

UTILIZAÇÃO DE MATERIAIS CELULÓSICOS DESCARTÁVEIS NA MANUFATURA DE FORROS E DIVISÓRIAS PARA CONSTRUÇÃO CIVIL

Suiane Claro SARAIVA¹; Basílio Frasco VIANEZ²; Marcela Amazonas Cavalcanti³

¹Bolsista PIBIC/CNPQ/INPA; ²Orientador CPPF/INPA; ³Co-orientadora CPPF/INPA

1. Introdução

A preocupação crescente com o meio ambiente contribui para a procura de novas alternativas que visem à preservação dos recursos ambientais e a diminuição do consumo de matérias-primas na fabricação dos produtos convencionais, o que torna o aproveitamento de resíduos uma alternativa econômica, social e ambientalmente adequada visto que alia a necessidade de adaptação das empresas às exigências da sociedade e do mercado consumidor com a inovação de produtos a partir da reutilização e reciclagem de materiais antes desperdiçados. A estimativa da dimensão mundial do mercado de materiais reciclados é em média de 170 milhões toneladas (Abrelpe, 2007). Segundo o relatório estatístico anual da Bracelpa (2007), embora o Brasil tenha alcançado a 11ª posição no ranking dos maiores produtores mundiais de papel, chegando nove milhões de toneladas produzidas, o país reciclou apenas 45% do seu consumo de papéis recicláveis, percentual considerado baixo quando comparado, por exemplo, com a Alemanha que no mesmo ano reciclou 74,5% de papel. Entre os materiais celulósicos descartáveis que podem ser reutilizados estão: papel impresso, jornal, revistas, papelão e embalagens. A indústria da construção civil é apontada como uma das mais importantes atividades para o desenvolvimento econômico e social do país contribuindo com cerca de 40% da renda bruta e consome em torno de 20% a 50% do total de recursos naturais utilizados pela sociedade (Senai, 2007). Devido ao grande volume e diversidade de materiais utilizados em seu processo produtivo, muitos estudos estão sendo realizados na busca de produtos alternativos para aplicação na arquitetura e na construção civil como, por exemplo, os "materiais verdes" que possuem como característica particular sua sustentabilidade, uma vez que os resíduos reaproveitáveis tais como fibras celulósicas, desperdícios de papel e fibras têxteis podem ser incorporadas às matérias-primas comuns (Eires *et al.*, 2007). O gesso é um material muito utilizado na construção civil cuja aplicabilidade principal dá-se em acabamentos interiores e forros, possuindo como desvantagem principal sua falta de resistência à presença de água, entretanto apresenta propriedades térmicas e acústicas favoráveis a sua utilização e tem resistência ao fogo (Eires *et al.*, 2007).

Este trabalho visa avaliar as atividades de coleta e reciclagem de papel papelão na cidade de Manaus, bem como a possibilidade de aplicação desses materiais na confecção de placas de gesso para forras e divisórias, com o intuito de melhorar sua qualidade e competitividade no mercado.

2. Materiais e métodos

Foram pesquisadas fontes que viabilizassem uma avaliação a cerca da quantidade de materiais celulósicos descartados diariamente na cidade de Manaus na forma de lixo domiciliar e industrial. Posteriormente foram feitas visitas técnicas às fábricas responsáveis pela coleta e reciclagem dos resíduos de papel e papelão, onde foram aplicados questionários com o intuito de coletar dados a cerca do tamanho da empresa, dos recursos humanos envolvidos, da matéria-prima utilizada e dos possíveis desperdícios. Numa segunda etapa foram realizadas visitas a algumas fábricas de artefatos de gesso para serem avaliados os métodos empregados no processo de preparação de placas, os materiais utilizados e o modo de preparo. Nestas fábricas também foram aplicados questionários com o mesmo critério de avaliação utilizado nas empresas de coleta e reciclagem.

