

Reaproveitamento da Borra de Café no desenvolvimento de Biocompósito com Bioaglutinantes

Reuse of Coffee Grounds in the development of Biocomposite with Biobinders

Rafael Paulino Ferreira, Mestrando em Design, Universidade Estadual Paulista

rafael.paulino@unesp.br

Douglas Daniel Pereira, Doutor em Design, Universidade Federal de Goiás

douglasdaniel@ufg.br

Geovanna Queiroz Silva, Graduanda em Design de Produto, Universidade Federal de Goiás.

queiroz.geovanna@discente.ufg.br

Resumo

O seguinte estudo objetiva o estudo e desenvolvimento de materiais compósitos, com o intuito de propor a substituição dos materiais convencionais no desenvolvimento de produtos, utilizando para isso a borra de café e bioaglutinantes no desenvolvimento desse material compósito. O presente estudo também apresenta uma proposta de performance sustentável, que contribui com o manejo de resíduos orgânicos de cafeterias locais. O projeto toma como base pesquisas, fundamentações teóricas, conceitos e experimentações relacionadas ao design, materiais, sustentabilidade e ferramentas projetuais, a fim de garantir a melhor compreensão acerca do produto idealizado, assim como o novo ciclo de vida. Por fim nota-se a importância do desafio enfrentado no desenvolvimento e uso de ferramentas que visam contribuir para a transformação cultural no padrão de produção e consumo.

Palavras-chave: Compósitos 1; Resíduos 2; Sustentabilidade 3.

Abstract

The following research aims to study and develop composite materials, with the aim of proposing the replacement of conventional materials in product development, using coffee grounds and biobinders in the development of this composite material. The present study also presents a proposal for sustainable performance, which contributes to the management of organic waste from local cafeterias. The project is based on research, theoretical foundations, concepts and experiments related to design, materials, sustainability and design tools, in order to guarantee a better understanding of the idealized product, as well as the new life cycle. Finally, the importance of the challenge faced in the development and use of tools that aim to contribute to cultural transformation in the pattern of production and consumption is noted.

Keywords: composite1; Waste 2; Sustainability 3

1. Introdução

A história da humanidade é marcada por transformações, sejam elas intercorrências das guerras e revoluções, como também pelo descobrimento e desenvolvimento de novas ferramentas, uso e materiais. Os parâmetros utilizados no processo de desenvolvimento deste trabalho buscam fomentar a contribuição da história do design para a configuração da sociedade. O designer como um agente interlocutor das transformações econômicas, culturais e sociais, busca de forma contínua criar alternativas ou meios que melhorem a qualidade de vida cotidiana. Ao realizar uma análise cronológica, o design vem contribuindo para a transformação do modo como vivemos desde os tempos primórdios.

Levando em consideração toda a evolução e as descobertas de materiais e tecnologias, o consumo desenfreado tem contribuído para eventos de impactos no meio ambiente, seja pela exploração dos recursos naturais não renováveis ou pela quantidade de lixo e resíduos que são gerados e não tratados.

Observando esse cenário atual e a infinidade de novas oportunidades acerca da exploração, do reaproveitamento dos resíduos orgânicos e o volume crescente de descarte em aterros sanitários, lixões e redes de esgoto, nota-se o quanto o Design pode contribuir para amenizar os impactos ambientais que são causados pela sociedade de consumo, assim como consequência o descarte desenfreado, a exploração de fonte de recursos naturais e a falta de tratamento dos resíduos.

Estima-se que no mundo 50% dos alimentos, produzidos e consumidos sejam transformados em resíduos. Segundo dados publicados pela Associação Nacional dos Serviços Municipais de Saneamento [1], o Brasil gera aproximadamente 37 milhões de toneladas por ano de resíduos sólidos orgânicos. Resíduo este que tem por destino ou descarte final, aterros sanitários ou lixões. Se os resíduos descartados fossem submetidos a processos de tratamentos e reaproveitados para serem reinseridos no ciclo de consumo e produtivo industrial, contribuiria para a redução de impactos ambientais, assim como também para a economia, pois diminuiria os gastos com coletas e aterros.

Ao ser implementado processo de tratamento de resíduos e o reaproveitamento dos resíduos orgânicos, desencadeia oportunidades de desenvolver novos materiais, produtos e artefatos, assim como também viabiliza a substituição de materiais oriundos de combustíveis fósseis.

Diante deste cenário, a importância desse tema vem contribuir com a possibilidade do desenvolvimento de implementação do gerenciamento de resíduos e a oportunidade de colaborar com a produção de novos materiais e modo de produção e ou fabricação. Desse modo, a pesquisa apresenta assim um caráter exploratório e descritivo. Logo, as considerações finais têm como objetivo salientar os impactos ambientais do descarte de resíduos do café, caracterizar as possibilidades de produção de novos estudos e materiais através do reaproveitamento de resíduos orgânico.

