



Design, Inovação e Sustentabilidade: o uso de biocompósitos e madeira laminada no design de produtos

Design, innovation, and sustainability: the use of biocomposites and laminated wood in product design

George Lucas Moura da Silva¹, Marcelo Hsu de Oliveira², Felipe Gustavo de Melo³, Tomás Queiroz Ferreira Barata⁴, Cristiane Aun Bertoldi⁵

¹USP, Mestrando, george.lucas@usp.br

²USP, Bacharel, marcelo.hsu.oliveira@usp.br

³USP, Mestrando, felipe.gustavo.melo@usp.br

⁴USP, Prof. Dr., barata@usp.br

⁵USP, Profa. Dra., craun@usp.br

Resumo. Este artigo apresenta os resultados da disciplina Design, Materiais e Produção da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo e de Design da USP, com foco na experimentação de biocompósitos e madeira laminada para aplicações em produtos. No estudo dos biocompósitos, foi utilizada resina poliuretana (PU) à base de óleo de mamona combinada com resíduos de madeiras provenientes de poda e supressão urbanas, avaliando diferentes proporções, tipos de fibras e métodos de prensagem. Já na madeira laminada, foram exploradas técnicas de laminação manual, usinagem, torneamento e prensagem com adesivos variados, assim como técnicas de tingimento e acabamento. Os projetos desenvolvidos demonstraram a viabilidade desses materiais em substituição a alternativas convencionais, destacando diferentes parâmetros de conformação, adesão, estética e durabilidade, de acordo com o produto desejado. Os achados contribuem para a pesquisa em design sustentável e ampliam o repertório técnico sobre materiais inovadores e processos produtivos aplicáveis na indústria.

Palavras-chave. Sustentabilidade; Inovação; Produção

Abstract. This article presents the results of the Design, Materials, and Production course at the Faculty of Architecture and Urbanism and Design at USP, focusing on the experimentation with biocomposites and laminated wood for product applications. In the biocomposite study, castor oil-based polyurethane (PU) resin was combined with urban wood waste, evaluating different proportions, fiber types, and pressing methods. In laminated wood production, manual lamination and pressing



techniques were explored with various adhesives, analyzing structural resistance and surface finishing. The projects developed demonstrated the feasibility of these materials as alternatives to conventional options, highlighting ideal parameters for conformation, adhesion, and durability. The findings contribute to research in sustainable design and expand technical knowledge on innovative materials and production processes applicable to the industry.

Keywords: Sustainability; Innovation; Production

1 Introdução

A busca por materiais sustentáveis tem se tornado uma prioridade no design de produtos, impulsionada tanto por demandas ambientais quanto por avanços tecnológicos. O desenvolvimento de alternativas aos materiais convencionais, muitas vezes de origem não renovável, tóxicos ou com processos extrativos geradores de resíduos, é essencial para reduzir impactos ecológicos, promover a economia circular e estimular a inovação no setor produtivo. Nesse contexto, biocompósitos e madeira laminada surgem como soluções promissoras, combinando desempenho técnico com menor impacto ambiental. Além disso, o ensino em design desempenha um papel crucial nesse processo, capacitando os futuros profissionais a explorar e aplicar materiais não convencionais em projetos inovadores. O incentivo oferecido por disciplinas que promovem a experimentação e inovação em direção à sustentabilidade é essencial para engajar os estudantes, estimulando-os a buscar novas alternativas e a pensar em soluções que conciliem desempenho, estética e responsabilidade ambiental (MANZINI, 2002; SOUZA, ALMENDRA, KRUCKEN, 2017; EMF, 2018).

O presente artigo apresenta os resultados obtidos na disciplina de Design, Materiais e Produção do curso de graduação em Design da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo e de Design da USP, de dois encontros semanais durante dois meses, na qual foram exploradas os processos produtivos e aplicações de biocompósitos à base de resíduos de madeira de poda urbana e resina poliuretana (PU) à base de óleo de mamona, além da madeira compensada laminada. A abordagem adotada envolveu experimentação prática e o desenvolvimento de protótipos, permitindo avaliar as potencialidades desses materiais na concepção de produtos sustentáveis. Cada etapa do processo foi cuidadosamente acompanhada pela equipe docente, que orientou os alunos em todas as fases do desenvolvimento, desde o aporte teórico sobre a produção com biocompósitos e madeira laminada até o acompanhamento em visitas técnicas guiadas. Essa combinação de teoria e prática possibilitou um ambiente de aprendizado dinâmico, fundamentado em conhecimento acadêmico e experiência prática.

O processo culminou na avaliação dos protótipos desenvolvidos, permitindo uma análise detalhada das possibilidades de aplicação desses materiais no design de produtos.



Além disso, o desenvolvimento de um kit de três peças de utensílios de mesa para uso comercial em hotéis e pousadas, combinando cerâmica e biocompósitos ou madeira laminada, ofereceu aos alunos a oportunidade de explorar como materiais alternativos podem se comunicar de maneira harmoniosa e atraente. Esse exercício proporcionou uma nova perspectiva sobre a sustentabilidade, desafiando a ideia de que materiais alternativos seriam, por natureza, menos eficientes, sofisticados ou visualmente agradáveis. Ao integrar esses materiais de maneira estética e funcional, os alunos puderam perceber como a sustentabilidade pode ser não apenas técnica, mas também esteticamente valorizada, criando produtos que atendem aos requisitos do design de produto sem abandonar os princípios ecológicos.

No estudo dos biocompósitos, foram analisadas diferentes proporções entre resina e resíduos de madeira urbana sob forma de serragem, bem como a influência de variáveis como forma da fibra (variação granulométrica) e métodos de conformação por prensagem. Já o uso da madeira laminada foi explorado por meio de técnicas de colagem e prensagem com diferentes adesivos, buscando compreender suas propriedades estruturais resultantes e sua viabilidade na produção de produtos.

Os experimentos realizados permitiram identificar parâmetros-chave para o uso desses materiais no design, destacando aspectos como proporção de materiais constituintes, processos de moldagem e usinagem, acabamento superficial e possibilidades estéticas. Dessa forma, este estudo não apenas reforça a importância da inovação em materiais sustentáveis, mas também contribui para a ampliação do repertório técnico e produtivo do design, aproximando a pesquisa acadêmica da prática profissional propositiva.

2 Fundamentação Teórica

A crescente necessidade de promover práticas mais sustentáveis tem levado o design a repensar os materiais utilizados em processos produtivos. No campo do design de produtos, isso se traduz na busca por alternativas mais ecológicas, que reduzam os impactos ambientais ao mesmo tempo em que atendam às exigências funcionais e estéticas dos produtos. Nesse contexto, o trabalho de Ezio Manzini (2002) é central, pois propõe que o design deve buscar soluções que integrem inovação e sustentabilidade. Manzini destaca a importância de se desenvolver novos produtos e serviços sustentáveis, enfatizando a integração de critérios ecológicos em todas as etapas do design, desde a concepção até o ciclo de vida dos produtos. Para o autor, a inovação não deve ser apenas tecnológica, mas também material, e os designers têm um papel essencial na transição para práticas mais sustentáveis na produção.

