

CONTRAPONTO METODOLÓGICOS NO ENSINO DAS CONSTRUÇÕES EM MADEIRA

METHODOLOGICAL COUNTERPOINTS IN THE TEACHING OF TIMBER CONSTRUCTIONS

Albenise Laverde¹

RESUMO:

Diante do crescente debate sobre o equilíbrio entre a proteção ambiental e o desenvolvimento tecnológico, o material madeira tem ocupado um espaço cada vez maior nas pesquisas e aplicações em diferentes setores da construção civil por incorporar estes novos conceitos. Em contrapartida, trata-se de um material pouco estudado nas escolas nacionais de arquitetura, havendo um descompasso entre a demanda da construção civil e a formação de quadros profissionais qualificados. O presente trabalho tem como principal objetivo ampliar os estudos sobre a madeira a partir da análise de diferentes experiências de ensino desenvolvidas no contexto nacional e internacional, identificando contraponos importantes relacionados às ferramentas didáticas e processos de aprendizagem que extrapolam as disciplinas curriculares, como os concursos de arquitetura. Estas informações são discutidas de forma entrelaçada a experiências documentadas durante o ensino remoto. Os dados da pesquisa permitiram identificar os principais desafios enfrentados no ensino brasileiro como a pouca oferta de recursos humanos e técnicos envolvidos no processo de formação, assim como, a importância dos concursos de arquitetura como oportunidade de aprendizagem complementar e de mobilização e impulsionamento tecnológico de diferentes setores ligados às construções em madeira.

PALAVRAS-CHAVE: Construções em madeira; Tecnologia da Construção; Ensino das construções em madeira; Experimentação construtiva em madeira.

ABSTRACT:

In view of the growing debate about the balance between environmental protection and technological development, the wood material has occupied an increasing space in research and applications in different sectors of civil construction by incorporating these new concepts. On the other hand, it is a material little studied in national schools of architecture, with a mismatch between the demand for civil construction and the training of qualified professionals. The main objective of this work is to expand the studies on wood from the analysis of different teaching experiences developed in the national and international context, identifying important counterpoints related to didactic tools and learning processes that extrapolate the curricular subjects, such as architecture competitions. This information is discussed intertwined with documented experiences during remote learning. The survey data allowed us to identify the main challenges faced in Brazilian education, such as the limited supply of human and technical resources involved in the training process, as well as the importance of architecture competitions as an opportunity for complementary learning and the mobilization and technological impetus of different sectors related to timber constructions.

KEYWORDS: Timber constructions; Technology of Construction; Teaching timber constructions; Timber building experimentation.

¹ FAUeD – UFU -
Faculdade de Arquitetura
e Urbanismo e Design –
Universidade Federal de
Uberlândia

Fonte de Financiamento:
Não houve

Conflito de Interesse:
Declara não haver

Ética em Pesquisa:
Declara não haver
necessidade

Submetido em: 29/06/2021.
Aceito em: 03/04/2022

How to cite this article:

LAVARDE, A. Contraponos metodológicos no ensino das construções em madeira. *Gestão & Tecnologia de Projetos*. São Carlos, v17, n3, 2022. <https://doi.org/10.11606/gtp.v17i3.187860>



INTRODUÇÃO

Ao longo dos anos, o desenvolvimento tecnológico na arquitetura tem sido impulsionado pelos desafios e demandas presentes em cada época, em diálogo com os aspectos sociais, culturais, ambientais e econômicos. Segundo Gauzin-Muller (2011), a relação entre arquitetura e aspectos ecológicos também segue esta dinâmica, em que os primeiros debates realizados na década de 1970 já manifestavam contrariedade à rigidez e frieza das construções modernistas, quando novas propostas de concepção arquitetônica passaram a ser materializadas com a madeira. Estes debates foram intensificados na década seguinte com o movimento low-tech e, posteriormente, com a inserção de novas discussões baseadas no equilíbrio entre a utilização de materiais tradicionais e sua adoção conjunta com produtos industriais inovadores. De acordo com Laverde (2017), nas últimas décadas novos temas de pesquisa foram vinculados à dimensão ambiental como otimização de recursos naturais, cadeia produtiva de produtos, ciclo de vida, economia circular, eficiência energética, etc. E, diante desta dinâmica, adequações foram requeridas em diferentes setores industriais alinhando-as às novas condicionantes de ordem ambiental. Mas, segundo Addis (2009), quando a vida e a saúde humana não é diretamente atingida, as mudanças no desenvolvimento de processos e materiais na construção civil ocorrem lentamente e de forma menos expressivas.

Para Gauzin-Muller (2011), o futuro está no uso de uma variedade de materiais que contemple o equilíbrio entre a proteção ao meio ambiente sem, no entanto, renunciar à evolução tecnológica, identificando - assim como ocorreu nos primeiros debates de cunho ambientalista surgidos na década de 1970 - a madeira como material promissor no atendimento a estes novos conceitos, por ser um material de fonte renovável e passível de incorporar alta tecnologia em seu processamento quando requerido. Em contrapartida, a autora revela que embora seja crescente o uso da madeira no contexto europeu, a oferta de profissionais como arquitetos, engenheiros, construtores e empresas não são suficientes para atender a demanda. Suas considerações vão ao encontro das observações levantadas por Hélio Olga durante sua participação no Encontro Brasileiro de Madeira e Estruturas de Madeira de 2021ⁱ - ao relatar o aumento expressivo da demanda por construções em madeira no contexto brasileiro e a carência de pesquisas, profissionais, matéria-prima adequada e empresas especializadas para maior impulsionamento do setor no país.

Há uma relação direta entre o atual cenário brasileiro das construções em madeira e o processo de formação profissional, em que o material é estudado pontualmente nas escolas nacionais de arquitetura, como visto no trabalho de Laverde (2017) sobre a caracterização do ensino da área da Tecnologia da Construção em escolas públicas do país, quando identifica a carência de infraestrutura para o estudo de diferentes materiais como a madeira, assim como, a necessidade de aproximação entre disciplinas de projeto e o conhecimento técnico-construtivo, alinhando-os às atuais demandas da sociedade. Estas considerações vão ao encontro das encontradas em Bayl-Smith (2011), ao relatar em sua pesquisa novos debates envolvendo a integração entre o ensino da Tecnologia da Construção e os Ateliers de Projeto em diferentes universidades internacionais, na intenção de dinamizar o conhecimento técnico-construtivo e ampliar o escopo tradicional das competências profissionais do currículo acadêmico.

O presente trabalho tem como principal objetivo ampliar os estudos sobre o material madeira a partir da análise de diferentes experiências de ensino desenvolvidas no contexto nacional e internacional, identificando contrapontos importantes relacionados às ferramentas didáticas e processos de aprendizagem que extrapolam as disciplinas curriculares, como os concursos de arquitetura. Estas informações são discutidas de forma entrelaçada às experiências

documentadas durante o ensino remoto, desenvolvidas na Faculdade de Arquitetura e Urbanismo e Desing da Universidade Federal de Uberlândia – FAUeD UFU, direcionadas ao ensino das construções em madeira.

