

COMPÓSITO DE CELULOSE: UMA NOVA FORMA DE RECICLAR PAPEL E SUAS APLICAÇÕES NA FABRICAÇÃO DE MATERIAIS DIDÁTICOS, TIJOLOS ECOLÓGICOS E UTENSÍLIOS DOMÉSTICOS

USE OF *TRADESCANTIA* TO ASSESS THE MUTAGENIC POTENTIAL OF ATMOSPHERIC POLLUTANTS

Perceu Pezzotta-Sobrinho ⁽¹⁾

Resumo. O presente trabalho propõe uma forma de reciclar papel, inclusive de alguns tipos que não podem ser aproveitados na produção de reciclados, utilizando-o em conjunto com terra, areia e cimento para a elaboração de uma mistura. Também denominada de compósito, essa mistura permitiu a confecção de vários tipos de peças com destaque para a produção de tijolos ecológicos, materiais didáticos e utilitários domésticos e ornamentais. Após triturar-se, em liquidificador, variados tipos de papéis picados imersos em água formou-se uma polpa, que misturada à terra e areia peneiradas e cimento peneirado obteve-se o compósito propriamente dito. Essa massa homogênea, de grande plasticidade, permitiu a confecção das peças citadas nesse trabalho e aparentemente as fibras do papel conferiram-lhes leveza e estabilidade. Já o cimento, a terra e a areia conferiram resistência ao material. Os resultados, ainda parciais, demonstraram a viabilidade do projeto, porém, são necessários testes mais elaborados com ferramentas adequadas que confirmem a qualidade do produto final. Deste modo, essa pesquisa fomenta a construção de componentes feitos com matéria prima de baixo custo, fácil aquisição e menos impactante ao meio ambiente na medida em que a vida útil das peças produzidas é longa e pode ser novamente reciclada ou reutilizada. Portanto, é um produto socioeconomicamente sustentável.

Palavras-chave: Compósito; reciclagem; papel; sustentável.

Abstract. This paper proposes a way to recycle paper, including some types that cannot be harnessed to produce recycled stuff by using it in conjunction with soil, sand and cement for the preparation of a mixture. Also called composite, the mix enabled the construction of various types of pieces especially for the production of ecological bricks, textbooks and household and ornamental utilities. After grinding, in a blender, various types of chopped paper immersed in water formed a pulp that mixed grounded and sieved and sieved sand cement gave the composite itself. This homogenous mass of high plasticity, enabled the construction of said work piece and that the paper fibers apparently gave them lightness and stability. Already cement, ground sand and conferred resistance material. The results, albeit preliminary, demonstrated the feasibility of the project, however, required more elaborate tests with appropriate tools to confirm the quality of the end product. Accordingly, this encourages the search building components made from low cost raw materials, easy acquisition and less harmful to the environment insofar as the life of parts produced is long and can be recycled or reused again. So it's a socioeconomically sustainable product.

Keywords: Composite; recycling; paper; sustainable.

⁽¹⁾ Graduando em Licenciatura em Ciências Biológicas do IFSP Camus São Roque. Correspondência: Rua Antonio Cavaglieri 15, Centro, São Roque - SP; e-mail: perceupez@gmail.com

(Recebido em: 30 set. 2014; aceito em: 15 out. 2014; publicado em: 31 out. 2014).

1 Introdução

Para Trigueiro (2005), há uma mudança em curso no mundo que precisa ser mais bem diagnosticada e compreendida. Porém, em nenhum outro momento da história a necessidade de mudança foi tão urgente. Somos todos contemporâneos de um impasse civilizatório, fruto de um modelo de desenvolvimento que vem exaurindo, em velocidade assustadora e numa escala sem precedentes, os recursos naturais não renováveis do planeta, com impactos negativos sobre a qualidade de vida da população. A avassaladora farra consumista desencadeada a partir da Revolução Industrial, potencializada com o avanço tecnológico dos meios de produção e universalizada pela mídia na era da globalização, está custando caro ao planeta.