Como materiais e métodos, foi realizado um levantamento bibliográfico, sobre a produção de café no Brasil, os materiais, e as estruturas dos materiais compósitos desenvolvidos a partir do reaproveitamento de materiais de origem natural, análise desses materiais e métodos de observações e experimentos em laboratório, resultado projetual e melhorias a serem implementadas. A técnica de análise será em forma de documentação e observação sistêmica em laboratório apresentada no decorrer dos tópicos acerca dos experimentos realizados.

1.1 - A Produção de Café no Brasil

O café tem um papel importante na história de desenvolvimento socioeconômico do Brasil e da sociedade brasileira. Podemos ressaltar que o país se destaca mundialmente quando o assunto é o café, pois está em primeiro lugar entre os países produtores e exportadores do grão, e em segundo entre os maiores consumidores da bebida ficando atrás apenas dos Estados Unidos.

A produção de café no Brasil, inicialmente estimada para a safra de 2023, foi calculada em 54,94 milhões de sacas de 60kg, o que corresponde à uma área de produção de cafeicultura brasileira, de 1,9 milhão de hectares, somando se todo o plantio das espécies aqui cultivadas, *Coffea arabica* e *Coffea canephora* (robusta e conilon) [2].

Estima-se que a produção de café possa chegar a 208 milhões de sacas até o ano de 2030 e juntamente com a produção o aumento de volume gerados através do processamento, beneficiamento e a crescente demanda de consumo. Calcula-se que a cada 1 tonelada de café pode gerar cerca de 600 kg de resíduos [3].

Segundo dados publicados no Canal Rural [4] o café ainda tem produção tímida em Goiás, se comparado aos demais estados, como: Espírito Santo, São Paulo e Minas Gerais. Contudo o estado contribui com 0,8% de toda a safra nacional, que no ano de 2021/2022 produziram cerca de 16,6 toneladas de grãos. Mesmo diante deste cenário, o estado de Goiás ocupa o 7º lugar no ranking nacional de produção de café.

Ao levar em consideração o estudo apresentado por Stroub [3] e direcionar para a produção de café nos anos 2021/2022, que representou uma safra de 16,6 toneladas de grãos. Goiás pode ter gerado aproximadamente cerca de 9.960 toneladas de resíduos. Ao trazer estes dados nota-se o enorme impacto ambiental que este volume de resíduos pode causar, sendo descartado nos aterros, lixões e na rede de esgoto.

1.2 - Materiais e Compósitos

Ao longo da história os materiais foram tantos os limitadores quanto possibilitadores de determinados projetos e de imensa importância para o ser humano. Tão significativa que as

eras do desenvolvimento humano, foram nomeadas por materiais, como: Idade da Pedra, Idade do Bronze, do Plástico e a do Silício [5].

Materiais como madeira, a pedra, o osso e a terra foram essenciais para a sobrevivência e desenvolvimento da humanidade por vários milênios. Sendo assim, o desenvolvimento da história humana ressalta que os materiais são um norteador para a humanidade. Calegari e Oliveira [6], reforçam que com a Revolução Industrial, ocorreram profundas transformações em âmbito cultural, social e econômico o que atenuou a multiplicidade de materiais disponíveis para produção de artefatos ou produtos.

Os vestígios da existência de materiais compósitos são de 5000 A.C., onde já eram utilizados a mistura de rochas e materiais orgânicos. Alguns registros históricos destacam o uso de compósitos a cerca de 3000 A.C., quando egípcios fizeram a combinação de argila e palha para a construção de paredes e muros de suas moradias.

Tomar [7], destaca que a continua adaptação dos materiais às necessidades da civilização desde os primórdios dos tempos até aos dias de hoje, marcou a procura constante de novos materiais e a evolução de vários processos de fabricação bem como dos materiais utilizados.

Segundo ASTM –D3878 [8], os materiais compósitos são resultados da combinação de dois ou mais materiais distintos em suas propriedades físicas, sendo um reforço e o outro matriz. Trata-se de uma classe de materiais heterogêneos e multifásicos. O uso de material compósito é milenar. A matriz é dividida em Três classes, polimérica, metálica e cerâmica.

De acordo com Calegari e Oliveira [9], a definição de material compósito consiste em uma substância constituída por dois ou mais materiais insolúveis entre si, que são combinados para formar um material com determinadas propriedades que não se encontram isoladamente.

Para Neto e Pardini [10], os materiais que constituem o compósito são chamados de fases, sendo que uma delas é descontínua, denominada de reforço, sendo responsável por fornecer resistência ao esforço e a outra fase é contínua, chamada de matriz, correspondendo ao meio de transferência de esforço, figura 2.



