



Estudo e desenvolvimento de materiais produzidos com os resíduos de madeira e trigo

Karla Hikari Akutagawa, EPA, UNESPAR/Campus de Campo Mourão

karla.akutagawa@gmail.com

Celia Kimie Matsuda, EPA, UNESPAR/Campus de Campo Mourão

celia_matsuda@hotmail.com

Nabi Assad Filho, EPA, UNESPAR/Campus de Campo Mourão

nabiassadfilho@hotmail.com

Ederaldo Luiz Beline, EPA, UNESPAR/Campus de Campo Mourão

beline.engenharia@gmail.com

Resumo: Com o propósito de diminuir ou de eliminar os resíduos que são gerados pelas indústrias do setor madeireiro e da agroindústria, tem aumentado o número de pesquisas com foco no desenvolvimento de produtos e serviços sustentáveis, utilizando-se da tecnologia, em novas abordagens teóricas. Desta forma o objetivo desta pesquisa foi desenvolver painéis sustentáveis de baixo custo, a partir do reaproveitamento de resíduos da madeira (serragem) com fibra do trigo. O foco de estudo desta pesquisa foi viabilizar a reutilização dos resíduos, aplicando-os na criação de materiais e produtos que atendam a demanda da sociedade, contribuindo positivamente para a conservação do meio ambiente. Por meio de ensaios realizados, pode-se constatar que o produto final (painel) ficou visivelmente resistente, apresentando resultados satisfatórios. Para o mercado, o painel poderá contribuir positivamente, diminuindo os custos dos produtos já que são feitos de reaproveitamento de resíduos.

Palavras-chave: resíduos da madeira; fibra do trigo; meio ambiente; material sustentável.

1. Introdução

De acordo com Battistelle; Marcilio; Lahr (2009), os problemas do âmbito social e ambiental são debatidos constantemente devido à grande quantidade de rejeitos provenientes dos processos industriais e a disposição inadequada dos mesmos.

Com o intuito de diminuir ou eliminar os resíduos industriais do setor madeireiro, tem aumentado o número de pesquisas de produtos e serviços ecologicamente corretos e sustentáveis, usufruindo-se da tecnologia, assim como de novas abordagens teóricas para fundamentação têm sido desenvolvidos (TEIXEIRA; CÉSAR, 2004).

Segundo Marshall; Farahbakhsh (2013), os países em desenvolvimento como o Brasil, necessitam investir no crescimento científico, prático e teórico na gestão dos resíduos, criando estratégias participativas, contextualizadas e adaptativas.

Segundo Marozzi (2012), no Brasil são gerados aproximadamente 60 milhões de toneladas de resíduos madeireiros por ano. Durante o processo de transformação de uma



madeira, são aproveitados 40% a 60% de seu volume, assim observa-se um alto índice de desperdício, visto que na maioria das vezes são manuseados incorretamente.

Há dois tipos de classificação para os resíduos de madeira: a serragem, originada do processo de desdobra da madeira, gerada em diversos tipos de indústria; o cepilho ou maravalha, originado no processo de desengrosso nas instalações das serrarias (FONTES, 1994).

De acordo com Teixeira e César (2004), a serragem quanto à sua classificação, por tamanho das partículas são formadas por partículas menores ou iguais a 0,86mm, com aspecto de farinha e pó fibroso. Já as partículas de 2,00mm até 9,52mm são classificadas como tamanho médio. E maiores a 9,52mm até 25,4mm são partículas grosseiras e restos de casca e palha.

Outro fator importante para a realização desta pesquisa foram os resíduos agroindustriais.

De acordo com Araújo (2005), a agroindústria é formada por um conjunto de atividades que são relacionadas à transformação de matérias-primas que podem ser provenientes da agricultura, pecuária e outros. Os resíduos que são provenientes de atividades agroindustriais são gerados por processamento de fibras, alimentos e outros, ou seja, são produções geralmente sazonais, condicionadas pela cultura ou pela oferta da matéria-prima (MATOS, 2005).

Atualmente a agroindústria gera diversos tipos de resíduos, resultado da colheita do que é produzido no campo. Um desses resíduos é o resíduo de trigo (palha de trigo), que corresponde a 50% do peso da planta (CRUZ, 1983).

“O consumo mundial de trigo está em torno de 85kg per capita/ano, enquanto no Brasil é de 52kg per capita/ano”. (SAFRAS; MERCADO, 1999 apud CAFÉ *et al.*, 2003).

