

## **REAPROVEITAMENTO DE PAPEL PARA CONFECÇÃO DE PLACAS DE GESSO**

M. K. Calixto<sup>1</sup>, I. A. Medeiros<sup>1</sup>, R. C. Lima<sup>1</sup>, Y. C. F. Araújo<sup>1</sup>; E. M. C. De Lima<sup>2</sup>,

<sup>1</sup> UNIFACISA- Centro Universitário, Curso de Arquitetura e Urbanismo, Av. Senador Argemiro de Figueiredo 190, Bairro Itararé, 58411 -020 Campina Grande – PB  
(mayraksc@gmail.com)

<sup>2</sup> UNIFACISA- Centro Universitário, Egresso do curso de Construção de Edifícios, Av. Senador Argemiro de Figueiredo 190, Bairro Itararé, 58411 -020 Campina Grande – PB

### **RESUMO**

As mudanças no planeta têm acelerado a discussão pela preservação ambiental e a busca por soluções sustentáveis para o desenvolvimento humano. Na construção civil, o aproveitamento de resíduos, não apenas contribui para a sustentabilidade como alivia o consumo de matéria prima, por tudo isto a busca por novos produtos neste novo viés está no centro das pesquisas tecnológicas mundiais. O objetivo deste trabalho é obter placas de gesso incorporando papel descartados no ambiente educacional. Nesta investigação, o gesso foi inicialmente caracterizado por difração de raios X e Análises Térmicas (TG e DTA). Foi preparada uma pasta de papel processado e gesso, variando a quantidade de papel em duas composições, com 10% e 50% respectivamente, foi utilizado um  $fa/g = 0,7$ . As misturas de gesso-papel foram caracterizadas quanto ao tempo de pega e resistência à compressão. Os resultados indicaram que o aumento do teor de papel levou à diminuição da resistência.

Palavras-chave: Placas de gesso, Reciclagem de papel, Sustentabilidade na construção.

### **INTRODUÇÃO**

Na contramão da discussão pela preservação ambiental e busca por soluções sustentáveis, a construção civil ainda tem se acomodado na busca por uma produção mais limpa e ecoeficiente.

Vieira (2006) aponta como sendo razão disto a cultura do desperdício, falta de planejamento e improviso que há muito se encontra enraizada nos profissionais desse setor. Ainda segundo Vieira (2006), o desperdício está por toda parte na construção desde o superdimensionamento, o uso inadequado de materiais, o transporte e estoque descuidado e os processos construtivos antiquados e pouco eficientes. John e Agopyan (2003) apontam que além da construção civil ser responsável pela geração de cerca de 40% de todos os resíduos da zona urbana é ainda responsável pelo consumo de 15 a 50% do consumo dos recursos naturais.

Os materiais de construção são, portanto, o ponto de partida de uma construção sustentável e ecoeficiente. Quanto maior for a durabilidade de um material, maior será a

sua vida útil e conseqüentemente menor será o seu impacto ambiental. Tem-se dessa forma um viés promissor da construção civil que aponta para o uso de materiais alternativos. Metha (2001) afirma que a forma mais eficiente para a indústria da construção se tornar uma atividade sustentável deve passar pela incorporação de resíduos de outras indústrias em materiais de construção.

Consoante com Leite & Lopes (2000), a maior parte dos resíduos sólidos urbanos na cidade de Campina Grande corresponde a matéria orgânica, com terceiro maior percentual gravimétrico atribuído a papéis e papelões (14%). O papel é uma substância orgânica composta por elementos fibrosos de origem vegetal – celulose, hemicelulose e lignina.

A reciclagem é tradicional no setor papelero. Em 2011, o total de 45,5 % de todos os papéis que circulam nacionalmente foi encaminhado à reciclagem segundo dados da ABRACELPA (2016). Ainda assim, pesquisas científicas para desenvolvimento de novas formas de aproveitamento do papel descartado são de extrema importância e alguns passos têm sido dados nessa direção.

