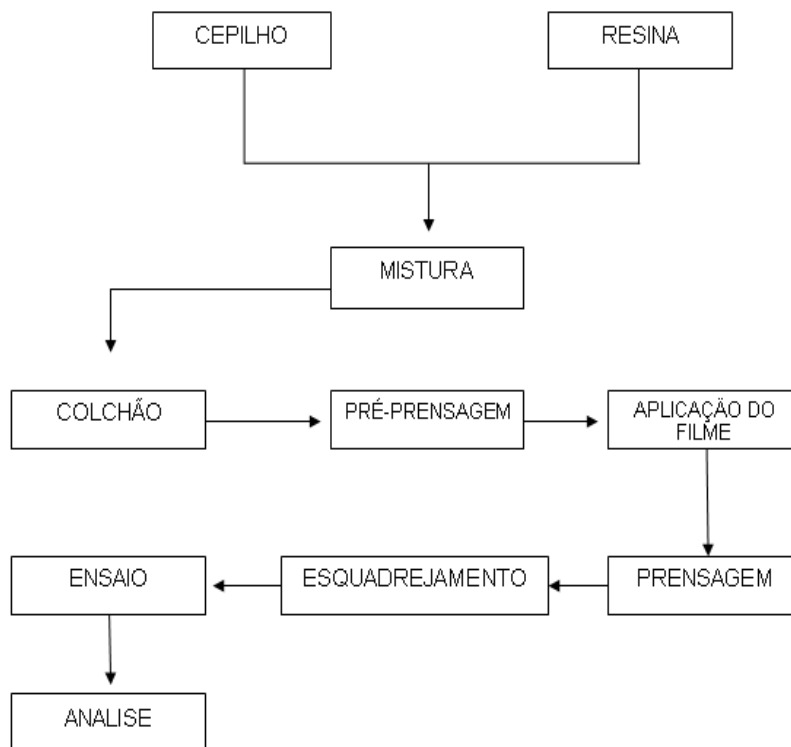
O trabalho realiza-se em quatro etapas. A primeira delas consiste em um estudo bibliográfico, na segunda e terceira etapa desenvolve-se a fabricação dos painéis e a execução dos ensaios, respectivamente. Os ensaios realizados foram: resistência mecânica à tração, inchamento do painel devido à presença de umidade e resistência ao arrancamento do parafuso.

A última etapa refere-se à conclusão do trabalho; após análise de todos os dados obtidos apresentam-se os resultados.

2.1 FABRICAÇÃO DOS PAINÉIS

A chapa é fabricada por prensagem de uma massa de partículas de madeira, comumente denominada na região como “*cepilho*”, juntamente com uma resina aglomerante. Os cepilhos são misturados a essa resina formando um colchão e posteriormente são prensados. Para finalizar, esse painel é revestido por um filme plástico que aderem à placa devido à aplicação de uma segunda prensagem e aumento da temperatura, inserção de calor. A Figura 2 apresenta a sequencia do processo de produção descrito.

Figura 2: Processo de produção painel



Fonte: Do autor (2015)

2.2 MÁTERIA PRIMA

2.2.1 Partículas de Madeira

Para a fabricação dos painéis aglomerados são utilizadas partículas de madeira obtidas do beneficiamento das madeiras de *Pinus Elliottii* e *Eucalyptus Grandis*, produzidos em empresas da região. É importante mencionar que essas partículas não foram reprocessadas, apenas recolhidas do silo.

É aconselhável que essas partículas de madeira estejam, preferencialmente, com teor de umidade entre 5 a 8%. Segundo Bonardi (2014) o teor de umidade da partícula influencia diretamente na qualidade do painel, o excesso de umidade pode provocar a formação de bolhas e assim debilitar a colagem.