É indiscutível que o país precisa crescer, gerar emprego e renda e movimentar a economia, transferindo recursos do setor financeiro para o setor produtivo. Porém, deve ser feito de modo sus-

tentável como, por exemplo, estimular a coleta seletiva que, segundo estudo do deputado federal Fernando Gabeira, um programa amplo de governo que estimulasse a reciclagem no Brasil poderia gerar pelo menos um milhão de empregos diretos. Segundo Trigueiro (2005), é importante incorporar à agenda do desenvolvimento a premissa da sustentabilidade.

Thomas e Callan (2012) preconizam que, para atingir o desenvolvimento sustentável, o fundamental são alterações substanciais no mercado definindo como as atividades serão empreendidas dentro do fluxo circular e a política ambiental elaborada. Várias iniciativas estão sendo desenvolvidas em todo o mundo e vêm acionando os esforços públicos e privados nessa direção. O conceito de ecologia industrial atua como uma estrutura multidisciplinar de algumas dessas iniciativas. Em especial, a ecologia industrial promove o desenvolvimento de ecossistemas industriais nos quais os resíduos ou dejetos provenientes de um processo de manufatura são usados como insumos na produção de outra mercadoria. Neste contexto, a reciclagem é uma grande aliada do desenvolvimento sustentável.

Para Miller (2011), podemos lidar com os resíduos produzidos, a partir do consumismo, de duas maneiras: por meio da redução ou do gerenciamento destes resíduos. A redução de resíduos é uma abordagem ligada à baixa produção de resíduos que reconhece não haver uma forma de descartá-los, já o gerenciamento de resíduos é uma abordagem ligada à alta produção de resíduos que considera a produção de dejetos inevitável para o crescimento econômico. Esse processo procura gerenciar os resíduos advindos do crescimento econômico a fim de diminuir o dano ambiental.

De acordo com Brasil (2010), entende-se por reciclagem o processo de transformação dos resíduos sólidos que envolve a alteração de suas propriedades físicas, físico-químicas ou biológicas, com vistas à transformação em insumos ou novos produtos, observadas as condições e os padrões estabelecidos pelos órgãos competentes do Sistema Nacional do Meio Ambiente (Sisnama) e, se couber, do Sistema Nacional de Vigilância Sanitária (SNVS) e do Sistema Unificado de Atenção à Sanidade Agropecuária (Suasa). Muito confundido com a reciclagem e em conformidade com a mesma Lei o reuso ou reutilização é o processo de aproveitamento dos resíduos sólidos sem sua transformação biológica, física ou físico-química, observadas as condições e os padrões estabelecidos pelos órgãos competentes do Sisnama e, se couber, do SNVS e do Suasa.

Para Miller (2011), a reciclagem é uma forma importante de coletar materiais residuais e transformá-los em produtos úteis que podem ser vendidos no mercado. Reciclar envolve transformar materiais sólidos descartados em produtos novos e úteis. Os materiais coletados para a reciclagem podem ser processados de duas formas. A reciclagem primária ou em circuito fechado ocorre quando o resíduo é transformado em novos produtos do mesmo tipo e a reciclagem secundária ou *down-cycling* onde os materiais residuais são convertidos em produtos diferentes. Miller enfatiza que há dois tipos de resíduos que podem ser reciclados. O resíduo pré-consumo gerado no processo de fabricação e o resíduo pós-consumo gerado pelo consumo dos produtos.

De acordo com o Compromisso Empresarial para Reciclagem (CEMPRE, 2010), no Brasil, mesmo sem um marco regulatório, o mercado de recicláveis é uma atividade em expansão e tende ao contínuo crescimento. Alguns dados indicam que o volume de lixo urbano reciclado passou de cinco milhões de toneladas em 2003 para sete milhões e cem mil toneladas em 2008, o que corresponde a 13% dos resíduos gerados nas cidades. Se considerada apenas a fração seca do lixo (plástico, vidro, metais, papel e borracha), o índice de reciclagem subiu de 17% em 2004 para 25% em 2008. O setor já movimenta R\$ 8 bilhões por ano.

