

- Patowary, K. (2010). Dekotora: The Ridiculously Decorated Trucks of Japan. Disponible en: <https://www.amusingplanet.com/2010/11/dekotora-ridiculously-decorated-trucks.html>
- Rivas, J.; Leite, A.; Cortés, P.; Márquez, M. y Padua, D. (2010). La configuración de identidades en la experiencia escolar. Escenarios, sujetos y regulaciones. *Revista de Educación*, 353, 187-209.
- Sheikh, S. (2018). Impact of truck art, as popular culture on Pakistani society, *International Journal of Multidisciplinary and Current Research*. <https://doi.org/10.14741/ijmcr/v.6.5.10>
- Zapata, M. (2020). Análisis visual de los camiones de escalera: expresión de la gráfica popular en Colombia. *Revista Científica Orbis Cognita*, 4(2). 24–40. <https://doi.org/10.48204/j.orbis.v4n2a2>

**Keywords:** Ladder trucks - iconography - popular culture - rurality - graphic schemes - Colombia

**Resumo:** Este trabalho tem como objetivo revisar os esquemas gráficos e icônicos que se apresentam no estilo visual de Ladder Trucks, tradicional meio de transporte rural colombiano. Cabe esclarecer que os Caminhões-escada são veículos que superaram sua importância como veículo, para se tornarem uma referência de cultura popular e visual no contexto camponês na Colômbia; especialmente em regiões produtoras de café, como a Região Andina. Setor geográfico onde esta pesquisa é realizada.

**Palavras-chave:** Caminhões de escada - iconografia - cultura popular - ruralidade - esquemas gráficos - Colômbia

**Abstract:** This work aims to review the graphic and iconic schemes that are presented in the visual style of Ladder Trucks, a traditional rural transport in Colombia. It should be clarified that Ladder Trucks are vehicles that have surpassed their importance as a vehicle, to become a reference of popular and visual culture in the peasant context in Colombia; especially in coffee-producing regions such as the Andean Region. Geographic sector where this research is carried out.

(\*) **María Isabel Zapata Cárdenas.** Doctoranda en Educación y Comunicación Social de la Universidad de Málaga en España. Magister en Comunicación Digital. Profesora de Tiempo Completo de la Universidad de Medellín, Facultad de Comunicación. Investigadora en áreas como cultura y gráfica popular, narrativa transmedia y producción de contenidos digitales. [mizapata@udem.edu.co](mailto:mizapata@udem.edu.co)

## Projetando com encaixes para CNC: abordagem didática com modelos virtuais

Tiago Souto Schützer, Henrique Mendes Rodrigues, Tomás Queiroz Ferreira Barata y Cyntia Santos Malaguti de Sousa (\*)

Actas de Diseño (2024, julio),  
Vol. 46, pp. 104-108. ISSN 1850-2032.  
Fecha de recepción: julio 2021  
Fecha de aceptación: abril 2023  
Versión final: julio 2024

**Resumo:** O artigo aborda os processos de fabricação digital com tecnologias subtrativas CNC e o emprego de materiais renováveis, sob o olhar do ensino na arquitetura e no design. O objetivo principal é realizar práticas projetivas e planejar a construção de protótipos de elementos construtivos, mobiliários e pequenos objetos, em escala reduzida e/ou real, com foco em encaixes entre componentes construtivos utilizando modelagem paramétrica. A metodologia adota o conceito de compartilhamento de conhecimentos (*open source*) como material didático, com enfoque nos estudantes de Arquitetura e Urbanismo e Design da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo.

**Palavras-chave:** fabricação digital – encaixes – CNC – materiais sustentáveis – modelagem paramétrica.

[Resúmenes en inglés y portugués en la página 108]

### Introdução

Este artigo investiga as potencialidades do uso da fabricação digital (FD) subtrativa com materiais de fontes renováveis e seu uso para criação de modelos e protótipos para arquitetura e design. O enfoque da pesquisa é a produção de encaixes com máquinas fresadoras de controle numérico (CNC Router) e máquina de corte a laser, somado a um levantamento de ferramentas

gratuitas que auxiliam a produção de modelos. A investigação ainda propõe formas de sistematização de possíveis encaixes e uniões, sempre com foco no ensino de graduação com informações de acesso livre, na tentativa de aproximar a prática projetual aos processos de fabricação.