Outro ponto importante sobre as partículas refere-se às dimensões das mesmas. É interessante que se tenham partículas com dimensões distintas, para que assim se obtenha uma qualidade superior na compactação desse material. Essa composição origina um melhor preenchimento, menor ocorrência de “vazios”, e,

consequentemente um painel com maiores resistências, principalmente mecânicas. O ideal é que essas partículas tenham dimensões oscilantes de 1 a 12mm. A espessura final do painel de aglomerado também pode ser citada como fator importante, Fagundes (2003) e Albuquerque (2002), afirmam que a propriedade mecânica do aglomerado depende também da espessura do painel.

2.2.2 Resina

A resina tem a função de aglomerar as partículas de madeira entre si, formando assim uma chapa de madeira aglomerada. A resina utilizada nessa pesquisa é a fenol formaldeído, comercialmente conhecida por FF-109, que além de possuir características aglomerantes tem alta resistência à presença de umidade. Essa resina é comumente empregada pelas indústrias de madeiras compensadas e os painéis que a utilizam são classificados para uso exterior. A tabela 1 apresenta as especificações técnicas da FF-109.

Tabela 1: Especificações técnicas da resina FF-109.

ESPECIFICAÇÕES	
Aspecto	Líquido viscoso avermelhado
Viscosidade Bookfield à 25°C, Cps	400 a 600
PH À 25°	9 a 13
Sólidos à 105°C p/ 3 horas - %	52 a 54
Densidade à 25°C – g/l	1,22 a 1,24
Gel-Time a 121°C	6 a 9

Bonardi (2014)

2.2.3 Filme Plastificante

As chapas são revestidas por um filme plastificante contínuo, aplicado sobre as faces. Essa película auxilia na coesão das partículas de madeira, mas principalmente alta resistência à umidade e inchamento, considerando que ela cria uma barreira entre as condições do meio e o interior do painel. Painéis produzidos com inserção do filme plastificante propiciam maiores reutilizações do mesmo, além

de oferecer acabamentos de superfície com maior uniformidade e liso, característica buscada, por exemplo, nos concretos aparentes (BONARDI 2014).

O filme plastificante utilizado trata-se do filme fenólico “Papel Tego Filme”, fabricado com uma gramatura entre 120 g/m² a 130 g/m².

2.3 PRODUÇÃO DOS PAINÉIS

Para facilitar o entendimento e a produção do painel dividiu-se a mesma em seis etapas.

A primeira etapa para a produção dos painéis refere-se à definição da quantidade de partículas, em massa, necessária para a produção dos corpos de prova especificados (15 x 15cm) com a espessura requerida, nesta pesquisa 2cm. Após análise chegou-se a quantidade aproximada de 500g.

A segunda etapa trata-se da determinação da quantidade, em porcentagem, de resina e água que deve ser adicionada aos 500g de partículas. A água deve ser inserida na mistura com o intuito de dissolver o FF-109 e também diminuir seu consumo, para que a produção desse painel possa, futuramente, ser viável economicamente. Essas quantidades foram baseadas, inicialmente, através de catálogos técnicos de indústrias da área e pesquisas científicas similares. Ao final, obteve-se como valor ideal de adição o de 25% de resina FF-109 e 7,5% de água. Esse valor ideal baseia-se na seguinte diretriz preponderante: menor quantidade necessária de resina para que ocorra a embebição de todas as partículas de madeira e assim a não ocorrência da desagregação do painel.

Após essas determinações parte-se para a mistura dos componentes, terceira etapa, que ocorre manualmente. A figura 3 apresenta os materiais e a mistura deles.

Figura 3 – Materiais e mistura: (a) partículas de madeira; (b) resina FF-109; (c) água; (d) mistura.



(a)

(b)

(c)

(d)

Fonte: Do autor (2015)

Depois dos materiais serem devidamente misturados forma-se o “colchão”. O “colchão” é formado no interior de uma fôrma de aço com dimensões de 15x15x15cm, conforme Figura 5. Posteriormente, efetua-se a primeira prensagem desse “colchão”. Essa prensagem ocorre com a aplicação de uma carga de aproximadamente 30t em temperatura ambiente durante 10 minutos.

