

## **Análise projetual de mobiliários públicos: utilização de tecnologias de fabricação digital e materiais de base florestal**

### ***Design analysis of public furniture: use of digital fabrication technologies and forest-based materials***

**Joana da Silva Thomaz, graduanda em Design, Universidade de São Paulo.**

joana.thomaz@usp.br

**Tomás Queiroz Ferreira Barata, professor doutor, Universidade de São Paulo.**

barata@usp.br

**Cyntia Santos Malaguti de Sousa, professora doutora, Universidade de São Paulo.**

cyntiamalaguti@usp.br

#### **Resumo**

Este artigo objetiva analisar a utilização de tecnologias de fabricação digital no design de produtos e a inserção da madeira proveniente de resíduos arbóreos como matéria-prima, aliada a outros materiais, em processos projetivos de mobiliários urbanos. Os métodos utilizados na pesquisa são: a) revisão sistemática de literatura (RSL) e; b) análise de similares, desenvolvidas em escopo nacional. Os resultados indicam que os projetos analisados que inserem o usuário em etapas de ideação, assim como reúnem dados do contexto inserção do objeto e combinam materiais em sua elaboração, considerando também suas características físicas, obtêm melhor desempenho quanto a suprir as necessidades do público, a aceitação do objeto pela comunidade e a longevidade do mobiliário em ambiente urbano.

**Palavras-chave:** Resíduos arbóreos; Fabricação digital; Mobiliário urbano; Design de produto.

#### ***Abstract***

This article aims to analyze the use of digital manufacturing technologies in product design and the insertion of wood from tree waste as raw material, combined with other materials, in urban furniture design processes. The methods used in the research are: a) systematic literature review (RSL) and; b) analysis of similar ones, developed on a national scale. The results indicate that the analyzed projects that include the user in ideation stages, as well as gather data from the context of inserting the object and combine materials in their elaboration, also considering their physical characteristics, obtain better performance in meeting the needs of the public, the acceptance of the object by the community and the longevity of the furniture in an urban environment.

***Keywords:*** Tree waste; Digital fabrication; Urban furniture; Product Design

## 1. Introdução

O presente artigo descreve os resultados da pesquisa de iniciação científica intitulada “Fabricação Digital e Resíduos Arbóreos: utilização experimental de tecnologias subtrativas e aditivas do processo de modelagem de mobiliário urbano”, processo FAPESP n°2023/01932-6, associado ao Núcleo de Apoio à Pesquisa NUTAU (NAP- NUTAU) e ao grupo de pesquisa e extensão PodaLab, inseridos na Faculdade de Arquitetura e Urbanismo e de Design da USP.

A melhoria da qualidade dos produtos e as demandas globais de consumo, presentes no século XXI, pressionam a produção industrial e o design a se adaptarem às tecnologias digitais, desenvolvidas a passos largos. Nascidas da era industrial, onde a tecnologia foi utilizada como motor incansável de avanços econômicos, independentemente das questões ambientais, tais áreas foram levadas a se adaptar para sobreviver ao contexto em transformação [1]. Além disso, a crescente necessidade de reutilização dos recursos naturais é um debate que se conecta cada vez mais à produção do design de produtos, correlacionando os estudos aos Objetivos Para o Desenvolvimento Sustentável da Organização das Nações Unidas [2], mais especificamente ao 12º: “Garantir padrões de consumo e de produção sustentáveis”.

O design, como campo teórico, possui grande capacidade de modificar a relação entre produto, processo e descarte, desenvolvendo maneiras sustentáveis de dar continuidade à produção em uma época marcada pela inovação tecnológica [3]. É preciso encontrar maneiras de interseccionar novas tecnologias aos materiais que seriam descartados. Assim, este artigo compreende que aliar o estudo da utilização de resíduos arbóreos por meio de tecnologias de fabricação digital ao desenvolvimento de mobiliário público se justifica, sobretudo, pela participação ativa desse produto na percepção que as comunidades urbanas desenvolvem com seu entorno e relaciona-se com a sistemática produto-serviço-indústria, transformada a cada ano pelas demandas de consumo e desenvolvimento sustentáveis [4].

O volume elevado de transmissão de informações modificou profundamente a percepção dos usuários acerca das etapas de desenvolvimento dos produtos. Áreas como o design, a arquitetura e a engenharia se aproximaram do usuário final. Um exemplo do modelo de transmissão de informações vigente está no desenvolvimento do sistema Linux, que, por meio de códigos abertos e comunidades de criação, constrói um software editável e complexo. A cultura Linux faz parte de um contexto de convergência cultural que abrange a criação de comunidades virtuais e físicas, conectando conhecimentos [5]. Se apoderando das relações de produção urbanas em design e de características Do-It-Yourself (faça você mesmo), tal percepção colaborativa se intersecciona aos ideais norteadores de movimentos como a cultura *maker*, e à utilização ampliada da fabricação digital. Aliados ao nascimento de oficinas de criação, chamadas de FabLabs, promovem o aprendizado e o desenvolvimento de produtos [6].

