

## **GESSO RECICLADO: ANÁLISE DA VIABILIDADE DE SUA APLICAÇÃO EM PAINÉIS DE RESVESTIMENTO DECORATIVO 3D**

JESIMIEL PINHEIRO CAVALCANTE<sup>1\*</sup>, ELIEDSON RAFAEL DE CARVALHO<sup>2</sup>,  
LUCAS WILLIAN AGUIAR MATTIAS<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Prof. Engenharia Civil, IFAL, Palmeira dos Índios-AL, jesimiel.pinheiro@ifalpalmeira.edu.br

<sup>2</sup>Graduando em Engenharia Civil, IFAL, Palmeira dos Índios-AL, eliedsonrc@gmail.com

<sup>3</sup>Graduando em Engenharia Civil, IFAL, Palmeira dos Índios-AL, lucaswmattias@bol.com.br

Apresentado no

Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia – CONTECC'2017  
8 a 11 de agosto de 2017 – Belém-PA, Brasil

**RESUMO:** Este artigo tem como objetivo analisar o comportamento de painéis de revestimento decorativo 3D com aplicação de gesso reciclado, ressaltando os impactos ambientais e econômicos. As placas 3D são feitas a partir da mistura de água, cimento, areia e gesso. O procedimento para obtenção do gesso reciclado utilizado na pesquisa se deu por meio da coleta de resíduos em construções e, em seguida, moagem manual do material coletado. Tendo como base o traço padrão de mercado, foram propostos duas composições alternativas com substituição parcial e total do gesso comercial pelo reciclado. Foram produzidos 2 corpos de prova para cada composição, incluindo a padrão para fins comparativos, com intuito de realizar testes de desempenho técnico-funcional, análise de viabilidade econômica e impacto ambiental. Foram realizados testes de absorção de água e densidade de acordo com as recomendações da Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT. Os resultados foram positivos para as duas composições alternativas. Ambas tiveram um índice de absorção de água cerca de 9% menor que a convencional. Além disso, os traços propostos podem representar uma economia de até 38% em relação ao padrão. No quesito impacto ambiental, na produção de 1 m<sup>3</sup> de uma das argamassas propostas, é possível se reduzir até 1 tonelada de emissões de CO<sub>2</sub> na atmosfera.

**PALAVRAS-CHAVE:** Resíduos da construção; Gesso reciclado; Painéis de revestimento 3D.

### **RECYCLED GYPSUM: FEASIBILITY ANALYSIS OF ITS APPLICATION IN 3D DECORATIVE WALL COVERING PANELS**

**ABSTRACT:** This article aims to analyze the behavior of 3D decorative wall covering panels with the application of recycled gypsum, highlighting the environmental and economic impacts. 3D plates are made from the mixture of water, cement, sand and gypsum. The procedure for obtaining the recycled gypsum used in the research was done through the collection of residues in constructions and then manual trituration of the collected material. Based on the market standard, two alternative compositions were proposed with partial and total replacement of the commercial gypsum by the recycled gypsum. Two samples were produced for each composition, including the standard for comparative purposes, to perform technical-functional performance tests, economic viability analysis and environmental impact. Water absorption and density tests were performed according to the recommendations of the Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT (Brazilian Association of Technical Standards). The results were positive for the two alternative compositions. Both had a water absorption index of 9% less than the conventional. In addition, the proposed compositions can represent an economy of up to 38% in relation to the standard. In terms of environmental impact, in the production of 1 m<sup>3</sup> of one of the proposed mortars, it is possible to reduce up to 1 ton of CO<sub>2</sub> emissions into the atmosphere.

**KEYWORDS:** Construction residue; Recycled gypsum; 3D wall covering panels.

### **INTRODUÇÃO**

De acordo com Ministério do Meio Ambiente (BRASIL, 2016), o setor da construção civil, além de ser um grande consumidor dos recursos naturais e energia, é um dos setores que mais gera resíduos sólidos nas cidades. Em 2012, o Brasil coletou mais de 35 milhões de toneladas de resíduos da construção, que representa cerca de 55% do total de resíduos sólidos urbanos (Nagalli, 2014). Os Resíduos da Construção Civil – RCC, ou Resíduos da Construção e Demolição – RCD são geralmente compostos por restos de tijolos, materiais cimentícios, areia e metal; e podem chegar até a somar mais

que 30% de todo o material utilizado em obras. Assim, evidencia-se a importância de reciclar ou reutilizar alguns desses resíduos.

Dentre os vários materiais que compõem os RCD, são encontrados alguns cuja reutilização é econômica e ecologicamente viável, tendo o gesso como um bom exemplo. O gesso de construção é termo genérico para uma família de aglomerantes que podem ser produzidos pela calcinação da gipsita natural em temperaturas variando entre 100 °C e 180 °C, aceitando um total de impurezas com um limite máximo de 6% (Bauer, 2000).

