Wood innovation for architecture in Brazil: Integrating computational thinking, digital fabrication and robotics in a creative experience

Gonçalo Castro Henriques[1], Pedro Engel[1],
Roberto Naboni[2], Victor Sardenberg[3]

[1] Universidade Federal Rio de Janeiro, LAMO-Prourb, Brazil, [2] University of Southern Denmark, Denmark, [3] Universidade Presbiteriana Mackenzie, PPGAU, S.Paulo, Brazil

gch@fau.ufrj.br, pedroengel@fau.ufrj.br, ron@iti.sdu.dk,
victor.sardenberg@mackenzista.com.br

Abstract. Scarce resources and dependence on non-renewable materials demand ecological solutions integrated with technology to drive innovation. Wood is an abundant, renewable material in Brazil; however, faces methodological and cultural challenges. The Wood Innovation for Architecture in Brazil (WI-FAB) research merges computational thinking, generative design, digital fabrication, and robotics to rethink wood use in architecture and construction (AEC). Brazil's LAMO and Denmark's SDU-CREATE labs established a partnership advancing two LAMO's earlier research lines: Computation for Architecture in Python (CAP) and Flat Panel Tectonics (TC), leveraging SDU-Create's robotics expertise. The WI-FAB research includes an undergraduate and postgraduate course including an international workshop on collaborative robotics. Facing fabrication constraints, participants develop planar materials—laser-cut cardboard - accelerating prototyping cycles for wood application. They developed codified grammars for discrete wooden components using digital fabrication and robotics, emphasizing reversible assembly, material reuse, and circular-economy principles. Future work will focus on full-scale fabrication and robotic applications.

Keywords: Computational Thinking, Digital Fabrication, Robotics, Wood, AEC

1 Contexto e desenvolvimento WI-FAB

A sociedade atual enfrenta desafios complexos, como a escassez de recursos naturais e a necessidade de incorporar valores ecológicos no desenvolvimento tecnológico. Para superar estas dificuldades, adotamos a ideia de sinergia e repensamos o uso da madeira e derivados, integrando pensamento computacional, design generativo, fabricação digital e robótica para estimular oportunidades de inovação. Considerando que a madeira é um material abundante no Brasil, a aplicação de tecnologia avançada no setor AEC – Arquitetura, Engenharia e Construção – exige acesso a financiamento, mas

também desafios metodológicos e culturais. Pensando nestes desafios criamos o projeto Wood Innovation for Architecture in Brazil (WI-FAB) através de uma parceria internacional entre os laboratórios LAMO Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ) e SDU-CREATE da Southern Denmark University (SDU-Create). Esta parceria teve o apoio da FAU-UFRJ e do Programa de Pós-Graduação em Urbanismo (PROURB) com financiamento do Programa Brasileiro de Internacionalização (CAPES-print 2024).

A construção em madeira enfrenta limitações significativas na articulação de sistemas físicos e digitais, considerando a geração, fabricação e montagem de componentes. Nesta parceria internacional, integramos duas linhas de investigação anteriores do LAMO: “Computação para Arquitetura em Python (CAP)” (Henriques et al 2021) e “Tectônicas da Chapa (TC)” para uma ação conjunta. Integramos estas pesquisas numa disciplina exploratória reunindo participantes de um laboratório avançado de graduação (LAFD FAR532), uma eletiva de graduação (MDA FAR615) e pós-graduação (FAU719) – com um workshop internacional em robótica. Da pesquisa CAP, aplicamos a ideia de desenvolver um sistema de componentes com otimização combinatória, utilizando strings para representar palavras que, seguindo regras lógicas, combinamos em frases e traduzimos em componentes físicos qualificados (Henriques et all 2024). Da pesquisa TC, veio a ideia de democratizar os encaixes tridimensionais, através do corte plano para chapas com fabricação digital, testado no desenvolvimento de mobiliário. Desenvolvemos também um algoritmo para automatizar a aplicação dos encaixes para sistemas de componentes planos com fabricação digital. Sobre a construção em madeira tivemos como referência pesquisas anteriores com nossos parceiros (Garcia-Alvarado 2022), e outros pavilhões experimentais desenvolvidos em madeira (González Böhme et al., 2017, Campolongo 2019, Cáceres & Calvo 2024).