A computação gráfica e posteriormente a modelagem paramétrica, aliadas à fabricação digital, viabilizaram o custo de muitos protótipos físicos, dando flexibilidade, rapidez e alta precisão [7]. O termo fabricação digital se refere a processos que utilizam ferramentas controladas por computador a partir de arquivos digitais e *softwares* de modelagem, para produção de objetos físicos, também chamada de Prototipagem Rápida (PR) [9]. A PR foi formalmente introduzida como um método de transformação dos modelos tridimensionais assistidos por computador (*Computer Aided Design - CAD*) associados à manufatura auxiliada por computador (*Computer Aided Manufacturing - CAM*) em protótipos rápidos [9][10]. A criação de *softwares* que facilitam a visualização de projetos e interseccionam maquinários, com o objetivo de acelerar as etapas de produção e aumentar a qualidade das peças, são características que correlacionam a PR ao design de produtos.

Nesse cenário, o design se apodera da potência produtiva da Cultura *Maker*, da Fabricação Digital e do uso da Modelagem Paramétrica em FabLabs, que promovem a interconexão global de saberes, facilitando a prática do desenvolvimento de modelos e protótipos [6]. Ele também alimenta a inovação produtiva em estratégias de projeto, que garantem sucesso na materialização de ideias e utilização de materiais não convencionais, como a madeira proveniente de resíduos arbóreos, sendo essa uma oportunidade viável para introdução e manutenção de tipologias de mobiliário urbano em espaços públicos. O material advindo de espécies da poda urbana adequa-se à construção civil, a produção de pequenos objetos de madeira (POM's) e ao mobiliário. Apesar de suas potencialidades, esses resíduos ainda são subutilizados e muitas vezes têm seu destino em aterros sanitários [11], contrariando as perspectivas e estratégias de criação de valor, promovidas pelos conceitos da economia circular e “uso em cascata” dos recursos.

De outro modo, a conceituação do mobiliário urbano no Brasil é definida pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) como: "Conjunto de objetos existentes nas vias e nos espaços públicos, superpostos ou adicionados aos elementos de urbanização ou edificação, de forma que sua modificação ou traslado não provoque alterações substanciais [...]" [12]. Entretanto, em revisões anteriores da norma, a ABNT delimitava mobiliário urbano como: “Todos os objetos, elementos e pequenas construções [...], de natureza utilitária ou não, implantados mediante autorização do poder público em espaços públicos e privados” [13]. O caráter utilitário também faz parte do conceito de mobiliário urbano, tais como objetos com a finalidade de proporcionar comodidade e conforto [14]. Tratando-se de uma intervenção no espaço público, é necessária uma visão sistêmica entre projeto, usuário e ambiente, que compreenda o trabalho contínuo da inserção de objetos no dia-a-dia das cidades. Assim, o mobiliário urbano é uma tipologia de produto que concerne uma diversidade grande de matérias-primas. Dispostos em ambientes externos e públicos, expostos as intempéries climáticas e à utilização constante pelos usuários, exigem resistência e adaptabilidade [15].

Em vista das especificidades do objeto, alguns materiais, quando utilizados isoladamente, não conseguem abranger o conjunto de necessidades e exigências formais, estéticas e culturais que a inserção de um elemento no espaço urbano demanda. Materiais como o cimento/argamassa foram incorporados como matéria-prima ao design de móveis, possibilitando inovação em projetos. Como material, o cimento possui qualidades como boa durabilidade, resistência a intempéries, baixo custo e acesso facilitado. Iniciativas para utilização do cimento em conjunto a tecnologias de fabricação digital, sobretudo impressoras 3D de grande porte, em parceria com outros materiais, como a madeira, a borracha e o metal, contribuíram para a consolidação do material no design de produtos [16] [17].

Dessa forma, o presente artigo intersecciona três temáticas principais: a exploração laboratorial na construção do projeto de mobiliário urbano para inserção no espaço público; as possibilidades na utilização de tecnologias de fabricação digital e modelagem paramétrica para o design de produtos; e a inserção da madeira proveniente da poda urbana como matéria-prima em processos projetivos e produtivos, aliada a outros materiais como concreto/argamassa. Os métodos utilizados para construção desse estudo compõem-se de revisão sistemática de literatura (RSL) e análise de similares, listados no item 2.

## 2. Procedimentos metodológicos

Os métodos aqui adotados se dividem em dois procedimentos principais: revisão sistemática de literatura (RSL) e estudos de similares. A RSL possui escopo em artigos nacionais e foi elaborada em etapas, iniciadas pela busca de artigos por intermédio do “Portal de Periódicos da

CAPES”, nos dias 5 e 7 de setembro de 2023. As palavras-chave utilizadas nessa etapa foram: resíduos arbóreos; ou modelagem paramétrica e design; ou fabricação digital e mobiliário urbano; ou design sustentável. Em seguida, os artigos foram selecionados segundo critérios pré-determinados acerca da correlação temática com a pesquisa, descritos na figura 1a e na seção 3.1, e estabeleceu-se, assim, análise e tabulação de metodologias e resultados apresentados.