Conforme a Secretária do Meio Ambiente do Estado de São Paulo (2010), o setor de papéis vem apresentando um aumento significativo no uso de reciclados. Em 2000, o uso de recicláveis representou 45% da produção mundial de papel. No Brasil, apenas 37% do papel produzido, nesse período, foi para a reciclagem. De todo o papel reciclado, 80% foi destinado à confecção embalagens, 18% a papéis sanitários e apenas 2% à impressão. Um ponto importante é que para que o papel seja passível de reciclagem com qualidade, ele não pode estar contaminado com materiais tais como ceras, plásticos, manchas de óleo e tinta, terra, pedaços de madeira, barbantes, cordas, metais, etc. Por isso, adota-se uma subdivisão indicativa para papel reciclável e papel não reciclável.

Conforme a Associação Brasileira de Celulose e Papel (BRACELPA, 2014), em 2012 o consumo aparente de papel no país registrou, nove milhões e setecentos e oitenta e um mil toneladas e a recuperação de aparas – sobras – foi de, aproximadamente, quatro milhões e quinhentas mil toneladas. Percentualmente seriam 45,7% de todos os papéis que circularam no país em 2012.

Para Ribeiro e Ziglio (2006), as tipologias mais presentes na separação de materiais são o papelão e o papel branco. O papelão é descartado pela maioria da população separado dos demais resíduos, o que facilita o trabalho do catador e também valoriza a sucata, uma vez que não foi contaminada por restos orgânicos e outros resíduos. Papéis brancos (folhas de impressão e escrita) são os que atingem maiores valores de comercialização neste mercado. No entanto, o catador consegue obter esse material em condições de reciclagem quando o mesmo está separado dos demais resíduos na própria fonte geradora, evitando, assim, a contaminação. Estes autores ressaltam ainda que alguns materiais podem ser reciclados diversas vezes, como o vidro. Já o papel, em geral, pode ser reciclado para fins nobres (material para impressão e escrita) apenas uma vez. Depois seu consumo pode ser utilizado na confecção de embalagens.

Uma questão que merece atenção é que os restos de papel são procíclicos, o que significa que a quantidade varia em relação direta com o ciclo econômico dos negócios (THOMAS & CALLAN, 2012).

Em 2008, a produção de celulose atingiu a marca doze milhões e oitocentas mil toneladas, o que fez com que o Brasil se posicionasse como o quarto produtor mundial. A produção brasileira de celulose cresceu 7,1% em relação ao ano anterior. Os fabricantes de papéis aumentaram em 2,1% a produção, alcançando a marca de nove milhões e duzentas mil toneladas (FALEIROS, 2009).

Já em 2013, segundo a BRACELPA (2014), o Brasil produziu quinze milhões e cento e vinte e nove mil toneladas de celulose e dez milhões e quatrocentos e quarenta e quatro mil toneladas de papel.

Dados da Secretária do Meio Ambiente do Estado de São Paulo (2010) estimam que no Brasil, a indústria de papel e celulose é responsável por, aproximadamente, 1% do PIB do país. Em média, o consumo de papel no país é em torno de seis milhões de toneladas por ano. Desta forma os impactos da produção do papel são maiores que os de sua disposição pós-consumo. Estima-se, por exemplo, que na fabricação de aproximadamente uma tonelada de papéis corrugados, são necessárias, aproximadamente, duas toneladas de madeira (o equivalente a cerca de quatorze árvores) retiradas de plantio de monoculturas que desfavorecem a biodiversidade, 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. Já no processo de reciclagem, o volume de água utilizado cai para dois mil litros e o consumo de energia cai para 2,5 mil kW. Reciclar o papel, ao invés de fabricá-lo a partir da celulose, pode levar a uma redução de consumo de energia, emissão de poluentes e do uso da água, além de redução da percentagem de papel descartado como resíduo sólido.

De acordo com a Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento (CNUMAD, 1995), a Agenda 21 apresenta propostas para a maximização ambientalmente saudável do reaproveitamento e da reciclagem dos resíduos. Cita em sua base para a ação que o esgotamento dos locais de despejo tradicionais, a aplicação de controles ambientais mais estritos no depósito de resíduos e o aumento da quantidade de resíduos de maior persistência, especialmente nos países industrializados, contribuíram em conjunto para o rápido aumento dos custos dos serviços de depósito dos resíduos. Esses custos podem duplicar ou triplicar até o final da década. Algumas das práticas atuais de depósito ameaçam o meio ambiente. Na medida em que se modifica a economia dos serviços de depósito de resíduos, a reciclagem deles e a recuperação de recursos ficam cada dia mais rentáveis. Os futuros programas de manejo de resíduos devem aproveitar ao máximo as abordagens do controle de resíduos baseadas no rendimento dos recursos. Essas atividades devem realizar-se em conjunto com programas de educação do público. É importante que se identifiquem os mercados para os produtos procedentes de materiais reaproveitados ao elaborar os programas de reutilização e reciclagem.