Mais recentemente Haselein et al (2002) confeccionaram chapas aglomeradas utilizando o gesso como material cimentante e pasta de celulose (jornal e offset). Os testes concluíram que a inclusão da celulose causou aumento das propriedades mecânicas das chapas, tais como a resistência à flexão estática e dureza. Já a inclusão de papel offset não causou diferença estatística significativa com relação a maior parte das propriedades avaliadas.

Assim, a associação de papel a placas de gesso é uma proposta recente e que carece de maior investigação e aprofundamento em pesquisas. Assim, o objetivo desta pesquisa é estudar a incorporação de papel processado na obtenção de placas de gesso.

## **MATERIAIS E MÉTODOS**

Os principais materiais empregados na manufatura dos corpos de prova e amostras empregadas foram utilizados o gesso para construção civil juntamente com o papel tipo ofício 75g descartado nas instalações da Faculdade de Ciências Sociais Aplicadas – FACISA, onde a pesquisa foi realizada e água proveniente da rede de distribuição pública.

Inicialmente analisou-se a granulometria por peneiramento de amostra do gesso empregado, na série ABNT padrão. Posteriormente, o gesso foi caracterizado quanto sua composição química através de fluorescência de raios X (Shimadzu EDX 700), e também quanto sua composição mineralógica fazendo uso de difração de raios X (Shimadzu XRD 6000). Deu-se também a geração das curvas Termogravimetria (TG) e Termodiferencial (DTA) por meio de aparelhagem TA-STRUMENTS, Modelo SDT Q600 do Laboratório de Caracterização de Materiais da Unidade Acadêmica de Engenharia de Materiais da Universidade Federal de Campina Grande (UAEMa/UFCG).

Em um segundo momento, foi obtido a pasta de papel para preparação das composições. As folhas de papel foram submetidas à picotagem manual no sentido longitudinal de suas fibras, cuja ação resultou em retalhos de dimensões correspondentes a 1/12 de uma lauda com proporção padrão A4 sendo estes, com 750 gramas no total, e foram imersos

em água durante um período de 24 horas. Em seguida, os retalhos foram dissociados com umidade de 30% em processador Philips Walita com velocidade máxima 3 durante o intervalo de um minuto, obtendo-se amostra de pasta de papel de cunho homogêneo que foi incorporada em proporções de 10% e 50% à pasta de gesso preparada com fator  $a/g = 0,7$ .

No terceiro momento foram preparados os corpos de prova, para cada análise. Para o ensaio de resistência à compressão foram preparados corpos de prova em moldes de PVC com as dimensões recomendadas pela norma NBR 12128 a qual recomenda dimensões dos moldes de 5 mm de diâmetro por 10 mm de altura. Estes foram rompidos após cura de 7 (sete) dias em equipamento universal para ensaios mecânicos Pavitest.

Para a determinação do tempo de pega foram confeccionados corpo de prova de acordo com a norma alemã DIN 1168 que diz que os corpos de prova devem ser moldados com 5,0 mm de espessura e 100 mm de diâmetro, no qual é realizado um corte com espátula a fim de determinar o início de pega como sendo o instante em que o corte aberto pela espátula não se fecha mais e o final é determinado como o momento em que se pressiona-se o dedo sobre o corpo de prova e não mais se vê impressão sobre a pasta (ANTUNES, 1999).