2 Metodologia WI-FAB (Disciplina e workshop)

Preparamos a disciplina WI-FAB para Agosto 2024, pensando em integrar o Workshop de robótica em Outubro. Convocamos para a disciplina interessados da graduação e pós-graduação com conhecimentos em programação, modelagem e fabricação digital, que organizamos distribuindo competências. No workshop convidamos ainda participantes externos interessados. Para facilitar a descrição desta pesquisa, vamos abordar primeiro o Workshop de Robótica (com seus resultados), depois a metodologia da disciplina (incluindo resultados), para abordar depois os resultadas da pesquisa como um todo.

O workshop de robótica da pesquisa WI-FAB pretendeu aplicar conhecimento novo. Contamos com experiências anteriores de robótica (Chiarella et al 2013) mas também com experiência em robótica colaborativa do Roberto Naboni (Naboni et 2019 e 2021, Kunic et al 2024) e do Victor Sardenberg (Sardenberg 2024). Numa reunião de preparação definimos os processos robóticos mais adequados a desenvolver no workshop. Decidimos utilizar os componentes e os sistemas em desenvolvimento na disciplina, como input inicial para a montagem robótica. Definimos um framework para o robô colaborativo UR5 e as tarefas que poderia desempenhar, pensando em montagem de componentes com uma garra tipo RobotiQ. Após definida a base de trabalho iniciamos testes preparatórios na Dinamarca, no SDU-CREATE, com David Angeletti, e no Brasil com Victor Sardenberg. Contatamos a Universal Robots que nos indicou um representante no UFRJ. A empresa Edge Brasil foi nossa parceira fornecendo o robô colaborativo UR5 do workshop.

Na pesquisa WI-FAB tratamos de desenvolver sistemas de componentes inseridos no campo da arquitetura discreta, cuja lógica construtiva se baseia na combinação de unidades autônomas discretas, por oposição à arquitetura digital contínua, pautada por superfícies fluídas e geometrias paramétricas ininterruptas (Rossi, 2023). Estimulamos os participantes a desenvolver componentes com elementos discretos fabricados digitalmente e montados com precisão robótica, explorando estratégias formais emergentes a partir de regras locais de encaixe codificadas e manipuláveis (Mangliár & Hudert, 2022). Esta abordagem valoriza a variação e adaptabilidade, permitindo maior controle na montagem e desmontagem, reforçando a ideia de sistemas reversíveis, otimizados para a circularidade e reaproveitando materiais - princípios que importa incorporar nas práticas arquitetônicas contemporâneas.

Com base nos testes da Dinamarca e do Brasil, aprofundamos a framework do workshop com o robô colaborativo UR5. Considerando que o UR5 não tem feedback sensorial, definimos restrições de montagem: grau de liberdade e sentido de movimento nos encaixes (apenas vertical), dimensão das peças, materiais e tolerâncias. Considerando que não disponhamos de corte CNC, usamos corte a laser com cartão paraná para desenvolver este sistema, aplicável futuramente à madeira e derivados. O workshop contou com palestras introdutórias com Roberto Naboni (SDU-Create), Victor Sardenberg (MAC) e Rebeca Duque Estrada (ICD) antes de iniciamos a capacitação com o robô, liderada pelo Victor.