De acordo com a Secretária do Meio Ambiente do Estado de São Paulo (2010) a composição dos resíduos triados após a coleta seletiva é diversificada: papel e papelão, rejeito, longa-vida, alumínio, metais, vidros, plásticos, pneus, pilhas e baterias, lâmpadas, eletroeletrônicos, etc. Entre os mate-

riais que compõem o resíduo sólido urbano brasileiro o papel tem participação de destaque. A produção percentual brasileira de papéis por tipo é de aproximadamente 46% de embalagens, 34% de papéis para imprimir e escrever, 10% de cartões e cartolinas, 8% de papéis sanitários e 2% de papéis especiais.

Santos e colaboradores (2001) citam que cada tipo de papel engloba uma série de subtipos. Papéis para impressão: acetinado, bíblia, bouffant, couché, imprensa, jornal, mimeógrafo, monolúcido, offset; papéis para escrever: apergaminhado, correspondência aérea, segundas-vias; papéis para embalagem: manilhinha ou de padaria, manilha, tecido, hamburguês, havana, HD, LD, macarrão; papéis para fins sanitários: higiênico, toalha, guardanapo, lenço; papéis especiais: base para carbono, cigarros e afins, crespado, para desenho, heliográfico, absorventes e filtrantes e, também, papéis não classificados: Kraft especial para cabos elétricos, fios telefônicos e condensadores.

Uma questão relevante é que as indústrias produtoras de papel e celulose que possuem o processo kraft – utilização de produtos químicos e calor para transformar a madeira em polpa – geram muitos resíduos denominados *dregs*, *grits* e lama de cal. Grande parte desses resíduos é destinada a aterros industriais, implicando em custos econômicos e ambientais para o gerador. Estudos realizados para minimizar esses impactos envolvem a utilização de rejeitos como componentes da matéria-prima para a fabricação de tijolos. Para tanto, serão feitas misturas de resíduos e argila, e submetidos depois a testes físico-químicos para controle de qualidade desses tijolos, verificando se os mesmos obedecem aos padrões estabelecidos pela ABNT (IZIDIO; SUBTIL; ANDRADE, 2014).

Outra forma de se reciclar o papel é apresentada nesse trabalho. Grande parte do descarte de papel não é adequada, o que impossibilita sua reciclagem. Somam-se a isso, o fato de que muitos tipos de papéis não podem ser reciclados, como é o caso dos adesivos, etiquetas, fita crepe, papel carbono, fotografias, papel toalha, papéis e guardanapos engordurados, papéis metalizados, parafinados ou plastificados. Deste modo, o objetivo geral desse trabalho é desenvolver uma forma de reciclar papéis diversos inclusive alguns tipos inapropriados à produção de reciclados. Os objetivos específicos concentram-se na elaboração de uma mistura, ou compósito, à base de terra, cimento, areia e papel e na sua utilização para se produzir vários tipos de peças úteis com destaque para os tijolos ecológicos, os materiais didáticos e os utilitários domésticos e ornamentais. Com a intenção de colaborar com a transição do mundo atual, já bastante degradado, para um mundo sustentável, a elaboração desse compósito pretende ser mais uma possibilidade de destinação adequada de papéis, passíveis ou não de utilização na produção de reciclados, de maneira a minimizar os impactos ao meio ambiente.

2 Materiais e métodos

2.1 Materiais Gerais

- Luvas de borracha
- Caneca de 250 mL;
- Colher de pau;
- Colher de sopa;
- Pano;
- Terra;
- Peneira fina;
- Socador;
- Balde para desfragmentar a terra;
- Balde para peneirar a terra;
- Balde para separar a terra desfragmentada;
- Balde para misturar os materiais;
- Cimento;
- Areia fina;
- Papéis diversos;
- Água;

- Liquidificador.