Os resíduos do gesso utilizado na construção civil quando dispostos de maneira inadequada podem ocasionar na liberação de gás sulfídrico (H<sub>2</sub>S) contribuindo para contaminação do solo e do lençol freático a depender da região (Zanta; Cartaxo; Freitas, 2013).

O gesso possui características e propriedades que proporcionam ao material um grande potencial de reciclagem e reutilização. No entanto, o Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA (BRASIL, 2002), considerava o resíduo do gesso um resíduo de classe C, sem tecnologia viável para reciclagem e somente em 2011, através da redação dada pela Resolução 431 (BRASIL, 2011), é que ele foi transferido para Classe B, que são os resíduos recicláveis para outras destinações, tais como plástico, metais. Os processos de reciclagem do resíduo do gesso podem ser executados de maneira simples através de etapas de moagem e/ou de moagem associada à calcinação, levando em consideração a gestão adequada dos resíduos com intuito de reduzir a contaminação e remover as impurezas (Melo, 2012).

Alguns países pelo mundo já vêm praticando a reciclagem do gesso há anos e possuem até empresas especializadas, como é o caso da Gypsum Recycling International, que atua em 9 países. Em seu folheto virtual, essa empresa mostra como é o seu processo de reciclagem de placas de gesso cartonado em escala industrial, e traz alguns benefícios que a prática proporciona, como o fato de que cada tonelada de gesso reciclada representa 200 kg a menos de emissão CO<sub>2</sub> na atmosfera (Gypsum Recycling International, 2016).

Segundo Pinheiro (2011) cerca de 60% da extração anual de gipsita no país é diretamente utilizada no consumo do gesso para o emprego na construção. Por possuir características aglomerantes, o gesso é aplicado em diversas formas na construção civil, tais como revestimentos, forros, chapas de gesso cartonados e componentes pré-moldados. Outra aplicação que vem ganhando espaço no mercado são as placas de revestimento decorativo, uma mistura de cimento, areia e gesso (em maior proporção, e podem ser utilizadas em ambientes externos e internos).

Por falta de padrões normatizados para esse tipo de revestimento, o estudo de viabilidade técnica dos painéis de revestimento decorativo 3D com adição de gesso reciclado foi conduzido de forma comparativa, usando uma placa 3D de mercado como o padrão das análises e os critérios estabelecidos foram: estética, estanqueidade, conforto térmico e conforto acústico.

O presente trabalho tem como foco analisar a viabilidade da aplicação de gesso reciclado na fabricação de painéis de revestimento decorativo 3D, através de um estudo comparativo entre argamassa proposta e uma padrão comercial, destacando ainda os possíveis impactos econômicos e ambientais.

## **MATERIAIS E MÉTODOS**

Visando a confecção de placas de revestimento decorativo com introdução de gesso reutilizado em sua composição, foram estabelecidos procedimentos para coleta, reciclagem e aplicação do resíduo.

### **PROCEDIMENTOS**

**Coleta:** A coleta foi realizada no Município de Palmeira dos Índios/AL em obras residências, sendo o resíduo separado pelos construtores e armazenado em sacos, e esses foram transportados para o Laboratório de Materiais de Construção do Instituto Federal de Alagoas.

**Reciclagem:** A reciclagem do gesso caracteriza-se pela calcinação do pó de resíduo de gesso em fornos com temperatura controlada. Porém, tal procedimento necessita de maior grau de investimento e técnicas produtivas, fugindo do escopo do trabalho, que propôs apenas reutilizar o gesso. Para a reutilização do gesso foi necessária sua moagem manualmente e posterior peneiramento, a fim de se obter um pó menor que 0,42 mm.

**Aplicação:** Para a aplicação do resíduo de gesso na fabricação de placas de revestimento decorativo 3D, propôs-se dois traços alternativos que substituíam o gesso comercial ou cimento, ou ambos simultaneamente. Produziu-se também um traço padrão para servir de comparativo, conforme Tabela 01.

**Tabela 01** – Traços elaborados para o estudo e fabricação das peças

Traço	Gesso Comercial	Gesso Reciclado	Cimento	Areia	Água
01	0	1	0,8	0,2	1
02	0,7	0,6	0,5	0,2	1
Padrão	1	0	0,8	0,2	1

Foram realizados ensaios comparativos entre os traços propostos e o padrão, que geralmente é o utilizado pela indústria de produção, com intuito de se obter resultados similares ou superiores para que os novos traços sejam apresentados como produtos tecnicamente aceitáveis pelo mercado.