Segundo Anastasiou (2009), o ensino de design precisa ser reformulado para incluir metodologias inovadoras que incentivem a experimentação e a exploração de materiais alternativos. Essas metodologias não só promovem a sustentabilidade, mas também desenvolvem uma mentalidade crítica nos alunos, capacitando-os a desafiar os paradigmas



tradicionais do design e a buscar novas soluções para as questões ambientais. Nesse sentido, a formação acadêmica no design, especialmente em disciplinas que incentivam a experimentação com novos materiais, é fundamental para a capacitação de profissionais capazes de liderar essa transição para práticas mais sustentáveis.

A partir dessa perspectiva, o *workshop “Materialize, Criteria for Evaluating Perceptual and Sensory Aspects of Materials for Sustainable Design”*, ministrado por Barbara del Curto do POLIMI, contribui significativamente para a compreensão da importância de se explorar aspectos sensoriais e perceptivos dos materiais no design sustentável. Dantas, Curto e Bertoldi (2019) argumentam que a comunicação entre os materiais deve ser valorizada não apenas em termos de sua funcionalidade, mas também considerando suas qualidades sensoriais, como textura, cor e sensação ao tato, pois esses aspectos podem aumentar o valor estético e emocional do produto, criando uma ligação mais profunda com o usuário, por consequência, promovendo a sustentabilidade. A habilidade de combinar diferentes materiais de forma harmônica, respeitando suas características intrínsecas, tem grande potencial para criar produtos visualmente atraentes e funcionalmente robustos, com responsabilidade ambiental.

Além disso, a importância do uso de biocompósitos e madeiras laminadas na produção de novos produtos é evidenciada em pesquisas como as de Francisco Antônio Rocco Lahr e André Luís Christoforo (2013), que exploram as formas de produção e as propriedades dos painéis de partículas de madeira e outros materiais lignocelulósicos. Esses estudos fornecem embasamento técnico essenciais para o desenvolvimento de métodos de prensagem e a posterior aplicação desses materiais em diferentes contextos produtivos. Eles ajudam a orientar o processo de criação e desenvolvimento de protótipos, garantindo a qualidade e a viabilidade dos produtos, mesmo que o material desenvolvido e apresentado neste artigo não tenha passado por ensaios mecânicos.

3 Materiais e Métodos

Para o desenvolvimento dos projetos, adotou-se o *framework Double Diamond*, um modelo clássico do design de produto, que permitiu organizar o processo de criação de maneira estruturada e eficiente. A primeira fase, de descoberta, envolveu a análise e o levantamento dos requisitos essenciais dos projetos, divididos em requisitos fundamentais, essenciais, secundários e desejáveis, estabelecendo as diretrizes iniciais para o desenvolvimento dos artefatos, de acordo com o estudo de caso dos hotéis ou pousadas escolhidos. A segunda fase, de definição, consistiu na elaboração de esboços (*sketches*), modelagem 3D e desenhos técnicos dos objetos. A partir desse ponto, passou-se à terceira fase, de desenvolvimento, que envolveu a conformação dos compósitos, em chapas, posteriormente usinadas de acordo com o projeto desenvolvido. A fabricação dos protótipos foi dividida em duas etapas principais: uma para o uso de biocompósitos e outra para madeira laminada.



O uso dos biocompósitos envolveu uma abordagem mais complexa, com etapas adicionais no processo de fabricação em comparação ao uso de madeira laminada. A primeira etapa consistiu na preparação do resíduo arbóreo, obtido a partir do aproveitamento da madeira de poda urbana e os processos que envolvem, como corte com motosserra, desempeno, desengrosso, corte com serra de fita, lixamento etc.. A serragem, por ser um resíduo *in natura* heterogêneo, foi então selecionada de acordo com o tamanho do grão, utilizando peneiras, oferecendo aos estudantes a possibilidade de escolher entre texturas mais rústicas e mais refinadas. O gradiente entre as opções de partículas maiores, que conferem um aspecto mais grosseiro e natural, e as menores, que resultam em uma aparência mais polida e indistinta, foi determinado pelo critério estético de cada grupo de trabalho. O tamanho das partículas também influencia os processos de moldagem e usinagem, assim como a resistência do material resultante. Partículas maiores tendem a se moldar com maior dificuldade, mas, em contrapartida, apresentam maior resistência à flexão em comparação às menores, essas características, no entanto, foram constatadas por meio de observação e experimentação durante as práticas, além de se basearem em bibliografia correlata, mas sem que fossem realizados ensaios específicos dos materiais desenvolvidos.

Para a confecção do material, foi utilizada a resina poliuretana de mamona AGT 1315, recebida por doação da empresa Imperveg. A resina é termofixa e bicomponente, sendo necessária a mistura do pré-polímero e do poliol na proporção indicada: 1 (A): 1,2 (B), em gramas. Após a mistura, a resina foi incorporada à fibra de madeira e homogeneizada manualmente, utilizando Equipamentos de Proteção Individual (EPI). A prensagem da mistura foi realizada de acordo com o método desenvolvido por Lahr e Christoforo (2013), com adaptações, de forma que a serragem, misturada à resina, foi compactada em moldes retangulares feitos em madeira, de forma o chamado colchão fosse sacado do molde, e prensado na sua forma definitiva em contato direto com a prensa hidráulica aquecida, isolado por filme de plástico poliamida, o tempo e temperatura aplicados seguiram os métodos no livro supracitado.

Além disso, foram exploradas técnicas de tingimento das fibras antes da conformação e como acabamento superficial, utilizando corantes naturais, como borra de café e betume de Judéia, para conferir coloração rica às peças e que se adequassem aos projetos. Esses corantes foram escolhidos por suas propriedades e pelo baixo impacto ambiental, mantendo a filosofia do design sustentável. Essa experimentação se beneficiou de um trabalho paralelo de pesquisa sobre corantes naturais, desenvolvido por outro pesquisador vinculado à disciplina.

A etapa de prototipagem com madeira laminada seguiu um processo mais direto e simplificado, por se tratar de material mais convencional e com maior disponibilidade de informações sobre seus processos produtivos. Após a elaboração dos *sketches* e a definição do design das peças, realizou-se o corte a laser das peças em lâminas de madeira compensada. A colagem e prensagem das lâminas foram realizadas com adesivo PVA branco, aplicado de forma precisa para garantir a aderência e o alinhamento entre as



camadas de madeira, posteriormente, usinadas e lixadas para alcançar a forma final projetada, suavizando as transições entre as camadas coladas. O processo de prensagem buscou maximizar a resistência das peças e garantir sua durabilidade, enquanto o acabamento, que incluiu lixamento e tingimento, foi realizado para proporcionar uma superfície suave. O acabamento visava não apenas melhorar a estética da peça, mas também garantir sua funcionalidade, incluindo encaixes com outras peças e resistência ao uso diário.

