

## RECICLAGEM DE PAPEL PARA OBTENÇÃO DE PLACAS DE GESSO

Rosa do Carmo de Oliveira LIMA\*; Eudes Matheus Caciano DE LIMA; Inaiama Aires MEDEIROS; Mayra Kelly da Silva CALIXTO; Yanna Carla Frutuoso de ARAUJO \*UNIFACISA – Centro Universitário FACISA, (rosacolima@yahoo.com.br).

### RESUMO

Com as mudanças que vem acontecendo no planeta nos últimos anos, as discussões relacionadas ao desenvolvimento humano sustentável e a preservação do meio ambiente tem se tornado cada vez mais crescentes. Nos grandes centros urbanos, por exemplo, lixões e aterros sanitários chegam demasiadas vezes aos níveis máximos, fazendo com que soluções como o reuso e a reciclagem de resíduos sólidos tornem-se cada vez mais necessárias. Nos centros urbanos nacionais, a maior parte dos resíduos sólidos é composta por matéria orgânica, categoria essa onde se encaixam os papéis e papelões, cujo consumo vem crescendo anualmente. Atrrelado também a este consumo, tem-se o descarte do papel na forma de lixo, o que constitui-se em uma problemática no que tange a preservação do meio ambiente. Desta forma, a busca por novos meios de reutilização do papel está relacionada diretamente a sustentabilidade e a busca por uma melhor qualidade de vida no planeta. Essa reutilização tem sido considerada em grande parte pelas indústrias, entretanto a construção civil ainda permanece na contramão, acomodando-se na busca de uma produção mais limpa e ecoeficiente, permanecendo assim, na cultura do desperdício, do consumo exagerado de matérias primas e da falta de planejamento adequado. Assim, a reciclagem e a reutilização desse resíduo, reduz o consumo de matéria prima natural e, conseqüentemente, contribui com a sustentabilidade do planeta pelo alívio com a redução do número de aterros públicos e, é por estes motivos, além de outros, que a busca por novos produtos sustentavelmente viáveis encontra-se como foco de pesquisas tecnológicas em todo o mundo. Neste contexto, o objetivo deste trabalho é a obtenção de placas de gesso incorporando papel reciclado, estudando-se então desde as características químicas e mineralógica do gesso até as resistências mecânicas das placas. Para tanto, foram analisadas duas misturas: a primeira com 10% pasta celulósica e 90% pasta de gesso e a segunda com 50% de pasta celulósica para 50% de pasta de gesso. Os resultados obtidos indicaram que o material analisado não deve ser usado como blocos e paredes que configuram função estrutural, entretanto sua utilização se torna adequada como placas acartonadas para serem fixadas em estruturas de aço como forro.

**PALAVRAS-CHAVE:** Placas de gesso, Papel, Meio Ambiente, Reciclagem, Inovação Tecnológica.

### INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas, as discussões com relação ao meio ambiente e a preservação dos recursos naturais tem sido cada vez mais frequentes. Estas têm gerado necessidades de inovação dos métodos de produção e dos materiais de construção usuais, fazendo com que os profissionais da área sintam o dever de buscar novas tecnologias e meios de trabalho que visem ao máximo à preservação dos recursos ambientais disponíveis.

Neste contexto, encaixa-se a construção civil que, sendo grande consumidora de recursos naturais e energéticos e, ao mesmo tempo também geradora de resíduos, vem exigindo por parte de seus profissionais uma conscientização ambiental, no que diz respeito aos materiais usados e métodos construtivos. Dessa forma, cabe a engenheiros, tecnólogos da construção civil, arquitetos e urbanistas dentre outros uma renovação contínua de seus conhecimentos das novas tecnologias disponíveis no mercado.

Tal sensibilização deve se fazer presente desde a academia, buscando formar profissionais engajados, que além de pesquisar sobre novos materiais para uso, também invistam os conhecimentos adquiridos na elaboração destes, através de estudos e pesquisas que se traduzam em preocupação com o meio em que se habita, aprofundando assim o estudo de matérias primas acessíveis e presentes no cotidiano que possa contribuir de forma real com a preservação do meio ambiente e, aplicando-as na concepção de um novo material que venha a ser empregado na construção civil.