Testes de laboratório foram desenvolvidos para avaliação do uso de resíduos de papel adicionados ao gesso na fabricação de placas. Para a confecção dos corpos de prova foram utilizados: gesso, polpa de papel e água. A polpa foi produzida a partir de papel de jornal por ser um material disponível em grande quantidade. Este material foi submerso em água por cerca de 24 horas, foi transformado em pasta celulósica em um despulpador e centrifugado para retirar o excesso de água. O teor de umidade na polpa foi calculado por diferença de peso após secagem em estufa por 24 horas a $105 \pm 3^\circ\text{C}$. O teor de umidade foi calculado utilizando-se a fórmula:

$$U \% = \frac{P_U - P_S}{P_S} \times 100$$

Onde:

U% = conteúdo de umidade;

P_U = Peso úmido da amostra;

P_S = Peso seco da amostra;

Os corpos-de-prova foram produzidos utilizando-se as proporções peso/peso de polpa de celulose/gesso de: (0%:100%); (10%:90%); (20%:80%), (30%:70%), (40%:60%) e (50%:50%). Utilizaram-se fôrmas de madeira para moldar os corpos-de-prova nas dimensões recomendadas pela Norma NBR 12.775:1992 da ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas), para a realização dos testes de densidade e resistência à flexão. Todos os testes foram processados no Laboratório de Papel e Celulose da CPPF/INPA. Foram utilizadas cinco repetições para os cálculos da massa específica e três repetições para os testes de resistência à flexão.

3. Resultados e Discussões

A avaliação feita à cerca da quantidade resíduos celulósicos descartados diariamente na cidade de Manaus mostra que aproximadamente 18,9% do lixo domiciliar e 29,3% do lixo industrial são compostos por papel e papelão (Stroski, 2002). Em 2007 foram recolhidas na cidade de Manaus, 884.938 toneladas de resíduos sólidos, uma média diária de 2.424 toneladas, dos quais se estima que 167.253 toneladas eram papel e papelão. Desse montante, apenas 0,07% desses resíduos foram reaproveitados (Semulsp, 2007). As empresas visitadas, de coleta de resíduos celulósicos, na cidade de Manaus têm uma área construída por volta de 11.000 m², com uma produção média de 1.200 ton/dia de papel e papelão. Possuem cerca de 170 funcionários, cuja maioria possui apenas nível de escolaridade fundamental. Os resíduos de papel coletados são classificados de acordo com a qualidade e a presença de tinta de impressão, recebendo a seguinte classificação: aparas de papel branco (papel branco sem uso), aparas mistas (jornal e revistas) e o papelão (embalagens). Essas empresas recebem um pagamento pelo serviço de recolher esses resíduos nas empresas que os produzem e os revende para as empresas de reciclagem por um preço médio de R\$0,15 o quilo. As empresas de reciclagem de papel apresentam por volta de 21.000 m² de área construída, com uma produção média de 3.325 ton/dia de papel e papelão reciclados e possuem cerca de 450 de funcionários cuja maioria possui apenas nível de escolaridade fundamental. Essas empresas produzem papéis higienizantes a partir do papel reciclado e produzem caixas para embalagens a partir da reciclagem do papelão. As fábricas de artefatos de gesso visitadas nesta pesquisa apresentaram em média 160 m² de área construída, com uma produção média mensal de molduras de 2.250 unidades e 6.000 unidades de placas para forro. Possuem um quadro de funcionários de duas a três pessoas. São fábricas na sua maioria construídas dentro do próprio espaço físico das residências dos proprietários, cujo processo produtivo ocorre de maneira artesanal sem o auxílio de máquinas e sem a utilização de qualquer equipamento de proteção individual, como luvas ou máscaras. Os funcionários possuem em sua maioria apenas o ensino fundamental completo. O gesso utilizado como matéria-prima nessas empresas custa em média R\$0,75 o quilo. Do ponto de vista econômico a mistura do papel reciclado ao gesso parece ser vantajosa, uma vez que o custo do papel é cinco vezes mais barato. Torna-se necessário apenas que haja viabilidade técnica nesse procedimento. A tabela 1 apresenta os resultados dos testes de laboratório para Massa Específica e Resistência à Flexão de placas confeccionadas com seis diferentes misturas de gesso e polpa de celulose.

Tabela 1. Valores médios da Massa Específica e da Resistência à Flexão para placas confeccionadas com seis diferentes proporções de gesso e polpa de celulose.