ASPECTOS TECNOLÓGICOS E AMBIENTAIS NA ARQUITETURA CONTEMPORÂNEA EM MADEIRA

De acordo com Berthier (2015), após a segunda guerra mundial o setor da construção em madeira passou por transformações significativas, paralelamente ao que ocorreu com setores envolvendo outros materiais construtivos. Esses avanços no conhecimento científico e tecnológico levariam naturalmente ao desenvolvimento de materiais com altos níveis de engenhejamento, como os derivados da madeira, com melhorias nas propriedades físicas e mecânicas dos produtos e a possibilidade de absorverem os princípios da industrialização.

Ainda segundo o autor, na virada da década de 1960, com a contínua evolução do setor madeireiro na Europa, há a ruptura com a tradicional carpintaria e o desenvolvimento de obras em madeira seguindo uma linguagem modernista, viabilizada pelo desenvolvimento científico e industrial. Neste novo cenário, tem destaque obras com a madeira engenheirada, a partir de painéis de derivados e a MLC (Madeira Laminada Colada) e também o CLT (Cross Laminated Timber), como visto em Laverde, Costa e Santos (2020). E, foi neste momento, que uma série de inovações projetuais e científicas permitiram validar o desempenho destas construções e, conseqüentemente, dar continuidade ao seu processo de aperfeiçoamento. A madeira passa então a ser usada em larga escala, com formas e funções cada vez mais complexas, passando a ocupar uma posição competitiva em relação a outros materiais como o aço e o concreto. No contexto internacional a madeira passa a ser tratada como um material moderno, como visto nas obras de Schweitzer (2014) e Herzog et al. (2004).

Portanto, o desenvolvimento industrial e arquitetônico estão diretamente interligados e os componentes pré-fabricados em madeira passaram então a adotar uma sequência operacional: processamento - pré-fabricação - montagem. Com o recente desenvolvimento de ferramentas de Design e Fabricação Assistidos por Computador (CAD-CAM) tem sido reforçada ainda mais a tendência para a transformação do local de construção em local de montagem. Alguns conceitos industriais, como a produção seriada – em que as máquinas precisavam ser ajustadas para cada tipo de peça - resultava em uma produção padronizada, relacionada a uma arquitetura de catálogo. A partir da inserção de novas tecnologias com instruções advindas diretamente dos aplicativos de design, não são mais necessários ajustes complexos ou a produção de gabaritos personalizados, desta forma, outro modelo de produção está surgindo, com a redução da necessidade da standardização.

Embora as atuais e contínuas transformações tecnológicas supracitadas, o trabalho de Herzog et al. (2004) traz outras vertentes de reflexão sobre as construções em madeira, a partir da apresentação de uma compilação de obras emblemáticas desenvolvidas em diferentes momentos históricos. Neste trabalho é possível observar princípios construtivos importantes que imprimem caráter atemporal a vários projetos, independente do tempo ou espaço em que as obras se encontram, assim como, da tecnologia envolvida em seu processo de confecção, seja no emprego da madeira em seu estado próximo ao natural ou na forma engenheirada. Portanto, a qualidade projetual independe da alta tecnologia aplicada, mas da expressividade alcançada e da criatividade presente nas resoluções técnicas e formais, assim como, do diálogo harmonioso com os demais materiais construtivos a partir da arquitetura híbrida. Frente a isso, a alta tecnologia que permite contornar as limitações naturais do material pode ser questionada quando equiparada às construções seculares que permanecem como testemunhas sobre a versatilidade e desempenho do material, estas viabilizadas pela sensibilidade e destreza dos mestres carpinteiros.

Este cenário de dualidades e contradições que envolvem as construções em madeira tem enriquecido as discussões atuais em que a evolução tecnológica é questionada ao analisá-la sob outras dimensões, como a ambiental. Neste sentido, diferentes linhas voltadas ao desenvolvimento do projeto arquitetônico tem sido defendidas atualmente, principalmente, as discutidas sob a luz dos aspectos ambientais e tecnológicos, emergindo pontos de contato ou divergência entre as mesmas. Não se tratam, necessariamente, de movimentos extremistas, mas conceitos dinâmicos em que o material madeira aparece como incremento ou solução mediadora entre aspectos ambientais e tecnológicos.

Berthier (2017) reforça esta discussão ao colocar que, à margem do tema produtividade, presente no modelo industrial dominante que produz a maioria dos edifícios contemporâneos, alguns profissionais tentam se reconectar com sua cultura construtiva após décadas de negação. Eles imaginam novas formas de conceber e construir, fora dos padrões industriais, focando no novo conceito de edifícios de 'baixo consumo', que também traz em seu escopo, questionamentos sobre as condições de produção de alguns setores como o de materiais, comércio e organizações de trabalho. Seguindo esta linha, diferentes atores foram motivados a renovar a arte do construir, processo que exige, geralmente, muita pesquisa, engenharia e conhecimento técnico para ganhar credibilidade. Alguns denominam este processo de 'tecnologia lenta', com novos métodos de construção que requerem muito conhecimento e habilidades dos atores que estão embarcando neste caminho, geralmente caracterizado pela experimentação construtiva.

Não se trata, portanto, de uma reação nostálgica e sim, reinterpretação de tradições construtivas com os conhecimentos da engenharia atual, encorajando as pessoas a imaginarem de forma diferente suas relações com a tecnologia, a desejar métodos de produção que respeitem o ambiente natural e social. Estes princípios projetuais, em alguns aspectos, opõem-se à produtividade e à padronização - corolário da industrialização - abrindo o caminho para a experimentação construtiva.

Em relação a estes conceitos, Gauzin-Muller (2011) sinaliza em sua obra, a necessidade do ponto de equilíbrio entre movimentos extremistas, ao permitir alcançar uma imagem contemporânea favorecida pela combinação racional de materiais tradicionais e de produtos industriais inovadores. O futuro estaria no uso de uma variedade de materiais que contemplem a proteção ao meio ambiente sem renunciar à evolução tecnológica de cada época. Os profissionais que seguem estes princípios tem como auxílio a informática e concebem com técnicas e produtos inovadores incorporando em seu conceito fatores relacionados à eficiência energética e ecológica, associando harmoniosamente materiais próximos ao seu estado natural e com alto grau de industrialização. Neste cenário, a madeira ocupa um espaço especial em seu trabalho, como um material que agrega estes conceitos. Estas considerações também são reforçadas no trabalho de Prado (2020) e Ino et al. (2017), em que a madeira é defendida, por apresentar sua cadeia produtiva de baixo impacto ambiental, proporcionando construções mais sustentáveis (de fonte renovável, passível de reciclagem, boa trabalhabilidade, passível de absorver parte das emissões de carbono), além de apresentar bom desempenho físico-mecânico com a possibilidade de incorporar tecnologia de ponta em seu processo de beneficiamento.