Desde a década de 70, o consumo de trigo no Brasil vem crescendo continuamente, mas foi na década de 90, em que o fato mais representativo em seu crescimento por causa das mudanças na condução da política de trigo, instituída pelo governo da época, que foi observado o aumento expressivo no consumo de trigo no país (CAFÉ *et al.*, 2003).

No ano de 2017 o Brasil produziu aproximadamente 4.263,5 toneladas de trigo (CONAB, 2018). E de acordo com o CEPEA (2017) o estado do Paraná é o maior produtor do cereal de trigo, o seu valor médio pago ao produtor está em torno de R\$ 589,16/tonelada, e o valor negociado entre as empresas está em torno de R\$ 659,38/tonelada em lotes.

Ao analisar todas as informações apresentadas observou-se que os problemas ambientais são resultados dos resíduos gerados pelas atividades industriais e agrícolas.

Deste modo, a pesquisa visou criar um produto de qualidade e de baixo custo a partir dos resíduos do trigo e resíduos da madeira, contribuindo para o desenvolvimento de materiais sustentáveis que não agridam o meio ambiente e contribuam para o desenvolvimento da sociedade.

Consoante ao destino desses resíduos, o foco de estudo deste projeto foi viabilizar a sua reutilização aplicando-o na criação de materiais e produtos que atendam a demanda da sociedade, contribuindo positivamente para o meio ambiente.

Para desta pesquisa, foram realizados ensaios, analisando a composição, a matéria prima, e a resistência dos painéis seguindo a Norma Brasileira/ABNT.



2. Materiais e métodos

Os painéis foram confeccionados e caracterizados no Laboratório de Química Aplicada (LQA), da Universidade Estadual do Paraná – Campus de Campo Mourão. O presente trabalho é caracterizado como experimental, pois foram realizados experimentos durante todo o período para a confecção do painel.

2.1 Confeção do painel de serragem e fibra de trigo

Inicialmente, foi realizada uma análise detalhada das técnicas necessárias para a confecção dos painéis e como seria avaliada a matéria prima e os painéis depois de finalizadas. As técnicas aplicadas às fibras, para a realização de ensaios e a avaliação e a caracterização destes resíduos, foram seguidas conforme as recomendações da norma NBR 10004 de granulométrica e para a massa específica a norma NBR 7217:1987. Para o teor de umidade e pH das amostras dos resíduos foram seguidas as recomendações da norma de ABNT NBR 10005 (2004).

Para a coleta das matérias primas, foi necessária a procura por estabelecimentos madeireiros, onde havia a sobra dos resíduos (serragem) provenientes da serragem de madeiras. E para a coleta da palha de trigo foi necessário procurar áreas com plantações de trigo para a coleta da palha que sobra após a colheita do grão.

Iniciou-se com o preparo das matérias-primas, que foi triturado 500 g de palha de trigo para que resultassem em partículas menores, em sequência a palha moída passou por processo de maceração por 24 h, ou seja, foi necessário que a palha ficasse submersa em solução com água e hidróxido de sódio (NaOH) e para cada 1 L de água foi necessário adicionar 1% de hidróxido de sódio (NaOH). Neste caso, foi utilizado 12 L de água e 120 g de hidróxido de sódio (NaOH), assim foi misturado todos reagentes e a palha obtendo uma mistura homogênea submersa em solução. Posteriormente a palha foi peneirada, retirando os resíduos e objetos estranhos, e assim lavada em água corrente. Assim, para se obter uma fibra menor e homogênea, triturou-se a palha num liquidificador e a peneirou. O mesmo foi espalhado em duas formas, formando uma camada e colocado na estufa para secagem por um período de 48 h a uma temperatura de 60 °C, e depois de finalizada esse processo, obteve-se a fibra seca conforme apresentada na Figura 1.

O mesmo processo de maceração foi realizado com a serragem de madeira conforme a Figura 2, para 500 g foi utilizado 3,6 L de água e 36 g de hidróxido de sódio (NaOH), e após finalizado o processo e seco conforme apresentado na Figura 2.



FIGURA 1 – Fibra preparada da palha de trigo.



FIGURA 2 – Serragem de madeira preparada.

Para a confecção dos painéis foram utilizados os resíduos que foram preparados anteriormente e definido a quantidade a ser utilizada, conforme apresentado na Figura 3. Assim para definirmos a quantidade de cada material, foi determinada a concentração para a confecção dos painéis com 50% de serragem e 50% de palha de trigo. Ou seja, para a confecção de um painel, foram utilizados 150 g de resíduo, significando em 75 g de serragem e 75 g de palha de trigo. E para que as partículas se unissem foi utilizado uma cola, cuja sua composição era de 25% de farinha de trigo, 25% de água e 50% de resina branca, para fazer a colar a resina foi diluída em banho-maria, e em seguida foi misturada manualmente com o trigo e a água, até a total diluição desses ingredientes, formando a cola, conforme a Figura 4. Em seguida foi acrescido à mistura dos resíduos e da cola, 5% de catalisador (sulfato de amônia) referente à quantidade total de cola, e misturando manualmente.