Figura 1. Workshop WI-FAB atividades com robô colaborativo UR5.LAMO 2024

Sendo um robô colaborativo, convidamos primeiro os participantes a dançar com o robô, e depois a desenhar para o robô executar. Finalmente desenvolvemos com os participantes um algoritmo, em programação visual, para controlar e mover peças. Cada grupo projetou um sistema baseado na repetição de uma única peça, com múltiplos encaixes, para gerar combinações emergentes, num ciclo iterativo de design generativo, fabricação digital e montagem robótica. Em cada etapa, testaram encaixes que ajustaram com o feedback. Aprimoraram estratégias geométricas e propriedades materiais, refinando forma, posição, tipo e número de encaixes. A seguir, apresentamos em detalhe o desenvolvimento de cada sistema e resultados.

3 Workshop WI-FAB e resultados

Figura 2. WI-FAB, detalhes componentes e modelos físicos, G1 ao G5, fonte LAMO

G1 Pilha madeira: Este grupo inspirou-se no processo de empilhamento de madeira, pensando na possibilidade de retirar e acrescentar e elementos enquanto a madeira seca. Explorou um processo de encaixe progressivo de elementos lineares – de acordo com a quantidade, tipos de encaixe e profundidade para permitir balanços e crescimento vertical – assim o sistema suporta cargas assimétricas com um encaixe meia-madeira em diferentes posições. Em cinco dias, o projeto evoluiu de uma barra linear 24x6 cm com 5 rasgos diversos para um design composto por 12 rasgos com dois tipos de encaixes para alternar planos. O ajuste dos rasgos na forma em "Y" facilitou a montagem robótica. A peça final tem 6 rasgos idênticos em cada face horizontal, num total de 12 rasgos de meia-profundidade, em uma estrutura de 10 níveis, com 21 peças. A figura 1 resume as peças de todos os grupos.

G2 Lagarta: O sistema "lagarta" explora encaixes próximos e pouco profundos para aumentar a aderência permitindo múltiplas configurações. As peças são colocadas na horizontal em sequências progressivas com balanços cumulativamente maiores, com topos chanfrados, para reduzir o efeito de alavanca, com encaixes verticais em cima e em baixo. No terceiro dia, testaram também peças na vertical, o que se mostrou mais difícil de montar com o robô. Retomando a abordagem original na horizontal, aumentaram para 14 o número de encaixes (metade em cada lado horizontal) e arredondaram além dos topos, os encaixes para reduzir a fricção. A montagem robótica resultou numa estrutura de 27 peças (21×6 cm) com 6 níveis, com balanços assimétricos.

G3 Dodecaedro: Este grupo explorou a disposição de pares de elementos em eixos x e y, formando um tabuleiro tipo jogo-da-velha. Começou com peças de 10×5 cm, aplicando rasgos de meia-madeira nas arestas horizontais e verticais. Posteriormente, experimentou peças de 10×10 cm, testando os conjuntos modulares ao longo dos eixos x e y, empilhados verticalmente. No workshop com o robô UR5, solicitamos a montagem exclusiva com encaixes verticais. Para ultrapassar essa limitação, o grupo propõe um sistema colaborativo, em que os encaixes verticais são montados pelo robô e os horizontais manualmente. Testou depois encaixes diagonais, permitindo a formação de um volume semelhante a um dodecaedro com 12 faces. A instalação final propõe clusters modulares em formato de dodecaedro, agregando módulos alveolares. A montagem mista homem-robô, propunha o robô montar 6 conjuntos de 4 peças (24×6 cm), unidos manualmente com 8 peças de ligação diagonal, compondo um volume dodecaédrico com um total de 32 peças. A maquete final acabou sendo montada manualmente, fazendo repensar o processo misto proposto.