Figura 1: Fases constituintes do compósito. **Fonte:** <https://www.ucsminhaescolha.com.br/>

As características da matriz e do reforço são igualmente fatores a ter em conta, visto que afetam significativamente várias propriedades dos materiais compósitos. A matriz de um compósito cumpre diferentes funções sendo fundamental para constituição dele. A matriz após impregnar o reforço, protege o mesmo contra meio ambiente, ataques químicos que possa sofrer, aumentando assim a resistência do compósito e a rigidez, Tomar [8].

Ao longo das últimas décadas pesquisas acerca de polímeros e compósitos provenientes de fontes renováveis tem crescido de modo expressivo, resultado este da preocupação por questões ambientais assim como também pelo esgotamento de recursos fósseis. Isso pode ser observado através do crescente registro de patentes como também de publicações sobre estes materiais, [11].

Segundo Lopes [12], o interesse recente pelo uso de fibras vegetais como reforço de polímeros tem aumentado de modo significativo devido as vantagens ambientais e tecnológicas únicas que podem ser obtidas.

Ribeiro [13], ressalta que os biocompósitos apresentam, vantagens de requerer simplificados métodos de processamento, advir de uma ampla e diversificada fonte, podendo ser obtidos com baixo custo e serem capazes de resultar em baixa densidade, propriedades específicas de interesse industrial, baixo gasto energético, assim como também de baixo impacto ambiental e características estéticas diversificada.

O Desenvolvimento de bicompositos, com uma matriz biodegradável é de bom desempenho, podendo ser um material de grande potencial para minimizar os problemas ecológicos e ambientais da atualidade. A expectativa com a inserção de biocompósitos no mercado é a redução de problemas quanto ao controle e manejo de resíduos.

2 – Processos Metodológicos

Os processos metodológicos utilizados no estudo vão de encontro aos objetivos que é a utilização do resíduo borra de café para desenvolver um compósito que possa ser reproduzido e propor um material como uma alternativa sustentável para desenvolvimento de novos produtos e artefatos. Esses processos permitem realizar o reaproveitamento de um material que é desperdiçado ou descartado, tem como finalidade contribuir com uma análise pertinente do nosso dia a dia, que reflete o volume de resíduos gerado, assim como também sobre as oportunidades de uso para desenvolvimento de novos materiais.

De início foram realizados experimentos com a borra de café e alguns tipos de aglutinantes de origem natural e/ou vegetal, a fim de verificar o comportamento e a uniformidade do material. Os resultados foram observados a olho nu e registrados através de fotografia. Os experimentos foram divididos em diferentes produções devido a sua composição e/ou tipo de aglutinante (ligante) utilizado: Experimento (A), (B), e (C). Após esta primeira etapa e

identificação do aglutinante de melhor performance, foi realizado outros experimentos a fim de certificar a eficácia do material composto, assim como também do processo de desenvolvimento e/ou construtivo.

3 - Aplicações e/ou Resultados

Para a produção e aplicação foram realizadas segundo os procedimentos descritos abaixo.

A – Foi utilizada uma mistura de 50 g de amido, 50 g de cola branca e 100 g de resíduo de café. A borra de café passou por um processo de secagem e depois foi realizado a peneiração do material para que fosse possível uma uniformização das partículas.



Figura 3 e 4: Experimento A e A1. Fonte: Elaborado pelos autores

A 1 – No experimento realizado foi utilizada a mistura base, o processo de secagem levou cerca de 72 horas. Durante o processo de secagem foi observado a retração nas extremidades do material, que se apresentou rígido após a secagem.

B – Foi utilizada 100g de goma arábica e 100 g de resíduo de café. A borra de café passou por um processo de secagem e depois foi realizado a peneiração do material para que fosse possível uma uniformização das partículas.



Figura 5 e 6: Experimento B. Fonte: Elaborada pelos autores

B1 - No experimento realizado foi utilizada a mistura base, o processo de secagem levou cerca de 24 horas. Durante o processo de secagem foi observado a retração do material, assim como rachaduras durante a secagem.

C – Foi utilizada uma resina polimérica vegetal, de 25g componente A, 37,5g componente B e 100 g de resíduo de café. A borra de café passou por um processo de secagem e depois foi realizado a peneiração do material para que fosse possível uma uniformização das partículas.



Figura 7 e 8: Experimento C. Fonte: Elaborada pelos autores

C 1 - No experimento realizado foi utilizada a mistura base, o processo de secagem levou cerca de 12 horas. Durante o processo de secagem foi observado que o material sofreu um processo de expansão, além da alteração em sua coloração e apresentou uma rigidez, atingindo a expectativa esperada.