O arquiteto e professor Martin Hurtadoⁱⁱ complementa e potencializa as qualidades da madeira, considerando se tratar de um material que praticamente se promove sozinho, por oferecer menor pegada de carbono, maior flexibilidade contra abalos sísmicos, melhor isolamento térmico, ser de fonte renovável, sensorialmente agradável e com grande potencial industrial, além de estar 'ao alcance de todos'.

O ENSINO DAS CONSTRUÇÕES EM MADEIRA: DAS DISCIPLINAS AOS CONCURSOS DE ARQUITETURA

Atualmente, há um crescente interesse relacionado ao potencial expressivo dos materiais e do processo técnico-constructivo dos elementos arquitetônicos, com o desenvolvimento de uma produção conceitual que assume as questões ligadas à matéria como tema de projeto. Segundo Gonçalves (2005), a presença destes fenômenos na arquitetura contemporânea destaca claramente duas questões fundamentais no exercício do projeto: a integração da tecnologia na linguagem plástica da arquitetura e a inserção do conhecimento técnico-científico no 'saber-fazer' do arquiteto, justificando a pertinência desta discussão ser ampliada no contexto acadêmico.

De acordo com Droste (2006) e Wick (1989), a utilização da experimentação construtiva como metodologia pedagógica foi amplamente defendida pela escola da Bauhaus nos primórdios do Período Modernista. Os autores relatam particularidades das práticas voltadas ao estudo da materialidade, envolvendo tanto aspectos técnico-constructivos como também, sensoriais e plásticos, na síntese entre Arte & Técnica. Neste processo, destaca-se a atuação docente de Josef Albers, cuja metodologia estava voltada ao 'pensamento construtivo', embasado principalmente, sob dois alicerces: os 'exercícios com a matéria' e os 'exercícios com materiais'. A partir de sua emblemática frase: *'Experimenter é melhor que estudar'*ⁱⁱⁱ, é possível compreender a essência de suas proposições pedagógicas, apoiadas na observação para a aquisição de conhecimentos técnicos em associação aos princípios formais compositivos, como harmonia, ritmo, proporção, entre outros.

Com o passar do tempo, os processos experimentais foram incorporando os avanços tecnológicos, na intenção de dar respostas às novas demandas voltadas ao Ambiente Construído e à sociedade, estas inovações tem sido acompanhadas também pelas práticas acadêmicas de diferentes escolas. Particularmente sobre o material madeira, a incorporação de alta tecnologia em seu processamento observada, principalmente, na produção arquitetônica internacional, tem promovido maior visibilidade sobre o potencial do material, ampliando seu emprego com diferentes técnicas, seja com a madeira próxima ao seu estado natural, como também, a partir de técnicas mais industrializados como a madeira engenheirada. As experiências desenvolvidas no contexto internacional e apresentadas no Quadro 01 revelam algumas práticas acadêmicas com o material envolvendo a pesquisa, a extensão e a participação em concursos de arquitetura. A conjuntura destas oportunidades de aprendizagem tem caráter complementar no Ensino, e permitem ampliar a compreensão sobre as particularidades que envolvem as construções com este material que tem ganhado cada vez mais espaço na construção civil.

Les Grands Ateliers – Isle D'Abeau, França

Considerações – Segundo o trabalho de Laverde (2017) e na documentação do LES GRANDS ATELIERS ACTIVITÉS 2011/2012/2013, o Les Grands Ateliers trata-se de um espaço de uso compartilhado e administrado pela iniciativa público-privada. Foi criado com apoio governamental (Ministério da Cultura e Comunicação) e do setor industrial da construção, tendo como objetivo oportunizar o desenvolvimento de inovações tecnológicas e pedagógicas a partir do envolvimento de equipes multidisciplinares, como artistas, arquitetos, engenheiros e industriais com o setor acadêmico, para o estudo tanto de técnicas tradicionais como inovadoras. Dentre os módulos de formação estão o Módulo Madeira, assim como, outras temáticas que envolvem o material e suas diferentes tecnologias, em que experimentações com o material são também realizadas em associação a outros materiais constructivos, estendendo o processo exploratório para pesquisas na área de conforto térmico e acústico. As práticas pedagógicas, geralmente, são desenvolvidas de forma

Quadro 1. Relato de atividades experimentais realizadas em escolas internacionais de arquitetura.

Fonte: Elaborado pela autora

integrada aos Ateliers de Projeto e a tecnologia faz parte da concepção projetual. Por meio das experimentações com maquetes e protótipos em diferentes escalas, as ações no Les Grands Ateliers são complementares às atividades de escolas e seus parceiros.
ETHZ - Instituto Federal de Tecnologia de Zurique, Suíça
Considerações – Em 2012 na FAUUSP, no evento WoodWorks – construindo com a madeira no Brasil e na Suíça - docentes do Instituto Federal de Tecnologia de Zurique apresentaram as principais diretrizes educacionais/pedagógicas envolvendo as construções em madeira desenvolvidas no curso de Arquitetura D-ARCH ETHZ até aquele momento. Foi salientada a importância da fundamentação sobre o material madeira para, posteriormente, serem realizadas as experimentações construtivas envolvendo o contato direto com diferentes agentes da cadeia produtiva e do setor construtivo. Além de possibilitar a experimentação no contexto acadêmico, a escola oferece oportunidades de aproximação com a realidade profissional e o contato com os avanços tecnológicos observados no setor das construções em madeira, possibilitando que a academia acompanhe as mudanças da indústria e a nova dinâmica do canteiro de obras, diante dos avanços da pré-fabricação. A partir dos trabalhos de Thönnissen e Werenfels (2011) e Overstreet (2018), é possível notar que as atividades de formação são complementares, empregando diferentes recursos tecnológicos como modelos computacionais e novas ferramentas de execução de modelos e protótipos, construindo a ponte necessária entre o conceito e a realidade, entre a tradição e a inovação. Atualmente, as pesquisas na ETHZ com o material madeira sinalizam a inserção de ferramentas voltadas à fabricação digital e automatização, algumas delas com o objetivo de desenvolver técnicas para otimização do processo construtivo.
Chile – Pontificia Universidad Católica de Chile e a Semana de La Madera
Considerações: Diferentes escolas chilenas de arquitetura oferecem atividades de ensino, pesquisa e extensão relacionadas às construções em madeira, como as pertencentes à Pontificia Universidad Católica de Chile, a Universidad de Bio Bio entre outras do país. Com proposta didática diferenciada, a PUCV^{iv} destaca-se pela sua proposta pedagógica por apresentar uma abordagem com o encadeamento da arte, da poesia e do ofício da arquitetura, em que a materialidade é estudada de forma indissociada à área artístico-humanística. Este conceito pedagógico é observado nos Ateliers de Projeto e também na Experiência de fim de curso chamada Travessia, nos quais, dentre os diferentes materiais explorados a madeira e seus derivados tem um espaço de destaque. Outra iniciativa que promove a articulação de diferentes escolas de arquitetura no país é o Concurso de Arquitetura^v realizado durante a Semana de la Madera com apoio da Corma (Corporación Chilena de la Madera). Trata-se de um evento consolidado que, indiretamente, promove oportunidades acadêmicas de ampliação do estudo sobre a arquitetura em madeira nos cursos, em que algumas escolas reestruturaram sua grade para oferecerem Ateliers extra-curriculares, com caráter preparatório para o concurso de arquitetura em madeira, nestes ateliers são escolhidos os melhores projetos para participação. A partir da produção apresentada neste evento é possível balizar o incentivo que um evento externo promove na potencialização do estudo acadêmico nas escolas de arquitetura, em que as propostas apresentadas revelam-se como uma oportunidade de diálogo do material madeira e atuais temáticas relacionadas às demandas da sociedade. Envolve diferentes níveis de estudo projetual até o detalhamento técnico, representado tanto na forma gráfica como física com maquetes em diferentes escalas. A qualidade e diversidade projetual