XII EEPA

ENCONTRO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO AGROINDUSTRIAL
EPA - DE CAMPO MOURÃO PARA O MUNDO

Campo Mourão, Paraná, Brasil, 20 a 22 de novembro de 2018

ANAIS ISSN 2176-3097



FIGURA 3 – Fibra de trigo (esquerda) e serragem de madeira (direita) nas quantidades que foram utilizadas.



FIGURA 4 – Cola.

Para a moldagem da amostra de mistura, foi utilizada uma forma de 20 cm x 20 cm, forrada com plástico e untada entre o plástico e a forma com manteiga e farinha de



trigo. Em seguida a forma foi prensada e colocada na estufa a uma temperatura de 120 °C por 12 h. Após o período necessário, o painel foi retirado do molde.

Depois de finalizado a confecção do painel foi realizada avaliações por meio de ensaios de análise visual, ensaios do aspecto sensorial olfativo, ensaio de ataque de fungos e ensaio de envelhecimento.

2.2 Avaliações dos painéis

Para as avaliar os painéis, foram realizados ensaios referentes às propriedades de envelhecimento, sensoriais e biológicas, os ensaios foram feitos de acordo com Vieira (2008 apud CAMPOS, p. 68).

Para a realização do ensaio de envelhecimento, o painel foi acondicionado na estufa a uma temperatura de (23 ± 2) °C e a umidade relativa de (50 ± 5) %. Para manter a umidade foi utilizada uma forma com água colocada dentro da estufa, juntamente com a placa por 12h. Posteriormente, o painel foi levado para uma segunda onde permaneceu por 12 h a uma temperatura de 100 °C. Para assim, ser avaliada visualmente. O intuito deste ensaio era que a placa passasse por determinadas condições climáticas, para avaliarmos o comportamento dos mesmos com relação a sua condição de deterioração.

O ensaio sensorial olfativo teve como intuito avaliar o comportamento olfativo do painel sobre a influência de temperatura e clima, para essa análise foram preparados corpos de prova com medida de 5 cm de lado, os mesmos ficaram acondicionados por 24h em uma estufa a uma temperatura de (23 ± 2) °C. As amostras ficaram armazenadas em recipientes de vidro para a realização do ensaio, os mesmos permaneceram em posição oblíqua para que o ar não escapasse, a tampa foi vedada antes de ser fechado os recipientes com papel filtro e posicionados de cabeça para baixo, permanecendo por essa situação por 24h a uma temperatura de 70 °C. Ao final, a placa foi avaliada por voluntários.

O ensaio de ataque de fungos teve como finalidade analisar o surgimento de fungos ou bactérias em determinadas condições em que pode apresentar riscos à saúde humana. Assim para a realização do mesmo, o painel foi acondicionado em uma estufa por 48h a uma temperatura de (23 ± 2) °C, e umidade relativa de (50 ± 5) % mantida com uma forma com água e foram analisadas visualmente.

3. Resultados e discussões

Levando em consideração o aspecto visual, foi possível observar que os painéis visualmente apresentaram resistência e homogeneidade, que pode ser verificado na Figura 5, o resultado obtido nesse aspecto foi satisfatório.

Quanto ao ensaio sensorial olfativo, os resultados obtidos foram satisfatórios, uma vez que os painéis apresentaram odores característicos das matérias primas utilizados (palha de trigo e pó de serra). As observações foram realizadas com a colaboração de voluntários.

No ensaio de ataque de fungos, foi analisado o comportamento olfativo sob a influência da temperatura e clima, por meio da verificação visual. O resultado obtido foi a de que o painel não apresentou colônias de fungos, ou seja, o painel permaneceu com as suas características iniciais.

No ensaio de envelhecimento, foram analisadas as condições de deterioração dos painéis em determinadas condições ambientais, conforme a Figura 6. Os resultados obtidos



XII EEPA

ENCONTRO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO AGROINDUSTRIAL
EPA - DE CAMPO MOURÃO PARA O MUNDO

Campo Mourão, Paraná, Brasil, 20 a 22 de novembro de 2018

ANAIS ISSN 2176-3097



pela verificação visual foram satisfatórios, este painel não apresentou rachaduras e mostrou resistência, continuando com os mesmos aspectos iniciais.



