

Processo de fabricação de placas compósitas a partir de resíduos da construção civil e fibras naturais

Ana Paula Kozechen¹ (IC/EPA/UNESPAR) – anapaulakozechen@hotmail.com

Tânia Maria Coelho² (DEP/UNESPAR) – coelho.tania@yahoo.com

Fernando Henrique Lermen¹ (IC/EPA/UNESPAR) – fernando-lermen@hotmail.com

Bruna dos Santos¹ (IC/EPA/UNESPAR) - brunadosantos@hotmail.com

Rubya Vieira de Mello Campos³ (DEP/UNESPAR) – rubyadm@hotmail.com

Resumo: O cenário atual ainda aponta para o acentuado avanço da construção civil no Brasil, assim, se faz necessário aumentar as pesquisas na área de gestão de resíduos gerados pelo setor. O gesso é um dos resíduos classificados como não inerte e o seu depósito em aterros de construção fica proibido. Mas se trata de um material de fácil reciclagem e alta aceitação no mercado. É um material barato e com alto desempenho na construção civil, desta forma o resíduo de gesso tem ganhado importância nas pesquisas atuais. Considerando ainda as questões ambientais, o gesso pode causar graves problemas quando descartado de forma incorreta na natureza, sendo considerado um dos materiais que mais poluem e agredem o meio ambiente. Dentre as fibras naturais podemos citar as fibras da cana-de-açúcar e da aveia como sendo materiais com alto potencial de uso, primeiro pela abundância do setor sucroalcooleiro nacional, e pela boa adaptação ao setor da construção civil. Discutiremos aqui, além do ponto de vista da gestão ambiental através do tratamento de resíduos, a produção de um novo material obtido da junção de gesso reciclado e das fibras de cana-de-açúcar e aveia. Para o desenvolvimento do trabalho, utilizou-se o método de abordagem qualitativo, quanto aos fins pode-se considerar este como uma pesquisa aplicada e quanto aos meios como uma pesquisa bibliográfica, baseada em materiais existentes na literatura, pesquisa laboratorial e experimental. Comparando os resultados dos corpos de prova analisados podemos afirmar que o gesso reciclado apresentou propriedades físicas compatíveis com as do gesso comercial e em primeira análise um material de boa qualidade. A placa obtida da junção de gesso e fibra proposta neste trabalho é uma placa tipo sanduíche gesso-fibra-gesso, que foi preparada e testada, e resultados preliminares se mostraram satisfatórios. A placa se mostra uma boa substituta para divisórias, principalmente as que não estão sujeitas aos altos impactos mecânicos.

Palavras-chave: Aveia; Cana de Açúcar; Gesso Reciclado.

¹ Acadêmico(a) do Curso de Engenharia de Produção Agroindustrial pela Universidade Estadual do Paraná – Campus Campo Mourão. Integrante do Programa de Iniciação Científica.

² Graduada, Mestre e Doutora em Física pela Universidade Estadual de Maringá. Professora do Departamento de Engenharia de Produção Agroindustrial da Universidade Estadual do Paraná – Campus Campo Mourão.

³ Graduada em Engenharia de Produção Agroindustrial pela Universidade Estadual do Paraná – Campus Campo Mourão e Mestre em Engenharia Urbana pela Universidade Estadual de Maringá.

1. Introdução

Atualmente há uma apreensão globalizada com a gestão ambiental em termos de desenvolvimento sustentável, ou seja, reduzir a emissão de poluentes sejam eles sólidos líquidos ou gasosos, sem causar danos à evolução econômica. Bardella *et al.* (2004) enfatiza a adaptação ao modelo de desenvolvimento sustentável, reaproveitando matéria prima de modo a satisfazer as necessidades sem comprometer gerações futuras. Com o uso da tecnologia podemos aumentar a produtividade em canteiros de obra. Desta maneira o empreendedorismo sustentável encontra-se em notável crescimento, de modo que tem sido valorizado o desenvolvimento de novas tecnologias e produtos que englobem a utilização de resíduos e a resolução de problemas urbanos e sociais.

A Resolução nº 307 do CONAMA (2002) trata do estabelecimento de diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos provenientes da construção civil, segundo esta resolução os resíduos provindos da construção civil representam uma boa parte dos resíduos sólidos gerados nas áreas urbanas. Um material bastante utilizado na construção civil e cujos resíduos são contaminantes é o gesso. Tomaremos este como referência de estudos no que se diz respeito à gestão de resíduos sólidos.