G4 Torre Morcego: explorou a disposição de módulos trapezoidais, pensando em grupos de borboletas, designados na língua tupi-guarani como "panapaná". Começou testando formações com crescimento livre em várias direções, como arcos ou nuvens, repensando estas com montagens verticais. O formato triangular da borboleta, com os cantos facetados, evoluiu no seu recorte, se aproximando primeiro de um boomerang e finalmente, de um morcego. Ao explorar a localização e profundidade dos cortes de encaixe, o grupo criou padrões tridimensionais dinâmicos e assimétricos, mesmo com a montagem exclusiva na vertical. O componente base de 20×10 cm, com a forma um triângulo trapezoidal nas versões iniciais utilizou 10 rasgos, que depois foram reduzidos numa economia criativa para 4 rasgos no lado maior e 2 no lado menor, em formato de "y". A montagem ajudou a melhorar o desenho.

G5 Parede Tesoura: sistema de duplas de componentes alinhados ao longo de uma curva. Cada dupla é um componente de duas peças com um pivô central define os ângulos, que podem ser simétricos, assimétricos ou invertidos, gerando planos côncavos ou convexos. Permite assim gerar agrupamentos dinâmicos, fluidos e leves, distribuindo cargas em tensão e compressão. É um sistema orgânico aplicado em uma escala arquitetônica adequada. Inicialmente, utilizou peças horizontais de 12×6 cm, com encaixes distribuídos nos quatro lados – 3 nos lados maiores e 1 nos menores. Para aumentar a curvatura do conjunto, reduziu as dimensões para 10×3 cm. Na versão final, cada peça apresenta 3 rasgos: dois nos extremos e um no pivô, tendo o lado maior apenas dois rasgos nos extremos. A leveza e tamanho reduzido das peças exigiu uma montagem cuidadosa e lenta com o braço robótico, para posicionar adequadamente os conjuntos consecutivos. O primeiro e segundo nível tem 14 duplas (28 peças) o terceiro e quarto 7 duplas (14 peças), ou seja 56 peças em 4 níveis intercalados.

Síntese resultados Workshop: Cada grupo explorou a modularidade aprofundando estratégias geométricas e funcionais. G1 Pilha de Madeira adotou uma progressão vertical linear aprimorando os encaixes; G2 Lagarta implementou encaixes alternados para configurações múltiplas; G3 Dodecaedro: integrou eixos horizontais, verticais e diagonais para formar volumes poliédricos; G4 Torre Morcego reinterpretou formas orgânicas em módulos trapezoidais gerando padrões tridimensionais dinâmicos e G5 Parede Tesoura desenvolveu um mecanismo que promove equilíbrio estrutural em trajetórias curvas. Os grupos desenvolveram sistemas de componentes com diferentes dimensões, integrando o ciclo de design, fabricação digital e montagem robótica, num processo iterativo de design físico-digital.

4 Disciplina WI-FAB e resultados

Como explicado, a pesquisa incluiu uma disciplina com um workshop, juntando duas linhas complementares: generativa e de fabricação digital. Na disciplina desenvolvemos sistemas físico-digital, partindo de encaixes planos. Assim cada grupo escolheu um tipo de encaixe plano: Borda-Borda coplanar, Borda-Borda ângulo, Face-Borda, interseção, partindo de um kit de peças fornecido (Fig.2). Fornecemos Kits em tabuleiros de 3 x 3 metros, na escala 1/20 com geometrias variáveis, contendo entre 20 a 40 peças dependendo do seu tamanho e geometria (Fig. 3). A tarefa de cada grupo foi elaborar um sistema de madeira utilizando um tipo de encaixe partindo de um dos kits fornecidos. Cada grupo criou e codificou um sistema combinatório num processo de desenvolvimento de projeto emergente (bottom-up).

