



II ENCONTRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA

COMPÓSITOS CIMENTÍCIOS PRODUZIDOS COM RESÍDUOS DA INDÚSTRIA MADEIREIRA DE PORTO VELHO

*Umberto Gonçalves Ribeiro¹
Raimundo Pereira de Vasconcelos²*

1. INTRODUÇÃO

No Brasil tem sido verificada uma produção anual na indústria madeireira alcançando mais de 22 milhões de metros cúbicos em 2008 (DE LIMA *et al*, 2010). A tecnologia e engenharia na utilização da matéria-prima da indústria madeireira é considerada precária e gera grande quantidade de resíduos (RONQUIM *et al*, 2014), podendo chegar a 69% de subprodutos (madeira de baixa qualidade, refugos) e, agravando mais a situação, o desuso pode chegar a 51% (MARCHESAN, 2012).

Porém, diante do apelo atual por soluções de sustentabilidade e proteção ambiental, torna-se inadequado o descarte em aterros ou simplesmente a queima dos resíduos. Isto requer alternativas de utilização, por exemplo, a fabricação de elementos pré-moldados (em razão das propriedades do material leve, isolante termo-acústico, etc), como já se utiliza o EPS, a borracha, argila expandida, entre outros (GARCEZ *et al*, 2014).

Este estudo tem a pretensão de avaliar os materiais disponíveis na região de Porto Velho, quais sejam agregados miúdos, resíduos da indústria madeireira e cimento Portland CP IV – 32; avaliar também o compósito cimento-madeira fabricado com os materiais citados, visando esclarecer os índices de desempenho quanto aos objetivos geral e específicos, para recomendar sua aplicação como material de construção com potencial utilização na construção civil local.

O objetivo geral pretende estudar algumas propriedades físicas e mecânicas de compósitos cimentícios produzidos com resíduos da indústria madeireira da região de Porto Velho com a finalidade de aplicação na indústria da construção civil como material de acabamento e isolante termoacústico.

Dentre os objetivos específicos estão caracterizar fisicamente os resíduos madeireiros coletados, conforme os aspectos mais relevantes para a aplicação sugerida; caracterizar fisicamente o agregado miúdo (areia) comercialmente disponível e coletado, conforme os aspectos mais relevantes para a aplicação sugerida, a ser utilizado no compósito; especificar a matriz cimentícia adequada e disponível para produção do compósito; e avaliar algumas propriedades físicas e mecânicas do compósito produzido com adição dos resíduos em

¹ Mestrando em Engenharia Civil pela Universidade Federal do Amazonas-UFAM/Faculdade de Rondônia – FARO – 2014.1

² Professor Dr., Orientador da Universidade Federal do Amazonas – 2014.1

diferentes percentuais, em substituição às frações parciais do agregado miúdo, conforme os aspectos mais relevantes para a aplicação sugerida.

2. METODOLOGIA

Após coletados (Latitude 8°48'9.64"S Longitude 63°44'24.97"O), os resíduos foram deixados ao ar por 24h, em local coberto, em temperatura e umidade natural. Logo após, foram separados 3 kg desses resíduos e acondicionados em balde plástico com tampa para que não voltassem a absorver umidade e encaminhado ao laboratório de solos da Faculdade de Rondônia – FARO para análise.

Dos resíduos encaminhados para análise em laboratório foi procedida à análise granulométrica (NBR 7217:1987 e NBR 7211:2009).

O peneiramento foi realizado fracionando-se a massa de amostra inicial (amostra 1) de 500 g em três porções de aproximadamente mesmo volume e procedendo-se ao peneiramento através de agitador mecânico por 3 minutos e, em seguida finalizando-se com uma agitação manual do conjunto por mais 60 segundos. Depois de classificadas e registradas as massas parciais em cada peneira, repetiu-se todo o procedimento com a amostra 2.

O agregado miúdo (areia) foi selecionado e coletado na origem (Figura 2), em um dos atuais fornecedores do material para a região (Latitude 08°49'45.8"S Longitude 063°44'32.9"O).