Uma das propostas deste estudo é a reciclagem do gesso descartado na construção civil, abordaremos a questão buscando descobrir se esta é viável em termos das características físicas do produto.

Outro objetivo é o tratamento de fibras naturais geradas em usinas sucroalcooleiras e em indústrias de beneficiamento dos grãos de aveia. Este projeto apresenta uma forma de reaproveitamento deste material diante dos impactos ambientais que podem ser causados pelo descarte indevido destes resíduos, e devido ao grande volume descartado, assim nos deparamos com a necessidade de encontrar um destino correto para eles. Para isso tratamos as fibras de aveia e cana-de-açúcar até obtermos uma placa rígida.

Como proposta final esta pesquisa buscou desenvolver placas compósitas, usando o gesso reciclado e as placas feitas de fibras, na forma de sanduíche, gesso-fibra-gesso.

O estudo está estruturado em seis seções, sendo a primeira a Introdução, seguindo o Referencial Teórico, a Revisão de Literatura, a Metodologia, os Resultados e Discussões e as Considerações Finais.

2. Desenvolvimento de placas sanduíche a partir de gesso reciclado e fibras naturais

2.1. Gesso

O gesso é uma matéria prima extensamente utilizada na construção civil, podendo ser utilizado tanto na construção em si, como no acabamento e artigos decorativos, sendo utilizados em média 20000 toneladas/mês só na região de São Paulo. De acordo com John e Cincotto (2012) a alta porcentagem de resíduos de gesso, estimativa aponta uma perda de até 45%, pode ser explicada pela mão de obra geralmente desqualificada que manipula a matéria prima, juntamente com o rápido endurecimento que caracteriza o gesso brasileiro.

Conforme Roque, Lima e Camarini (2005) o gesso pode ser considerado como um produto químico aglomerante originado a partir de um mineral denominado gipsita que pode ser encontrado em grandes depósitos em todos os continentes.

Ribeiro (2001, p. 49) relata sobre os usos e aplicações do gesso:

“O gesso é aplicado em diversas modalidades de acabamento devido suas características e propriedades. Duas particularidades devem ser consideradas quando a utilização desse material: o gesso não pode ser utilizado em exteriores, por ser solúvel em água e só pode ser armado com armaduras galvanizadas, uma vez que provoca a corrosão do aço”.

2.2. Gesso Reciclável

Sendo assim fica caracterizada a importância da reciclagem do gesso. Após diversos estudos, CONAMA (2011) publicou a Resolução no. 431 alterando a classificação do gesso como “resíduos recicláveis”, de modo que sua reciclagem é feita através da moagem e calcinação de tais resíduos reduzindo a poluição por meio de dejetos sólidos conjuntamente com um decréscimo na extração deste recurso.

Desde 2003 tem sido realizados estudos a fim de determinar o melhor método de reciclagem do gesso, método este que proporcione um produto com características técnicas e de consumo energético similar ao gesso comercial. Pinheiro (2011) define como condições ótimas para a reciclagem do gesso a calcinação à temperatura de 150 °C por 1h, apresentando algumas variações em comparação com o gesso comercial (tais como: redução de fluidez, redução no tempo de pega, redução no período de indução e aumento na atividade cinética), porém mantendo propriedades físicas e mecânicas no estado endurecido.

Deste modo, neste trabalho, para a reciclagem do gesso, foi utilizado o método ótimo definido por Pinheiro (2011) que possibilita a redução de resíduos com o desenvolvimento de placas acústicas, trazendo benefícios ambientais e minimizando o problema de ruídos que é intenso em meios urbanos e industriais.

2.3. Fibras

As fibras são substâncias filamentosas curtas ou longas, derivadas de polissacarídeos que formam as moléculas de celulose, essas estruturas, sintetizadas pelos organismos vegetais, compõem essencialmente a parede celular das células vegetais, com a primordial função estrutural do fornecimento de resistência à pressão de turgor, hipertonicidade das células vegetais, em razão da absorção de água (FONSECA, 2008).

De acordo com CHIMOFF (S.D.), as cadeias laterais ou ramificações da estrutura básica são responsáveis pela solubilidade das fibras alimentares totais (FAT) que podem ser divididas em: fibras alimentares solúveis (FAZ) e fibras alimentares insolúveis (FAI).