Em ambos os casos — biocompósitos e madeira laminada — o acabamento foi considerado essencial para o sucesso dos projetos. O uso de lixa permitiu suavizar as superfícies usinadas e, quando necessário, foi aplicada cola PVA para unir componentes e reforçar a estrutura das peças. O acabamento, tanto no biocompósito quanto na madeira laminada, buscou otimizar tanto a estética quanto a funcionalidade, assegurando que as peças atendessem aos requisitos dos projetos, como resistência mecânica e visual atrativa.

4 Resultados

Esta seção reúne os resultados obtidos a partir da experimentação prática conduzida na disciplina MIP – Design, Materiais e Produção, com ênfase nos processos de design adotados e nos parâmetros projetuais definidos para o uso dos materiais selecionados. Foram escolhidos dois dos cinco projetos desenvolvidos por grupos distintos de discentes, os quais representam diferentes abordagens conceituais e técnicas na aplicação de biocompósitos, madeira laminada e cerâmica. Cada projeto é apresentado de forma a destacar os requisitos delimitados pelos grupos, as estratégias formais adotadas e os procedimentos específicos de fabricação e acabamento envolvidos, com foco nas particularidades de cada material no contexto do design de produtos sustentáveis.

4.1 Projeto 1 – Kit de boas-vindas para as Casas MIRA

O primeiro projeto selecionado foi desenvolvido a partir do conceito das Casas MIRA, um conjunto de residências contemporâneas para hospedagem e eventos, localizadas na Mata Atlântica, cujo caráter arquitetônico combina referências rústicas e modernistas. O grupo estruturou sua abordagem a partir do *framework Double Diamond*, partindo da investigação do contexto estético e simbólico da marca até a definição dos requisitos e desenvolvimento formal dos artefatos. A metodologia adotada contemplou a elaboração de *sketches*, modelagem tridimensional digital (*Rhinoceros*), prototipagem volumétrica com isopor, produção de moldes, conformação das peças e acabamento.

4.1.1 Requisitos de projeto

A etapa inicial do projeto consistiu na definição dos requisitos que norteariam o desenvolvimento do kit de boas-vindas, considerando as diretrizes estéticas, funcionais e simbólicas extraídas da identidade visual e arquitetônica das Casas MIRA. Localizadas em meio à Mata Atlântica, essas residências possuem uma linguagem que articula rusticidade



e sofisticação, com forte presença de elementos naturais, o que influenciou diretamente as escolhas formais e materiais do grupo.

A partir da fase de descoberta do *framework Double Diamond*, foram estabelecidos requisitos de projeto organizados em três níveis de prioridade: imprescindíveis, essenciais e desejáveis. Entre os requisitos imprescindíveis, destacaram-se: a coerência formal entre as peças do conjunto; a utilização de materiais sustentáveis; a funcionalidade compatível com a proposta de um kit de acolhimento; e a durabilidade estrutural dos materiais. Como requisitos essenciais, foram considerados o alinhamento estético entre os materiais, a harmonia cromática e a ergonomia das peças no manuseio cotidiano. Já entre os desejáveis, figuraram a incorporação de formas orgânicas inspiradas na natureza e a utilização de resíduos como insumo principal na produção de ao menos uma das peças.

O conjunto projetado foi composto por três elementos: uma bandeja de biocompósito, um prato de cerâmica e um copo de cerâmica. As peças foram concebidas para funcionar de maneira integrada, não apenas em termos funcionais, mas também simbólicos, reforçando a identidade da hospedagem e sua proposta de valorização do ambiente natural e do acolhimento cuidadoso.

4.1.2 *Sketches* e desenhos técnicos

Após a definição dos requisitos de projeto, o grupo iniciou o processo de desenvolvimento formal por meio da produção de *sketches* manuais e modelagem tridimensional. Os desenhos preliminares tiveram papel fundamental na exploração de alternativas morfológicas, especialmente na busca por formas que evocassem elementos da natureza, respeitando a linguagem estética associada à marca Casas MIRA. As primeiras representações privilegiaram a organicidade e a simplicidade dos contornos, com foco na relação entre os volumes das peças e sua disposição em conjunto sobre a bandeja.

A etapa de modelagem digital foi realizada no software *Rhinoceros*, permitindo a construção de modelos 3D com maior precisão dimensional. Essa fase possibilitou ajustes em proporções, encaixes e espessuras, além de auxiliar na definição da volumetria e na visualização das interações entre as peças. A figura 1 apresenta o modelo 3D das peças cerâmicas.

Figura 1 - Modelo 3D das peças cerâmicas no software *Rhinoceros*



Fonte: Os autores (2025)



Com base nas modelagens digitais, foram produzidos modelos volumétricos em isopor, o que permitiu ao grupo validar fisicamente as proporções e relações entre as peças antes da etapa de moldagem. Eles funcionaram como guia para a construção dos moldes de gesso (no caso das peças cerâmicas) e dos moldes de madeira (para a prensagem da bandeja de biocompósito), garantindo maior fidelidade entre a proposta digital e a execução material. A figura 2 apresenta o modelo volumétrico das peças em isopor.

Figura 2 – Modelo volumétrico em isopor.



Fonte: Os autores (2025)

A partir dos desenhos iniciais e dos testes volumétricos realizados com modelos físicos, o grupo avançou para a etapa de produção das peças. Considerando as especificidades técnicas e materiais envolvidas, essa etapa será apresentada em dois tópicos distintos: o processo de produção das peças cerâmicas e o processo de produção das peças em biocompósito.

4.1.3 Processo de produção das peças cerâmicas

A produção das peças cerâmicas — prato e copo — foi iniciada a partir dos modelos definidos na etapa de modelagem tridimensional, convertidos em moldes físicos para o processo de conformação. Nessa etapa, o grupo construiu os moldes em gesso cerâmico, com base em volumes previamente modelados em argila. Cada molde foi composto por quatro partes, desenvolvidas de maneira sequencial, uma face de cada vez, até que todo o modelo estivesse completamente envolvido. O processo de moldagem foi cuidadoso e demandou tempo, pois exigia o posicionamento correto das barreiras e o controle preciso



do tempo de cura de cada parte antes da aplicação da seguinte. A figura 3 apresenta a produção lateral esquerda do molde em gesso para o prato.

Figura 3 – Produção lateral esquerda do molde em gesso para o prato.



Fonte: Os autores (2025)

A base do gesso utilizada foi preparada segundo a fórmula empírica adotada pela equipe, onde o volume total do molde (altura $\times$ largura $\times$ comprimento) era multiplicado por 0,7 para determinar a quantidade de água necessária na mistura. Essa proporção foi testada previamente e se mostrou adequada para garantir a consistência ideal da massa e a resistência dos moldes durante o processo de conformação por barbotina.

Com os moldes finalizados, iniciou-se a conformação das peças por meio de barbotina cerâmica, preparada a partir da fórmula fornecida pela docente da disciplina. O grupo realizou testes com diferentes tempos de permanência da barbotina no interior dos moldes: 20 minutos, resultando em espessuras de cerca de 5 mm, e 40 minutos, produzindo paredes com aproximadamente 12 mm. Essa variação permitiu explorar diferentes respostas estruturais e estéticas das peças.