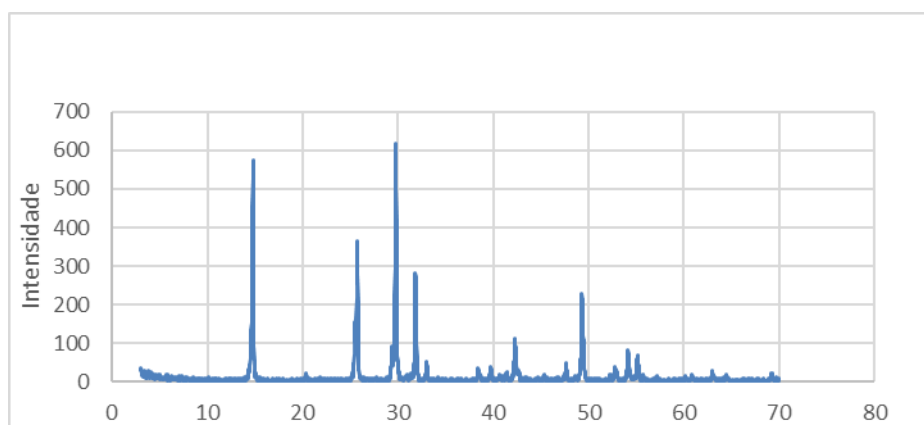
## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise granulométrica mostrou que 32,7% da amostra de gesso possui diâmetro equivalente médio inferior à 100  $\mu\text{m}$  e o módulo de finura, obtido foi  $MF (\%) = 0,66$ , que está de acordo com os padrões estabelecidos pela NBR 13207.

A análise química por fluorescência de raio X, apresentou 56,2% de anidrido sulfúrico ( $\text{SO}_3$ ), 41,2% de Óxido de Cálcio ( $\text{CaO}$ ) e 0,07% de Óxido de Ferro ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ), esses valores atendem as exigências a NBR 13207 que estabelece o valor de  $\text{SO}_3$  não inferior à 53%.

A difração de raios x do gesso empregado atestou a presença de bassanita (sulfato de cálcio hemihidratado) como mostra a Figura 1 a seguir:

Figura 1 - Difratoograma de raio X do sulfato de cálcio hemidratado .

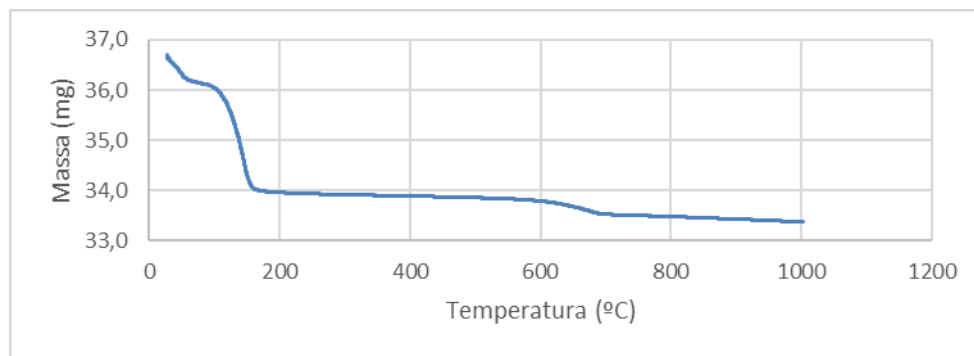


Fonte: Própria, 2016.

Analisando a Figura 1, foram observados os picos de maior intensidade correspondentes ao ângulos de difração em  $2\theta/^\circ = 14,67^\circ$ ,  $25,72^\circ$  e  $29,79^\circ$  e outros de menor intensidade são identificados em  $2\theta/^\circ = 31,79^\circ$ ,  $42,24^\circ$ ,  $49,18^\circ$ ,  $54,09^\circ$  e  $55,11^\circ$  os quais todos são atribuídos a bassanita ( $\text{CaSO}_4 \cdot \frac{1}{2} \text{H}_2\text{O}$ ). Outros picos de menor intensidade foram identificados e atribuídos à anidrita que, a depender da faixa de temperatura apresenta três formas distintas: a anidrita III ( $\text{CaSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ ) entre  $160$  e  $200^\circ \text{C}$ , a anidrita II ( $\text{CaSO}_4$ ) entre  $250$  e  $800^\circ \text{C}$  e a anidrita I ( $\text{CaSO}_4$ ) acima de  $800^\circ \text{C}$ .

A análise termogravimétrica do gesso empregado atestou a formação da anidrita solúvel ou anidrita III como exposto na figura 2 a seguir:

Figura 2 - Análise termogravimétrica do gesso puro (TG).