Figura 1. Sequência de imagens de atividades desenvolvidas por alunos de escolas chilenas de arquitetura e infraestrutura. a) e b) Protótipo e modelo reduzido confeccionados por alunos para participação na Semana de La Madera/2018. c) Laboratório de madeira da Pontifícia Universidade Católica do Chile/Santiago.

Fonte: Fotos da autora

As atividades internacionais apresentadas no Quadro 01 possibilitam identificar a exploração de temáticas atuais envolvendo a área da tecnologia das construções em madeira, como: otimização de processos construtivos, adoção de processos computacionais para resolução de problemas complexos, desenvolvimento de sistemas construtivos com diferentes técnicas (desde a madeira em seu estado natural até a madeira engenheirada), a madeira como resposta às atuais demandas da sociedade, manipulação de compósitos e debates ambientais. Também é observado o importante papel dos modelos e protótipos para o ensino das construções em madeira como ferramentas integradoras entre a prática projetual e os aspectos técnicos, resultando em trabalhos criativos e inovadores.

O cenário acadêmico internacional apresentado no Quadro 01 se contrapõe com dados levantados no trabalho de Laverde (2017), ao evidenciar em sua pesquisa a escassa infraestrutura laboratorial presente nas escolas públicas de Arquitetura do Brasil, em que a experimentação construtiva é uma prática pedagógica ainda pouco explorada. O trabalho da autora permite, de forma indireta, contextualizar o cenário da experimentação construtiva voltado ao estudo das construções em madeira, cuja infraestrutura laboratorial possui particularidades, como apresentadas no Quadro 02.

ESCOLAS DE ARQUITETURA	UFFA	UFC	UFRN	UFPB	UFPE	UFBA	UNB	UFMS	UFU	UFV	UFMG	UFES	UFRI	UFF	FAU USP	IAU USP	UNICAMP	UFPR	UEL	UFRGS	UFPEL
MARCENARIA/LABORATÓRIO DE MADEIRA																					
MAQUETARIA/MODELOS E PROTÓTIPOS																					
LABORATÓRIO DE PROTOTIPAGEM DIGITAL																					

Quadro 2. Identificação da infraestrutura voltada ao estudo do material madeira em 21 escolas públicas de arquitetura do país.

Fonte: Informações levantadas pela autora, adaptado e complementado a partir de Laverde (2017).

A principal diferença entre o espaço laboratorial da marcenaria em relação aos laboratórios de modelos e protótipos refere-se às características da infraestrutura disponível a qual, devido ao porte do maquinário estacionário, permite flexibilidade nas experimentações com protótipos próximos à escada real. Embora a existência de espaços de marcenaria nos cursos de arquitetura seja escassa, algumas escolas realizam o firmamento de parcerias com os cursos da Engenharia Civil, sendo possível a realização de atividades com o material madeira a partir do compartilhamento de infraestrutura.

No que se refere ao ensino, o trabalho de Cabral e Valle (2020) salienta a carência de estudos oferecidos pelas escolas brasileiras sobre as estruturas de madeira, e sinalizam a possibilidade deste fato refletir diretamente na deficiência futura de formação de quadros profissionais preparados para atuarem neste mercado. Esta pesquisa atualiza os dados de Bittecourt e Terni

(2004), que já indicavam em sua pesquisa a dificuldade de ampliar o conteúdo e abordagem sobre o material madeira nas escolas brasileiras e, ao fazerem um paralelo com o contexto internacional, identificam a discrepância e deficiência no ensino brasileiro. Os trabalhos dos autores supracitados foram realizados em momentos diferenciados, distantes em uma década e meia, revelando as poucas evoluções ocorridas neste sentido, algo que afasta o Brasil cada vez mais de muitos países no que se refere aos avanços técnicos sobre o material.

O Quadro 03 apresenta algumas experiências acadêmicas nacionais voltadas ao estudo do material madeira, permitindo identificar contrapontos e paralelos com as experiências internacionais apresentadas no Quadro 01.

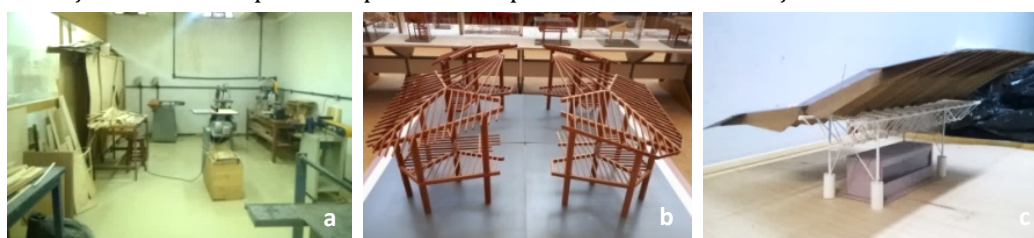
Quadro 3. Experiências acadêmicas desenvolvidas com o material madeira em escolas nacionais de arquitetura.

Fonte: Elaborado pela autora

FAUNB - Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de Brasília

De acordo com Laverde (2017) o Laboratório de Modelos Reduzidos/Maquetaria pertencente à FAUNB é um espaço voltado a diversas atividades e compartilhado com outras disciplinas. Possui conexão com a Sala de Máquinas, cuja infraestrutura é voltada para o processamento da madeira (marcenaria com máquinas de pequeno porte) e peças para o desenvolvimento de maquetes físicas.