Após a retirada dos moldes e a secagem das peças, foi realizada a etapa de acabamento manual, respeitando as texturas naturais do material e realizando pequenos ajustes. Em seguida, as peças foram submetidas a queima do biscoito em forno elétrico, esmaltação com o esmalte *Green Tea Matte* (SW108), de tonalidade verde e acabamento acetinado, e a queima final em alta temperatura. Como fechamento simbólico do conjunto, foi aplicada na parte inferior das peças a logomarca das Casas MIRA, por meio de um



carimbo de MDF cortado a laser, reforçando o vínculo entre o projeto e a identidade visual do empreendimento.

4.1.4 Processo de produção das peças de biocompósito

A peça em biocompósito desenvolvida pelo grupo consistiu em uma bandeja utilitária, concebida para integrar o kit de boas-vindas em diálogo com as peças cerâmicas. O processo de produção envolveu uma série de etapas, desde a seleção e preparo das matérias-primas até a moldagem, prensagem e acabamento.

A serragem utilizada foi proveniente de resíduos de poda urbana, composta pelas madeiras de eucalipto grande e eucalipto-do-brejo, de processos de corte de motosserra e desengrosso. O material foi recebido em seu estado bruto e, a partir disso, os estudantes decidiram pela granulometria a ser utilizada em função do resultado estético desejado: partículas mais finas, passadas em peneira de abertura de 3,15 mm, almejando superfícies visualmente mais homogêneas e finas.

A formulação do biocompósito foi baseada na proporção de 2,5 kg de serragem para 1 kg de resina de mamona, 40% de resina com relação a fibra vegetal. A mistura foi feita manualmente, garantindo a homogeneização da massa antes de sua moldagem. A figura 4 apresenta as fibras de madeira sendo trituradas em liquidificador, processo que foi iniciado, mas abandonado pela ineficiência, sendo adotada então apenas a peneiração.

Figura 4 – À esquerda, fibra de madeira sendo triturada em liquidificador. À direita, fibras trituradas.



Fonte: Os autores (2025)

O molde utilizado para a produção do compósito foi desenvolvido a partir do reaproveitamento de um molde maior já existente. Para atender às dimensões finais desejadas, suas medidas foram ajustadas para 32 × 27 × 5 cm (largura × altura × profundidade), configurando um formato retangular. As dimensões foram definidas com base no modelo final da bandeja projetado no software *Fusion 360*, ao qual foram somadas sangrias técnicas de 2 cm nas laterais e 1 cm nas faces superior e inferior, assegurando o



espaço necessário para compensar perdas e garantir acabamento adequado. A Figura 5 ilustra o molde sendo ajustado conforme as medidas da bandeja.

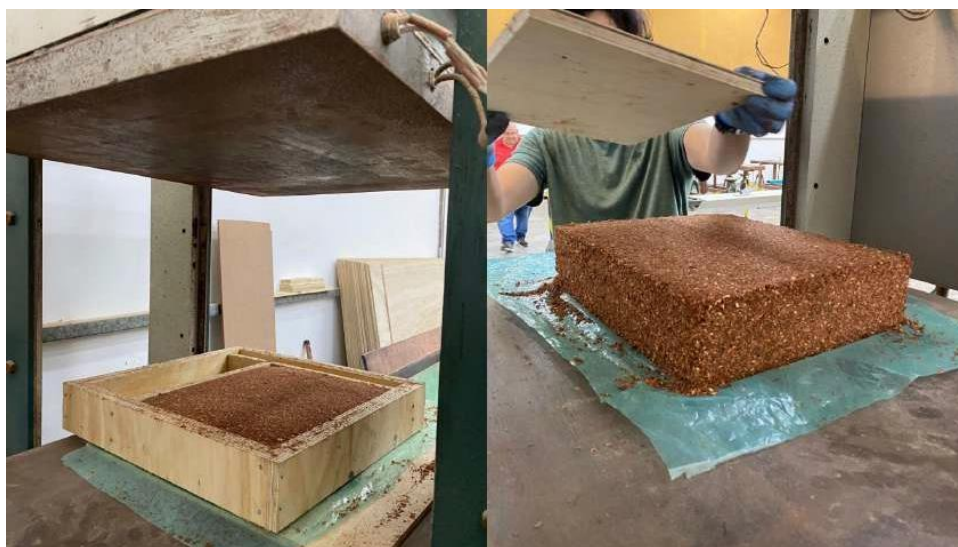
Figura 5 – Molde da placa de compósito sendo ajustado para as medidas da bandeja.



Fonte: Os autores (2025)

A prensagem da mistura após desmoldagem do colchão, formado no molde em madeira, foi realizada em prensa hidráulica, foram usados 19 Mpa e 100 °C. A espessura final da bandeja foi de cerca de 3 cm após a prensagem. A figura 6 apresenta o momento de prensagem do material.

Figura 6 – À esquerda, material dentro do molde antes de prensagem. À direita, colchão pronto para ser prensado.



Fonte: Os autores (2025)

A usinagem da peça final foi feita na máquina *Router*. Durante essa etapa, houve um leve deslocamento do gabarito de fixação no segundo trabalho de usinagem, da face superior da peça, o que gerou danos superficiais, posteriormente amenizados com o uso



de mini-retífica e lixamento manual. O acabamento foi finalizado com a aplicação de óleo mineral, tendo em vista o contato com alimentos. A figura 7 apresenta a placa de compósito fixada na superfície da Router com gabaritos em madeira antes de usinagem.

Figura 7 – Placa de compósito fixada na superfície da Router com gabaritos em madeira antes de usinagem.



Fonte: Os autores (2025)

Após o processo de produção das peças cerâmicas e da bandeja em biocompósito, os artefatos desenvolvidos pelo grupo passaram por uma etapa de acabamento e finalização que consolidou o conjunto proposto. No próximo tópico, serão apresentados os produtos, destacando suas características estéticas, funcionais e simbólicas, conforme os requisitos inicialmente estabelecidos.

4.1.5 Produtos

Após a conclusão dos processos de fabricação e acabamento, os produtos desenvolvidos pelo grupo compuseram o kit de boas-vindas das Casas MIRA. O conjunto, composto por uma bandeja de biocompósito, um prato de cerâmica e um copo de cerâmica, foi elaborado com a intenção de refletir o diálogo entre sustentabilidade, funcionalidade e identidade visual do empreendimento.

A bandeja de biocompósito, confeccionada com resíduos de poda urbana e resina de mamona, recebeu um acabamento acetinado, obtido por meio da aplicação de óleo mineral. Sua superfície levemente texturizada buscou remeter às características rústicas das Casas MIRA, enquanto o formato compacto procurou garantir praticidade para o transporte e a apresentação dos alimentos. A combinação de resina e fibras naturais foi escolhida com o intuito de conferir resistência e estabilidade à peça, considerando seu uso contínuo. A figura 8 apresenta a bandeja de biocompósito.