A atividade de projeto, tanto na arquitetura quanto no design industrial, sempre se utilizou de ferramentas

de representação técnica ou não - e o uso de modelos virtuais e físicos na geração e seleção de alternativas. Com a popularização dos programas de modelagem tridimensional (3D), e em especial os de modelagem paramétrica, o trabalho do projetista tem sofrido grandes mudanças, dado que se projeta - muitas vezes, desde a conceituação até a produção/construção - através da visualização e manipulação de elementos tridimensionais virtuais. Essa maneira de projetar exige do projetista um maior conhecimento dos processos técnico-construtivos, e também contribui para a assimilação e o aprofundamento desses conhecimentos, principalmente quando a modelagem virtual é aliada de uma produção de modelos físicos processuais (Tramontano, 2015), produção essa que pode ser potencializada - em qualidade e velocidade - com o emprego da fabricação digital.

Como indicado por Pupo (2009), as tecnologias de FD podem ser classificadas em três grupos: tecnologias aditivas, por deposição e solidificação de materiais (impressão 3D); tecnologias subtrativas, através do corte, usinagem e gravação de materiais; e tecnologias formativas, em que há conformação de materiais em moldes versáteis. O uso dessas tecnologias tem se popularizado muito nos últimos anos, aliado à chamada “cultura *maker*” (faça você mesmo) e às comunidades de design aberto.

Porém, seu uso em cursos de arquitetura e design no Brasil ainda é limitado por vários fatores, como a necessidade de especialização de mão-de-obra para utilização das máquinas, a necessidade de domínio de *softwares* específicos e o alto custo de aquisição de equipamentos, utilização e manutenção de laboratórios, como analisado por Silva (2021). Apesar das dificuldades, muitos laboratórios e grupos de pesquisa que desenvolvem estudos sobre essas tecnologias, nasceram nos últimos anos no Brasil, abrindo discussões em diversas frentes (Martins e Pereira Filho, 2019).

### Fabricação digital e encaixes

As máquinas de controle numérico computadorizado (*Computer Numeric Control* - CNC) nasceram no *Massachusetts Institute of Technology* (MIT) na década de 50. Seu desenvolvimento deu início a uma série de novas máquinas que traziam a automação para o processo produtivo, começando pelas indústrias automotivas (Söderberg, 2013). A mão de obra que lidava com essas tecnologias era muito especializada, e as patentes restringiam seu uso às fábricas. O sistema facilitou a chamada customização em massa, e é baseado no desenho auxiliado por computador (*Computer aided manufacture* - CAD), a partir do qual geram-se códigos G para fabricação auxiliada por computador (*Computer Aided Manufacture* - CAM) (Groover, 2014). Esses códigos dão as coordenadas, velocidades e potências às máquinas, que fazem as operações, não importando se uma operação é mais complexa que a outra (Parsons, 2014). Entre as operações possíveis, se destaca o uso da *Router*, em que é possível “cortar, arredondar, fresar, desgastar, furar, esculpir, gravar superfícies planas – como

placas e chapas. Além disso, esta tecnologia é compatível com diversos materiais como: aço, alumínio, acrílicos, aglomerados, latão, fórmicas, MDF, madeiras e polímeros em geral.” (Pereira, 2015)

Com a recente queda de patentes, diversos setores da sociedade vêm se apropriando da fabricação digital para a criação de modelos em escala reduzida, maquetes, móveis, pequenos objetos e estruturas temporárias. Dentre os setores, destacam-se as atividades didáticas por estudantes de arquitetura e design, pequenos empreendedores e FabLabs públicos - com destaque para a rede do FabLab Livre SP, distribuída pela cidade de São Paulo. Nesse tipo de produção, é muito comum a utilização de encaixes e uniões simples, principalmente quando se utilizam painéis como material predominante, pois é necessária a construção de volumes tridimensionais a partir de componentes planos, com espessura muito inferior à largura e ao comprimento.