Ademais, os estudos de caso desenvolvidos analisaram 6 (seis) projetos, recolhidos no panorama nacional da produção tanto acadêmica quanto industrial, a partir de critérios de inclusão pré-estabelecidos, descritos na seção 3.3 e em busca assistemática. Objetivou-se reunir soluções de projeto adequadas para posterior sistematização na pesquisa vinculada, por meio da análise do conceito dos projetos, materiais e processos produtivos, registro fotográfico e percepção da possível inserção do objeto no espaço público.

Por fim, o artigo aqui descrito analisa os resultados comparativos entre os estudos de similares, assim como discute a possível aplicação em contextos urbanos e estabelece referências estético-formais pertinentes ao contexto da pesquisa em curso. Promove, também, a partir dos artigos da RSL, reflexões metodológicas e o aprofundamento da fundamentação teórica acerca da utilização de resíduos arbóreos, fabricação digital e modelagem paramétrica, aplicados ao projeto em mobiliário urbano.

### 3. Resultados

Os resultados do presente artigo estão organizados em: Revisão Sistemática de Literatura e Análise de Similares, apresentando descrições comparativas e tabulação de dados em escopo nacional brasileiro. Também elaborou-se para a pesquisa FAPESP vinculada, a RSL de escopo internacional, entretanto, para este artigo, optou-se pela inclusão apenas da revisão sistemática e análise de similares contendo projetos desenvolvidos no Brasil.

#### 3.1 Revisão Sistemática de Literatura

O objetivo da revisão sistemática de literatura desenvolvida foi construído sobre o questionamento: *“O que está sendo desenvolvido de produção científica a nível nacional e internacional acerca da utilização da fabricação digital em conjunto com a modelagem paramétrica e a madeira proveniente de resíduos arbóreos, para o projeto de mobiliário urbano?”*. Para o desenvolvimento da RSL, foi utilizada a plataforma “Portal de Periódicos da CAPES”, escolhida pela facilidade de utilização e grande disponibilidade de bases de dados. O acesso se restringiu às bases liberadas para o público geral.

Os critérios iniciais para construção da revisão sistemática foram: apenas artigos publicados nos últimos dez anos, em acesso aberto e revisados por pares, escritos em língua portuguesa e em todo o território brasileiro. Os artigos permitiram visualizar o panorama nacional da produção científica acerca da Fabricação Digital, Modelagem Paramétrica e suas intersecções com o Design, o Mobiliário Urbano e o Design Sustentável. Em seguida, construiu-se as etapas do processo de seleção e inclusão de artigos, desenvolvidas em: início das buscas no Portal de Periódicos da Capes utilizando palavras chave pré-determinadas e filtros específicos; remoção de artigos duplicados; leitura dinâmica e exclusão dos textos que não se enquadraram aos critérios específicos da pesquisa vinculada; leitura completa dos artigos restantes; e inclusão dos estudos que se alinham aos objetivos da revisão sistemática de literatura. Abaixo sistematizou-se o processo de seleção que resultou nos 5 (cinco) artigos incluídos na RSL:



1a)

autores	ano de publicação	instituição/localidade	metodologia
Alves, Ana; Vieira, Victor; Nakata, Loticia; Micholan, Hudson; Barata, Tomás.	2016	UNESP, USC SÃO PAULO	Análise de similares; Observação das características das edificações e do espaço; Registro das dimensões do local; Geração de alternativas através de sketches; Modelagem virtual em software paramétrico; Desenhos executivos dos planos e do produto montado; Impressão do gabarito na escala 1:5; Transformação da madeira; Execução do projeto/modelo em escala reduzida.
Ferrelli, Paulo; Librelotto, Lusiane; Frade, José; Bártole, Helena.	2019	UFSC, IPL SANTA CATARINA, PORTUGAL	Utilizou-se a Deriva urbana, desenvolvida em diferentes cidades como peias, como seleção dos objetos de estudo na pesquisa de campo. A referência de análise usada foram os fatores estabelecidos pela ferramenta FEM (Ferramenta para Escolha de Materiais) de Librelotto e outros (2012), quanto aos fatores: fabric e produtivos (E), mercadológicos e sociais (S/E), ergonômicos e de segurança (S/A), estéticos (S/A), ecológicos (A) e econômicos (E).
Zorro, Mariana; Alves, Cristiano; Gonçalves, Mariana; Alves, Daniela.	2023	UFSC, SANTA CATARINA.	Duplo Diamante, desenvolvida pelo Design Council. Este é um método-base para processos de design, pois utiliza uma forma visual de expressar um processo de quatro fases que não necessariamente é linear e as etapas de projeto podem ser iterativas.
Pupo, Regiane.	2017	UFSC, SANTA CATARINA.	Pesquisa laboratorial e qualitativa acerca do desenvolvimento da rede de FABLABS no Brasil, sobretudo na rede PRONTO 3D em Santa Catarina. Também foi utilizada para analisar quais tecnologias têm maior impacto no uso cotidiano desses espaços.
Digiandromico, D; Landim, G; Fischer, H.	2017	USP, SÃO PAULO	Duplo diamante expandido, com abordagem exploratória e de fácil replicabilidade. Inclui as fases de: Concepção, desenvolvimento, revisão (feedback), prototipagem e execução/instalação. Foram utilizados os conceitos de organização em programação modular definidos por Daniel Davis, Jane Burry e Mark Burry (2011), e todas as ações do algoritmo foram organizadas contendo: títulos, entradas, saídas, grupo e descrição.