O ensino das construções em madeira ocupa um espaço importante na estrutura curricular, com disciplinas obrigatórias e optativas. O assunto também perpassa diferentes áreas de concentração de forma integrada, como Projeto (Ateliers de Grandes Vãos), Representação (Oficina de Maquetes) e Tecnologia (Estruturas de Madeira). O Programa de Pós-graduação oferece linhas de pesquisa e disciplinas voltadas ao material madeira, com diferentes temáticas, envolvendo desde aspectos históricos, como também, a madeira engenheirada, com a participação de alunos de graduação nas pesquisas, como visto em Leite et al. (2021). A disciplina 'Oficina de Maquetes' tem como metodologia analisar projetos arquitetônicos em madeira existentes, partindo do desenho técnico e, segundo Valle (2000), em um segundo momento, planejar o romaneio das peças e confeccionar o modelo físico a partir do detalhamento dos sistemas estruturais do projeto. Este processo de análise, planejamento e execução de modelos procura aproximar da prática real das construções em madeira.



IAU USP – Instituto de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo

O curso de arquitetura do IAU USP oferece disciplinas obrigatórias e optativas voltadas à Tecnologia da Construção e Sistemas Estruturais em madeira. Segundo Chiletto et al. (2021), a disciplina optativa 'Parâmetros para projetos Habitacionais em Madeira', tem a intenção de melhorar a compreensão e o desenvolvimento de desenhos técnicos e detalhamento de sistemas construtivos utilizando a madeira por meio do projeto, tendo a disciplina a formatação de Atelier. Segundo os autores, esta disciplina mostra-se como uma primeira fase para a exploração da atividade prática, permitindo aos alunos o aperfeiçoamento do conhecimento técnico posterior, como atividade de canteiro experimental, com a possibilidade de parcerias com o setor privado. Além destas disciplinas, a pós-graduação

Figura 2. Sequência de imagens de práticas voltadas ao ensino das construções em madeira. a) Laboratório de Modelos Reduzidos/Maquetaria. b) Exposição de maquetes sobre a obra de Zanine Caldas em Brasília, realizada em 2019 sob a coordenação do prof. Ivan R. Valle. c) Modelo reduzido confeccionado na disciplina optativa 'Oficina de Maquetes'.

Fonte: Fotos da autora

também oferece linhas de pesquisa com o material madeira, com a possibilidade de participação de alunos da graduação nos grupos de pesquisa.

FAUeD UFU – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal de Uberlândia

A partir de 2008, o curso de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal de Uberlândia passou a oferecer periodicamente a disciplina optativa ‘Construções em Madeira’, tendo como apoio a partir de 2009, o Laboratório de Tecnologia do Ambiente Construído – LABTAC que, segundo Laverde (2013), foi implantando neste momento.

Embora o material madeira seja abordado nas disciplinas de Introdução à Tecnologia da Construção (ITC), Materiais e Técnicas Construtivas (MTC) e Estruturas em Madeira e Aço, é somente na optativa ‘Construções em Madeira’ que o material é estudado em associação à prática de projeto, aliando representação gráfica e física como ferramentas didáticas.

A metodologia adotada segue as seguintes etapas: a) Aulas teóricas. b) Análise dos diferentes sistemas construtivos. c) Análise de projetos existentes com o redesenho e detalhamento técnico. d) Planejamento e Execução do modelo reduzido do sistema estrutural, de acordo com a técnica construtiva real, envolvendo tanto a madeira próxima ao ser estado natural como engenheirada. O objetivo da disciplina é aproximar os alunos da prática projetual e contribuir para a compreensão sobre a indissociabilidade entre forma e estrutura nas construções em madeira e a importância do detalhamento construtivo.



Figura 3. Sequência de imagens com modelos físicos reduzidos confeccionados na disciplina optativa ‘Construções em Madeira’ e Introdução à tecnologia da Construção, doadas ao acervo do Labtac. a), b) e c) Exposição ‘10 Anos Labtac’ coordenada pela profa. Albenise Laverde

Os dados do Quadro 03 dão indicativos sobre os aspectos que tiveram que sofrer adaptações quanto às novas formas de ensino sobre as construções em madeira, a partir da implementação do ensino remoto imposto às escolas com a pandemia mundial da Covid 19. Neste período, algumas práticas didáticas recorrentemente utilizadas, como os modelos físicos e protótipos, tiveram que ser substituídos em sua totalidade pelas maquetes digitalizadas. Sobre este assunto, o próximo Item possibilita analisar algumas experiências desenvolvidas na FAUeD UFU, a partir da participação de alunos do curso de Arquitetura e Urbanismo em concursos de Arquitetura em Madeira ocorridos antes e pós pandemia.

A CONTRIBUIÇÃO DOS CONCURSOS DE ARQUITETURA NO ENSINO DAS CONSTRUÇÕES EM MADEIRA

Com o atual contexto imposto pela pandemia Covid 19, diferentes metodologias e ferramentas têm sido solicitadas para a abordagem de assuntos cujas práticas pedagógicas apresentavam uma trajetória validada e tradicionalmente conduzida. Este cenário se estende ao ensino das Construções em madeira, caracterizado pela utilização de técnicas híbridas ao longo do processo de desenvolvimento projetual, como as ferramentas físicas e digitais. Atualmente, instrumentos digitais tem ocupado maior espaço no ensino de projeto, e as experimentações físicas com modelos e protótipos sofreram adaptações quando possível para o modelo virtual. Os primeiros resultados destas práticas já são passíveis de avaliação, a partir da análise

Fonte: Fotos da Autora

conjunta de experiências anteriores como referência, como os concursos de projeto arquitetônico.

Quando voltados às Construções em Madeira, os concursos podem ser considerados como oportunidades de complementações ou transformações na estrutura curricular tradicional, como visto no Quadro 01, nas escolas chilenas de arquitetura, ao criarem Ateliers preparatórios (em caráter optativo) para o concurso. No Brasil, embora de forma ainda incipiente, o Ebramem (Encontro Brasileiro de Madeira e Estrutura de Madeira), tem oferecido um espaço desde 2008 para o Prêmio Ibramem de Arquitetura em Madeira.

A participação dos alunos do curso de Arquitetura da FAUeD/UFU em concursos desta categoria ocorreu em diferentes momentos, em 2008 e 2020 (antes e pós-pandemia), possibilitando a análise de particularidades metodológicas adotadas ao longo do desenvolvimento destas experiências.

Prêmio Ibramem de Arquitetura em Madeira - jul/2008, Londrina/PR.