FIGURA 5 – Painel produzido com resíduo de madeira e trigo.



FIGURA 6 – Ensaio de envelhecimento.

4. Considerações finais

Este trabalho é resultado de um projeto de iniciação científica, cujo objetivo era reaproveitar os resíduos gerados pela indústria madeireira e a agroindústria. A elaboração deste painel apresentou baixo custo de matéria-prima, contudo a sua confecção contribuiu positivamente para o meio ambiente e atribuindo um destino correto a esses resíduos.

Com a confecção do painel constituído de resíduo de madeira e fibra de trigo, pode-se concluir que o painel apresentou resultados satisfatórios, apresentando um painel visivelmente resistente. Para uma futura colocação no mercado é necessário à realização ensaio de resistência à compressão simples e de ensaio de flexão.

Este estudo contribui para o avanço das pesquisas a respeito do reaproveitamento dos resíduos gerados pela indústria madeireira e a agroindústria, pois estes resíduos são abundantes no Brasil.

Referências

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 10004. Resíduos sólidos: classificação. Rio de Janeiro, 2004.

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 7217:1987. Rio de Janeiro, 2003.

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. ABNT NBR 10005 (2004). Rio de Janeiro.

ARAÚJO, M, J. Fundamentos de agronegócios. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2005.



XII EEPA

ENCONTRO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO AGROINDUSTRIAL
EPA - DE CAMPO MOURÃO PARA O MUNDO

Campo Mourão, Paraná, Brasil, 20 a 22 de novembro de 2018

ANAIS ISSN 2176-3097



BATTISTELLE, R. A. G.; MARCILIO, C.; LAHR, F. A. R. Emprego do bagaço da cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum*) e das Folhas caulinares do bambu da espécie *Dendrocalamus giganteus* na produção de chapas de partículas. Artigo Minerva, Pesquisa e Tecnologia, 2009.

CAFÉ, Sônia Lebre et al. Cadeia produtiva do trigo. BNDES Setorial, Rio de Janeiro, n. 18, p. 193-219, set. 2003.

CAMPOS, R. V. M. Painéis para tratamento acústico utilizando fibras naturais. Dissertação de Mestrado. Departamento de Engenharia Civil. Universidade Estadual de Maringá. Paraná, 2012.

CEPEA. ESALQ - USP. TRIGO/CEPEA: MESMO EM ANO DE PRODUÇÃO NACIONAL RECORDE, IMPORTAÇÃO DISPARA. 2017. Disponível em: <<https://www.cepea.esalq.usp.br/br/releases/trigo-cepea-mesmo-em-ano-de-producao-nacional-recorde-importacao-dispara.aspx>>. Acesso em: 09 ago. 2018.

CRUZ, Geraldo M. Resíduos de cultura e indústria. Belo Horizonte, 9(108): 32-37, dez. 1983.

CONAB. Companhia nacional de abastecimento. Oferta e Demanda de Grãos - setembro/2018. 2018. Disponível em: <<https://www.conab.gov.br/info-agro/analises-do-mercado-agropecuário-e-extrativista/analises-do-mercado/oferta-e-demanda-de-grãos>>. Acesso em: 09 ago. 2018.

FONTES, P. J. P. Auto suficiência energética em serraria de Pinus e aproveitamento dos resíduos. Dissertação (Mestrado), Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 1994.

MARSHALL, R.E. & FARAHBAKHS, K. (2013) Systems approaches to integrated solid waste management in developing countries. Waste Management, v. 33, n. 4, p. 988-1003.

MAROZZI, C. R. B. Caracterização de Resíduos Agroindustriais e Florestas Visando a Briquetagem. Trabalho de Graduação (Graduação em Engenharia Industrial Madeireira) – Departamento de Ciências Florestais e da Madeira, Universidade Federal do Espírito Santo, Espírito Santo, 2012.

MATOS, A. T. Curso Sobre Tratamento de Resíduos Agroindustriais. Viçosa: FEAM/UFV, 2005.

TEIXEIRA, M.G.; CÉSAR, S. F. Resíduo de madeira como possibilidade sustentável para produção de novos produtos. I Conferência Latino-Americana de Construção Sustentável X Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, São Paulo, 2004.

TUOTO, M. Levantamento sobre a geração de resíduos provenientes da atividade madeireira e proposição de diretrizes para políticas, normas e condutas técnicas para promover o seu uso adequado. Projeto PNUD BRA 00/20 – Apoio às políticas públicas na área de gestão e controle ambiental, Curitiba, 2009.