Mistura Gesso/Polpa	Massa Específica (kg/m ³)	Resistência à Flexão (KPa)
100%:0%	762,66	1.944,85
90%:10%	603,88	1.016,45
80%:20%	425,38	220,35
70%:30%	373,20	280,80
60%:40%	361,72	267,79
50%:50%	219,56	284,10

As variações da Massa Específica e da Resistência à Flexão podem ser observadas nos gráficos da figura 1, onde os percentuais dos valores residuais de cada uma dessas propriedades são apresentados para cada mistura de gesso/polpa em relação ao gesso sem polpa de celulose. Ao adicionar-se 10% de polpa de papel à massa de gesso, houve uma redução de 47,74% na sua resistência à flexão e uma diminuição de 20,82% na sua massa específica. Como a resistência da placa de gesso quando aplicada em forros tem como objetivo sustentar o seu próprio peso seria conveniente que a redução da massa específica fosse proporcionalmente igual ou maior que a da resistência à flexão. Os resultados mostram que aconteceu o inverso, a diminuição da resistência à flexão foi 2,3 vezes maior do que a redução da massa específica. Percebe-se uma queda linear nas duas propriedades quando é adicionado 20% de polpa. A partir desse ponto passa a existir uma quase estabilização os valores da resistência à flexão acompanhada de uma leve queda na massa específica, com exceção para a mistura 50%/50%, onde a massa específica novamente sofreu uma redução mais acentuada. Fica evidente que a mistura com um percentual de polpa igual ou superior a 20% deixa a placa com uma resistência residual à flexão menor que 20% da resistência original da placa confeccionada com gesso puro.

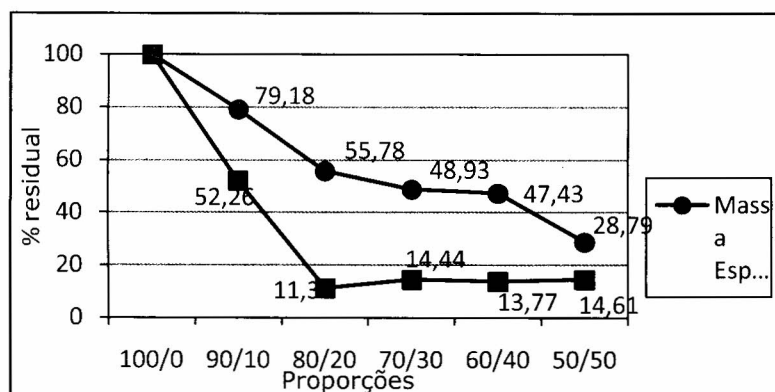


Figura 1. Percentual residual dos valores da Massa Específica e da Resistência à Flexão para as diferentes misturas de gesso e polpa de celulose, tomando como base os valores do gesso.

4. Conclusão

Na cidade de Manaus, apesar de já existir uma atividade de coleta e reciclagem de papel e papelão, ainda há um grande potencial de uso dessa matéria-prima para outras aplicações, como a construção civil, por exemplo. As fábricas de artefatos de gesso são caracterizadas como artesanais, com pouca infra-estrutura e necessitadas de algum tipo de incentivo econômico. A redução do custo da matéria-prima poderia ser um grande benefício para esse tipo de empresa. Entretanto, os resultados de laboratório constataram que apesar da polpa de celulose reduzir a massa específica da placa tornando-a mais leve, produz um efeito adverso reduzindo significativamente a sua resistência à flexão. Entretanto, não há como afirmar de forma conclusiva que o uso de polpa de celulose seja tecnicamente inviável visto que não foi possível encontrar na

literatura definições para os limites críticos dessas propriedades para placas de gesso utilizadas em forros internos de construções.

5. Referências

ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas), 2002. Placas lisas de gesso para forro. Determinação das dimensões e propriedades físicas (NBR 12.775-1992). Rio de Janeiro, RJ, BR. 5pp.

Abrelpe (Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais), 2007. Panorama dos Resíduos sólidos no Brasil., São Paulo, SP, BR. 146 pp.

Bracelpa (Associação Brasileira de Celulose e papel), 2008. Relatório estatístico 2007/2008. São Paulo, SP, BR. 58 pp.

Eires, R.; Jalali, S.; Camões, A. 2007. Novos materiais de construção à base de gesso e desperdícios industriais. Congresso Construção, Coimbra, Portugal. 9pp.

Semulsp (Secretaria Municipal de Limpeza Urbana), 2007. Relatório Gestão 2007. 14pp. (www.manaus.am.gov.br/secretarias/semulsp/relatorio-de-gestao-2007). Acesso em 15.09.08.

Senai (Serviço Nacional da Indústria), 2007. Produção mais limpa em edificações. Centro Nacional de Tecnologias Limpas. Porto Alegre, RS, BR. 88 pp.

Stroski, A.A. 2002. Características dos Resíduos sólidos no aterro controlado de Manaus e a aplicabilidade do composto orgânico. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Amazonas, Manaus, Amazonas. 97 pp.