Figura 8 – Bandeja de compósito MIRA.



Fonte: Os autores (2025)

O prato e o copo cerâmicos, produzidos com barbotina e finalizados com esmalte *Green Tea matte* (SW108), apresentam coloração verde fosca que pretende dialogar harmoniosamente com a tonalidade natural da bandeja. O formato ergonômico do copo foi pensado para proporcionar manuseio seguro e confortável, enquanto o prato foi projetado para servir pequenas porções, mantendo a proposta estética de acolhimento característica do kit. A figura 9 apresenta o prato de cerâmica MIRA.

Figura 9 – Prato de cerâmica MIRA.



Fonte: Os autores (2025)



As peças foram planejadas para serem utilizadas de forma integrada, buscando oferecer uma composição visual coerente e estética, alinhada ao conceito de acolhimento das Casas MIRA. O projeto procurou demonstrar como a combinação de materiais sustentáveis poderia resultar em objetos utilitários que valorizam a experiência do usuário e reforçam a conexão com o ambiente natural da hospedagem. A figura 10 apresenta o *mockup* de uso do kit de boas-vindas das Casas MIRA.

Figura 10 – Mockup de uso do kit de boas-vindas.



Fonte: Os autores (2025)

No desenvolvimento do kit de boas-vindas, a escolha de trabalhar com biocompósitos e cerâmica buscou explorar a relação entre resistência estrutural, apelo estético e integração sensorial. A composição final sugere que a combinação desses materiais pode resultar em objetos que equilibram eficiência e identidade visual, ao mesmo tempo em que promovem reflexões sobre o uso responsável de recursos naturais.

Apesar de o foco deste estudo estar centrado na experimentação acadêmica e na valorização estética de materiais sustentáveis, é relevante destacar o potencial de adaptação do projeto para contextos de produção em pequena escala. Técnicas como moldagem com biocompósitos e prensagem com resina vegetal, embora inicialmente manuais, podem ser otimizadas com equipamentos de baixa complexidade, viabilizando a produção artesanal sem comprometer a qualidade das peças. Além disso, a escolha por resíduos provenientes da poda urbana, em especial a serragem de madeiras amplamente disponíveis, reforça a proposta de sustentabilidade ao estimular o reaproveitamento de materiais descartados em larga escala.



4.2 Projeto 2 – Família de peças para o B Hotel

O segundo projeto descrito foi desenvolvido com base no B Hotel, localizado em Brasília, conhecido por sua forte referência ao modernismo brasileiro e pela integração de obras de Athos Bulcão em sua composição espacial. A proposta foi concebida especialmente para o Bar 16, localizado no *rooftop* do hotel, com o objetivo de criar um conjunto de peças utilitárias que dialogassem com a experiência gastronômica e a identidade visual e arquitetônica do local.

O grupo estruturou sua abordagem a partir do *framework Double Diamond*, partindo da investigação do contexto visual e simbólico do hotel até a definição dos requisitos de projeto e desenvolvimento formal dos artefatos. A metodologia adotada incluiu a criação de *sketches*, modelagem digital, prototipagem com impressão 3D e corte a laser, além da conformação manual e acabamento das peças, respeitando tanto as características formais do espaço quanto a funcionalidade pretendida.

4.2.1 Requisitos de projeto

O grupo estruturou o conceito do conjunto a partir da experiência gastronômica proposta pelo Bar 16, situado no *rooftop* do hotel onde a interação entre design e contexto urbano se destaca. Pratos típicos do cardápio, como petiscos e porções compartilháveis, também foram considerados durante o processo de desenvolvimento.

Com base na fase de descoberta do *Double Diamond*, foram estabelecidos os requisitos de projeto organizados em três níveis de prioridade: imprescindíveis, essenciais e desejáveis. Entre os requisitos imprescindíveis, destacou-se a criação de peças que dialogassem com a identidade visual do hotel, valorizando formas geométricas características do modernismo brasileiro que garantissem resistência ao uso contínuo e à higienização frequente. Além disso, a modularidade das peças foi considerada fundamental, permitindo diferentes combinações das peças.

No que diz respeito aos requisitos essenciais, buscou-se explorar contrastes visuais entre os materiais utilizados, preservando a paleta cromática neutra que caracteriza os ambientes internos do hotel. A possibilidade de uso reversível ou multifuncional das peças também foi considerada relevante para a versatilidade do conjunto, adaptando-se a diferentes contextos de uso de acordo com as demandas do serviço gastronômico.

Por fim, os requisitos desejáveis incluíram a incorporação de referências sutis às obras de Athos Bulcão, especialmente no tratamento das padronagens, bem como a integração de elementos decorativos que evocassem o design de interiores do Bar 16.

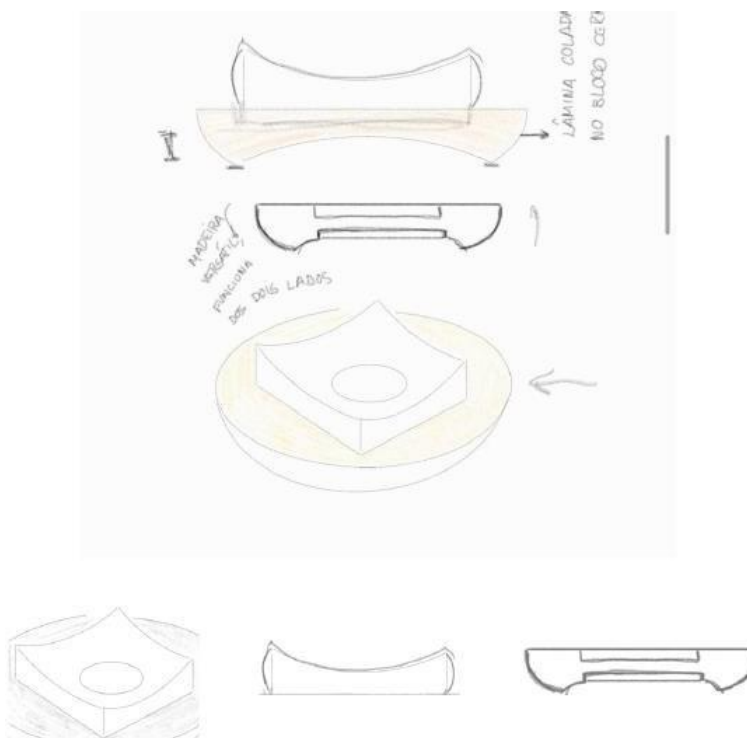
A composição final foi definida como um conjunto composto por quatro peças: uma base de madeira laminada, uma cumbuca cerâmica e dois pratos rasos de cerâmica. O conceito modular buscou integrar as peças de forma funcional e estética, garantindo que pudessem ser utilizadas tanto de maneira conjunta quanto separadamente, respeitando o contexto gastronômico e a identidade visual do espaço.