No âmbito da arquitetura, a ideia de união de elementos estruturais com encaixes está presente em muitas técnicas construtivas, como no emprego da estrutura metálica e de componentes pré-fabricados em concreto. Mas um dos exemplos mais impressionantes - em termos de maestria no detalhe, durabilidade e possibilidade de reposição de peças - é a arte dos encaixes em madeira na arquitetura tradicional japonesa, muito bem documentada por Seike (1977).

No âmbito do design industrial, a utilização de encaixes ou uniões é fundamental para o projeto, possibilitando estabilidade estrutural e durabilidade, além de outras funções. Os encaixes da marcenaria tradicional têm vasta utilização no mundo inteiro e seus princípios de funcionamento podem ser transportados para outros tipos de produtos. Com um bom detalhamento de encaixes, é possível diminuir a utilização de ferragens e facilitar a montagem e desmontagem de elementos. Na marcenaria japonesa, o detalhamento e a precisão na confecção de encaixes têm papel central em sua performance. Ao catalogar os diversos tipos de encaixes da carpintaria e marcenaria japonesa, Akiyama (2018) aponta para a grande dificuldade no aprendizado dessas técnicas manuais, aplicar esse repertório com um grau de qualidade mediano pode levar anos. Como alternativa, a autora propõe sua adaptação para o maquinário de FD (CNC), uma vez que a precisão atingida pelo controle numérico computadorizado é altíssima, e que a aproximação de estudantes de design e arquitetura ao desenho auxiliado por computador (CAD) tem se tornado cada vez mais comum. Além disso, os arquivos digitais básicos podem ser facilmente compartilhados, abrindo as possibilidades de ferramentas úteis a estudantes e “fazedores” em geral.

### O encaixe no projeto

Como forma de entendimento global das possibilidades de uso de encaixes, pretende-se listar os diferentes tipos de encaixes provenientes da marcenaria e carpintaria tradicional, aproximando sua produção ao modelo da FD com CNC. Esse processo de catalogação e tradução é presente em outras pesquisas, como no trabalho

desenvolvido pelo grupo de pesquisa “Fabricação digital, tectônica e projeto”, coordenado por Marcos Favero na Pontifícia Universidade Católica (PUC-RIO), de 2015 a 2019.

A presente pesquisa foca-se, no primeiro momento, em munir os estudantes de graduação em design e arquitetura com ferramentas para a modelagem 3D de modelos feitos a partir de chapas - como as chapas de MDF, OSB e compensados - uma vez que são materiais acessíveis, com medidas padronizadas. O uso de chapas se justifica, também, por sua facilidade de fixação na mesa de corte da fresadora, provendo bom aproveitamento do material e facilidade nos ajustes da máquina. Parte-se, portanto, de uma abordagem diferenciada em relação à pesquisa de Favero, na qual são utilizadas peças de perfil quadrado de madeira maciça (Favero, 2020).

Outro grupo de pesquisa que explora com muita profundidade esse assunto é o *C...lab* (1994-2004), fundado por professores da *Hochschule für Gestaltung Offenbach* (Universidade de Arte e Design de Offenbach, Main, Alemanha). As investigações do grupo abordaram, entre outros assuntos, a criação de diversos tipos de encaixes com chapas de compensado usinadas com CNC, com aplicações em projetos de mobiliário. Entre os exemplos desta produção, se destaca o *C...Stool*, projetado por Jochen Gros, em que se faz uma homenagem ao assento minimalista *Ulm Stool* (Max Bill, 1955) com adaptações aos processos de fabricação digital subtrativa. O grupo compilou todos os arquivos (3D e 2D) destes resultados em um CD-ROM, acompanhados de diversas publicações, que atualmente têm acesso livre via internet (*C...Lab*, 1997). Durante as investigações relacionadas ao presente artigo, foram replicados alguns destes modelos, adaptando-os à modelagem paramétrica.