Ao longo desta participação foram adotadas as seguintes etapas para o desenvolvimento do tema: **Pavilhão Itinerante do cerrado**, o qual recebeu o 2º lugar no concurso nacional.

a) Pesquisa: As relações entre o tema, o material e o sistema construtivo

A equipe composta por 03 alunos foi assessorada integralmente por meio de orientação presencial. Ao longo do processo de definição da temática os alunos decidiram desenvolver um Pavilhão Itinerante, cuja função permitiria contribuir na divulgação das potencialidades construtivas com a madeira em um contexto carente de exemplares arquitetônicos com o material. A partir da definição da técnica a ser aplicada com o material foram pesquisadas algumas tipologias construtivas passíveis de serem confeccionadas com chapas de derivados, sendo elas o sistema de superfícies dobradas e também as vigas compostas. As placas dobradas/plissadas constituem-se de panos rígidos que aumentam sua rigidez por meio da forma, distribuindo seus esforços ao longo de sua superfície, de maneira a garantir sua continuidade. A proposta parte de um módulo, reproduzido sobre uma diretriz que possibilita ampliações e repetições sem, no entanto, perder a identidade do conjunto. A solução formal adotada permitiu discutir a indissociabilidade entre forma e estrutura, sendo esta um elemento ativamente participante da arquitetura, atentando para uma transparência que vai além de uma integração interior/exterior, não necessariamente evidente, mas facilmente compreensível, deixando nítido o processo construtivo.

b) A compreensão das tipologias estruturais e seu processo construtivo por meio do modelo físico

A intenção principal dos exercícios com modelos não se limita a uma abordagem exclusivamente ligada à arquitetura, mas em promover aos alunos a capacidade do 'pensamento construtivo', em um diálogo indissociado à busca da forma.

Outros conhecimentos foram requeridos como cálculo e geometria descritiva para planificação dos planos da estrutura plissada. As descobertas realizadas nesta etapa estiveram relacionadas à compreensão sobre o processo compositivo de estruturas em madeira e as principais condicionantes impostas pelo material para atender a determinada tipologia, algo que interfere também em sua representação gráfica, como as estruturas plissadas em concreto e madeira, por exemplo.

Figura 4. Sequência de imagens com etapas de confecção do modelo físico.

Fonte: Fotos da autora



c) O desenho gráfico

A partir das descobertas promovidas pelo modelo físico com a compreensão sobre a relação entre composição e materialidade foi possível transferir para o desenho técnico as soluções construtivas, bem como, sua correta representação. Ficando clara a influência dos modelos no entendimento técnico-construtivo no ensino do desenho técnico arquitetônico.

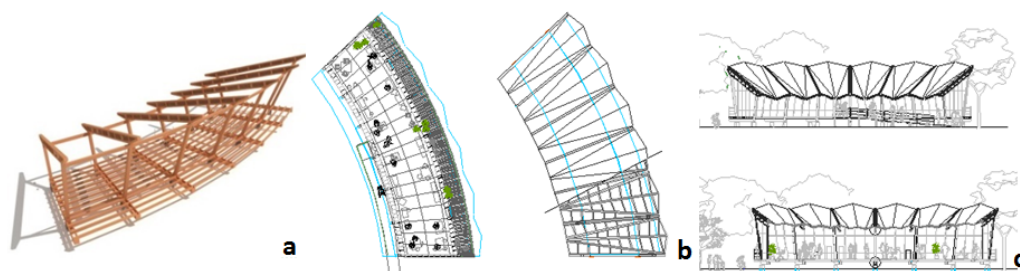


Figura 5. Representações gráficas 2D e 3D – a) Perspectiva da trama estrutural. b) Planta layout e planta da estrutura da cobertura. c) Elevação e corte. d), e) e f) Perspectivas externas do edifício.

Fonte: Imagens e desenhos gráficos desenvolvidos pela equipe autora do projeto: Flávio Medeiros Pereira; Karen Mohn Schmidt e Laíla Alves, cedidos ao trabalho.



Prêmio Ibramem de Arquitetura em Madeira - nov/2020, Florianópolis/SC.

Ao longo desta participação foram desenvolvidas as seguintes etapas para o **desenvolvimento do tema: Espaço Híbrido de Ensino:**

- a) Pesquisa: Confluências entre Temática/Contexto Pandêmico; Material e Sistema construtivo

Este projeto foi desenvolvido por equipe composta por 04 alunos, os quais propuseram a criação de um espaço educacional (módulo anexo a edifícios escolares existentes) que contribuísse no processo de retomada das atividades acadêmicas de forma híbrida, gerando a reconexão com a natureza e o acolhimento no ambiente escolar no período transicional e pós pandêmico, podendo ser reintegrado, posteriormente, como equipamento público.

A partir dessa temática e sua destinação, o material madeira teve suas qualidades potencializadas nas principais condicionantes projetuais, ampliando sua função estrutural ao proporcionar sensações de aconchego, relaxamento psicológico e acolhimento, melhorando as condições de quem pudesse ocupar o espaço proposto.

O equipamento foi projetado como um módulo passível de replicação, implantado próximo a alguns espaços como: salas de aula, laboratórios e bibliotecas, transformando-se em extensão dos ambientes escolares, mas com outras possibilidades de apropriação.

Foi adotado o sistema de entramados (vigas e pilares e pórticos) de madeira maciça como principal tipologia estrutural, devido à facilidade construtiva de montagem e desmontagem, leveza das peças e possibilidade de diferentes composições arquitetônicas em diálogo com os elementos construtivos dos edifícios existentes no campus.

- b) O processo de desenvolvimento projetual no modelo remoto

O ensino remoto foi implantado na Universidade Federal de Uberlândia a partir do segundo semestre de 2020, simultaneamente ao lançamento do concurso Prêmio Ibramem. Na Faculdade de Arquitetura e Urbanismo e Design apenas as disciplinas teóricas e orientações de TCC ocorreram nesta fase (foi adotado neste período um calendário especial com adesão não obrigatória). Já os Ateliers de Projeto, apenas no primeiro semestre de 2021 passaram a ser oferecidos no modelo remoto, de acordo com o calendário da Instituição, quando todas as disciplinas passaram a ser oferecidas no modelo remoto.

Este fato gerou um descompasso com outras universidades do país, de aproximadamente um semestre no que se refere às disciplinas de desenho e projeto, devido à inserção dos modos interativos de desenho terem ocorrido de forma gradativa.

A orientação no concurso ocorreu ao longo do segundo semestre de 2020, tendo sido uma das primeiras experiências na área de atelier de projeto na FAUeD UFU. A situação temporal incipiente dificultou naquele momento a adoção de determinados aplicativos interativos de desenho, atualmente muito mais familiares entre alunos e professores e em vigor nas orientações dos Ateliers, como: Miro, Drawboard, Jamboard, entre outros.

O processo foi inicialmente idealizado para ocorrer de forma estreita ao modelo tradicional, entre o modelo de assessoria do TCC e das disciplinas de Ateliers de Projeto. A estratégia de interação adotada entre a equipe (04 alunos) não se apoiou nos aplicativos supracitados, mas nas possibilidades interativas disponíveis na Plataforma Teams, em que o processo de desenvolvimento projetual ocorreu simultaneamente às orientações, com a possibilidade de gravação dos atendimentos para consultas posteriores, em caso de dúvidas ao longo das atividades assíncronas.