A próxima etapa para a produção do painel efetua-se com a aplicação do revestimento da placa, obtida na fase anterior, pelo filme plástico. Para a aderência do filme plástico é necessário uma segunda prensagem, agora com carga entre 20 e 30t combinada a uma temperatura de aproximadamente 130°C. A figura 4 demonstra as etapas descritas.

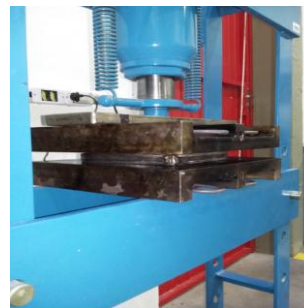
Figura 4 – Produção dos painéis: (a) Prensagem fria, (b) papel tego filme, (c) prensagem quente, (d) placa.



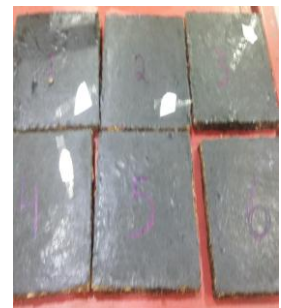
(a)



(b)



(c)



(d)

Fonte: Do autor (2015)

A quinta etapa trata-se dos cuidados que se deve ter com a cura do material obtido. A cura é um processo de endurecimento da resina, formação de ligações rígidas que não são rompidas pela exposição ao calor e umidade, devido às alterações físico-químicas NBR 14810-3 (ABNT, 2013). É durante o período de cura que ocorre o aumento gradativo de coesão das partículas e conseqüentemente o ganho de resistência do painel.

A última etapa é o esquadrejamento e armazenamento dos corpos de prova, que deve ser em condições ambiente. A temperatura ideal desse armazenamento fica em torno de 19 a 23°C e umidade relativa próxima de 65%. Os corpos de prova devem ficar sob essas condições até obterem um teor de umidade de equilíbrio de $14 \pm 2\%$, conforme prescrições de Cadorin (2008).

3 ENSAIOS

Considerando que a pesquisa propõe a utilização do painel como fôrma para estruturas de concreto, define-se como de maior inerência a análise de esforços mecânicos de tração perpendicular, inchamento e arrancamento do parafuso.

É interessante mencionar que o pesquisador sabe também, da importância da avaliação referente ao esforço à flexão, no entanto por impossibilidades técnicas laboratoriais esse ensaio não pôde ser realizado.

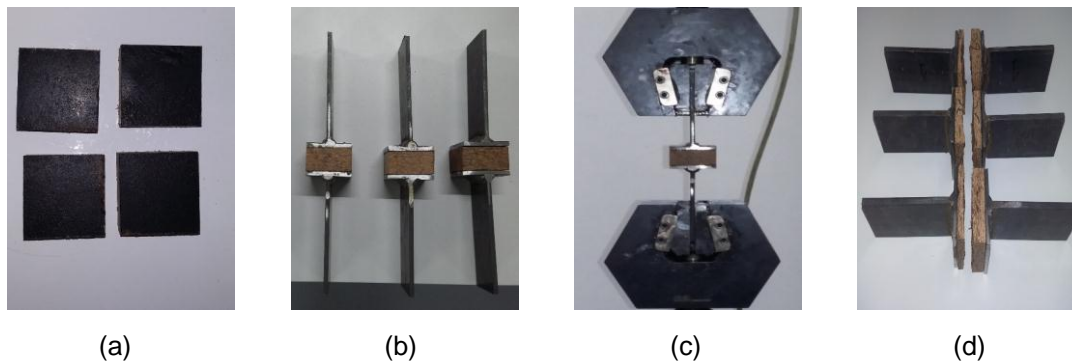
É importante salientar que os ensaios realizados seguem as diretrizes e prescrições da NBR 14810-2 (ABNT, 2013).