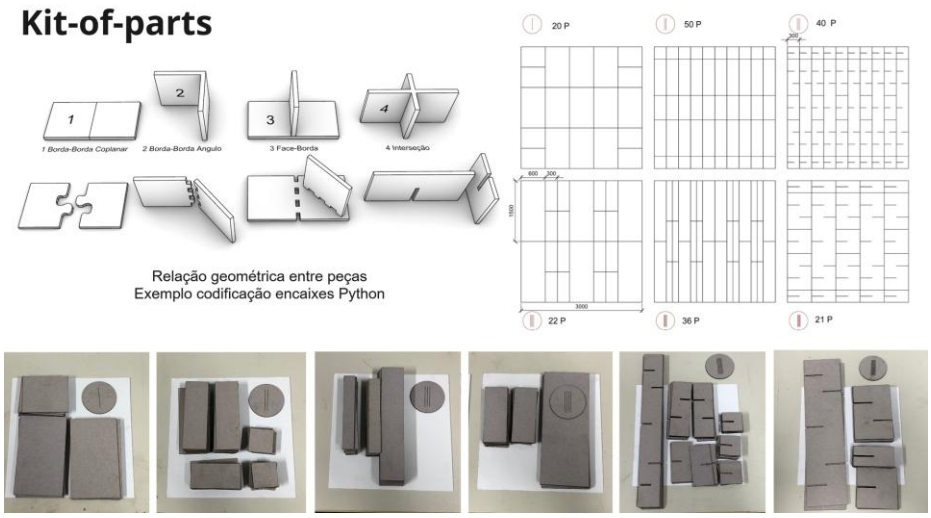

Figura 3. Em cima: Relação geométrica e encaixes, Kit-of-parts para o início de desenvolvimento do projeto. Em baixo, kits cortados e agrupados, fonte LAMO

O grupo de pesquisa das linhas de investigação referidas anteriormente criou um plugin em GhPython, componente orientado a objetos do Grasshopper, para automatizar a geração de encaixes geométricos 3D entre chapas planas. Concebido para antecipar desafios de fabricação, o plugin recebe superfícies planas, identifica relações de encaixe (borda–borda, borda–face, interseção) e parametriza tipo e número de dentes, gerando modelo 3D e desenho para corte CNC. Embora pensando para ser aplicado na disciplina, os participantes optaram por desenvolver os seus próprios códigos, escolhendo um encaixe principal e se necessário algum adicional. No entanto o plug-in antecipou dificuldades e forneceu feedback valioso do sistema físico para o digital.

Figura 4. WI-FAB projetos WG1 - Lael Monsores, Fabrizzio Bandoli, Gabrielle Dinsart e WG2 - João Fraga, Emanuel Fonte. Fonte LAMO.

O GD1 Transversal utilizou encaixes Borda-Borda e Face-Borda e o kit II – composto com 50 peças — a maioria longilínea, com comprimento maior; outras de metade do comprimento e peças quadradas. Desenvolveu um sistema modular reconfigurável pensando para compensado naval com as respetivas fixações. Testando múltiplas combinações, desenvolveu uma construção ágil e dinâmica equilibrando simplicidade e diversidade. Na primeira versão usou chapas ABC, criando componentes BAaC e BaAC, que permitiam associar módulos nas direções X, Y e na diagonal – tanto ascendente como descendente (XZ ou YZ). Em seguida, elaborou propostas paralelas, combinando peças de forma diversa, preservando os movimentos iniciais, expandindo as possibilidades. A codificação das relações formais e espaciais facilitou a síntese de componente e impulsionou o desenvolvimento físico de uma bancada transversal para a FAU, gerando um jogo de luz e sombras que convida o espectador a entrar, interagir e sentar na instalação.

O GD2 Serpente Modular utilizou encaixes Face-Face Paralela e Interseção do kit III – com 40 peças (peças compridas com rasgos em diferentes posições e peças quadradas com rasgos). O sistema modular proposto é composto por peças que se organizam como um pente, na direção perpendicular com encaixes que travam a estrutura. Inspirado no movimento de uma serpente, colocando componentes ao longo de percurso contínuo, coma rotação dos componentes na vertical formando diferentes padrões. A dinâmica gera um padrão auto-similar, com repetição em diferentes escalas, numa organização harmônica e variada. Combina diferentes letras – em palavras e frases – desenvolvendo as ligações físicas dos componentes. Sistema adequado para propostas múltiplas em espaços de lazer que se pode adaptar ao contexto.