4.2.2 *Sketches* e desenhos técnicos

A partir da definição dos requisitos de projeto, o grupo iniciou a fase de desenvolvimento formal por meio da produção de *sketches* manuais e modelagem tridimensional digital. Os primeiros desenhos buscaram explorar formas geométricas que remetessem ao modernismo brasileiro, com ênfase na simplicidade dos volumes e na clareza das linhas. A identidade visual do B Hotel, caracterizada pelo uso de superfícies limpas e padrões gráficos, foi traduzida em composições que privilegiaram a modularidade e a repetição de elementos, mantendo coerência com o ambiente do Bar 16. A figura 11 apresenta o partido projetual escolhido.

Figura 11 - Partido projetual escolhido



Fonte: Os autores (2025)

Após a etapa de esboços, o grupo avançou para a modelagem 3D no software *Rhinoceros*, modelando volumes com encaixes precisos, o que permitiu a visualização detalhada das conexões entre as peças. A modelagem digital foi fundamental para ajustar proporções e verificar a harmonia entre a base de madeira laminada e as peças cerâmicas. Durante essa etapa, foram realizados testes de montagem virtual para garantir que a disposição das peças atendesse às exigências ergonômicas e estéticas previamente estabelecidas.

Como parte da verificação volumétrica, foram produzidos protótipos preliminares utilizando técnicas de prototipagem rápida, como impressão 3D em PLA e corte a laser em MDF. Essas maquetes físicas permitiram uma análise tátil e visual das peças, possibilitando ajustes antes da fase de produção definitiva. A precisão geométrica alcançada nas



modelagens auxiliou na criação dos moldes cerâmicos e na definição dos cortes da madeira laminada, garantindo maior controle na etapa de fabricação.

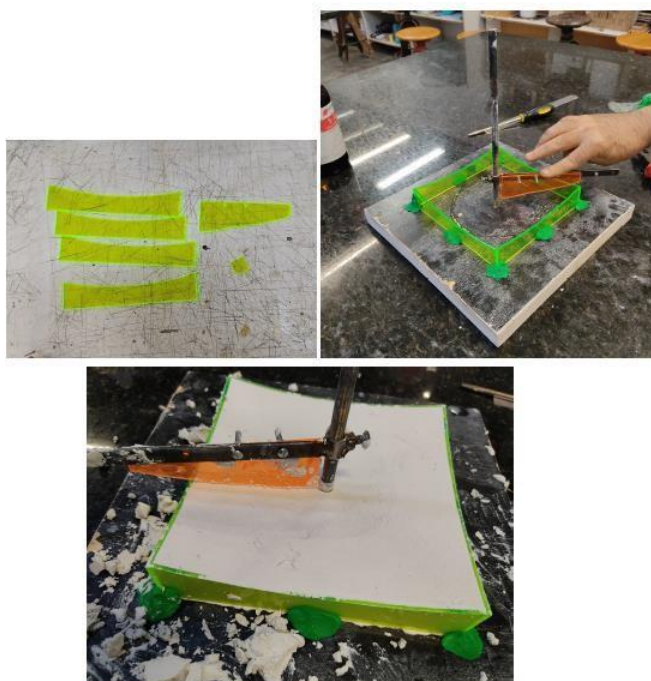
A partir dos desenhos e testes volumétricos, o grupo seguiu para a etapa de produção das peças. Considerando as particularidades técnicas de cada material, o processo será descrito em dois tópicos distintos: processo de produção das peças cerâmicas e processo de produção das peças de madeira laminada.

4.2.3 Processo de produção das peças cerâmicas

A produção das peças cerâmicas — cumbuca e pratos rasos — teve início com a definição dos modelos tridimensionais, previamente desenvolvidos no *software Rhinoceros*. A partir dos desenhos técnicos digitais, foram gerados arquivos para impressão 3D, utilizados na confecção dos moldes em gesso. A escolha pela impressão 3D para a criação dos moldes se deveu à precisão geométrica e à possibilidade de produzir modelos volumétricos com detalhes específicos, como encaixes e bordas elevadas.

Os moldes foram confeccionados a partir da impressão de peças em PLA, divididas em quatro partes para facilitar a retirada posterior das peças conformadas. As seções dos moldes foram unidas com adesivo instantâneo e reforçadas com acabamento manual, garantindo a estabilidade durante o processo de aplicação da barbotina. Com os moldes prontos, o grupo seguiu para a preparação do material cerâmico. A figura 12 apresenta o processo de produção do molde para o prato raso.

Figura 12 – Processo de produção do molde do prato raso.



Fonte: Os autores (2025)



A barbotina cerâmica foi preparada de acordo com a fórmula fornecida pela docente da disciplina, buscando garantir homogeneidade e consistência adequadas para a conformação. O processo de enchimento dos moldes foi feito de maneira controlada, respeitando os tempos de permanência necessários para obtenção das espessuras desejadas: 20 minutos para peças mais leves (cerca de 5 mm de espessura) e 40 minutos para peças mais robustas (aproximadamente 12 mm). Após a retirada das peças, foi realizado o processo de secagem em ambiente controlado, evitando deformações e rachaduras.

As peças secas foram então submetidas à primeira queima, denominada biscoito, que garantiu resistência estrutural para o manuseio posterior. Em seguida, foi realizada a aplicação do esmalte branco brilhante, escolhido por sua compatibilidade com a paleta neutra do B Hotel e por conferir resistência superficial às peças. A segunda queima, em alta temperatura, foi realizada para vitrificação e finalização da camada esmaltada.

Após a finalização da queima, foi realizado um controle de qualidade visual e tátil, verificando possíveis falhas na aplicação do esmalte ou pequenas deformações resultantes do processo térmico. As peças que apresentaram irregularidades foram descartadas, garantindo que apenas os produtos com acabamento uniforme fossem selecionados para compor o conjunto final.

4.2.4 Processo de produção da peça de madeira laminada

A produção da peça de madeira laminada teve início com a definição do modelo tridimensional, desenvolvido a partir dos desenhos técnicos previamente elaborados no *software Rhinoceros*. O objetivo era criar uma base modular que pudesse servir de suporte para as peças cerâmicas, garantindo tanto a funcionalidade quanto a integração estética com o conjunto.