Pensando nisto, esta pesquisa propõe a utilização de dois materiais muito acessíveis no cotidiano: o papel tipo officio, objeto constante de uso no dia a dia principalmente no ambiente escolar e acadêmico; e o gesso, material largamente utilizado na construção civil. A intenção é de reutilizar o papel, que na maioria das vezes é descartado de forma

indevida, misturando-o ao gesso para a confecção de placas para forro, de forma que a quantidade deste diminua, evitando-se assim grandes impactos ambientais na extração do minério utilizado em sua fabricação, e proporcionar ao papel uma nova funcionalidade, evitando-se também o seu desperdício e descarte inadequado.

Logo, objetiva-se com este trabalho, demonstrar a possibilidade de reutilização do papel tipo ofício e do gesso na fabricação de placas para forro de edificações, avaliando o material quanto às suas propriedades mecânicas, químicas e estudando a real possibilidade de usá-lo em construções de maneira que este ofereça um bom padrão de qualidade e conforto.

## REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Acomodada na busca por uma produção mais limpa e ecoeficiente, a construção civil encontra-se ainda adversa aos questionamentos das discussões pela preservação ambiental e busca por soluções sustentáveis.

Para Vieira (2006) a razão disto encontra-se na cultura do desperdício, na falta de planejamento e no imprevisto que há muito se encontra enraizada nos profissionais do 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.

Além dos impactos relacionados ao consumo de matéria e energia, há aqueles associados à geração de resíduos. De acordo com a Associação Brasileira para Reciclagem de Resíduos de Construção Civil e Demolição – ABRECON (2015), cerca de 60% dos resíduos sólidos gerados pelo conjunto das atividades humanas são provenientes da construção civil.

A problemática da geração desses resíduos se agrava ainda mais quando a ela se soma outro fator preocupante: grande parte não recebe a destinação correta, e acaba por ser descartada clandestinamente. De acordo com Ribeiro (2004), a disposição destes resíduos gera sérios problemas à gestão ambiental urbana, entre eles: o esgotamento prematuro de áreas de disposição final de resíduos, a obstrução de elementos de drenagem urbana, a degradação de mananciais, sujeira nas vias públicas, proliferação de insetos e roedores e, por conseguinte, prejuízos aos cofres públicos, devendo ainda ser considerados os impactos causados por aterros construídos com entulho, que podem provocar a contaminação do solo e dos lençóis freáticos.

Apesar disso, a problemática ambiental na construção civil, mesmo sendo complexa e estando enraizada por toda a cadeia, não deve ser razão para desânimo e comodismo, ao contrário, diante dos desafios, soluções devem ser apresentadas. Para Medeiros (2001) quanto antes forem apresentadas mais eficientes serão, o lema da construção sustentável é “começar certo, para não precisar corrigir depois, e isto se aplica tanto aos produtos quanto aos seus respectivos processos operacionais”.

Assim, os materiais de construção passam a ser ponto de partida para uma construção sustentável e ecoeficiente. Quanto maior for sua durabilidade, maior será a sua vida útil e conseqüentemente menor será o seu impacto ambiental. Desta maneira, o uso de materiais alternativos se mostra como um direcionamento eficiente no setor da construção civil. 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.

Percebe-se então a importância ímpar da reciclagem e reuso de resíduos sólidos, principalmente nos grandes centros urbanos onde a demanda nos lixões e aterros sanitários tendem a exaustão. Assim sendo, na construção civil, a reciclagem e reaproveitamento de resíduos não somente contribuem para a sustentabilidade do setor como também alivia as atividades e conseqüentes despesas com aterros públicos, além de reduzir o consumo de matéria prima natural.

Consoante com a NBR 10.004/04 (ABNT, 2004), os resíduos sólidos são definidos como sendo aqueles resíduos em estado sólido e semissólido, que resultam de atividades da comunidade de origem: industrial, urbana, hospitalar e agrícola e ainda os lodos provenientes de sistemas de tratamento de água. Os resíduos sólidos urbanos (RSU) são aqueles de origem domiciliar, comercial de serviços e de varrição.

Analisando a produção de resíduos em Campina Grande-PB Leite & Lopes (2000) observaram que 5ª maior parte do lixo produzido no município, em massa corresponde a matéria orgânica, cerca de 55%, o que está em conformidade com

os dados nacionais. O segundo maior percentual gravimétrico foi atribuído aos plásticos (16%) e a terceira maior produção, correspondente a 14% foram os papéis e papelões.