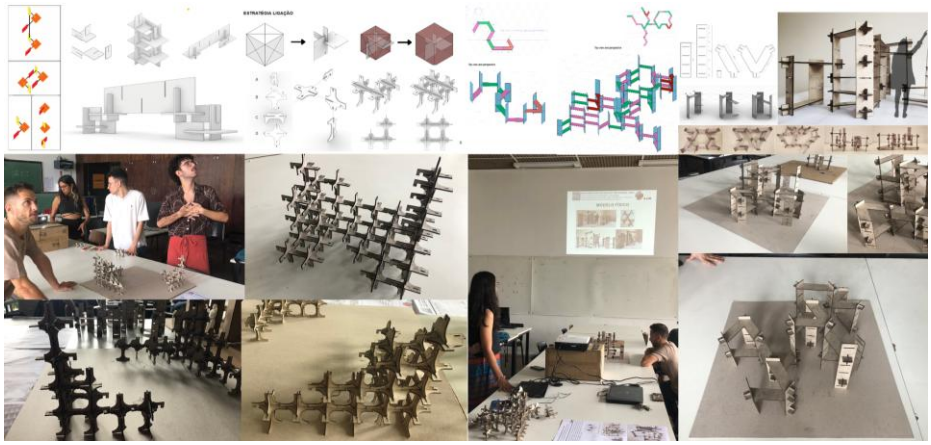

Figura 5. WI-FAB projetos WG3- André Luiz Barbosa, Luiz Dantas, Taiane Nepomuceno e WG4 – Ana Paula Lobato, Desirèe Vacques. Fonte LAMO

O GD3 Filigrana Neoplástica utilizou o encaixe interseção e o kit IIIIII – com 21 peças (peças compridas e mais estreitas, distribuídas em 5 tamanhos, com rasgos). Inicialmente, o grupo aplicou planos livres do tipo neoplástico – perpendiculares entre si no espaço e interseccionados por rasgos – explorando a relação entre planos e os vazios entre eles. Com as ligações entre os módulos bem definidas, inscreveram os componentes numa bounding-box, codificando as conexões de cada face e o sentido de ligação associado. No desenvolvimento do sistema, redesenharam e desmaterializaram os planos em componentes com recortes, que variam com a orientação, criando uma filigrana dinâmica e permeável, um quebra-cabeças infantil para um parque.

O GD4 Crescimento Triangular Ramificado utilizou o encaixe Face-Borda e o kit IIIII – com 36 peças — peças compridas estreitas com dois comprimentos e duas larguras, uma metade da outra. Definiu um sistema com grelha triangular, capaz de suportar expansões horizontais com crescimento em altura, guiado por peças verticais. A ideia evolui à medida que o grupo foi identificando novas possibilidades e descobriu as limitações, codificando o sistema com letras, palavras e frases. O desenvolvimento de conexões robustas requereu usar encaixes com interseções, adaptando o kit original para maior robustez travando movimentos, garantindo solidez do conjunto. O modelo final lembra uma estante triangular, organizada em níveis interligados, que formam um percurso dinâmico e flexível. Ao aprofundar a proposta, simplificou o sistema com peças verticais com rasgos horizontais em dois tamanhos, as peças horizontais lineares, inscritas na base triangular as peças em trapézio que bifurcam o crescimento linear no plano XY.

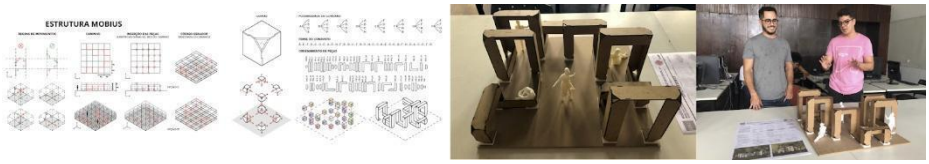

Figura 6. WI-FAB projetos WG5 - João Pedro Pina, Thiers Nobrega. Fonte LAMO.