Propõe-se, também, do ponto de vista teórico, uma nova classificação dos encaixes, partindo da geometria básica para sua aplicação genérica, com gradual afinamento de usos, com exemplos inovadores, aproximando-se mais às novas aplicações dessas uniões e da sua fácil apropriação e manipulação pelos estudantes e projetistas. Parte-se da geometria euclidiana, com as definições de planos secantes e de semiplanos coplanares, a fim de compreender quais são as possíveis relações entre elementos tridimensionais, para então proceder à escolha de um ou outro tipo de encaixe.

Os materiais em formato de chapa ou painel podem ser utilizados tanto nas máquinas mais convencionais de corte a laser quanto nas fresadoras CNC de três eixos (XYZ). O limite na primeira é determinado pelo material utilizado e pela potência máxima do equipamento. No caso da fresadora, o limite de espessura se dá, basicamente, pelo comprimento da fresa e pela altura de trabalho (eixo Z) da máquina. Utilizando materiais semelhantes com espessuras diferentes, é facilitada a mudança de escala de uma máquina para outra.

Como a máquina de corte a laser trabalha geralmente com espessuras menores e só se movimenta paralelamente à mesa de corte (2D), ela pode, por exemplo, servir para confecção de modelos em escala reduzida, com encaixes mais simples. Pode-se, num segundo momento, partir para o emprego da CNC router, construindo modelos em

escalas maiores e com encaixes mais complexos, devido à sua capacidade de criação de rebaixos em diferentes níveis (2.5D ou 3D), superfícies curvas e diferentes tipos de acabamento. Esse tipo de abordagem também se justifica, num contexto de graduação, pelo fato de que as máquinas de corte a laser somente necessitam de arquivos de desenho 2D, que geralmente são preparados mais facilmente por estudantes, e também por apresentarem baixo custo de utilização em instituições de ensino superior (Silva, 2021).

### Workshop virtual “Projetando com encaixes e CNC”

Como primeira forma de aproximação ao público alvo desta pesquisa, organizou-se um workshop. Foi apresentado um panorama da utilização de encaixes no design e na arquitetura, na forma de aula virtual (pelas limitações da pandemia do COVID-19), mas que pretende servir de ponto de partida para cursos mais longos e aprofundados no tema, com partes presenciais, como complemento às disciplinas de “Materiais e processos de produção I e II” e “Módulo Interdepartamental de Projeto: Design, Materiais e Produção” da grade do curso de Design da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo (FAU USP).

O workshop foi dividido em cinco partes de exposição teórica - com duração de cerca de uma hora - e uma parte de demonstração prática (modelagem 3D) - também com duração de uma hora. Na primeira parte, descreveram-se as utilizações tradicionais dos encaixes na arquitetura e no design de mobiliário, como a construção de telhados de madeira, estruturas de cadeiras comuns e também utilizações mais sofisticadas, como a Cadeira Thonet No. 14 (Michael Thonet - 1859) e os templos japoneses construídos em madeira, focando nas qualidades que os encaixes podem trazer em diferentes contextos, mas sempre em uma perspectiva de racionalização e melhor utilização dos materiais.

A segunda parte trouxe breve descrição das diferentes tecnologias de FD segundo a classificação de Pupo (2009), com especial enfoque nas máquinas que existem hoje na Seção Técnica de Modelos, Ensaios e Experimentações Construtivas da FAU-USP (STMEEC): as máquinas de corte e gravação a laser e a máquina CNC de três eixos (grande formato). Foram expostas as limitações de cada máquina, os tipos de materiais passíveis de serem utilizados e os formatos e funções das fresas mais comuns.

Na terceira parte do workshop foram exemplificados diversos projetos recentes em que são utilizados encaixes com painéis usinados em CNC, como o escritório de design TUUX (México), que tem produção extensa de mobiliários e estruturas temporárias com essas técnicas, e a iniciativa Wikihouse (nascida na Inglaterra), que propõe um modelo de produção de moradia com peças usinadas em CNC, a partir de *software* paramétrico.