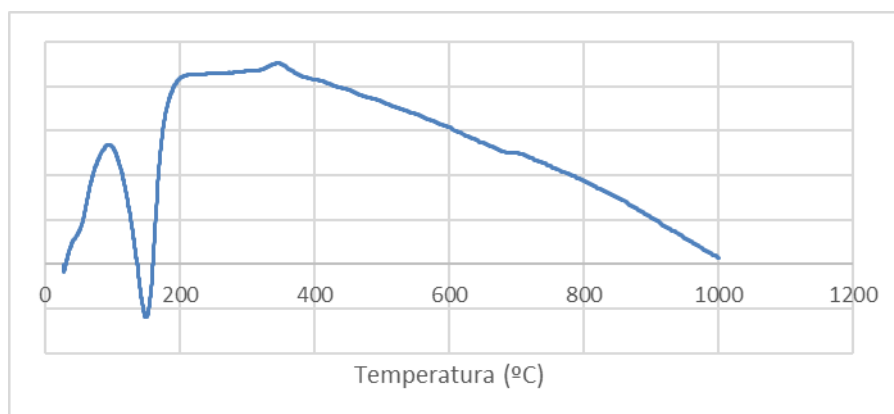


Fonte: Própria, 2016.

Analisando a Figura 2, observou-se uma perda de massa de 6,07% da amostra por reação endotérmica a  $150^\circ \text{C}$  devido a desidratação da bassanita.

A análise termodiferencial (DTA) realizada por calorimetria diferencial de varredura, demonstrou que quanto aos fluxos de calor endotérmicos e exotérmicos obteve-se picos a temperatura de  $150^\circ \text{C}$ .

Figura 3 - Análise Termodiferencial do gesso puro (DTA).



Fonte: Própria, 2016.

Analisando a Figura 3, o pico a temperatura de 150 ° C representa reações endotérmicas de desidratação do sulfato de cálcio hemihidratado. Em seguida, a 200° C houve um aumento da curva que demonstra reações exotérmicas ocorrendo posteriormente a partir de 350° C a volta das reações endotérmicas.

A caracterização das pastas de gesso-papel mostrou que a composição com 10% de pasta de papel apresentou o tempo de início de pega em 10 min, estando consoante com a norma NBR 12129, e em contrapartida a composição de 50% dessa pasta apresentou redução do tempo de pega de intervalo de tempo de 4 min.

A resistência à compressão também demonstrou melhores resultados no que diz respeito à primeira composição com 10% de pasta de celulose. Seguindo a metodologia utilizada na NBR 12721, calculou-se sua resistência em 2,64 Mpa. Valores ainda menores foram encontrados na segunda composição com 50% de papel, obtendo resistência a compressão de 0,6 Mpa. Ambos os valores do ensaio considerado, constituíram-se abaixo do limite mínimo estabelecido pela norma NBR 13207 que é de 8,4Mpa. A baixa resistência deve-se provavelmente à lignina que, de acordo com Castro (2009) esta confere firmeza e rigidez ao conjunto de fibras de celulose do papel.

Comportamento semelhante se observou no ensaio de tração. A composição produzida com 10% de pasta de celulose obteve resistência à tração de 0,74 Mpa, maior do que a composição com 50% de pasta em questão que obteve 0,18Mpa. Tanto um como o outro se constituíram abaixo dos valores recomendados por Savi (2013) para este tipo de ensaio que, segundo este, varia entre 4,40 e 10,50 Mpa. Tais resultados também podem estar relacionados a baixa presença de lignina no papel utilizado, conforme diz