Fibras de diversos tipos e composições ajudam a reforçar características importantes para o concreto, com capacidade de melhorar outras propriedades do concreto como a ductibilidade (capacidade de se deformar) ou a baixa permeabilidade, mas ainda não temos normas brasileiras para o concreto reforçado com fibras (SANTOS, 2010).

Com o grande crescimento populacional, a necessidade em relação aos recursos naturais se torna maior, obrigando o mercado a procurar outras fontes de matéria prima, criando independência aos recursos naturais que tendem a se tornar cada vez mais escassos, como o petróleo.

Dessa maneira, o uso sustentável de matérias primas, como a fibra natural, vem sendo empregado cada vez com mais intensidade no mercado brasileiro. A fibra da cana de açúcar e de aveia, por exemplo, é encontrada em abundância como dejetos da agroindústria e da produção agrícola, levando a criação de programas que beneficiem tais fibras para que sejam usadas em outros produtos.

2.4. Placas de Fibras

Aoki (2010) relata que as placas de fibras são fabricadas em diversos materiais, diâmetros e comprimentos, onde podem ser usadas praticamente em qualquer tipo de concreto, inclusive combinadas, para atender simultaneamente a finalidades diferentes, assim, podemos precisar de um reforço no concreto para altas temperaturas e um aumento do módulo de deformação ao mesmo tempo.

3. Revisão de Literatura

A revisão de literatura focou-se na busca de teses, dissertações e artigos, sendo realizada no Portal *Capes* e no site de pesquisas *Google*. As palavras-chave empregadas para tal busca foram: Aveia; Cana de Açúcar; Gesso Reciclado. A pesquisa bibliográfica foi realizada em livros e artigos no período de 2000 á 2013.

Pinheiro (2001) considerou a necessidade de analisar os resíduos gerados na cadeia produtiva do gesso e avaliar as propriedades do material reciclado para aplicação no setor de produção de componentes, o objetivo deste trabalho é avaliar e analisar as características químicas e microestruturais, e as propriedades físicas e mecânicas dos gessos reciclados, provenientes dos resíduos de gesso gerados na produção de componentes pré-moldados para a construção civil.

No trabalho de produção do gesso de construção, constituído das etapas de moagem e de calcinação, onde o gesso reciclado produzido apresentou tempo de pega; resistência à compressão axial, aos sete dias de idade; e consumo de energia, similar ao do gesso comercial, onde a fluidez do gesso reciclado foi menor que do gesso comercial (PINHEIRO, 2011).

A tese realizada por Eires (2005) tem como propósito fundamental o desenvolvimento de novos materiais de construção no âmbito de uma construção sustentável, onde este estudo visa, por conseguinte, o desenvolvimento de materiais alternativos, como por exemplo, um material com um elevado índice de energia incorporada quando permite flexibilidade ou adaptabilidade de espaços, sem recurso à demolição, ou tiver maior durabilidade também poderá ser considerado sustentável.

O estudo visa à elaboração de placas e argamassas para elementos de construção não estruturais, como por exemplo, revestimentos, paredes divisórias ou regularização de pisos, e para a elaboração deste trabalho foram considerados: materiais não convencionais e sustentáveis de base celulósica, desenvolver um material compósito à base de pasta de papel e granulado de cortiça, onde concluíram que possibilitou uma redução significativa da quantidade de água absorvida, já que a percentagem de absorção ao fim de quatro dias não ultrapassou 3,34% (EIRES, 2005).

Campos (2012) realizou um trabalho onde demonstrou os testes realizados em fibras com diferentes aglomerantes foram testados e mostraram melhores resultados, dentre elas as fibras de aveia e cana-de-açúcar, onde realizou ensaios mecânicos, biológicos e acústicos dos painéis com fibras de cana-de-açúcar e aveia foram realizados, seus resultados foram satisfatórios e pode-se pensar os painéis aplicados na forma de painéis ressonantes/vibrantes, sendo necessária a comprovação da eficiência com novos testes.