4 – Análise e Resultados

A partir do experimento C foi identificado uma melhor eficácia da resina polimérica de base vegetal, diante das outras misturas utilizadas como teste de aglutinantes e, com isso, novos experimentos foram realizados de modo exploratório a fim e verificar a possibilidade de pigmentação, controle de espessura se condicionado a uma prensa e maleabilidade de material de acordo com a composição e manipulação componentes A e B da resina polimérica de base vegetal.



Figura 9, 10 e 11: Experimento exploratório. Fonte: Elaborada pelos autores.

5 – Considerações Finais

Espera-se que este material possa contribuir com a substituição de diversos materiais, podendo substituir materiais plásticos provenientes de combustíveis fósseis, como também para uso em produção de mobiliários, acessórios e produtos de uso pessoal. Que coopere para uma nova cultura de produção que viabiliza o manejo dos resíduos, ao mesmo tempo que insere no mercado nos materiais de baixo impacto ambiental assim como também para uma sociedade mais sustentável.

O projeto aqui apresentado e produzido, verificou possibilidades de uso deste composto direcionado em obter êxito, no manejo, tratamento e reaproveitamento do resíduo de café, mais precisamente a borra de café. Todo o resíduo de café utilizado para teste foi doado por uma cafeteria, essa prática foi realizada a fim de verificar a possibilidade de um acordo ou parceria que colaborasse com uma comunidade, cooperativa ou alguma organização a fim de fazer o manejo deste resíduo para desenvolver um plano de negócio.

Todo o processo realizado buscou entender a dinâmica do manejo dos resíduos, as políticas públicas direcionadas, assim como também o potencial material destes resíduos. A fim de assegurar um resultado efetivo que beneficie todas as esferas da sociedade.

Referências

[1] ASSEAME – Apenas 1% do lixo orgânico é reaproveitado no Brasil.2019. Disponível em: < <https://assem.org.br/noticias/item/4494-apenas-1-do-lixo-organico-e-reaproveitado-no-brasil>> Acesso em: 23/março/2024

[2] Conselho Nacional do Café.Café do Brasil. 2021. Disponível em:<<https://cncafe.com.br/cafe-do-brasil-historia/>> Acesso em 21 de julho de 2023.

- [3] STROUB, N.G.F. Mapeamento das oportunidades de valorização dos resíduos da produção do café brasileiro destinados à indústria de cosméticos. Monografia. Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2021.
- [4] Embrapa. Produção dos Cafés do Brasil ocupa 1,9 milhão de hectares em 2023. 29 de junho de 2023. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/81515963/producao-dos-cafes-do-brasil-ocupa-19-milhao-de-hectares-em-2023>> Acessado em 21 de julho de 2023.
- [5] ASHBY, M.F.; JOHN, P.M, K. Materiais e design: arte ciência da seleção de materiais no design de produto. Tradução: Arlete Simille Marques, 2. Ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2011.
- [6] CALEGARI, E. P.; OLIVEIRA, B. F. Aspectos que influenciam a seleção de materiais no processo de design. Arcos Design. Rio de Janeiro: PPD ESDI - UERJ. Volume 8 Número 1 Junho 2014. pp 1-19. Disponível em: <<http://www.epublicacoes.uerj/index.php/arcosdesign>> Acessado em: 04 de julho de 2023.
- [7] TOMAR, S.M. Comportamento Mecânico de Materiais Compósitos de Origem Natural. Dissertação de Mestrado - Instituto Superior de Engenharia de Lisboa, 2018 Disponível em: <<https://repositorio.ipl.pt/bitstream/10400.21/9679/1/Disserta%C3%A7%C3%A3o.pdf> /> Acesso em: 28 de dezembro de 2023.
- [8] ASTM D 3878-95: Standard terminology for composite materials, Philadelphia (PA): American Society for Testing and Materials; 1995.
- [9] CALEGARI, E. P.; OLIVEIRA, B. F. Compósitos a partir de materiais de fontes renováveis como alternativa para o desenvolvimento de produtos. Artigo - Varia, Sustentabilidade em debate - Brasília, v. 7, n. 1, p. 140-155, jan/abr 2016.
- [10] NETO, F, L.; PARDINI, L. C.; Compósitos Estruturais: Ciência e Tecnologia. São Paulo Blucher, 2016.
- [11] VILAPLANA, F.; STRÖMBERG, E.; KARLSSON, S. Environmental and resource aspects of sustainable biocomposites. Polymer Degradation and Stability, 95, p. 2147-2161, 2010.
- [12] LOPES, Bruno Leonardy Sousa; "Materiais compósitos", p. 11 -36. In: Polímeros reforçados por fibras vegetais. São Paulo: Blucher, 2017.
- [13] RIBEIRO, K. C.A. Biocompósitos Poliméricos: Envelhecimento Ambiental, Integridade Estrutural e Processo de Reciclagem. Universidade do Rio Grande do Norte, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica, 2012.