3.1 TRAÇÃO PERPENDICULAR AO COMPRIMENTO DO PAÍNEL

Os corpos de prova (CP) confeccionados têm as dimensões 50 x 50mm com espessura de 20mm e deve-se ensaiar pelo menos 10 CP, segundo prescrições da NBR 14810-2 (ABNT, 2013). Este ensaio mede a carga em Mpa aplicada até o momento de ruptura do CP.

A Figura 5 ilustra os momentos da realização dos ensaios para determinação da resistência à tração perpendicular. Os corpos de prova foram fixados nos suportes metálicos utilizando-se cola epóxi.

Figura 5 – Ensaio à tração perpendicular: (a) Corpo de prova, (b) CP fixado no suporte, (c) ensaio, (d) rompimento.

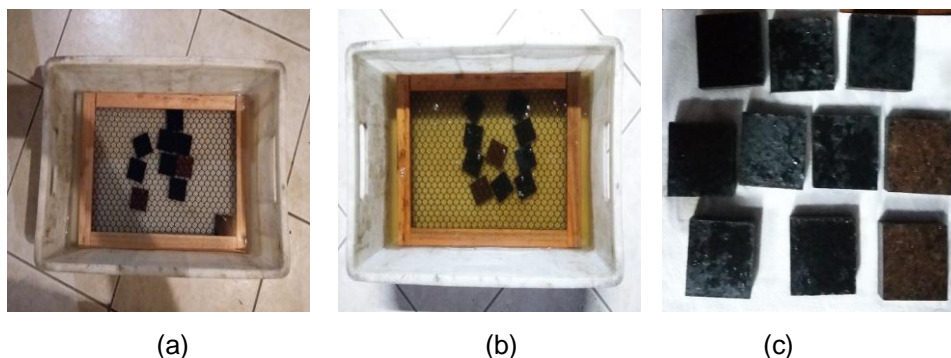


Fonte: Do autor (2015)

3.2 INCHAMENTO

Os corpos de prova confeccionados para o referido ensaio têm as dimensões 50 x 50mm com espessura de 20mm e deve-se ensaiar pelo menos 10 CP. Esse ensaio faz uma análise dimensional das deformações sofrida pelos CP após ficarem submersos em água durante um período de tempo determinado pela NBR 14810-3 (ABNT, 2013). Quanto menores as variações de dimensão sofridas, inchamento, devido o contato com água, mais durável será o painel fabricado e maior o número de reutilizações que se obterá com esse produto. A Figura 6 demonstra a algumas etapas do ensaio.

Figura 6 – Ensaio de inchamento: (a) início do ensaio, (b) final do ensaio, (c) corpo de prova.

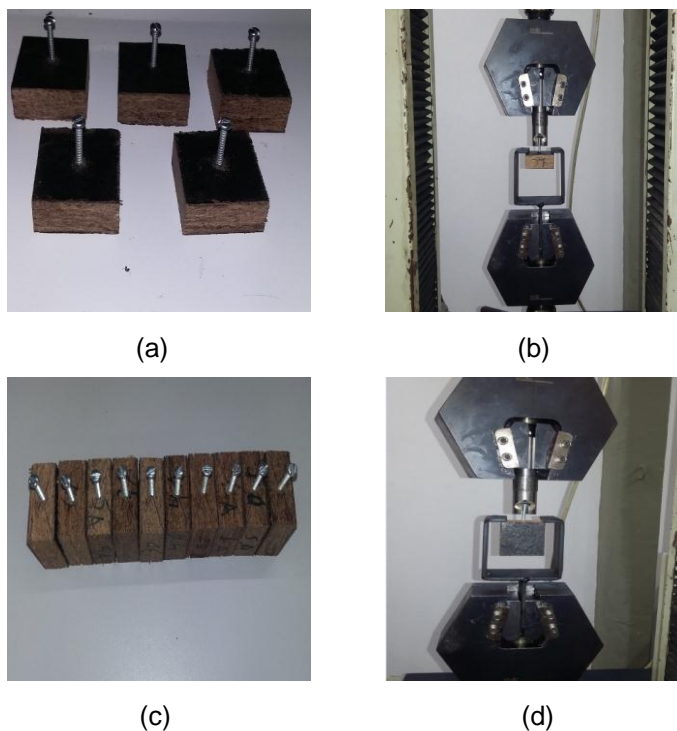


Fonte: Do autor (2015)