O material coletado foi em quantidade de, aproximadamente, 50 kg e deste total, cerca de 10 kg foi encaminhado para o laboratório de solos da FARO para análise. Foram particionadas duas amostras com massa de 500g cada e procedida a análise granulométrica (NBR 7217:1987 e NBR 7211:2009). Além da granulometria foram verificadas as características DMC (Dimensão Máxima Característica), módulo de finura e teor de umidade do agregado miúdo.

O Cimento Portland Pozolânico CP IV – 32 foi escolhido, em princípio pela sua disponibilidade no comércio local, mas também pela presença de um alto teor de material pozolânico na composição (acima de 14%, podendo chegar a 50%) do clínquer, o qual em reação com o hidróxido de cálcio, em presença de água, diminui a capilaridade e permeabilidade do concreto, diminui a porosidade, aumentando a durabilidade e resistência à compressão (ABCP, 2002).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Da análise granulométrica dos resíduos foram encontrados os índices conforme Tabela 1, a partir de duas amostras com massa de testes de 500g cada.

Os resíduos caracterizados (Figura 1) possuem densidade aparente média de 0,20 g/cm³ em duas amostras (Tabela 2), com compactação manual da partícula entre 1,18 mm e 0,6 mm. Isto sugere que sua adição ao compósito cimento-madeira, em substituição parcial ao agregado miúdo, retorne um produto com densidade menor que a mistura convencional de cimento e areia.



Figura 1 – resíduo selecionado
Fonte: Imagem produzida pelo autor (2015)

PENEIRA (mm)	MASSA RETIDA(g)		AMOSTRA 1		AMOSTRA 2		MÉDIA	
	AMOSTRA 1	AMOSTRA 2	% RETIDA	% ACUM.	% RETIDA	% ACUM.	% RETIDA	% ACUM.
COLUNA	A	B	C	D	E	F	G	H
19	10,2	13,7	2,1	2,1	2,8	2,8	2,40	2,40
9,5	77,8	61,4	15,6	17,7	12,3	15,1	13,99	16,39
6,3	77,1	76,8	15,5	33,2	15,4	30,5	15,47	31,86
4,75	42,6	52,2	8,6	41,7	10,5	41,0	9,53	41,39
2	162,7	159,1	32,7	74,5	32,0	73,0	32,34	73,74
1,18	53,9	60	10,8	85,3	12,1	85,1	11,45	85,18
0,6 (30)	39,9	41	8,0	93,3	8,2	93,3	8,13	93,32
0,4(40)	8,6	8,2	1,7	95,0	1,6	95,0	1,69	95,00
<0,4(40)								
FUNDO	24,7	25	5,0	100,0	5,0	100,0	5,00	100,00
TOTAIS	497,5	497,4	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

Tabela 1 – granulometria dos resíduos
Fonte: Dados produzidos pelo autor (2015)

Neste trabalho, para seleção experimental da faixa granulométrica do resíduo, analisamos as escolhas de outros pesquisadores com melhor desempenho, como: RONQUIN (2014) que obteve os melhores resultados com os resíduos na faixa de 0,8 mm até 2,0 mm; LATORRACA (2000) utilizou com sucesso os tamanhos de grãos entre 0,6 mm e 1,0 mm; e MATOSKI (2013) utilizou os resíduos com dimensões variando entre 0,08 mm e 2,4 mm. Assim, pretende-se experimentar a faixa de partículas passantes na peneira 1,18 mm e retidas na peneira 0,6 mm.

VOLUME DO RECIPIENTE	85,25 cm ³
PESO 1	15,98 g
PESO 2	17,27 g
MÉDIA	16,625 g
DENSIDADE	0,20 g/cm³

Tabela 2 – Densidade aparente dos resíduos.
Fonte: Dados produzidos pelo autor (2015).

Após a avaliação granulométrica da areia (Tabela 3) se verificaram a DMC (Dimensão Máxima Característica) e o módulo de finura, podendo ser o agregado classificado como “miúdo” com uma graduação média (NBR 7214:1982). O módulo de finura está dentro da faixa ótima (NBR 7211:2009) para utilização no compósito objeto deste estudo (Tabela 4).