2.2 Materiais para confecção do molde de tijolos ecológicos

- 02 peças de madeira com 1,5 cm de altura, 66 cm de comprimento e 12 cm de largura;
- 01 peça de madeira com 1,5 cm de altura, 58 cm de comprimento e 12 cm de largura;
- 03 peças de madeira com 2,5 cm de altura, 12 cm de comprimento e 5,5 cm de largura;
- 02 peças de madeira com 1,5 cm de altura, 12 cm de comprimento e 5 cm de largura;
- 30 parafusos de 3mm x 3,5 cm.

3 Resultados

Inicialmente são picados papéis variados - jornal, guardanapo, etiqueta, extrato bancário, contas de luz e água e outros. Pressionando-se com os dedos, esses pedaços de papéis picados são acomodados em uma caneca de 250 mL preenchendo-a totalmente (Fig. 1).



Figura 1: Caneca de 250 mL preenchida com papéis picados.

Em seguida, os papéis picados são misturados a 1,5 L de água em um liquidificador, onde são triturados até formar uma pasta homogênea (Fig. 2).



Figura 2: Pasta homogênea de papel triturado no liquidificador.

A próxima etapa é a fragmentação e peneiração de aproximadamente 2 kg de terra seca a partir de um pilão ou socador em um balde. Com o auxílio de uma caneca de 250 mL, são separadas em um balde oito porções de terra seca peneirada, duas porções de areia fina peneirada e quatro porções de cimento peneirado. Com uma colher de pau, é revolvida a terra seca, a areia fina e o cimento peneirados até formar uma mistura homogênea (Fig. 3 e 4).



Figura 3: Terra seca e areia fina peneiradas e cimento peneirado sendo revolvidos com colher de pau.



Figura 4: Mistura homogênea de terra seca e areia fina peneiradas e cimento peneirado.

Em seguida, com o auxílio de uma caneca de 250 mL, são misturadas seis porções de pasta de papel à mistura de terra seca, areia fina peneirada e cimento peneirado até formar um composto homogêneo (Fig. 5 a 7).



Figura 5: Pasta de papel sendo misturada à mistura de terra seca e areia fina peneiradas e cimento peneirado.



Figura 6: Terra seca e areia fina peneiradas, cimento peneirado e pasta de papel sendo misturados.



Figura 7: Composto de terra e areia peneiradas, cimento peneirado e pasta de papel.

Com essa quantidade de composto é possível produzir dois tijolos ou várias peças ornamentais, utilitárias e didáticas. As peças moldadas são deixadas para secar à sombra por aproximadamente três dias até que possam ser manipuladas. No entanto, a secagem total se realizará em aproximadamente vinte dias.

Para se produzir dois tijolos ecológicos é feito um molde de madeira com dois compartimentos com medida interna de 5,5 cm x 25 cm x 12 cm (Fig. 8).

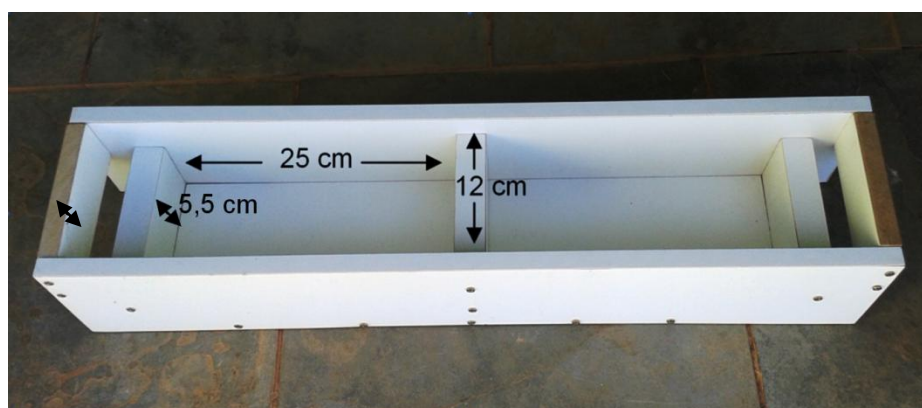


Figura 8: Molde de madeira para fabricação de dois tijolos ecológicos.