1b)

Figuras 1a e 1b: Processo de seleção de artigos e Artigos incluídos na RSL. Fonte: Elaborado pelos autores.



Dentre os artigos incluídos, 1 (um) desenvolveu um projeto de mobiliário urbano para um concurso público estadual, que, entretanto, não apresentou preocupação durante a fase projetiva com a utilização do objeto em seu contexto. Sendo desenvolvidas análises nas semanas após a implementação, compreendeu-se problemáticas no produto — durabilidade dos materiais, tipologia de uso, inadequações para faixa etária — que poderiam ter sido previstas, caso o perfil dos usuários e as características específicas dos materiais tivessem sido considerados na fase de ideação do projeto. 1 (uma) das pesquisas não teve como mote principal o projeto de um mobiliário urbano, mas analisou possibilidades projetivas para objetos em um FabLab brasileiro, utilizando fabricação digital. No que diz respeito às metodologias, 2 (dois) artigos utilizam abertamente a denominação “Duplo Diamante” e um terceiro artigo desenvolveu etapas que se conectam ao método de duplo diamante, tais como: Descobrir, Definir, Desenvolver e Entregar. 1 (um) dos trabalhos desenvolveu uma pesquisa laboratorial e qualitativa, além de construir revisão bibliográfica e revisão narrativa. O último artigo utilizou a Deriva Urbana, uma metodologia específica para análise de similares, também como a tabulação de fatores específicos, estabelecida no método FEM (Ferramenta para Escolha de Materiais). Sobre as metodologias, apreende-se que métodos que especificam as etapas projetivas desenvolvidas tiveram melhores resultados no objeto final e construíram uma relação mais assertiva entre as características estético-formais do design.

Dessa forma, entende-se que os artigos, no geral, apresentaram grande preocupação em sistematizar metodologias para posterior aplicação em processos projetivos e produtivos. Ademais, os artigos incluídos dividem abordagens teóricas de desenvolvimento tecnológico em fabricação digital, modelagem paramétrica e projeto em design, assim como descrevem processos sobretudo experimentais.

### 3.3 Análise de similares

Foram realizados procedimentos de análise e coleta de dados em projetos similares, relacionados aos objetivos da pesquisa FAPESP. Observou-se que 4 (quatro) dos similares de destaque no contexto da reutilização de resíduos arbóreos e fabricação digital foram desenvolvidos em ambiente acadêmico-pedagógico, assim como 2 (dois) dos similares incluídos são oriundos de estúdios de design focados em inovação projetiva e produtiva. São eles: 1) Mobiliário Trançado; 2) Mobiliário para praça da UFSC; 3) Banco Catraca; 4) Banco Centopeia; 5) Projeto Mesapi; e 6) Banco DC3. Tal estudo foi feito com a finalidade de expandir o repertório projetivo, teórico e visual e aproximar o contato com o mobiliário urbano existente no cenário brasileiro. Os critérios para inclusão de objetos na análise de similares foram:

- Uso de madeira, sendo ela de demolição, poda, ou em casos de correlação com outro material, madeira de reflorestamento e/ou florestas plantadas;
- Uso de concreto/argamassa/cimento correlacionado com madeira e/ou outros materiais;
- Uso de outros materiais, como metal e plásticos, quando associados ao concreto/argamassa/cimento e/ou madeira;

A seguir, estão descritos os 6 (seis) projetos similares analisados:

**Figura 2:** Compilação e análise dos projetos similares analisados. Elaborado pelos autores.

	conceito	materiais e produção	fotos	análise
1)	<p><b>Mobiliário Trançado</b> Coletivo Quasares</p> <p>O projeto Batatalab buscou desenvolver e implantar um mobiliário urbano pensado de maneira coletiva, no Largo da Batata, em São Paulo. O concurso foi dividido em três categorias: conforto, lúdico e sombra. Para o tema sombra, venceu o projeto Trançado, uma estrutura de metal coberta com amarração de cordas que faz um túnel confortável, com bancos dentro.</p>	<p>A estrutura é feita de seis pórticos metálicos, fixos com travas superiores em barra de ferro redondo. Em cada pórtico estão argolas metálicas, que orientam o trançado das cordas de polietileno. Encaixes simples e componentes leves, é capaz de resistir às cargas, esforços e intempéries. Utilizou tecnologias de fabricação digital e parametrização.</p>		<p>No Brasil, são raros projetos que fazem uma análise prévia do território e de seus usos. Falta desenvolver pesquisa com usuários em etapas intermediárias, para prever como ele seria usado. Foi possível observar como o uso da parametrização foi fundamental para o desenvolvimento e articulação de parâmetros; possibilidade de simulação; facilidade de revisão; prototipagem rápida; complexidade.</p>
2)	<p><b>Mobiliário para praça da UFSC</b> Mariana de Souza Zorzo</p> <p>A proposta é um conjunto de dois mobiliários, um móvel e outro fixo. Ambos são modulares e podem ser utilizados em maior ou menor quantidade. A proposta é que sejam versáteis e transitórios, para contemplar a realidade da Praça da Tecnologia: um local que é palco de múltiplas atividades mas ainda subutilizado.</p>	<p>Uso de madeira, células fotovoltaicas e metal para estruturação. As necessidades encontradas pela pesquisa vieram de uma análise com usuários. O projeto não saiu do papel até o momento, permanecendo apenas como ideia de implementação.</p>		<p>A diversidade modular é interessante, busca se adaptar às possibilidades do público e é reproduzível em projetos. Um detalhe interessante foi a preocupação constante em compreender o que os usuários precisavam, fazendo pesquisas diretas. No processo de design, é importante que isso aconteça.</p>
3)	<p><b>Banco Catraca</b> Ana Laura Alves; Victor Augusto Vieira; Tomás Barata.</p> <p>É inspirado em uma catraca de metrô, conceito voltado à correlação de formas conectivas. "A forma das pernas do banco se assemelha a uma catraca (equipamento usado para controle de acesso nas entradas do metrô e ônibus)". O desenho foi desenvolvido para ser atemporal e visa a diminuição drástica de perdas de material, mantendo o design portátil.</p>	<p>Foi elaborado apenas em MDF, para que assim pudesse ser produzido em sua completude utilizando tecnologias a frio. Produzido por meio da fabricação digital, modelado no software SolidWorks em máquinas de corte/ gravação à laser, na etapa de modelo e por meio de serra copo, tico-tico, fita e furadeira de mão para protótipo final.</p>		<p>Consistência, facilidade de manuseio e possibilidade de produção manufaturada, são pontos para a reprodutibilidade desse projeto. O processo do Banco Catraca detalha os processos de produção. Ainda apresenta desperdício de material elevado, considerando o mote de desenvolvimento sustentável, entretanto, a utilização de um software para compreensão de planificações é muito bem vinda.</p>
4)	<p><b>Banco Centopéia</b> Igor Lima designer STUDIO</p> <p>O Banco Centopéia combina a inspiração Amazônica com o minimalismo de cores, a leveza do projeto e a sofisticação da Madeira. Feito em encaixes e produzido manualmente por artesãos locais, é uma peça única que tem uma identificação emocional com a nossa cultura e tradições. O formato auxilia na versatilidade, podendo ser utilizado como banco ou mesinha de centro.</p>	<p>Produzido em madeira maciça, tendo versões em freijó, cerejeira ou outras madeiras nobres por encomenda. O processo de produção mescla modos tradicionais e tecnológicos aludindo a Natureza. Nesse sentido, os encaixes entre as espigas e acabamento com óleos naturais são feitos manualmente por artesãos locais e as peças são cortadas em CNC.</p>		<p>O Banco Centopéia tem sua correlação com o meio urbano ao referenciar sabedorias ancestrais e aplicar mão de obra artesanal qualificada, subvertendo as relações produtivas de um produto em larga escala. Entretanto, a produção em baixa escala, por meio de CNCs, pode se tornar uma problemática em um projeto de inserção em ambientes urbanos, sendo ainda pertinente à pesquisa.</p>
5)	<p><b>Projeto Mesapi</b> Ana Laura Alves; Victor Augusto Vieira; Letícia Yuri Nakata; Hudson Guerrero Michelan; Tomás Barata.</p> <p>A concepção formal e o conceito estético do projeto resultou de estudos de modularidade e aproveitamento de espaço. Após definir o local e as necessidades de seus usuários, desenvolveu-se uma mesa com forma triangular, para permitir alguns arranjos. Pensando no mobiliário para área externa, dois aspectos foram considerados: o escoamento da água das chuvas e a redução do acúmulo de resíduo.</p>	<p>Ripas de eucalipto, reflorestamento; Filme plástico; Cola para madeira; Lixa para madeira; Verniz; Lixadeira circular (lixo 60); Lixadeira roto orbital pneumática (lixo 80) e Serra de arco. Fez-se a seleção das ripas compatíveis e em seguida, a transposição do desenho técnico sobre as ripas, sendo transformada com processos físicos em serra tico tico, lixadeira, etc.</p>		<p>A presença de um mobiliário influencia a escolha do espaço público. Ele busca se inserir em um contexto de ocupação e permanência de espaços. O mobiliário urbano, associado a aspectos funcionais (usabilidade/conforto), favorece a convivência entre usuários e a permanência em espaços públicos. A abordagem modular e a preocupação metodológica com a ocupação do espaço são características reproduzíveis e aplicáveis para a pesquisa.</p>
6)	<p><b>Banco DC3</b> Estúdio Fahrer Design</p> <p>Inspirado no avião Douglas DC3, bimotor que revolucionou o transporte de passageiros nas décadas de 1950 e 1960, o banco DC3 reproduz as nervuras estruturais das asas da aeronave. Resulta em uma peça que articula sua forma escultórica e aerodinâmica, com as demandas de coesão e sustentação da peça, sem distinção entre superfícies e componentes estruturais.</p>	<p>Produzido com camadas de compensado laminado naval de alta resistência, cortados em CNC. Construída com precisão através da técnica de corte CNC, um método de produção com o menor desperdício. As lâminas torneadas, com acabamento de madeira natural, sobrepostas e unidas por cola à prova de água.</p>		<p>Sua correlação com o meio urbano se destaca ao usar um material resistente, o compensado naval e uma estética moderna. Compreende-se que a forma do Banco DC3, com modificações dimensionais, pode ser levado para utilização urbana e públicos maiores, trazendo referências projetuais para a pesquisa em desenvolvimento, além de utilizar tecnologias de fabricação digital com CNC.</p>