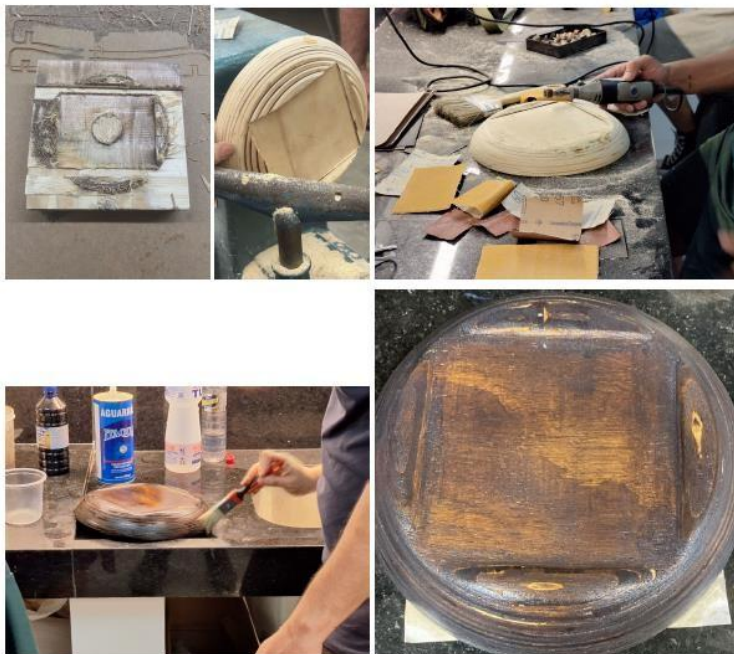
O processo começou com a escolha do material: lâminas finas de madeira compensada, selecionadas pela sua resistência e flexibilidade. A técnica escolhida para conformação foi a de colagem, utilizando camadas de madeira prensadas e coladas. A base foi projetada com uma espessura final de aproximadamente 30 mm, composta por lâminas de 4 mm, coladas em múltiplas camadas para garantir a estabilidade e a robustez necessárias para o uso contínuo.

Para a fabricação, o grupo optou por utilizar chapas de madeira cortadas a laser, obtendo precisão nas bordas e facilitando o encaixe das peças. As lâminas foram dispostas uma a uma, intercalando a aplicação de cola PVA branca, utilizada por sua alta aderência e rápida secagem. A montagem das camadas foi realizada sobre um gabarito rígido para garantir o alinhamento correto durante o processo de colagem, visando posterior usinagem.

Após a fixação inicial, o conjunto foi colocado em uma prensa manual, aplicando-se pressão controlada para garantir a fusão das lâminas. O tempo de cura foi monitorado para assegurar a integridade estrutural e evitar falhas na colagem. Após a secagem completa, o bloco laminado passou por um processo de torneamento manual após uma tentativa falha de usinagem CNC, assim, foi dada forma às bordas curvas e as transições entre as camadas foram suavizadas. A figura 13 apresenta o processo produtivo da peça de madeira.



Figura 13 – Processo produtivo da peça de madeira.



Fonte: Os autores (2025)

O acabamento da peça envolveu o uso de mini-retífica e lixas manuais, visando corrigir pequenas irregularidades e obter uma superfície lisa ao toque. Para garantir resistência à umidade e facilitar a higienização, foi aplicado um verniz impermeabilizante, compatível com o contato alimentar. Essa camada final contribuiu para manter a cor aplicada à madeira com betume da judeia, protegendo-a contra desgastes e manchas.

A escolha por um design modular e reversível permitiu que a base pudesse ser usada de diferentes orientações, dependendo da combinação com as peças cerâmicas. Essa versatilidade buscou garantir funcionalidade no contexto gastronômico do Bar 16, mantendo o conceito estético e o vínculo com a identidade visual do B Hotel.

4.2.5 Produtos

Após a conclusão dos processos de fabricação e acabamento, os produtos desenvolvidos pelo grupo resultaram na composição de um conjunto modular utilitário para o Bar 16 do B Hotel. O kit é composto por uma base de madeira laminada, uma cumbuca cerâmica e dois pratos rasos cerâmicos, concebidos para serem utilizados de maneira integrada ou separada, dependendo da disposição dos alimentos e do contexto de uso.

A base de madeira laminada, construída com lâminas de madeira prensadas e coladas, apresenta um acabamento liso e polido, obtido a partir de processos de torneamento e lixamento manual. A aplicação de verniz garantiu proteção contra umidade e desgaste, mantendo o tom natural da madeira. O formato modular permite que a peça seja utilizada tanto como suporte para as cumbucas quanto como bandeja independente, buscando proporcionar versatilidade e adaptabilidade ao ambiente gastronômico. A figura 14 apresenta o kit completo.



Figura 14 – Kit completo B Hotel.



Fonte: Os autores (2025)

A cumbuca cerâmica e os pratos rasos, produzidos com barbotina cerâmica e finalizados com esmalte branco brilhante, apresentam acabamento uniforme e superfície vitrificada, características obtidas após a queima em alta temperatura. A escolha pela cor branca buscou harmonizar com a paleta cromática do B Hotel, promovendo contraste visual com a madeira laminada e reforçando a proposta de sobriedade e elegância.

O conjunto modular foi concebido para promover um uso flexível, oferecendo possibilidades de combinação que possam atender a diferentes propostas gastronômicas. A integração dos materiais visou equilibrar a resistência da madeira laminada com a leveza e a praticidade das peças cerâmicas, mantendo a identidade visual do hotel como referência central. A figura 15 apresenta os *renders* finais do projeto.



Figura 15 – Renders finais B Hotel.



Fonte: Os autores (2025)

A relação entre os materiais utilizados no projeto reflete a proposta da disciplina de explorar técnicas diversas para obter resultados funcionais e esteticamente coerentes. O uso de madeira laminada e cerâmica no mesmo conjunto buscou integrar qualidades estruturais e visuais que pudessem responder às demandas de um espaço gastronômico sofisticado, como o Bar 16. A composição modular reforça a possibilidade de articulação entre elementos com características distintas, promovendo reflexões sobre a combinação de materiais sustentáveis no design de produtos.



5 Considerações Finais

Este estudo proporciona *insights* valiosos sobre o uso de biocompósitos e madeira laminada em projetos de design sustentável, abordando a viabilidade desses materiais como alternativas aos convencionais, considerando não apenas suas propriedades técnicas, mas também seu impacto estético e sensorial. Aponta também algumas lacunas de pesquisa, que devem ser exploradas em estudos futuros para aprofundar a compreensão e aprimorar o uso desses materiais em design.

Uma das principais áreas que requer investigação mais aprofundada é a avaliação das propriedades técnicas dos biocompósitos e madeira laminada, especialmente no que tange à comparação com materiais convencionais. Ensaio de resistência mecânica mais rigorosos, como testes de compressão, tração e flexão e resistência à umidade, são necessários para avaliar de forma mais precisa a durabilidade e a performance dos materiais ao longo do tempo. Além disso, é crucial analisar a relação estética e percepção sensorial, explorando como essas variáveis impactam a aceitação e usabilidade dos produtos no cotidiano.

Outro ponto importante a ser considerado em futuras pesquisas é o processo de manufatura dos moldes, particularmente no que se refere à dificuldade de trabalhar com madeira laminada em formas curvas. Foi identificado que a madeira laminada apresenta desafios em moldagens mais complexas, exigindo que passe por processos subtrativos. Já os biocompósitos, por conta da sua matéria prima, particulada, permitem um processo mais direto para obtenção de formas orgânicas, mas ainda carecem de avanços nas técnicas de moldagem para garantir um acabamento mais refinado e consistente, assim como desmoldagem eficiente e que permita reuso de moldes, assim como consistência dimensional, de acordo com o projetado. A técnica de moldagem foi, sem dúvida, um dos fatores mais críticos neste estudo, e sua evolução poderá ser determinante para melhorar o desempenho geral dos produtos, especialmente em termos de resistência e durabilidade.