Na quarta parte da exposição teórica, foram abordadas algumas ferramentas gratuitas que podem auxiliar o projeto com encaixes e CNC, como plugins para

*softwares* de modelagem e repositórios de modelos 3D. Entre estes repositórios destacam-se as investigações do trabalho final de graduação de Heloisa Ikeda Akiyama (2018) - em que é possível acessar endereços na *web* para visualizar e baixar modelos tridimensionais de encaixes tradicionais - além das publicações do C...lab (1997), já citadas anteriormente.

Na quinta parte do workshop apresentou-se a elaboração da nova catalogação dos tipos de encaixes proposta por esta pesquisa. Partindo-se da ideia da articulação genérica entre dois componentes, que podem se posicionar em um mesmo plano ou em planos secantes (sejam eles perpendiculares ou não), foram apresentados, inicialmente, 8 tipos de uniões, considerando que as peças podem formar cantos (encaixe em “L”), podem se transpassar mutuamente (encaixe em “cruz”) e pode haver transpasse somente de uma das peças (encaixe em “T”), sejam esses encaixes coplanares ou não. Os últimos dois exemplos são encaixes de prolongamento e, nestes, foi feita uma distinção devido às diferentes aplicações dos encaixes em decorrência do formato dos componentes - componentes que não têm largura e comprimento iguais -, podendo um prolongamento ser no sentido do comprimento, como em vigas muito grandes, ou um prolongamento no sentido da largura, como em encaixes de tacos de piso de madeira. Tomado como primeiro filtro de classificação, cada um destes 8 tipos de encaixes pode, então, ser construído (ou modelado) segundo outros mecanismos - rabo de andorinha, espiga, cavilha, malhete e outros nomes recorrentes de encaixes tradicionais e inovadores - que trazem funções específicas, multiplicando as aplicações reais em suas ramificações, de acordo com outras especificações técnicas e/ou questões estéticas.

Como aplicação do conhecimento exposto nas partes teóricas, apresentou-se um processo de modelagem com o uso do *software* paramétrico *Autodesk Fusion 360* (gratuito para estudantes). O foco desta etapa prática, foi apontar certos detalhamentos relacionados ao projeto de um banco usinado em CNC, utilizando-se de parâmetros simples e restrições de geometria, na intenção de desmistificar o estigma da modelagem paramétrica, geralmente relacionada à produção de formas complexas (Tramontano, 2015), e privilegiando aspectos relacionados à fabricação. O *software* escolhido tem diversas ferramentas que auxiliam essa abordagem, com uma interface simples e eficiente, contando com preparação de plano de corte, escolha de fresa, geração de código G e simulação virtual da usinagem, sendo todos estes processos condicionados às dimensões e restrições geométricas parametrizadas, de modo que cada etapa do projeto se adapta às mudanças das etapas anteriores. O modelo completo do banco, assim como seus planos de confecção e todas as referências práticas e teóricas mencionadas no workshop foram disponibilizados aos participantes, que são livres para acessar posteriormente essas informações.

## Considerações finais

A presente pesquisa de graduação, desde seu início, em agosto de 2020, tem sido construída com a premissa de uma experimentação direta com técnicas de fabricação digital na STMEEC - FAU USP. Com a grave situação sanitária presente no Brasil, decorrente da pandemia do COVID-19, que começou no início do mesmo ano, toda a parte prática prevista nesta investigação tem sido sistematicamente adiada, pelas recomendações da Organização Mundial de Saúde e pelo regime de ensino à distância, adotado também nesta instituição.