3.2 DETERMINAÇÃO DA RESISTÊNCIA AO ARRANCAMENTO DE PARAFUSO

Para o ensaio de arrancamento de parafuso, os corpos de prova (CP) confeccionados têm as dimensões 50 x 50mm com espessura de 20mm e, novamente, deve-se ensaiar pelo menos 10 CP para o arrancamento superficial e 10 CP para o arrancamento de topo. Para tal ensaio, os corpos de prova devem ser perfurados a fim de se acoplar os parafusos. Após, aplicam-se cargas sobre esses parafusos com o intuito de arrancá-los. A carga medida no momento de arrancamento conceitua-se como sendo a resistência de arrancamento do parafuso. O ensaio é realizado na máquina universal e a força para arrancar é expressa em Newtons (N). Algumas imagens acerca a execução do ensaio estão ilustrados na Figura 7.

Figura 7 – Ensaio de determinação da resistência ao arrancamento de parafuso: (a) Parafuso fixado no CP na superfície, (b) ensaio de arrancamento do parafuso na superfície, (c) Parafuso fixado no CP no topo, (d) ensaio de arrancamento do parafuso no topo.



Fonte: Do autor (2015)

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados alcançados devem ser analisados segundo os valores estabelecidos pela norma NBR 14810-2 (ABNT, 2013) para cada um dos ensaios realizados, neste caso: tração perpendicular, inchamento e resistência ao arrancamento.

É importante mencionar que para fins de análise dos ensaios, primeiramente é obrigatório definir-se a utilização prévia do painel, pois a norma especifica valores mínimos e máximos obrigatórios de acordo com o uso desse aglomerado. Conforme já mencionado, o objetivo dessa pesquisa é avaliar a possibilidade de utilização do referido painel aglomerado como fôrma para produção de peças de concreto, portanto analisam-se os resultados obtidos com o painel especificado pela norma “Tipo P5 – Painéis estruturais para uso em condições úmidas”.

A tabela 2 demonstra os resultados alcançados no ensaio de tração perpendicular. A primeira coluna refere-se à codificação adotada para os corpos de prova ensaiados, a segunda aos valores obtidos e a terceira a especificação obrigatória da NBR 14810-2 (ABNT, 2013).

Tabela 2: Valores da resistência à tração perpendicular.

Painéis	Tração perpendicular (MPa)	Valor mínimo (NBR 14810-2/2013) MPa
CP1	0,44	
CP2	0,39	
CP3	0,43	
CP4	0,59	
CP5	0,32	0,40
CP6	0,25	
CP7	0,21	
CP8	0,21	
Média (MPa)	0,28 ± 0,16	

Fonte: Autor (2015)

A média dos resultados obtidos para resistência à tração, conforme visualizado na Tabela 2, são inferiores a especificação mínima prescrita pela NBR 14810-2 (ABNT,

2013). No entanto, com base no desvio padrão elevado percebe-se que alguns CP atenderam ao especificado, fato que demonstra a necessidade de novas análises.

Para o ensaio de inchamento, o painel proposto pela pesquisa sucumbiu às especificações da NBR 14810-2 (ABNT, 2013). A norma prescreve que o inchamento, variações dimensionais do corpo de prova, conforme as condições de umidade definidas para o ensaio não devem ser superior a 10%.

Comparando os dados obtidos, conforme demonstrado na Tabela 3, com o valor prescrito pela NBR 14810-2 (ABNT, 2013) conclui-se que os painéis produzidos com os resíduos de madeira apresentaram bom desempenho para absorção d'água e inchamento em espessura.

Tabela 3: Valores de Inchamento.