A utilização prioritária da madeira, sendo ela proveniente de resíduos arbóreos, demolição, reflorestamento ou por meio de produtos derivados (compósitos, MDF, compensado, etc) na produção da grande maioria dos mobiliários analisados, denota a importância do material no design. É possível estabelecer relações entre a preferência cultural da madeira e derivados diante de outros materiais, advinda de suas características visuais, da facilidade de obtenção e extensa aplicação em larga escala. Além disso, grande parte dos similares descritos apresenta mais de uma matéria-prima em sua elaboração, correlacionando a madeira, como elemento de destaque, ao concreto, metal, borracha e outros, sendo em elementos conectivos, visuais ou

construtivos. Essa característica projetiva possibilita maior durabilidade para o objeto, à depender da forma como se inter-relacionam, sendo assim, necessária em mobiliários urbanos, constantemente expostos à intempéries climáticas (chuva, luz solar direta, neve, etc) e à utilização de um grande número de usuários. Correlacionar a madeira, principalmente quando oriunda de resíduos arbóreos, a outros materiais como solução projetual, permite que as especificidades de tamanho e formato e os defeitos causados pelo desdobro e por possíveis patologias da árvore cortada sejam incorporados no objeto sem prejudicar seu desempenho.

Ademais, a aplicação de espécies nativas (certificadas ou por meio do aproveitamento de resíduos arbóreos) e a alusão a aspectos regionais e sociais, facilitam a identificação pelo cidadão e a inserção do mobiliário no ambiente urbano, incentivando a ocupação de espaços público-culturais e a utilização consciente do objeto. Assim, se entende que a fase projetual do mobiliário urbano tem grande relevância quanto à aceitação do móvel, exigindo análise cuidadosa das propriedades físicas dos materiais, das referências visuais transmissíveis (ou não) pelo objeto e das necessidades dos usuários.

#### 4. Análises e Discussões

Compreende-se que, tanto na revisão sistemática de literatura quanto na análise de similares, foram encontradas evidências robustas de que a análise ambiental georreferenciada, o estudo das características físicas do material utilizado e a pesquisa com usuários, executados durante as fases iniciais de projeto, possibilitam um produto final mais adequado, tanto no quesito estético-material, quanto no que tange à usabilidade e o local implementado. Adicionalmente, é imprescindível destacar a importância temática dos estudos para o desenvolvimento da área de mobiliário urbano e inserção nos espaços públicos, à medida que diversas pesquisas vêm surgindo para dar suporte teórico e material às noções de projeto em design de produtos.