Foi realizado o ensaio de absorção de água conforme a NBR 9778:2005 – Argamassa e concreto endurecidos - Determinação da absorção de água, índice de vazios e massa específica.

A massa unitária foi determinada aferindo-se a massa das peças em balança eletrônica de precisão de 0,1g, e volumes em balde graduado de submersão.

## MATERIAIS

**Gesso Comercial:** O gesso comercial utilizado nesta pesquisa é classificado como gesso grosso para fundição, conforme NBR 13207:1994. O gesso adquirido apresentou início de pega com 5 minutos e fim de pega com 15 minutos, conforme NBR 12128:1991, e tendo um módulo de finura de 2,62, conforme NBR 12127:1991.

**Gesso Reciclado:** O gesso proveniente de reutilização de resíduo, classificado pelo NBR 13207:1994, é gesso grosso para revestimento, já que não existem normas para o gesso reciclado. Seu início e fim de pega ficaram retardados ao gesso convencional, iniciando com 8 horas e terminando a pega com 24 horas. O módulo de finura obtido foi de 2,98.

**Cimento:** Utilizou-se cimento do tipo CP II – Z 32. Esse tipo de cimento gera calor em velocidade menor que o comum, sendo recomendado para obras onde a capacidade de resfriamento seja comprometida.

**Areia:** Utilizou-se areia fina para a produção da argamassa, sendo peneirada para utilização de granulometria inferior à 0,6 mm.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

As amostras foram moldadas conforme os traços propostos, com os quais foram realizados ensaios de absorção de água e massa unitária. O resultado das peças pode ser conferido pela Figura 1. Os tempos para desmoldes estão presentes na Tabela 02.

**Figura 01** – Peças produzidas



**Tabela 02** – Tempo de desmolde dos traços

Traço	Tempo de desmolde
Padrão	15 minutos
01	3 horas
02	2 horas

Pode-se calcular pela Eq. 01 a massa unitária das amostras e listá-las por meio da Tabela 03, os traços apresentados se adequaram à faixa de variação de massa unitária, inferior à 10%.

$$\mu = \frac{\text{Massa}}{\text{Volume}} \quad \text{Eq. 01}$$

**Tabela 03** – Resultado do ensaio de massa unitária

Traço	Peso (g)	Volume (L)	Densidade (g/L)	Variação
Padrão	785,30	0,54	1.465,11	0%
01	436,80	0,29	1.506,21	3%
02	461,80	0,29	1.592,41	9%

Ao avaliar a absorção de água, percebe-se que os traços propostos apresentaram desempenho superior ao traço padrão. A absorção de água é calculada através da Eq. 02 e os resultados estão contidos na Tabela 04.

$$AA = \frac{M_{umida} - M_{seca}}{M_{seca}} * 100\% \quad \text{Eq. 02}$$

**Tabela 04** – Resultado do ensaio de absorção de água

Traço	Amostra	Massa seca	Massa Úmida	Absorção de água (%)	Absorção média (%)
Padrão	a	785,3	898,2	14,38%	13,75%
	b	809,8	916,1	13,13%	
01	a	436,8	457,3	4,69%	4,63%
	b	442,4	462,6	4,57%	
02	a	461,8	484,2	4,85%	4,87%
	b	453,9	476,1	4,89%	

Recomenda-se que para o traço proposto seja considerado tecnicamente viável um resultado similar ou superior ao traço padrão, visto a inexistência de norma técnica para revestimentos decorativos.

São exigidas 04 propriedades básicas para revestimentos decorativos: estética, estanqueidade, conforto térmico e conforto acústico. Neste trabalho foram abordadas as duas primeiras propriedades. Como resultado dos ensaios realizados e da análise visual, verificou-se a viabilidade técnica dos dois traços propostos.

Em análise à viabilidade econômica das peças, estimou-se os custos por metro cúbico de argamassa e de pó de gesso reciclado, conforme custos do SINAPI de setembro de 2016. Os dados foram levantados considerando a produção em grande escala. Considerou-se uma distância de coleta inferior à 5 Km e 3 horas de servente para classificar, triturar e peneirar 1 metro cúbico de pó de gesso reciclado. As composições elaboradas estão presentes na Tabela 05.