Painéis	Inchamento (%)	Valor máximo (NBR 14810-2/13) (%)
CP1	2,44	
CP2	3,40	
CP3	0,00	
CP4	3,43	
CP5	3,41	
CP6	2,44	10,00
CP7	4,43	
CP8	2,38	
CP9	2,49	
CP10	3,96	
Média(%)	2,84 ± 1,22	

Fonte: Autor(2015)

Segundo a NBR 14810-3 (ABNT, 2006), para painéis com espessura de 14 a 20 mm são recomendados valores mínimos de arrancamento de parafuso de superfície e de topo de 1020 N e 800 N, respectivamente. É inerente mencionar que para esse ensaio os valores normalizados foram obtidos na NBR 14810-3 do ano de 2006, pois a NBR 14810 do ano de 2013 não apresenta especificações quantitativas para o mesmo. Ela apenas menciona que esse ensaio deve ser realizado a fim de complementações de estudos acerca um painel aglomerado.

Nos ensaios de arrancamento de parafuso na superfície e no topo do corpo de prova, para painéis confeccionados, foram determinados valores médios para

painéis com espessura média de 20 mm de 1106 N e 1235,8 N, respectivamente. Com isso, pode-se afirmar que as placas confeccionadas resistem bem ao arrancamento de parafuso. Os dados obtidos e comparativos com a Norma NBR 14810-3 (ABNT, 2006) estão apresentados na Tabela 4.

Tabela 4: Valores arrancamento de parafuso na superfície e topo.

Painéis	Superfície(N)	Valor mínimo superfície (NBR 14810-3/06) N	Painéis	Topo(N)	Valor mínimo topo (NBR 14810-3/06) N
CP1	972	1020	CP1	1052	800
CP2	1007		CP2	893	
CP3	852		CP3	982	
CP4	1030		CP4	1077	
CP5	1232		CP5	1511	
CP6	1163		CP6	1609	
CP7	1315		CP7	1274	
CP8	1220		CP8	1144	
CP9	1381		CP9	1685	
CP10	890		CP10	1131	
média	1106 ± 181,40			1235,8 ± 274,59	

Fonte: Autor(2015)

5 CONCLUSÃO

Essa pesquisa propôs avaliar a possibilidade de utilizarem-se painéis fabricados com resíduos de madeiras como fôrma para peças estruturais de concreto. Para tal, analisa-se o desempenho do painel em relação ao esforço de tração, comportamento frente à presença de umidade e resistência das ligações.

Acerca o ensaio de inchamento e arrancamento do parafuso, observa-se que os valores atingidos foram acima do mínimo especificado pela Norma NBR 14810-2 (ABNT, 2013), portanto os painéis podem ser considerados aptos ao objetivo proposto.

Entretanto, para a análise de tração perpendicular, percebe-se que os resultados demonstraram a necessidade de novos estudos, considerando que a resistência exigida ora foi alcançada, ora foi inferior. Acredita-se que para se obter resistências maiores, devem-se alterar alguns pontos, tais como: aumentar a porcentagem de

resina, ampliar o tempo de prensagem e/ou a carga da prensa, por exemplo. O intuito de modificar essas variáveis é melhorar o processo de fabricação e assim confeccionar painéis mais homogêneos e resistentes.

Ao final, conclui-se que há necessidade de se definir novos experimentos. Recomenda-se, ainda, um estudo mais aprofundado que possa abordar o comportamento do painel em relação ao ensaio de flexão.

6 REFERÊNCIAS

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 14810-2: **Painéis de partículas de média densidade Parte 2: Requisitos e métodos de ensaio.** Rio de Janeiro, 2013.

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 14810-3: **Chapas de madeira aglomerada parte 3: requisito.** Rio de Janeiro, 2006.

ALBUQUERQUE, C.E.Carlos. **Interações de variáveis no ciclo de prensagem de aglomerados.** 2002. 175 p. Tese (Doutorado em ciências florestais) Curso de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, Univ. Federal do Paraná, Curitiba.