Apesar das limitações da parte prática, o levantamento teórico não teve prejuízo significativo e a possibilidade da criação de diversos modelos 3D, para uma eventual usinagem e criação de catálogo físico ainda está nos horizontes desta pesquisa. Em relação aos resultados desta primeira troca de conhecimentos (workshop virtual experimental), notou-se grande interesse por parte dos alunos e alunas participantes. O público foi heterogêneo - contando com estudantes tanto dos cursos de design quanto de arquitetura e urbanismo - e respondeu a um formulário simples de avaliação da experiência, trazendo dúvidas e críticas muito diferentes. As maiores dificuldades relacionadas ao entendimento dos conteúdos propostos estão ligadas ao formato do encontro, pois foi exposta uma quantidade grande de informações teóricas e práticas em um curto período de tempo, havendo maior grau de entendimento relacionado às partes teóricas, e menor grau de entendimento relacionado à modelagem 3D, uma vez que a maioria dos participantes não havia tido contato prévio com o *software*. A maioria dos participantes demonstrou interesse em participar, em situação sanitária mais favorável, de workshops e cursos mais longos, ministrados por estudantes, de modo a aprofundar, de maneira optativa, certos assuntos abordados em disciplinas obrigatórias. Sendo assim, considera-se que esta primeira experiência foi capaz de aprofundar e disseminar os conhecimentos relacionados à utilização de encaixes desenvolvidos com o auxílio das tecnologias de fabricação digital no ensino de design e arquitetura.

## Referências bibliográficas

- Ashby, M. F., & Johnson, K. (2009). *Materials and design: the art and science of material selection in product design*. Oxford: Elsevier Science & Technology
- Akiyama, H. I. (2018). *Jidai no Nagare, o fluxo das eras: encaixes japoneses em madeira*. [Trabalho final de graduação]. Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo.
- Bürdek, B. E., Gros, J., Krauter, M., Sulzer, F. (1997) *Digital Wood Joints*. C...Labor an der Hochschule für Gestaltung Offenbach, Fachbereich Produktgestaltung, Main.
- Favero, M. (2020). Fabricação digital, tectônica e projeto - Catálogo de encaixes em madeira. *Arquitextos*, 242.02. <https://bit.ly/3wVBF2r>
- Fonseca de Campos, P. E. & Dias, H. J. dos S. (2018). A insustentável neutralidade da tecnologia: o dilema do Movimento Maker e dos Fab Labs. *Liinc Em Revista*, 14(1). <https://doi.org/10.18617/liinc.v14i1.4152>

- Groover, M. P. (2014). *Introdução aos processos de fabricação*. Tradução Anna Clara Araujo; tradução e revisão técnica André Ribeiro de Oliveira ...[et al.] - 1. ed. Rio de Janeiro: LTC.
- Martins, I. L., & Pereira Filho, Z. R. (2019). A produção acadêmica sobre a fabricação digital nas escolas brasileiras de arquitetura e urbanismo. *PARC Pesquisa Em Arquitetura E Construção*, 10, e019007. <https://doi.org/10.20396/parc.v10i0.8652734>
- Parsons, M. (2014, Abril 2) Tolerance and customisation: A question of value. *Australian design review*. <https://bit.ly/3fuA6Cy>
- Pereira, D. D. (2015). *O uso da modelagem aplicada à ergonomia no desenvolvimento de produtos*. [Dissertação (Mestrado em Design)]. Faculdade de Arquitetura, Artes e Comunicação, Universidade Estadual Paulista, Bauru.
- Seike, K., & Davis, R. B. H. (1977). *The art of Japanese joinery*. Tokyo and New York: Weatherhill.
- Pupo, R. T. (2008). *Ensino da prototipagem rápida e fabricação digital para arquitetura e construção no Brasil: definições e estado da arte*. *PARC Pesquisa Em Arquitetura E Construção*, 1(3), 80–98. <https://doi.org/10.20396/parc.v1i3.8634511>
- Pupo, R. T. (2009). *Inserção da prototipagem e fabricação digitais no processo de projeto: um novo desafio para o ensino de arquitetura*. [Tese de doutorado]. Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo, Campinas.
- Silva, C. R. (2021) *Análise da utilização das tecnologias de fabricação digital aplicadas ao ensino de graduação em Design no estado de São Paulo*. [Dissertação de Mestrado]. Faculdade de Arquitetura, Artes e Comunicação, Universidade Estadual Paulista, Bauru.
- Söderberg, J. (2013). A ilusória emancipação por meio da tecnologia. *Le Monde Diplomatique Brasil*, 66. <https://bit.ly/2SGkyT6>
- Tramontano, M. (2015) *Quando pesquisa e ensino se conectam: design paramétrico, fabricação digital e projeto de arquitetura*. Conferência: XIX Congresso da Sociedade Ibero-americana de Gráfica Digital. <http://dx.doi.org/10.5151/despro-sigradi2015-100144>