Em seguida, com uma colher de pau, é acomodada nos compartimentos do molde de madeira uma quantidade de compósito suficiente para que o tijolo tenha, aproximadamente, 5,5 cm de altura (Fig. 9 e 10).



Figura 9: Acomodando-se o compósito no segundo compartimento do molde de madeira para fabricação do segundo tijolo ecológico.



Figura 10: Compósito acondicionado após bater contra o chão com o molde de madeira para a fabricação de dois tijolos ecológicos.

Em seguida, os tijolos ecológicos são desenformados aproximadamente três dias após a pré-secagem (Fig. 11).



Figura 11: Tijolos ecológicos.

Em seguida são produzidas, com as mãos protegidas com luvas de borracha (Fig. 12), várias peças ornamentais, utilitárias e didáticas (Fig. 13 a 17).



Figura 12: Peça sendo moldada manualmente.



Figura 13: Pratos para vasos.



Figura 14: Vasos para plantas.



Figura 15: Descansador com utensílios domésticos.



Figura 16: Pizza para aula de matemática.



Figura 17: Ciclo celular para aula de Biologia.

4 Considerações finais

Vários trabalhos têm sido realizados recorrendo-se à mistura de compostos e celulose. Alguns trabalhos semelhantes envolvendo a fabricação de tijolos ecológicos a partir de papel ou resíduos originados da fabricação de papel e celulose têm obtido resultados significativos.

Miranda (2009) realizou um trabalho a partir de *grits* - resíduo sólido da indústria de celulose e papel – que apresenta em sua constituição química o óxido de cálcio, cal obtida na reação de caustificação do licor verde, processo este que recupera a soda cáustica para o retorno do cozimento da celulose. De acordo com os autores do projeto os resultados foram bastante satisfatórios atendendo todas as normas da ABNT no que diz respeito à granulometria, limite de liquidez, índice de plasticidade e compactação. Tendo em vista o fato do *grits* ser arenoso, a sua utilização para correção de solos argilosos, para fins de fabricação de tijolos de solo-cimento-*grits*, surge como uma alternativa viável e que conduziria a um maior consumo de resíduo, contribuindo para a destinação ambientalmente correta de um maior volume desse material.

Ao ser entrevistado por Lacerda (2010), Márcio Albuquerque Buson, professor da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de Brasília, apresentou a produção de tijolo ecológico feito de terra, cimento e papel Kraft (componente das embalagens de cimento). Deste modo, seu processo de fabricação se baseia na reciclagem de resíduo proveniente da construção civil. Após ensaios laboratoriais e análises comparativas entre o novo compósito, nomeado de *Krafterra*, e o solo-cimento, Buson (2009) constatou o melhor desempenho do *Krafterra* quanto à resistência à compressão simples e diagonal, retração e resistência ao fogo, e apesar de absorver mais água que o tijolo solo-cimento os estudos laboratoriais confirmaram ser mais uma alternativa econômico-sustentável para a produção de componentes e elementos construtivos.

Outro trabalho, de mesmo segmento, foi realizado por Rebouças e colaboradores (2011), no qual alguns alunos de Graduação em Engenharia Civil do Centro Universitário de Belo Horizonte – U-niBH desenvolveram um tijolo ecológico composto de terra, cimento, papel Kraft e babosa diferenciando-se do trabalho anterior apenas pelo acréscimo desse último item ao composto.

Na Revista *O Papel* foi apresentado um projeto de tijolo feito de rejeitos das indústrias produtoras de papel e celulose. Esses rejeitos denominados *dregs*, *grits* e lama de cal, que se constituem no principal ponto de purga de elementos não processáveis, são misturados à argila. Dessa forma, aquilo que seria descartado em aterros industriais é reciclado amenizando o impacto ambiental (IZIDIO; SUBTIL; ANDRADE, 2014).

Na Universidad de Jaén, na Espanha, pesquisadores estão desenvolvendo um protótipo de tijolo composto por argila e resíduos de celulose. Essa pesquisa resultou em um bloco resistente e de condutividade térmica baixa, tendo qualidades isolantes, além de econômico e ambientalmente menos impactante (CABEZAS, 2013).