O GD5 Fita Möebius utiliza encaixe Borda-Borda do kit "IIII + I" – com 22+20 peças – o primeiro conjunto com peças compridas, duas medidas de comprimento e duas larguras (uma metade da outra), o segundo peças largas, retangulares e quadradas. É uma estrutura dinâmica inspirada na fita contínua de Möbius numa grid de cubos, serpenteando ao longo dos eixos X e Y, subindo e descendo em Z, formando portais e assentos. A fita 3D é como um origami que demandou a escolha e tradução precisa de movimentos. Usou programação para equilibrar variedade e auto-semelhança, integrando aspetos físicos de encaixe barra/nó. Os nós são um componente volumétrico, que se adapta à mudança de direção, com um rasgo triangular no vértice. Quando instanciado o sistema as peças são numeradas para fabricação e montagem. O design, em chapas de compensado, pode ser aplicado conforme o lugar, trazendo harmonia e dinamismo pelas suas características geométricas.

Figura 7. WI-FAB Projetos grupos WG1-5 e DG1-5, fonte LAMO

Os sistemas modulares desenvolvidos na disciplina traduzem conceitos de codificação formal e lógica geométrica. Cada projeto investigou a modularidade com um sistema de encaixes com composições reconfiguráveis, desenvolvendo uma sintaxe visual de letras, palavras e frases, integrado físico-digital. Desafios a superar: traduzir movimentos complexos com precisão, desenvolvendo encaixes robustos, mas flexíveis; equilibrar variedade e repetição, com códigos precisos de execução para escalas reais de maior porte – sugerindo o refinamento contínuo dos processos construtivos integrando modelos físicos e digitais com fabricação. Em síntese, há avanços no design modular, combinando rigor formal com aplicabilidade prática. As propostas apresentam um potencial a ser aprofundado, considerando os desafios de escabilidade e integração.

5 Discussão resultados

Os trabalhos do workshop e da disciplina seguiram abordagens metodológicas complementares: o workshop teve uma experimentação mais rápida e livre — explorando movimentos e relações espaciais de maneira intuitiva, codificando a montagem e o padrão desenvolvido com metáforas, desenvolvendo algoritmos para montagem robótica testados fisicamente, em sistemas ágeis; na disciplina solicitamos uma sistematização mais rigorosa, codificado um sistema com letras, palavras e frases ("strings") utilizando processos combinatórios com mais tipos de encaixes e de variedade. Na disciplina os participantes traduziram sistemas em protótipos físicos 60×60 cm (escala 1/10) com fabricação digital. A integração entre liberdade criativa e rigor técnico ampliam o leque de possibilidades, assegurando viabilidade prática e coerência estrutural dos sistemas. A investigação impulsiona o avanço do estado da arte integrando experimentação criativa com rigor e sistematização técnica. Os participantes testaram a metodologia comprovando potencial para futuras pesquisas num contexto real, ampliando a escala de projeto

Agradecimentos. Apoio PROURB, CAPES-Print, Edge Brasil e ao grupo LAMO. Participantes disciplina 2024.2: Ana Paula Lobato, André Luiz Barbosa, André Rodrigues, Desirèe Vacques, Emanuel Fonte, Fabrizzio Passos, Gabrielle Dinsart, João Fraga, João Pedro Pina, Lael Monsores, Luiz Dantas, Taiane Nepomuceno e Thiers Nobrega, monitores Victor de Luca, Cainã Bittencourt e Luca Rédua. Participantes Workshop: Ana Gimenes, Ana Paula Lobato, André Luiz Barbosa, Cainã Bittencourt, Emanuel Fonte, Fabrizzio Passos, Flávia Silveira, Gabrielle Dinsart, João Fraga, João Pedro Pina, Lael Monsores, Luiz Dantas, Marina Brant, Maurício Matias, Pitanga Vingand, Taiane Nepomuceno e Thiers Nobrega, fotografia LAMO com apoio de Ellen Correia.