## CONCLUSÃO

Ao final deste estudo, verificou-se que o gesso empregado atendeu as exigências padrões de composição química e granulometria. O aumento da proporção de papel na pasta gesso-papel levou à redução do tempo de pega. A resistência à compressão caiu consideravelmente com a incorporação de papel, provavelmente devido ao tipo de papel empregado como constatou Haselein et al (2002) anteriormente. Por fim, observou-se que a incorporação de papel ao gesso embora aponte para estudos promissores, este do tipo ofício, mostrou-se inadequado para o fim desejado. Sugere-se o uso de papéis que apresentem um alto teor de lignina a exemplo de papelões e jornais para estudos posteriores.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13207**: informação e documentação: trabalhos acadêmicos – apresentação. Rio de Janeiro, 1994.
2. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 12128**: informação e documentação: trabalhos acadêmicos – apresentação. Rio de Janeiro, 1991.
3. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 12129**: informação e documentação: trabalhos acadêmicos – apresentação. Rio de Janeiro, 1991.
4. BRACELPA – Associação brasileira de celulose e papel. **A indústria de papel no Brasil**. Disponível em:

[http://www.bndes.gov.br/SiteBNDES/export/sites/default/bndes\\_pt/Galerias/Arquivos/conhecimento/seminario/florestal12.pdf](http://www.bndes.gov.br/SiteBNDES/export/sites/default/bndes_pt/Galerias/Arquivos/conhecimento/seminario/florestal12.pdf). Acesso em: 25 Junho 2016.

5. BARBOSA, A. A. FERRAZ, A. V. SANTOS, G. A. **Caracterização química, mecânica e morfológica do gesso  $\beta$  obtido do pólo do Araripe**. Revista Cerâmica 60 (2014) 501-508. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/ce/v60n356/v60n356a07.pdf>. Acesso em Janeiro/2016.
6. DE CASTRO, H. F. **Processos Químicos Industriais II: papel e celulose**. Disponível em: <http://sistemas.eel.usp.br/docentes/arquivos/5840556/434/apostila4papelecelulose.pdf>. Acesso em: 01 Set. 2016.
7. HASELEIN, C.R.; CALEGARI, L.; ALBERTI, L.F.; MINELLO, A.L.; SILVA, P.A.; PINTOS, R.G.S. **Fabricação de chapas de partículas aglomeradas usando gesso como material cimentante**. Ciência Florestal, Santa Maria, v.12, n.1, p.81-88, 2002.
8. LEITE, V. D. & LOPES, W. S. **Avaliação dos aspectos sociais, econômicos e ambientais causados pelo lixão da cidade de Campina Grande - PB**. In: IX Simpósio Luso - Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental. Porto Seguro - Brasil, 2000, p. 1534-1540.
9. LIMA, E. M. C. **Caracterização do gesso puro e do resíduo utilizado em uma edificação de grande porte em campina Grande – Paraíba**. Campina Grande, PB. Campina Grande, 2016. Relatório de monografia (Conclusão do curso tecnólogo em Construção de Edifícios) - Faculdade de Ciências Sociais Aplicadas.
10. METHA, P.K. **Reducing the environment impact of concrete. Concrete can be durable and environmentally friendly**. Concrete International, Vol.10, 2001.
11. O. Savi. **Produção de placas de ferro com a reciclagem do gesso**. IX Enc. Tecnol. Eng. Civil e Arquit., Maringá, PR (2013).
12. VIEIRA, H. F. **Logística Aplicada à construção civil**. 1ª Edição. Editora Pini. São Paulo, 2006.

## **PAPER REUTILIZATION TO MANUFACTURE PLASTERBOARD**

### **ABSTRACT**

The changes in the planet have accelerated the discussion about environmental preservation and the pursuit for sustainable solutions aiming the human development. In the civil construction, the residue recovery, not only contribute to sustainability but also relieves the consumption of raw material and for all this the search for new products in this new twist is in the center of global technological research. The goal of this work is to obtain plasterboard incorporating discarded paper in the educational environment. In this study, the plaster was characterized initially by X-ray diffraction and thermals analysis (TG e DTA). It was prepared a paste of plaster and processed paper varying the paper amount in two proportions with 10% and 50% respectively, and was utilized the plaster/water factor equals to 0,7. The plaster - paper mixtures were characterized about the setting time and compressive strength. The results indicated that the increase in paper content led to the decreased resistance.

**Key-words:** Plasterboard, Paper Recycling, Sustainability of Construction.