BANCO NACIONAL DO DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E SOCIAL – BNDES. **Painéis de madeira no Brasil: panorama e perspectivas. BNDES Setorial.** Rio de Janeiro, n. 27, p.121-156, mar. 2008.

BRITO, Edvã Oliveira. **Produção de chapas de partículas de madeira a partir de maravalhas de Piau *elliottii* Engelm. Var. *elliottii* plantado no sul do Brasil.** P.138. Tese (Doutorado) - Curso de Pós- Graduação em Engenharia Florestal, Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 1995.

BONARDI, Ind. Química. Produto: cola quimocol ff 109. **BOLETIM TÉCNICO COLA QUIMOCOL FF 109,** Colombo, PR, p. 01- 06.

CADORIN, Vilson. **Análise da viabilidade de utilização de resíduos de madeira na produção de painéis de madeira aglomerada.** 2008. 46 p. TCC (Engenharia civil) Univ. do extremo sul catarinense – UNESC, Criciúma.

CAMILLO, D.G. Maiara. **Análise da utilização de chapas e placas industrializadas nas vedações verticais em construções residenciais na Região Sul do Brasil.** 2010. 126p. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) – Univ. Federal de Santa Catarina. Florianópolis.

COSTA, Carlyne Pomi Diniz. **FORMAS PARA CONSTRUÇÃO CIVIL E SUAS APLICAÇÕES.**2014. 98 f. Monografia (Especialização em construção civil) - Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.

DACOSTA, Lourdes Patrícia Elias. **UTILIZAÇÃO DE RESÍDUOS DO PROCESSAMENTO MECÂNICO DA MADEIRA PARA A FABRICAÇÃO DE CHAPAS DE PARTÍCULAS AGLOMERADAS**. 2004. P.102. Dissertação (Mestrado) - Curso de Programa de Pós-graduação em Engenharia Florestal, Centro de Ciências Rurais, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria / RS - Brasil, 2004.

EUROCODE COMMITTEE FOR STANDARDIZATION. **EUROCODE 5: Desing of timber structures – parte 1 – 1: general rules and rules for buildings**. Brussels: CEN, 2004.

FAGUNDES, H.A.V. **Diagnóstico da produção de madeira serrada e geração de resíduos do processamento de madeira de florestas plantadas no Rio Grande do Sul**. 2003. 180p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

KOCH, R. Marciano. **Gestão de resíduos sólidos de uma indústria de aglomerados e moveleira- Um olhar para sustentabilidade**. 2012. 126p. Dissertação (Mestrado em ambiente e desenvolvimento) Curso de Pós-graduação em Ambiente e Desenvolvimento, C. Univ. Univates, Lajeado (RS).

MARTINS, João Guerra; VIEIRA, António. **Materiais de Construção Derivados da madeira**. 2004. P. 153. Monografia - Curso de Engenharia Civil, Universidade Fernando Pessoa, Portugal, 2004.

PEDRAZZI, Cristiane. HASELEIN, R. Clovis. SANTINI, J.Élio. SCHNEIDER, Renato. **QUALIDADE DE CHAPAS DE PARTÍCULAS DE MADEIRA AGLOMERADA FABRICADAS COM RESÍDUOS DE UMA INDÚSTRIA DE CELULOSE**. Santa Maria, v.16, n.2, p. 201-212.

PINHEIRO, Cleverson. **Estudo da variabilidade espacial na caracterização física de chapas de madeira compensada de Eucalyptus sp, coladas com adesivo poliuretano monocomponente**. 2008. 62 p. TCC (Engenharia industrial madeireira) Campus Experimental de Itapeva-Universidade Estadual Paulista “Júlio de mesquita filho”, Itapeva.

SINDIMAD, Sindicato das indústrias de móveis de madeira, serrarias, carpintarias, marcenarias, tanoarias, madeiras compensadas e laminadas, aglomerados e chapas de fibras de madeiras de criciúma. Disponível em: <<http://www.sindimadeiracriciuma.com.br/index.php/o-setor>>. Acesso em: 07 de setembro de 2014.