A concepção inicial das primeiras propostas foi idealizada a partir do desenho à mão, em que os alunos trabalhavam individualmente e alinhavam, posteriormente, suas discussões antes das orientações. Os desenhos escaneados eram compartilhados com o professor na Plataforma Teams.

A partir dos primeiros desenhos de croquis, o processo de desenvolvimento passou a ter o apoio de outros programas como o Sketchup. A escolha por parte dos alunos, deste programa para o desenvolvimento inicial do projeto esteve condicionada ao baixo nível de complexidade do programa e familiaridade com o mesmo e também, por conferir menor número de camadas informacionais às peças gráficas, permitindo que o processo compositivo ganhasse maior agilidade ao longo dos atendimentos. Além disso, demandam velocidade de processamento menor que outros programas paramétricos, otimizando muito o tempo de assessoria docente.

Os atendimentos passaram a ter uma nova dinâmica, no momento que os alunos passaram a desenhar sincronicamente aos atendimentos, com o acompanhamento do professor e, de forma assíncrona, davam continuidade ao processo de desenvolvimento. Diferentemente dos atendimentos presenciais, neste modelo de atendimento remoto a presença do professor durante o processo inicial de composição foi mais significativa, mas os desenhos eram realizados exclusivamente pelos alunos. Devido a isso, foi possível um processo constante de questionamento do professor ao longo de todo o processo conceutivo, gerando um projeto mais consciente e responsável, em que cada elemento compositivo e a espacialidade gerada foram justificados com mais coerência, com a indissociabilidade entre aspectos formais e técnicos.

A forma síncrona de desenvolvimento permitiu que os alunos fossem compreendendo com mais clareza o processo de concepção e, como a composição arquitetônica está condicionada às propriedades físicas e mecânicas do material madeira. Desta forma, foi concebida inicialmente a estrutura de entramados juntamente com a análise da expressividade da matéria e espacialidade gerada.

Posteriormente, foram utilizados outros softwares familiares dos alunos voltados à representação, como o Archicad e Revit. Estes programas foram adotados em um momento em

que as resoluções projetuais já estavam em um estágio de desenvolvimento avançado ou já efetuadas, possibilitando um desenho gráfico mais preciso e a geração de imagens com perspectivas internas e externas mais próximas à realidade.

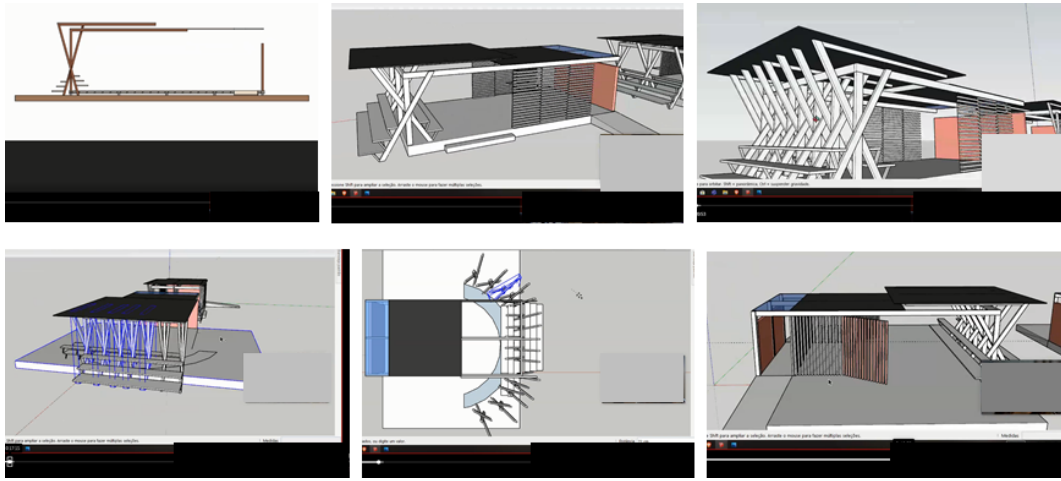


Figura 6. Sequência de imagens com o processo inicial de desenvolvimento projetual com orientação docente por meio remoto.

Fonte: Imagens da autora

c) A Proposta arquitetônica

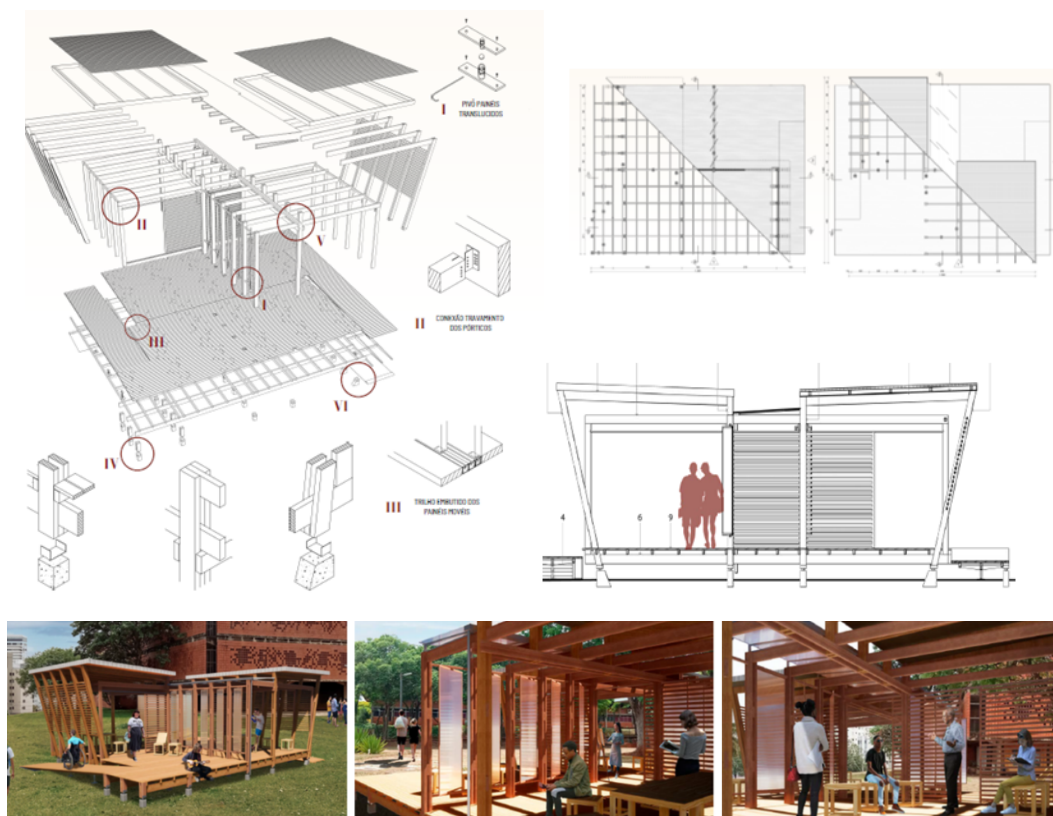
Com o objetivo de propor um sistema construtivo que possibilitasse ventilação e fácil montagem e desmontagem, o equipamento proposto é composto por uma sequência de pórticos formados por pilares duplos inclinados interpenetrados por pilares simples, e vigas também aplicadas na forma simples e dupla.