PENEIRA (mm)	MASSA RETIDA(g)		AMOSTRA 1		AMOSTRA 2		MÉDIA	
	AMOSTR A 1	AMOSTR A 2	% RETID A	% ACUM .	% RETID A	% ACUM .	% RETID A	% ACUM .
COLUNA	A	B	C	D	E	F	G	H
6,3	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
4,8	7,20	2,40	1,44	1,44	0,48	0,48	0,96	0,96
2	50,20	45,70	10,06	11,51	9,15	9,64	9,61	10,57
1,18	83,20	77,60	16,68	28,18	15,54	25,18	16,11	26,68
0,6 (30)	195,80	127,00	39,25	67,43	25,44	50,62	32,34	59,02
0,4(40)	64,00	85,80	12,83	80,26	17,19	67,81	15,01	74,03
<0,4(40) FUNDO	98,50	160,70	19,74	100,00	32,19	100,00	25,97	100,00
SOMA	498,90	499,20	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

Tabela 3 – granulometria da areia
Fonte: Dados produzidos pelo autor (2015)

DIMENSÃO MÁXIMA CARACTERÍSTICA (mm)	Classificação	Zona/Graduação		MÓDULO DE FINURA	
		Amostra 1	67,43	Amostra 1	2,89
4,80	Miúdo	Amostra 2	50,62	Amostra 2	2,54
		Média	59,02		2,71

Tabela 4 – DMC e Módulo de finura da areia
Fonte: Dados produzidos pelo autor (2015)

Com a caracterização do cimento Portland CP IV – 32 encontrou-se um grau de finura de 6,7 %, dentro das exigências limítrofes da NBR 5736:1991.

O tempo de início de pega deu-se num intervalo de 170 minutos (2h 50min); o tempo de fim de pega observou-se num tempo de 380 minutos (6h 20min), ambos os tempos estando em conformidade com os parâmetros estabelecidos pela NBR 5736:1991.

4. CONCLUSÕES

As matérias primas estão disponíveis em âmbito regional.

Os resíduos são subutilizados por inexistência de tecnologia adequada ao seu total aproveitamento, sendo, em parte, descartado de maneira inadequada.

Diante das características encontradas nos materiais, os resíduos podem ser aproveitados na produção de compósitos cimentícios, adequando-se o seu teor percentual em participação na mistura.

Então, sugere-se adotar neste estudo as partículas com dimensão entre 1,18 e 0,6 (mm) e substituir o agregado miúdo em frações, relativas à sua massa, em 0%, 2.5%, 5.0% e 7.5%.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CIMENTO PORTLAND (ABCP). **Boletim Técnico BT-106/2002**. Guia básico de utilização do cimento Portland. 7. ed. 28p. (BT-106). São Paulo, 2002.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5736:1991**.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 7211:2009**.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 7214:1982**.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 7217:1987**.

DE LIMA, A. J. M. *et al.* Utilização de resíduos do desdobro de toras de *Pinus* spp, sílica ativa e cinza de casca de arroz em compósito cimento-madeira. **Scientia Forestalis**, v. 38, n. 87, p. 459-469, 2010.

GARCEZ, Mônica Regina; SANTOS, Thiara; GATTO, Darci Alberto. Avaliação das propriedades físicas e mecânicas de concretos pré-moldados com adição de serragem em substituição ao agregado miúdo. **Ciência & Engenharia**, v. 22, n. 2, p. p. 95-104, 2014.

LATORRACA, João Vicente de Figueiredo. ***Eucalyptus spp.* na produção de painéis de cimento-madeira.** 2000. Universidade Federal do Paraná, Setor de Ciências Agrárias.

MARCHESAN, Raquel. **Rendimento E Qualidade De Madeira Serrada De Três Espécies Tropicais.** 2012. 94 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba. 2012.

MATOSKI, Adalberto et al. **Influence of accelerating admixtures in wood-cement panels: characteristics and properties.** Acta Scientiarum. Technology, Maringá, v. 35, n. 4, p. 655-660, 2013. Disponível em: <
<http://periodicos.uem.br/ojs/index.php/ActaSciTechnol/article/viewFile/11261/pdf>>. Acesso em: 10 set. 2015.

RONQUIM, Renato Marini *et al.* Physical and Mechanical Properties of Wood-Cement Composite with Lignocellulosic Grading Waste Variation. **International Journal of Composite Materials**, v. 4, n. 2, 2014. Disponível em: <
<http://article.sapub.org/10.5923.j.cmaterials.20140402.05.html>>. Acesso em: 10 set. 2015.