**Resumen:** El artículo aborda los procesos de fabricación digital con tecnologías sustractivas de CNC y el empleo de materiales renovables, hacia la enseñanza en arquitectura y diseño industrial. El objetivo principal es realizar prácticas proyectivas y planear la construcción de prototipos de elementos constructivos, mobiliarios y pequeños objetos, en escala reducida y/o real, a partir del uso de ensambles entre componentes constructivos. La metodología adopta el concepto de intercambio de conocimientos (*open source*), con enfoque en los estudiantes de Arquitectura y Urbanismo y Diseño de la Facultad de Arquitectura y Urbanismo de la Universidad de São Paulo.

**Palabras clave:** fabricación digital – ensambles – CNC – materiales sostenibles – modelado paramétrico.

**Abstract:** The article covers digital fabrication processes with subtractive CNC technologies employing renewable materials, under the perspective of education in architecture and industrial design. The main goal is to carry out project practices and to plan the development of prototypes related to construction elements, furniture and small objects, in both reduced and real scale, focusing on possible joints and unions between components. The methodology adopts the concept of knowledge exchange (*open source*), aiming at the Architecture and Urbanism and Design students of the Architecture and Urbanism Faculty of the São Paulo University (FAU USP).

**Keywords:** digital fabrication – joints – CNC – sustainable materials – parametric modeling.

(\*) **Tiago Souto Schützer** é graduando, desde 2016, no curso de Arquitetura e Urbanismo da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo (FAU - USP). Participou de curso sobre encaixes tradicionais com CNC (Sesc 24 de Maio), fez estágio relacionado a design de produto e impressão 3D. No início de 2020, teve experiência de intercâmbio no Centro de Investigaciones de Diseño Industrial, Universidad Nacional Autónoma de México (CIDI UNAM). Desde agosto de 2020, participa da pesquisa “Prototipagem em design com emprego de tecnologias subtrativas de fabricação digital e materiais renováveis”, coordenada pelo Prof<sup>o</sup> Dr. Tomás Queiroz Ferreira Barata. **Henrique Mendes Rodrigues:** Graduando de Arquitetura e Urbanismo na Universidade de São Paulo (FAU-USP) e possui formação em Técnico em Desenho de Construção Civil pela Escola Técnica Estadual de São Paulo (2017). Participa desde dezembro de 2020 do grupo de pesquisa da FAU-USP sobre materiais sustentáveis e design sob orientação do Prof<sup>o</sup> Dr. Tomás Queiroz Ferreira Barata. **Tomás Queiroz Ferreira Barata:** Professor do Departamento de Tecnologia da Arquitetura da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo - FAU USP e professor no Programa de Pós-Graduação em Design da Faculdade de Arquitetura, Artes e Comunicação - FAAC - UNESP, campus de Bauru. Doutor em Arquitetura e Construção, tem experiência na elaboração de projetos de arquitetura e design de produtos sustentáveis, atuando principalmente nos seguintes temas: desenvolvimento de projeto e produção de mobiliários, equipamentos urbanos, componentes e sistemas construtivos pré-fabricados em madeira e materiais de fontes renováveis. **Cyntia Santos Malaguti de Sousa:** Desenhista industrial graduada pela Escola Superior de Desenho Industrial da Universidade do Estado do Rio de Janeiro (1980) e doutora em Arquitetura e Urbanismo pela Universidade de São Paulo (2000). Professora e pesquisadora da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo, junto aos cursos de graduação e pós-graduação em design. Sua especialização e pesquisas são voltadas aos temas: design para sustentabilidade, gestão do design, cultura material e estudos de futuro.