Partindo-se desse preceito tem-se então a indústria de papel e celulose, que gera grande quantidade de resíduos, desde o processo de fabricação até pós-consumo. De acordo com os dados da Associação Brasileira Técnica de Celulose e Papel (ABTCP), o Brasil extraiu em 2002 8 milhões de toneladas de celulose, o que significou um aumento de 7,9% em relação a 2001. No mesmo período, o consumo de papel cresceu 1,2%. Em 2008, a produção atingiu 12,85 milhões de toneladas, o que fez com que o Brasil se posicionasse como quarto produtor mundial. Em média, estudos mostram que o consumo no Brasil é em torno de 6 milhões de toneladas por ano.

Segundo o Caderno de Educação Ambiental (CEA) de Resíduos Sólidos da Secretaria de Meio Ambiente do Estado de São Paulo, estima-se que na fabricação de aproximadamente 1 tonelada de papéis corrugados, são necessárias, aproximadamente, 2 toneladas de madeira (o equivalente a cerca de 15 árvores), 44 a 100 mil litros de água e de 5 a 7,6 mil KW de energia. A produção desta mesma quantidade de papel gera, ainda, 18 Kg de poluentes orgânicos descartados nos efluentes e 88 Kg de resíduos sólidos.

Além disso, os impactos ambientais do papel não se limitam à sua produção, mas também se revelam na transformação em resíduo, sendo uma das parcelas mais expressivas na composição do lixo urbano, conforme apresentado. Ambientes comerciais, escritórios de serviços e em especial os espaços escolares descartam diariamente uma grande quantidade de papel; esse descarte muitas vezes é dado de forma inadequada, causando grandes impactos ao meio ambiente e à sociedade.

Assim, mesmo a reciclagem sendo algo tradicional no setor papelero, existe a dependência direta da coleta seletiva, prática essa, que não é muito pregada no Brasil. Destoando desse cenário, porém, 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 já têm sido dados nessa direção.

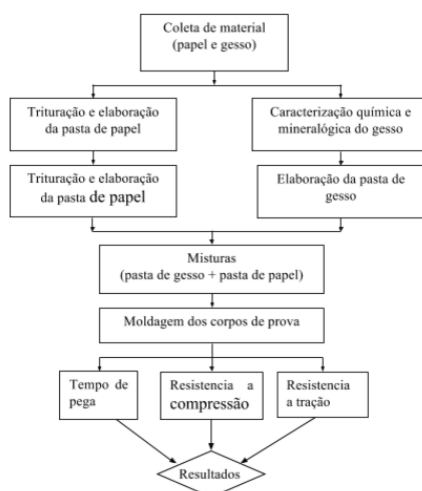
**Haselein et al** (2002) confeccionaram chapas aglomeradas utilizando o gesso como material cimentante e pasta de celulose (jornal e offset). Os testes concluíram que a inclusão da celulose causou aumento das propriedades mecânicas das chapas, tais como a resistência à flexão estática e dureza. Já a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

Neste contexto, a disseminação de uma cultura de reciclagem, tratamento e reutilização se apresenta como uma questão cada vez mais urgente dos nossos tempos, em que a sustentabilidade ambiental deve ser encarada como aliada indispensável do desenvolvimento das atividades humanas.

Dessa forma, a associação de papel reciclado às placas de gesso se mostra como uma proposta recente e inovadora dentro destas mesmas perspectivas. Necessitando, todavia, de maior investigação e aprofundamento em pesquisas. No entanto, espera-se que a adição de papel deve ao mesmo tempo reduzir o consumo de gesso e melhorar algumas propriedades das placas em questão.

## **METODOLOGIA**

A pesquisa foi desenvolvida na faculdade FACISA, Campina Grande-PB, usando papel tipo ofício que iria ser descartado e gesso em pó. Para tanto, a pesquisa foi estruturada em um conjunto de atividades, conforme ilustrado na Figura 1, e detalhado a seguir



**Figura 1 – Fluxograma da pesquisa.**Fonte: própria, 2016

De início, foram coletados papéis do tipo ofício provenientes do descarte pela própria faculdade e obtenção do gesso em pó. Em seguida, realizou-se a caracterização química e mineralógica do gesso utilizado através da análise química por fluorescência de raios X (Shimadzu EDX 700) e difração de raios X (Shimadzu XRD 6000). Logo após, procedeu-se com a preparação do papel coletado e do gesso visando, seguidamente a realização das misturas.