Além do tijolo ecológico outros produtos estão sendo produzidos com compostos à base de papel reciclável. Calegari e colaboradores (2004) fizeram uma análise sobre as propriedades físico-mecânicas de chapas aglomeradas produzidas com dois tipos de papel reciclável (papel jornal e offset), partículas de madeira de *Pinus elliottii* Engelm e adesivo à base de tanino-formaldeído. Os resultados obtidos não foram satisfatórios, no entanto, os autores concluíram que pesquisas adicionais devem ser conduzidas utilizando pequenas quantidades de papéis recicláveis, assim como outros parâmetros de produção, visando a estabelecer a proporção de papel que poderia ser usada sem causar prejuízo para as propriedades das chapas.

A telha vegetal é uma grande aposta ecológica para o setor de construção (ROSA, 2012). Este autor comenta que o papel é dissolvido em água quente até a fibra de celulose ser extraída. A telha passa ainda por um processo de secagem e é imersa em betume (asfalto) para tornar-se resistente.

Conforme Mitidieri (2009), um produto muito utilizado na construção civil composto de papel e aditivos é o *drywall* que data da década de 1970 a implantação da primeira fábrica no Brasil para produção de chapas de gesso acartonado.

Segundo a Drywall (2013), o *drywall* é fabricado industrialmente mediante um processo de uma mistura de gesso, água e aditivos entre duas lâminas de cartão, onde uma é virada nas bordas longitudinais e colada sobre a outra.

O uso de elementos de baixo custo e fácil acesso como a terra, a areia, o cimento aliados à utilização de papel de tipos diversos e principalmente aqueles impróprios para a produção de reciclados, já demonstra a preocupação ambiental da proposta apresentada no presente trabalho. Além disso, o

uso do composto extrapola a alternativa de somente reciclar o excedente residual de celulose, pois, corrobora com a necessidade atual de se produzir um material versátil que possibilita várias opções de uso em seguimentos diversos.

No que se refere aos produtos gerados pelo compósito destacaram-se o tijolo ecológico, os materiais didáticos e os utensílios domésticos e ornamentais. No tocante ao tijolo, as fibras do papel conferiram-lhe maior leveza e estabilidade e apesar de várias experiências empíricas que demonstraram sua viabilidade são necessários testes mais elaborados que confirmem suas qualidades e determinem mais precisamente as quantidades adequadas dos ingredientes que o compõem.

Os materiais didáticos e os utensílios domésticos e ornamentais não apresentaram nenhum problema experimental que os desabonem. Deve-se levar também em conta que a vida útil desses materiais é longínqua. No mais, seu descarte após vida útil é bem menos degradante ao ambiente do que se fossem alocadas em lixões a céu aberto. Outro ponto relevante é a possibilidade de reciclar esses materiais transformando-os em novos materiais úteis.