Além disso, a questão da forma e tamanho dos grãos de serragem utilizada nos biocompósitos também apresenta uma lacuna significativa. A variação entre serragem mais grossa e mais fina pode influenciar o aspecto estético e a resistência dos artefatos, e testes mais aprofundados podem revelar como essas diferenças impactam o desempenho do produto final. O controle da quantidade de resina aplicada é outro fator relevante, pois tem um efeito no resultado do biocompósito, influenciando sua coesão, resistência e acabamento superficial.

Outro aspecto que poderia ser explorado é a aplicação de outros materiais alternativos e sustentáveis. Embora o estudo tenha se concentrado na combinação de madeira laminada, biocompósitos e cerâmica, há um grande potencial para integrar novos resíduos e subprodutos em futuras pesquisas. Materiais como resíduos têxteis ou outros tipos de resíduos lignocelulósicos podem ser investigados como alternativas viáveis para ampliar as possibilidades de design sustentável.

Por fim, é importante destacar a necessidade de avaliação contínua da usabilidade e durabilidade dos produtos no dia a dia, além da permeabilidade dos materiais quando



tratados com vernizes ou outros acabamentos. Essas questões são cruciais para garantir que os artefatos desenvolvidos não apenas atendam aos requisitos estéticos, mas também sejam funcionais, duráveis e adequados ao uso cotidiano o que lhes dará aceitação ou não.

Assim, este estudo abre caminho para futuras investigações sobre as potencialidades dos materiais sustentáveis e seu impacto no design, sugerindo que a combinação de novos materiais e técnicas de produção pode resultar em soluções mais inovadoras e eficazes para o mercado, alinhadas às demandas por sustentabilidade e inovação no design.

A originalidade deste estudo reside na articulação entre ensino, sustentabilidade e design de produtos por meio da experimentação com materiais alternativos em contextos reais de aplicação. Ao propor a criação de artefatos voltados a empreendimentos da área de hospitalidade, como o B Hotel e as Casas MIRA, os projetos exploraram a integração entre identidade visual, funcionalidade e impacto ambiental, associando materiais naturais a práticas contemporâneas de design. Além disso, a adoção do framework Double Diamond como estrutura metodológica contribui para sistematizar o processo criativo em ambiente acadêmico, promovendo o desenvolvimento de competências críticas e técnicas nos estudantes. Essa abordagem amplia o repertório de estratégias de ensino-aprendizagem voltadas à sustentabilidade, reforçando a relevância do design como agente ativo na transição para modos de produção mais conscientes.

6 Referências

ANASTASIOU, Léa das Graças. **Metodologias de Ensino**: práticas pedagógicas para a educação superior. Campinas: Papirus, 2009.

ANFACER, Associação Nacional dos Fabricantes de Cerâmica para Engenharia. **História da cerâmica**. Disponível em: <https://www.anfacer.org.br/setor-ceramico/historia-da-ceramica>. Acesso em: 3 dez. 2024.

ANICER, Associação Nacional da Indústria Cerâmica. Diferenças entre louça cerâmica, porcelana, faiança e grés. **Revista ANICER**. Disponível em: <https://revista.anicer.com.br/diferencas-entre-louca-ceramica-porcelana-faianca-e-gres/>. Acesso em: 3 dez. 2024.

ATLÂNTICA, Companhia. **Qual a diferença entre a cerâmica, grés, faiança e porcelana**. Disponível em: <https://www.companhiaatlantica.pt/artigo/qual-a-diferenca-entre-a-ceramica-gres-faia>. Acesso em: 3 dez. 2024.

CAMPOS, Cristiane Inácio et al. Castor oil based polyurethane resin used in the production of medium density fiberboard. **International Journal of Composite Materials**, v. 4, p. 185- 189, 2014.

DANTAS, Denise; CURTO, Barbara Del; BERTOLDI, Cristiane Aun. **Materiais para a economia criativa: estudos de caso**. . Universidade de São Paulo. Faculdade de Arquitetura e



Urbanismo, 2019. DOI: Disponível em:
www.livrosabertos.abcd.usp.br/portaldelivrosUSP/catalog/book/347 . Acesso em 14 julho.
2025.

EESC JR. **Materiais compostos**: o que são, propriedades e aplicações. Blog EESC JR. Disponível em: <https://eescjr.com.br/blog/materiais-compositos-o-que-sao-propriedades-e-aplicacoes/>. Acesso em: 3 dez. 2024.

EMBRAPA. **Biocompósitos termoplásticos com fibras vegetais**. Disponível em:
<https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/1159266/1/P-Biocompositos-termoplasticos-com-fibras-vegetais.pdf>. Acesso em: 3 dez. 2024.

EMF – The Ellen MacArthur Foundation. **The circular design guide**. 2018. Disponível em:
<https://www.circulardesignguide.com/resources>. Acesso em: 7 fev. 2025.

IMPERVEG. **Poliuretano vegetal**: ficha técnica. Disponível em:
<https://imperveg.com.br/ficha-tecnica/>. Acesso em: 11 mar. 2025.

LAHR, Francisco Antônio Rocco; CHRISTOFORO, André Luís. Painéis de partículas de madeira e de materiais lignocelulósicos. São Carlos, SP: **EESC-USP**, 2013. Acesso em: 9 maio 2025.

MANZINI, Ezio; VEZZOLI, Carlo. **O desenvolvimento de produtos sustentáveis**. In: O desenvolvimento de produtos sustentáveis. 2002. p. 366-366.

MEIRA, Ana Maria de. **Gestão de resíduos da arborização urbana**. 2010. Tese (Doutorado em Recursos Florestais) – Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2010. Disponível em:
<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/11/11150/tde-19042010-103157/>. Acesso em: 10 mar. 2025.

NEPIN. **Conheça os materiais compostos e as suas aplicações na indústria**. Blog Nepin. Disponível em: <https://www.nepin.com.br/blog/solucoes-industriais/conheca-os-materiais-compositos-e-as-suas-aplicacoes-na-industria/>. Acesso em: 3 dez. 2024.

OLIVEIRA, Marcelo et al. Compósitos de resina PU vegetal e fibras vegetais: desenvolvimento e aplicações em design. **Pensamentos em Design**, v. 4, n. 1, p. 37-51, 2024.

PODALAB - USP. **Página institucional**. Disponível em: <https://sites.usp.br/podalab/>. Acesso em: 30 mar. 2025.

PROTZEK, Giuliana R. et al. **Análise das propriedades físicas do compósito de serragem e poliuretano derivado de óleo de mamona**. 2016.

SOUZA, Aline; ALMENDRA, Rita; KRUCKEN, Lia. Materials & Manufacturing Methods selection in product design: Experiences in undergraduate programs. **The Design Journal**, v. 20, n. sup1, p. S1185-S1196, 2017.

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO. **Materiais compósitos**. Disponível em:
<https://graduacao.iqsc.usp.br/files/Materiais-Comp%C3%B3sitos-2.pdf>. Acesso em: 3 dez. 2024.