Na elaboração da pasta celulósica, utilizou-se apenas papel tipo ofício coletado, sendo este, inicialmente, picotado em pequenos pedaços, no sentido longitudinal de suas fibras, e depois imersos em água durante um período de 48 horas a fim de obter-se uma pasta celulósica mais consistente e encorpada. Após esse período, o excesso de água foi descartado e o papel foi submetido à trituração com 30% de água restantes em um processador portátil comum até atingir a consistência de uma pasta. A Figura 2 ilustra esse processo:



**Figura 2 – preparação da pasta de papel: a) amostra de papel cortado (à esquerda); b) papel imerso em água(ao centro); c) trituração do papel (à direita).** Fonte: Própria, 2016

A pasta celulósica foi preparada manualmente misturando-se água e gesso a 0,7 atingindo a consistência usual da construção, conforme demonstrado na apresentado na Figura 3 abaixo:



**Figura 3 – Preparação da pasta de gesso + pasta celulósica: amostra de gesso (à esquerda) e pasta pronta (à direita). Fonte: Própria, 2016.**

Nesta pesquisa, foram analisadas duas misturas contendo o papel processado a proporções distintas: a primeira preparada com 10% de pasta celulósica e 90% de gesso; e a segunda, com 50% de pasta celulósica para 50% de gesso.

Prontas as pastas de gesso e a de papel, foi realizada a mistura de ambas seguindo as proporções indicadas acima, fazendo um traço de cada vez, já que o gesso possui tempo de início de pega muito curto, o que impossibilitaria a preparação de uma única pasta de gesso em volume maior para realizar as duas misturas uma seguida da outra, assim optou-se por preparar uma pasta de gesso de cada vez, de acordo com as necessidades de cada mistura.

Na primeira mistura foi utilizado 300g de pasta celulósica e uma pasta de gesso contendo 2700 g do material, também medido na mesma balança, com 1550 ml de água fria. Na segunda mistura utilizou-se uma pasta de gesso composta por 1350 ml de água e 3000g de gesso e 3000 g de pasta celulósica. Nesta, a quantidade de água foi menor, uma vez que a parcela de pasta celulósica foi maior, e esta já possuía um volume superior de água em sua composição, comparando-se à primeira, de modo a obter uma mistura homogênea com as mesmas características de consistência obtidas na primeira.

O material obtido foi caracterizado quanto ao tempo de início e fim de pega e resistências à compressão e a tração. Para tanto, foram moldados para cada mistura, 6 (seis) corpos de prova, em moldes cilíndricos feitos de tubo de PVC (Figura 4) onde 3 (três) corpos de prova com dimensões de 5x10 cm para determinação do tempo de pega de acordo com a metodologia explanada pela norma alemã DIN 1168; e 3 (três) corpos de prova com dimensões de 10x5 cm diâmetro a fim de determinar a resistência à compressão simples e resistência à tração conforme a norma NBR 12128. Estes ensaios foram realizados após 7 dias de cura em equipamento universal para ensaios mecânicos, como demonstram as Figuras 5 e 6 a seguir.



**Figura 4 – Moldes de PVC utilizados nos ensaios. Fonte: Própria, 2016**



Figura 5 – Ensaio de resistência à compressão simples: corpo de prova na prensa (à esquerda); corpo de prova após o ensaio (à direita). Fonte: Própria, 2016



Figura 6 – Ensaio de resistência à tração, por compressão diametral: corpo de prova na prensa (à esquerda); corpo de prova após o ensaio (à direita). Fonte: Própria, 2016

## RESULTADOS E DISCUSSÕES

A mineralogia do gesso apresentou principalmente sulfato de cálcio hemihidratado e bassanita, sua composição química apresentou predominantemente enxofre (56,2%) e cálcio (41,2%), como esperado.

Os ensaios de pega mostraram que a mistura com 10% de pasta de papel apresentou tempo de início de pega 10 minutos, estando em conformidade com a ABNT NBR 12129, enquanto que a mistura com 50% de pasta de papel teve uma redução do tempo de pega para 4 minutos.

Os resultados no que diz respeito a resistência estão apresentados na Tabela 1. Observa-se que a resistência à compressão apresentou melhores resultados em relação à primeira mistura. Os corpos de prova com menor teor de pasta celulósica obtiveram resistência média de 2,59MPa, a qual caiu consideravelmente na composição com maior teor de papel, obtendo resistência a compressão de 0,55MPa. Ambos os resultados anteriores encontram-se abaixo do limite mínimo estabelecido pela NBR 13207 que é de 8,4MPa.