4. Material e Métodos

Quanto aos procedimentos técnicos a pesquisa será bibliográfica, ou seja, a metodologia e técnicas utilizadas para o desenvolvimento das placas serão baseadas em pesquisas e materiais bibliográficos existentes na literatura. Ainda quanto aos procedimentos técnicos, a pesquisa será experimental, e as placas serão confeccionadas nos Laboratórios de

Inicialmente será feita a reciclagem do gesso de acordo Bardella; Santos; Camarini, 2004. O processo se inicia com a retirada de grande parte de sua umidade e termina com a sua reidratação. Através de testes concluímos que a temperatura de secagem, para a reciclagem, de 150°C forneceu resultados de propriedades físicas similares as do gesso comercial, e que estão de acordo com dados encontrados na literatura (HERMES, 2011). O gesso foi adquirido de demolições e, depois de seco, seguiu para a moagem sendo submetido a duas operações num moinho de disco, a primeira mói os blocos maiores (1 a 5 cm) transformando-os em sólidos granulares (de 0,5 a 10 mm) e a segunda os converte em pó (de 1 µm até 0,5 mm), possibilitando a peneiração. As partículas do pó passam por uma peneira de aço inox, mesh 60, cuja abertura é de 0,250 mm, essa etapa padroniza o tamanho das partículas, o pó que passar pela peneira estará pronto para a fase de reidratação.

Um processo de moagem satisfatório reflete um bom processo de secagem, pois do contrário as partículas úmidas se aglomerariam na moagem formando bolas. Depois de peneirado o gesso está pronto para ser hidratado com água, e assim iniciarmos a fase de moldagem dos corpos de prova que serão submetidos a testes de textura, tempo de pega, resistência à flexão, dureza superficial e absorção. De acordo com Bernhoeft *et. al* (2011), com o aumento da taxa de hidratação a pasta vai adquirindo maior consistência até endurecer por completo, e a máxima resistência mecânica ocorre quando for concluída a hidratação, caracterizando o fim da pega do gesso e a temperatura volta ao seu valor inicial. A secagem ocorreu à temperatura ambiente, aproximadamente 25 °C. Na Figura 1 apresenta-se a placa de gesso reciclado.



Figura 1 – Placa de gesso reciclado.

Em seguida desenvolve-se a placa de fibra, tal processo se deu conforme Campos (2012). Primeiramente foi feita a coleta e padronização da fibra, foram lavadas e moídas. Foi realizada a maceração em um reator aberto (em inox, com volume de 100 litros, aquecimento em banho-maria e com agitação em torno de 250 RPM), onde foi adicionada uma solução de água alcalina com o propósito de abrir as células do material. Após a maceração a massa foi preparada com adição de água numa proporção fibra cozida:água 1:4, havendo então a mistura/agitação e o peneiramento. As massas de fibras foram prensadas em moldes, depois de retiradas dos moles foram secas em estufa. A Figura 2 mostra uma das placas pronta.



Figura 2 – Placa de fibras, aveia e cana-de-açúcar.

Utilizando as placas de gesso reciclado hidratado foi possível preparar as placas tipo sanduíche gesso-fibra-gesso, conforme visto na figura 3.



Figura 3 - Placa sanduíche gesso-fibra-gesso.

5. Resultados e Discussão

As placas compósitas produzidas neste trabalho passaram por testes de granulometria das fibras de cana-de-açúcar e aveia, conforme Campos (2012) os resultados foram calculados e traçou-se a curva de distribuição granulométrica. Os testes de granulometria na fibra da aveia e cana de açúcar mostraram que 98,64 % da fibra de aveia está compreendida entre 0,075 mm a 9,5 mm; e que 87,33 % da fibra de cana-de-açúcar está compreendida entre 0,075 mm a 9,5 mm. Sendo assim o resultado caracteriza ambas as fibras como grossas, mostrando que as fibras de aveia e cana-de-açúcar podem apresentar boas características para a confecção das placas sanduíche.

As placas foram confeccionadas, conforme figura 3, e testes preliminares foram realizados. Os testes mecânicos mostraram que a placa de gesso se apresenta frágil e a placa de aveia é bastante flexível. Para aplicações que exigem materiais com essas características o novo produto é satisfatório como, por exemplo, usar a placa como um painel vibrante. A placa de fibras apresentando flexibilidade seu potencial de conformação é alto e pode apresentar facilidade de fixação e resistir a molduras e ao contato de objetos ou pessoas.

Os painéis de aveia apresentaram um leve odor característico do produto e estão livres de odores adicionais. Os mesmos apresentaram um bom desempenho no ensaio, o que confirma um bom comportamento olfativo.