References

Cáceres, K., & Calvo, F. J. (2024). Crafting innovation: Discrete timber pavilions and fabrication-driven approaches. International Journal of Architectural Computing, 22(1), 89–107. https://doi.org/10.1177/14780771241229857

Campolongo, E. L. P. S. (2019). MackHaus: fabricação digital subtrativa aplicada à produção de habitações por meio de encaixes em madeira. Universidade Mackenzie, S. Paulo. http://tede.mackenzie.br/jspui/handle/tede/4049

Chiarella, M., Böhme, L. F. G., Barentin, C. C., González Böhme, L. F., (2013). Robots: Automatización en Diseño y Construcción para la Enseñanza de Arquitectura. XVII SIGraDi 2013, 439–443. https://doi.org/10.5151/despro-sigradi2013-0084

García-Alvarado, R., Henriques, G. C., & Chiarella, M. (2022). Co-creating together: Ibero-American emergent collaborations in architecture and digital manufacture. Arquitecturas Del Sur, 40(61), 118–133. https://doi.org/10.22320/07196466.2022.40.061.08

González Böhme, L. F., Quitral Zapata, F., & Maino Ansaldo, S. (2017). Roboticus tignarius: robotic reproduction of traditional timber joints for the reconstruction of the architectural heritage of Valparaíso. Construction Robotics, 1(1–4), 61–68. https://doi.org/10.1007/s41693-017-0002-6

Henriques, G. C., Xavier, P. M., Silva, V. de L., Bispo, L. R., & Fraga, J. V. (2022). Computation for Architecture, hybrid visual and textual language: Research developments and considerations about the implementation of structural imperative and object-oriented paradigms. IJAC (Vol. 20, Issue 3). Sage. https://doi.org/10.1177/14780771221121829

Henriques, G. C., Silva, V. de L., Bispo, L., Fraga, J., Alves, A., & Silva, C. B. (2024). Computation for Architecture: Developing cognition beyond blind artificial intelligence. In SIGraDi XXVIII, Biodigital Intelligent Systems (pp. 1695–1706). SIGraDi. www.researchgate.net/publication/385508392

Kunic, A., Cognoli, R., & Naboni, R. (2024). RE:Thinking Timber Architecture. Enhancing Design and Construction Circularity Through Material Digital Twin. In M. R. Thomsen, C. Ratti, & M. Tamke (Eds.), Design for Rethinking Resources UIA 2023 (pp. 409–422). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-031-36554-6_26

Naboni, R., & Kunic, A. (2019). A computational framework for the design and robotic manufacturing of complex wood structures. In J. P. Sousa, G. C. Henriques, & J. P. Xavier (Eds.), eCAADe SIGraDi. https://doi.org/10.52842/conf.ecaade.2019.3.189

Naboni, R., Kunic, A., Kramberger, A., & Schlette, C. (2021). Design, simulation and robotic assembly of reversible timber structures. Construction Robotics, 5(1), 13–22. https://doi.org/10.1007/s41693-020-00052-7

Mangliár, L., & Hudert, M. (2022). Enabling circularity in building construction: Experiments with robotically assembled interlocking structures. In Structures and Architecture A Viable Urban Perspective? (pp. 585–592). CRC Press. https://doi.org/10.1201/9781003023555-70

Rossi, A. (2023). Mediated Assemblies: An Open Source Software Approach to Combinatorial Design and Fabrication [Technische Universität Darmstadt]. https://doi.org/10.26083/tuprints-00024039

Sardenberg, V., Kondziela, A., Brünner, A., Daadoush, Y., Wiese, H., & Becker, M. (2024). The migrating walls. SPOOL, 11(1), 23–48. https://doi.org/10.47982/spool.2024.1.02