Em 3 (três) das 5 (cinco) pesquisas selecionadas na RSL, os autores apresentam preocupação com a implementação posterior dos projetos de design, elaborando pesquisas com usuários, além de roteiros de análise ambiental, levando em conta características climáticas e topográficas do ambiente. As análises desenvolvidas por Pupo (2017) estabeleceram uma base sólida acerca da evolução das tecnologias de fabricação digital e modelagem paramétrica no Brasil, correlacionando as possibilidades educacionais com as características inovadoras destas tecnologias e o uso de materiais não convencionais. As contribuições se estendem aos estudos de Digiandomenico, D; Landim, G; Fischer, H. (2017), uma vez que o projeto de mobiliário desenvolvido se beneficia da fabricação digital e modelagem paramétrica como solução principal. O restante dos artigos se conectam por meio da utilização de elementos mais específicos da fabricação digital, dentre eles as máquinas de corte a laser, CNC (Controle Numérico Computadorizado) e sistemas CAD e CAM. Entretanto, há uma grande lacuna no que diz respeito à sistematização no uso de tais processos para o uso em design de produtos. Nenhum dos artigos analisados descreveu, objetivamente, quais elementos ou especificidades projetuais estabeleciam a necessidade do uso de processos de fabricação digital, assim como não os delimitaram como experimentações laboratoriais de materialidade, à exceção de Pupo (2017). Entende-se que a construção teórica do tema levantado ainda pede maiores estudos.

Dessa forma, depreende-se da análise de similares desenvolvida, reflexões metodológicas e referências estético-formais pertinentes ao contexto do estudo em curso. A utilização prioritária da madeira, sendo ela proveniente de resíduos arbóreos, reflorestamento ou por meio de produtos secundários, na produção da grande maioria dos mobiliários analisados, denota a



importância desse material para a indústria. Além disso, grande parte dos similares descritos apresenta mais de um material em sua elaboração, utilizando a madeira (majoritariamente finalizada com seladora, resinas e/ou vernizes como acabamento), como elemento de destaque, em conjunto ao concreto, metal, borracha, entre outros. Essa característica projetiva possibilita uma maior durabilidade geral para o objeto, à depender da forma como os materiais se inter-relacionam, uma vez que a madeira, ainda que, após passar por processos de acabamento, apresenta baixa resistência ao uso contínuo. A alta durabilidade é extremamente necessária em mobiliários urbanos, que estão constantemente expostos à intempéries climáticas (chuva, granizo, luz solar direta, neve, etc), à utilização por um imenso número de usuários em um curto período de tempo e à questões de segurança urbana, como o furto e o vandalismo.

É possível depreender ainda, que, a fase projetual do mobiliário urbano tem grande relevância no que diz respeito à aceitação do móvel nos espaços, necessitando da análise cuidadosa dos diversos formatos e acabamentos do material utilizado, das referências visuais transmissíveis (ou não) por meio do objeto e das necessidades dos usuários quanto ao ambiente de futura inserção. Durante a análise de similares, concluiu-se que os projetos que elaboraram etapas de pesquisa e comunicação com o público alvo durante o desenvolvimento, assim como reuniram dados acerca do local para onde o móvel seria projetado e consideraram as especificidades das matérias primas utilizadas, obtiveram melhores resultados quanto à adaptabilidade das necessidades do público, sendo eles: o Projeto Mesapi e o Projeto de Mobiliário Urbano para a Praça de Tecnologia da UFSC. Os demais projetos obtiveram resultados formais, tecnológicos e visuais satisfatórios, entretanto, estabelecem problemáticas acerca da inserção do mobiliário no ambiente. Um exemplo é o Mobiliário Trançado que foi inserido no Largo da Batata, em São Paulo, sem elaboração de pesquisas prévias com os usuários. O projeto descreve questões de “mau uso”, como: a utilização não adequada por pessoas em situação de rua, skatistas e crianças, e a degradação rápida do móvel. O projeto também comenta a utilização inesperada do espaço por idosos para reuniões e encontros. Ambos os usos inesperados poderiam ser previstos caso o desenvolvimento projetivo passasse pelo olhar de um grupo de usuários. Outra característica identificada entre os similares analisados, é a presença constante de modularidade, atributo de grande valia, uma vez que permite a adaptação do mobiliário urbano a contextos diversos, facilita o transporte e a produção industrial, além de estabelecer desafios metodológicos que favorecem a inovação.

## 5. Considerações Finais

Deprendendo as escolhas metodológicas, entende-se que os artigos incluídos na revisão sistemática de literatura descrevem diversas possibilidades em que a fabricação digital, a modelagem paramétrica e a utilização da madeira proveniente de resíduos arbóreos podem ser incluídas na elaboração projetiva de mobiliários urbanos, fornecendo subsídios para futuras experimentações e elaborações metodológicas na área do design de produtos.

Conclui-se, por fim, que a construção teórica desenvolvida nos artigos pede uma avaliação minuciosa para compreender as possibilidades de inserção dos métodos no escopo do design de produtos. Ademais, pela revisão sistemática de literatura e análise de similares, conclui-se que os projetos que elaboraram etapas de pesquisa e comunicação com o público alvo durante o desenvolvimento projetivo, assim como reuniram dados acerca do local para onde o móvel seria projetado e consideraram as características da matéria prima escolhida, obtiveram melhores resultados quanto a suprir as necessidades do usuário, aceitação do elemento pela comunidade e longevidade do mobiliário em ambiente urbano.