**Tabela 05** – Composição de custos da produção de 1 m<sup>3</sup> de gesso reciclado (pó de gesso)

CODIGO SINAPI	GESSO RECICLADO	m3	QUAN	VALOR	TOTAL
72897	CARGA MANUAL DE ENTULHO EM CAMINHAO BASCULANTE 6 M3	m3	1,00	15,49	15,49
72899	TRANSPORTE DE ENTULHO COM CAMINHÃO BASCULANTE 6 M3, RODOVIA PAVIMENTADA, DMT ATE 0,5 KM	m3	1,00	4,14	4,14
6111	SERVENTE COM ENCARGOS SOCIAIS	H	3,00	7,75	23,25
COMPOSIÇÃO	ALUGUEL DE TRITURADOR	H	1,00	0,99	0,99
	SUBTOTAL				43,87
	TOTAL (BDI 25%)				54,84

Por meio da Tabela 06 pode-se verificar o custo por metro cúbico de argamassa dos traços propostos. Percebe-se que todos tiveram economia em relação ao traço padrão, com valores de economia chegando à 38%.

Também pela Tabela 06 pode-se verificar a redução de emissão de CO<sub>2</sub> por metro cúbico de argamassa fabricada, variando de 500 a 1050 Kg de redução nos traços. Para cada tonelada de gesso reciclado emite-se 200 Kg a menos que a convencional, já a cada tonelada de cimento reduzido, cerca de mesma massa de CO<sub>2</sub> deixam de ser emitidos.

**Tabela 06** – Análise da viabilidade financeira e ambiental dos traços propostos.

Traço	Valor	Economia	Redução de emissão de CO <sub>2</sub>
01	1.033,25	38,62%	500 Kg
02	1.188,25	29,41%	1050 Kg
PADRÃO	1.683,25	0,00%	0 Kg

## CONCLUSÃO

Visto a análise técnica e econômica realizada, propõe-se à indústria de produção de placas de revestimento decorativo duas novas composições com introdução de gesso reciclado, reduzindo o consumo de gesso comercial e/ou cimento.

As placas produzidas apresentaram um pequeno ganho de densidade, não superior à 10% e aumento da estanqueidade, absorvendo menos água. Reduziram-se os custos nos traços alternativos, chegando a ser 38% mais barato que o convencional e com emissão de até 1050 Kg a menos de CO<sub>2</sub>.

As placas propostas atendem ao tripé da sustentabilidade: viabilidade ambiental, econômica e social; proporcionam redução dos resíduos despejados inadequadamente e menor contaminação do meio ambiente; além de preservar as jazidas de matéria-prima. As placas 3D estudadas apresentam redução dos custos, tornando-se acessíveis e viabilizando sua comercialização. Em cunho social, as placas podem ser produzidas em um trabalho que envolva coleta seletiva por meio de associações e cooperativas.

## REFERÊNCIAS

- Bauer, L. A. F. Materiais de Construção. Vol 1. 5ª ed. Livros Técnicos e Científicos Ed., Rio de Janeiro, 2000. 471 p.
- BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução n. 307, de 5 de julho de 2002. Estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil. Brasília, DF: Diário Oficial da União, 17 jul. 2002. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res02/res30702.html>. Acesso em: 10 dez. 2016.
- BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução n. 431, de 24 de maio de 2011. Altera o art. 3º da Resolução 307, de 5 de julho de 2002, do Conselho Nacional do Meio Ambiente – Conama, estabelecendo nova classificação para o gesso. Brasília, DF: Diário Oficial da União, 25 maio 2011. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=649>. Acesso em: 12 dez. 2016.
- BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Agenda 21: Construção Sustentável. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/cidades-sustentaveis/urbanismo-sustentavel/constcao-sustentavel>. Acesso em: 14 dez. 2016.
- Gypsum Recycling International (Dinamarca). Brochure Gypsum Recycling International. Disponível em: [http://www.gypsumrecycling.biz/16062-1\\_Downloads/](http://www.gypsumrecycling.biz/16062-1_Downloads/). Acesso em: 20 dez. 2016.
- Melo, D. de C. P. Processo de Calcinação da Gipsita/Resíduo em um forno Rotativo Contínuo para a Produção de Gesso Beta Reciclável. Tese de Doutorado, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Química da Universidade Federal de Pernambuco, UFPE, Recife-PE, 2012.
- Nagalli, A. Gerenciamento de Resíduos Sólidos da Construção. São Paulo: Redação de Textos, 2014.
- Pinheiro, S. M. de Moraes. Gesso Reciclado: Avaliação de Propriedades para Uso em Componentes. Tese de Doutorado, Programa Pós-Graduação da Faculdade de Engenharia Civil da Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP, Campinas-SP, 2011.
- SINAPI. Caixa Econômica Federal. Referência de setembro de 2016.
- Zanta, V. M.; Cartaxo, G. A. A.; Freitas, I. M. D. P. de. Análise do Gerenciamento de Resíduos de Gesso no Município de Salvador-BA. In: XXXIII Encontro Nacional De Engenharia De Produção. Anais... Salvador-BA, 2013.