Referências

- BRACELPA (Associação Brasileira de Celulose e Papel). *Dados do setor*. São Paulo, 2014. Disponível em: <<http://bracelpa.org.br/bra2/sites/default/files/estatisticas/booklet.pdf>>; acesso em: 11 de mar. 2014.
- _____. *Conjuntura BRACELPA*. São Paulo, 2014. Disponível em: <<http://bracelpa.org.br/bra2/sites/default/files/conjuntura/CB-064.pdf>>; acesso em: 05 de set. 2014.
- BRASIL. *Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010*. Capítulo II, Definições, art. 3º, inciso XIV. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm>; acesso em: 17 de abr. 2014.
- BUSON, M. A. *Desenvolvimento e análise preliminar do desempenho técnico de componentes de terra com a incorporação de fibras de papel kraft provenientes da reciclagem de sacos de cimento para vedação vertical*. 2009. 135 p. Tese (Doutorado) – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de Brasília, Brasília. Disponível em: <http://repositorio.unb.br/handle/10482/5993?mode=simple&submit_simple=Mostrar+item+em+formato+simples>; acesso em: 18 de jun. 2014.
- CABEZAS, C. Nova tecnologia sustentável: Tijolos com papel reciclado. *ArchDaily*: 06 de fev. 2013.
- CALEGARI, C. et al. Adição de aparas de papel reciclável na fabricação de chapas de madeira aglomerada. *Revista Ciência Florestal*, Santa Maria, v. 14, n. 1, maio 2004.
- CEMPRE (Compromisso Empresarial para Reciclagem). País recicla apenas 13% dos resíduos que são jogados fora. *Em Discussão - Revista de audiências públicas do Senado Federal*, Brasília, n. 3, jun. 2010, p. 14.
- CNUMAD (Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento). Maximização ambientalmente saudável do reaproveitamento e da reciclagem dos resíduos. In: *Agenda 21, Capítulo 21, Áreas de Programas B*. p. 345. Brasília: Câmara dos Deputados, coordenação de Publicações, 1995. Disponível em: <<http://www.onu.org.br/rio20/img/2012/01/agenda21.pdf>>; acesso em: 19 de abr. 2014.
- DRYWALL (Associação Brasileira do Drywall). *Chapas*. São Paulo: Drywall, 2013.
- FALEIROS, M. Brasil alcança a posição de quarto maior produtor mundial de celulose. *Revista O papel*, São Paulo, p. 7, 2009.
- IZIDIO, L. L.; SUBTIL, G. W.; ANDRADE, A. A. Utilização de resíduos da indústria de celulose como matéria-prima para fabricação de tijolos. *Revista O Papel*, São Paulo, p. 50, 2014.
- LACERDA, M. Professor da UnB cria tijolo feito com papel das embalagens de cimento. *Revista Cidadania & Meio Ambiente*, Brasília: EcoDebate, 2010. Disponível em: <<http://www.ecodebate.com.br/2010/04/14/professor-da-unb-cria-tijolo-feito-com-papel-das-embalagens-de-cimento/>>; acesso em 07 de jun. 2014.
- MIRANDA, L. A. et al. *Caracterização física de solo e resíduo da indústria de papel e celulose (grits) para fabricação de tijolos de solo-cimento*. Recife: ELECS, 2009.
- MILLER, G. T. *Ciência ambiental*. Trad. All Tasks. 11.ed. São Paulo: Cengage Learning, 2011.

MITIDIÉRI, C. Drywall no Brasil: reflexões tecnológicas. *Drywall*, São Paulo, 27 de fev. 2009.

REBOUÇAS, A. S. *et al.* Krafterra: tijolo ecológico. *Exacta*, Belo Horizonte, v. 4, n. 2, p. 43-47, 2011.

RIBEIRO, W. C.; ZIGLIO, L. Produção de resíduos e sociedade de consumo. In: SPADOTTO, C.; RIBEIRO, W. (Eds.). *Gestão de resíduos na agricultura e agroindústria*. Botucatu: FEPAF, 2006.

ROSA, J. Empresa transforma papel reciclado em telha. *Sustentabilidade*, São Paulo, jul. 2012. Disponível em: <<http://noticias.terra.com.br/ciencia/sustentabilidade/empresa-transforma-papel-reciclado-em-te->

lha,630939160467b310VgnCLD200000bbccceb0aRCD.html>; acesso em: 01 jun. 2014.

SANTOS, M. *et al.* Papel: como se fabrica? *Química nova na escola*, n. 14, p. 6, nov. 2001.

SÃO PAULO (Estado). Secretaria do Meio Ambiente. *Resíduos sólidos*. São Paulo: SMA, 2010.

THOMAS, J. M.; CALLAN, S. J. *Economia ambiental: fundamentos, políticas e aplicações*. São Paulo: Cengage Learning, 2012.

TRIGUEIRO, A. *Mundo Sustentável: abrindo espaço na mídia para um planeta em transformação*. São Paulo: Globo, 2005..

Como citar este artigo científico

PEZZOTTA-SOBRINHO, P. Compósito de celulose: uma nova forma de reciclar papel e suas aplicações na fabricação de materiais didáticos, tijolos ecológicos e utensílios domésticos. *Scientia Vitae*, v.2, n.6, ano 2, out. 2014, p. 70-84. Disponível em: <www.revistaifpsr.com/>; acesso em: __/__/__.