Tabela 1 – Ensaio de resistência, após 7 dias de cura. Fonte Própria, 2016.

Misturas	Corpo de prova	Resistência à compressão simples (MPa)	Resistência à tração (MPa)
Mistura 1: 10% pasta de papel /90% Gesso	01	2,54	-
	02	2,64	-
	03	-	0,74
Mistura 2: 50% pasta papel /50% Gesso	04	0,60	-
	05	0,50	-
	06	-	0,18

Os resultados obtidos demonstraram que o material obtido não apresentou as características mecânicas satisfatórias para a utilização deste em fins que exijam maior resistência, a exemplo de blocos e paredes. No entanto, seu uso se torna viável em usos com finalidades que não exijam grandes esforços mecânicos, a exemplo de placas acartonadas a serem fixadas em estruturas de aço auxiliar em forro. Contudo, torna-se perfeitamente válido a verificação de outras propriedades através de estudos mais aprofundados, sob variados aspectos de futura utilização do material em questão detendo este, portanto um uso promissor.

## CONCLUSÕES

Conclui-se que o gesso empregado atendeu aos padrões de composição química e mineralógica. Pôde-se observar também que a adição do papel na pasta de gesso levou à redução do tempo de pega estabelecido pela norma ABNT NBR 12129, para a mistura com maior teor de pasta celulósica (50%). Nesta última constatou-se, no que tange a resistência à compressão, que a mesma caiu consideravelmente com a incorporação de papel, provavelmente devido ao tipo de papel empregado como constatou Haselein et al (2002) ou, pela falta de algum tipo de aglomerante. Com isso, a incorporação de papel ao gesso se mostra uma ideia bastante promissora sendo uma contribuição de estudiosos e profissionais da construção civil para a concepção de uma sociedade mais sustentável, existindo ainda um longo caminho de estudos mais aprofundados sobre o assunto, com a realização de testes em, por exemplo, proporções diferenciadas de papel e gesso, assim como também com a adição de aglomerantes ou até mesmo o uso de tipos de papel distintos. Com isso, será possível ampliar o uso do material em sua forma mais viável no futuro, e não apenas como forro ou até mesmo paredes divisórias.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ABRECON – Associação Brasileira para Reciclagem de RCD. Disponível em: [www.abrecon.org.br](http://www.abrecon.org.br) Acesso em: 11 Set. 2016.
2. ABTCP – Associação Brasileira Técnica de Celulose e Papel, Reciclagem de papel. Disponível em <http://www.portalresiduossolidos.com/reciclagem-de-papel-2/> Acesso em: 11 Set. 2016.
3. ABRACELPA. Associação Brasileira de Produtores de Celulose e Papel. Reciclagem de Papel. Disponível em: <http://bracelpa.org.br/bra2/?q=node/172>. Acesso em 07/09/2016
4. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 13207: informação e documentação: trabalhos acadêmicos – apresentação. Rio de Janeiro, 1994.
5. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 12128: informação e documentação: trabalhos acadêmicos – apresentação. Rio de Janeiro, 1991.
6. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 12129: informação e documentação: trabalhos acadêmicos – apresentação. Rio de Janeiro, 1991.
7. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS NBR 10004: informação e documentação: trabalhos acadêmicos – apresentação. Rio de Janeiro, 2004.
8. CEA - Caderno de Educação Ambiental de Resíduos Sólidos. Disponível em: <https://issuu.com/camilamala/docs/cearesiduos/87> . Acesso em: 07setembro 2016
9. DE LIMA, Eudes Matheus Caciano. 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. LEITE, V. D. & LOPES, W. S. **Avaliação dos aspectos sociais, econômicos e ambientais causados pelo lixo da cidade de Campina Grande - PB.** In: IX Simpósio Luso - Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental. Porto Seguro - Brasil, 2000, p. 1534-1540
11. MEDEIROS, A. de. **O processo de estruturação da personalidade dos microempresários diante dos problemas de avaliação tecnológica dos 118 processos produtivos numa perspectiva de ecodesign.** 2001. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2001
12. METHA, P.K. **Reducing the environment impact of concrete. Concrete can be durable and environmentally friendly.** Concrete International, Vol.10, 2001
13. VIEIRA, H. F. **Logística Aplicada a construção civil.** 1ª Edição. Editora Pini. São Paulo, 2006