Ainda são necessários novos ensaios para avaliar se as placas poderão ser utilizadas como enchimento em paredes duplas, como no caso do gesso acartonado. Estamos em fase de aprimoramento do processo de reciclagem, realizando diferentes ensaios, como o de flamabilidade, e demais propriedades físicas envolvidas.

A proposta é a aplicação de novas tecnologias para melhorar a resistência do gesso para obtermos um produto que atenda as exigências do mercado, podendo ser um novo produto em condições de competir tecnicamente com os produtos tradicionais e, ainda, permitir a sua aquisição a baixo custo, já que se trata de aproveitamento de resíduo da agricultura e da indústria.

6. Considerações Finais

O presente estudo visa a transformação de resíduos gerados pelo homem em um produto sustentável que trará vantagens ao consumidor, ao desenvolvimento da construção civil e a sociedade. O desenvolvimento destas placas busca a possibilidade de oferecer ao mercado um novo produto com qualidade e economia ao consumidor e aos profissionais da construção civil.

Através desta pesquisa pode ser notado que existem técnicas de reciclagem do gesso, das fibras de aveia e cana-de-açúcar, porém ainda não foram extensamente exploradas, desta forma o desenvolvimento de placas compósitas de gesso e fibra se torna promissora.

Os testes preliminares realizados nas amostras produzidas mostraram que foi possível confeccionar as placas, até o momento o gesso se apresentou frágil, a placa de fibra é flexível, com boa aparência e livre de odores. Para poder usar o sanduiche em locais com alto impacto mecânico faz-se necessário maior aprimoramento do material em estudo, principalmente o gesso reciclado.

Referências

- AOKI, J. *Fibras para Concreto*. Cimento Itambé. 2010.
- BARDELLA, P. S.; SANTOS, F. M.; CAMARINI, G. *Reciclagem de gesso de construção*. In: Congresso Brasileiro De Ciência E Tecnologia Em Resíduos E Desenvolvimento Sustentável, 2004, Florianópolis. Instituto de ciência e tecnologia em resíduos e desenvolvimento sustentável e Núcleo de informações em saúde ambiental da USP, 2004, p. 5083.
- BERNHOEFT, L. F.; GUSMÃO, A. D.; TAVARES, Y. V. P. *Influência da adição de resíduo de gesso no calor de hidratação da argamassa de revestimento interno*. Ambient. constr. (Online) vol.11. no.2. Porto Alegre. Apr/June, 2011.
- 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: 01 fev. 2013.
- CAMPOS, R. V. M. *Painéis para Tratamento Acústico utilizando Fibras Naturais*. Tese – Mestrado. Universidade Estadual de Maringá. Maringá, 2012.
- CONAMA. Resolução nº 307, de 5 de julho de 2002. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res02/res30702.html>>. Acesso em: 30 de julho de 2012.
- EIRES R. M. G. *Materiais não convencionais para uma construção sustentável: Utilizando cânhamo industrial, pasta de Papel e cortiça*. 23-40 p. Tese – Universidade de Coimbra, Coimbra, 2005.
- FONSECA, K. Fibras. In: Congresso Brasileiro de Polimeros. *Anais...* 2008.
- HERMES, D. V. Reutilização dos resíduos de gesso de revestimento: Painéis decorativos. In: Congresso Nacional de Design, 1, 2011, Bento Gonçalves. Anais. Bento Gonçalves: Congresso Nacional de Design, 2011. Páginas 8 – 11.
- JOHN, V. M.; CINCOTTO, M. A. *Alternativas de gestão dos resíduos de gesso*. Universidade de São Paulo, Escola Politécnica, 2002.
- PINHEIRO, S. M. M. *Gesso Reciclado: Avaliação de propriedades para uso em componentes*. 97-125p. Tese de Doutorado - Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2011.

RIBEIRO, C. C. *Aglomerantes*. Materiais da Construção Civil. *Anais...* Minas Gerais: UFMG, 2002. P. 49.

ROQUE, J. A.; LIMA, M. M. T. M.; CAMARINI, G. Características Químicas e Propriedades Físicas e Mecânicas do Gesso Reciclado Calcinado na Temperatura de 200°C. Congresso Brasileiro da Cerâmica. *Anais...* 2005.

SANTOS, a. Fibras para concreto, 2010. Disponível em: <<http://www.cimentoitambe.com.br/fibras-para-concreto/>>. Acesso em: 26 set. 2013.