## Agradecimentos

Agradecemos à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) pelo apoio dado por meio da bolsa de iniciação científica concedida, assim como à Faculdade de Arquitetura e Urbanismo e de Design da USP (FAU-USP) e à Seção Técnica de Modelos, Ensaios e Experimentações Construtivas (STMEEC), pela disponibilização de materiais, laboratórios e equipamentos essenciais para o desenvolvimento desse estudo.

## Referências

- [1] KRUCKEN. Lia. Design e território: uma abordagem integrada para valorizar identidades e produtos. Conference: International Symposium on Sustainable Design (ISSD). São Paulo. 2008.
- [2] ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS: Objetivos para o Desenvolvimento Sustentável. Disponível em < [Objetivos de Desenvolvimento Sustentável | United Nations Development Programme \(undp.org\)](https://www.undp.org/pt-br/objetivos-de-desenvolvimento-sustentavel)> Acesso em 15 de março de 2024.
- [3] ABRÃO. Julia Souza. Fabricação Digital e o Projetar Sustentável: o uso de softwares de modelagem como estratégia para antever e minimizar os impactos ambientais da produção subtrativa. UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA/UFU. FACULDADE DE ARQUITETURA E URBANISMO E DESIGN/FAUED. Uberlândia. 2020.
- [4] SOARES. Marcelo M. Metodologia de ergodesign para o design de produtos: uma abordagem centrada no humano. Editora Blucher. 1º edição. São Paulo (SP). 2021
- [5] JENKINS. Henry. Cultura da Convergência. 3ed São Paulo - Aleph (2009)
- [6] MEZZAROBA, P. Mariana; Revista Via; Movimento Maker - edição 8 - ano 5, UFSC Santa Catarina; 2020. Acesso em 29 de março 2024.
- [7] PUPO, Regiane Trevisan. FABLAB PRONTO3D: APRENDENDO COM A PRÁTICA. Extensio: R. Eletr. de Extensão, ISSN 1807-0221 Florianópolis, v. 14, n. 26, p. 152-164, 2017. DOI: <http://dx.doi.org/10.5007/1807-0221.2017v14n26p152>
- [8] BARBOSA. Mae Ana. FACCA. Alquezar Claudia. FERNANDES. Adriana. ALVES. Jorge Lino. RANGEL. Barbara. A IMPRESSÃO 3D E AS TECNOLOGIAS EMERGENTES DE FABRICAÇÃO DIGITAL: A (r)evolução nos processos de ensino de design, engenharia e manufatura. São Paulo. 2019.
- [9] SACKS, R.; OLIVEIRA, C. M.; LEE, G. Modelagem 3D paramétrica na construção civil com exemplos de concreto pré-moldado. Automação na Construção, v. 13, n. 3, p. 291-312, 2004. Data de nascimento: [https://doi.org/10.1016/S0926-5805\(03\)00043-8](https://doi.org/10.1016/S0926-5805(03)00043-8)
- [10] SEELY, Jennifer Ck. FABRICAÇÃO DIGITAL NO PROCESSO DE PROJETO ARQUITETÔNICO. 2004. Dissertação (Mestrado) - Curso de Arquitetura, Massachusetts Institute Of Technology, Cambridge, 2004
- [11] MALAGUTTI. S. Cyntia. Resíduos da arborização urbana na prática do design: Uma abordagem exploratória. Artigo apresentado no 13º Seminário Internacional NUTAU 2020. São Paulo, SP.
- [12] ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR-9050: TERMOS, DEFINIÇÕES E ABREVIATURAS, 2020. Rio de Janeiro. 2020

[13] ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR-9283: TERMOS, DEFINIÇÕES E ABREVIATURAS, 2015. Rio de Janeiro. 2015

[14] MONTENEGRO, Glielson. A produção do mobiliário urbano em espaços públicos: o desenho do mobiliário urbano nos projetos de reordenamento das orlas do RN. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal do Rio Grande do Norte Natal, 2005.

[15] DIGIANDOMENICO, D.; LANDIM, G.; FISCHER, H. Trançado: recursos computacionais aplicados no processo de projeto de mobiliário urbano. Gestão e Tecnologia de Projetos, São Carlos, v. 12, n. 3, p. 47-58 2017.

[16] GIL. Erica Alexandra Balata. O BANCO PÚBLICO - SIGNIFICADO E IMPORTÂNCIA DESTE EQUIPAMENTO NO ESPAÇO PÚBLICO. MESTRADO EM DESIGN DE EQUIPAMENTO ESPECIALIDADE DE DESIGN URBANO E DE INTERIORES. Universidade de Lisboa. Lisboa. 2011.

[17] TEIXEIRA. Rita Albuquerque. DESIGN DE MOBILIÁRIO URBANO PARA ESPAÇOS VERDES - Estudo da utilização da cortiça. Mestrado em Design de Equipamento. Especialização em Design de Produto UNIVERSIDADE DE LISBOA FACULDADE DE BELAS-ARTES. Lisboa. 2016