O conjunto estrutural que compõe os ambientes cobertos se estende para o exterior por um amplo deck apoiado sobre o entramado de piso, elevado do solo por meio de bases de concreto pré-moldado que se adequam aos diferentes desníveis dos terrenos onde possa ser implantado.

A indissociabilidade entre forma e estrutura é nítida na proposta e valoriza tanto o sistema construtivo quanto o material madeira, por meio da visibilidade estrutural e do uso de madeira proveniente de plantios florestais, como diferentes espécies de eucalipto serrado. A disposição dos pórticos setoriza o equipamento em quatro ambientes, que podem ser ampliados e integrados por meio de painéis deslizantes. Estes, conjuntamente às demais esquadrias, promovem diferentes possibilidades de apropriações e controle de ventilação e acessos.

Figura 7. Sequência de imagens com a proposta final, desenho técnico (plantas da estrutura de piso e de cobertura), corte e perspectiva explodida com detalhamento. Perspectivas externa e interna do edifício.

Fonte: Imagens e desenhos gráficos concedidos pela equipe autora do projeto: Beatriz Guilhermino da Costa; Emanuely Cunha; Maria Clara Rezende e Skarllat Pereira Salvador.



CONSIDERAÇÕES FINAIS: CONTRAPONTO METODOLÓGICO

O ensino da Tecnologia da Construção está diretamente ligado aos Ateliers de projeto, assim como, outras áreas multidisciplinares dão apoio ao ensino das construções em madeira, possibilitando a plena abordagem de diferentes aspectos. Os ateliers de projeto são os espaços de confluência para a aplicação destas informações em toda sua complexidade, extrapolando, portanto, o viés puramente tecnológico.

As construções em madeira possuem particularidades relacionadas ao material que conduzem a diferentes técnicas de aplicação, sendo cada vez mais crescente a liberdade compositiva, seja na adoção de peças discretizadas como planos contínuos ou, soluções híbridas. Em todas elas, a dimensão plástica do detalhe construtivo é muito significativa, em que as junções e conexões possuem uma dimensão estética diferenciada em relação a estruturas em aço ou concreto. Outra particularidade dos projetos em madeira quando comparados a outros materiais construtivos é colocada por Valle (2000), ao sinalizar a possibilidade das estruturas serem representadas em escala reduzida com a utilização do mesmo material em que foram concebidas no projeto, possibilitando evidenciar o sistema construtivo escolhido de forma muito próxima à realidade. Segundo o autor, esta particularidade em níveis avançados de pesquisa, pode encontrar proporcionalidade no que diz respeito à resistência do material, possibilitando correlações ainda mais próximas entre o projeto real e o modelo reduzido. Suas observações vão ao encontro das realizadas pelo arquiteto/professor chileno Martín Hurtado^{vi}, ao considerar a confecção da maquete em madeira nos concursos de arquitetura como uma oportunidade de aproximar o aluno do material construtivo da obra real e, independente da localização das escolas no país, os modelos sempre serão confeccionados com madeira.

Ainda sobre a utilização dos modelos físicos e protótipos ao longo do processo conceutivo e analítico das construções em madeira, as experiências apresentadas nos Quadros 01 e 03, desenvolvidas em escolas internacionais e nacionais, respectivamente, dão indicativos sobre diferentes possibilidades exploratórias no ensino, em que o uso destas ferramentas didáticas é uma prática recorrente. Embora notória a importância do uso destas ferramentas, o trabalho de Laverde (2017) traz evidências sobre as contínuas dificuldades que escolas públicas de arquitetura enfrentam no contexto nacional na intenção de promoverem o desenvolvimento das práticas experimentais, realidade diretamente vivenciada no ensino das construções em madeira, como visto no Quadro 02, diante da pouca disponibilidade de infraestrutura específica.

Este cenário leva à reflexão sobre o momento atual, em que as dificuldades impostas pela pandemia - no acesso e uso das infraestruturas laboratoriais - ampliaram drasticamente os problemas vivenciados tanto para a implantação, como para a sustentação das práticas experimentais nas escolas brasileiras. Esta preocupação vai ao encontro das explicitadas no trabalho de Wilderom e Arantes (2020), quando discutem sobre as possíveis sequelas do período pandêmico e como esta realidade traz à mostra uma série de paradoxos que não estavam claramente delineados, ou eram subestimados. Dentre as discussões dos autores está o distanciamento entre o ensino de arquitetura e o canteiro de obras e dos demais trabalhadores da construção, encadeando a perda progressiva sobre os conhecimentos no que se relaciona à materialidade e aos saberes do construir, sinalizando como necessária e urgente, a discussão mais profunda sobre as dimensões da profissão do arquiteto, principalmente, diante das possíveis consequências do ensino à distância.

No que se refere às construções em madeira, a experiência de participação nos concursos de arquitetura - antes e durante a pandemia - se apresenta também como outra possibilidade de análise além das disciplinas curriculares, sobre o papel das ferramentas físicas e virtuais ao longo do processo de desenvolvimento projetual. Aliado ao modelo físico, a incorporação do uso do computador no projeto permitiu não apenas imaginar, mas visualizar, construir e resolver questões complexas, principalmente, com o uso da madeira engenheirada.

Ainda sobre os concursos de arquitetura, a experiência chilena possibilita refletir sobre a importância de estratégias combinadas entre setores acadêmico, profissional e industrial, em que esta experiência, já amplamente consolidada no país, tem mobilizado as escolas a se reestruturarem para participarem de forma competitiva e com alto nível projetual, atendendo as atuais demandas da sociedade com base no que há de mais novo no setor industrial, tratando-se, portanto, de uma oportunidade de complementariedade e impulsionamento do ensino. O que chama a atenção desta iniciativa seria a dimensão que os Ateliers de Projeto exercem nesta mobilização, superando até mesmo a área da Tecnologia da Construção. Este fato traz indicativos de ações efetivas para o desenvolvimento das construções em madeira no contexto educacional brasileiro, e as disciplinas de Projeto promovem um impacto muito grande por ser um espaço de confluência de saberes em que a madeira é trabalhada em toda sua complexidade.

Para Tomás Villalón^{vii}, os concursos levam a estabelecer como o material madeira pode contribuir na proposição de soluções para os atuais problemas da sociedade. Quanto mais complexo, maiores são os desafios do projeto arquitetônico. Esses critérios orientam o comportamento estrutural, construtivo, técnico e define como todas essas decisões acabam concluindo em uma determinada expressão arquitetônica em ordem, tamanho, tipo de geometria, estrutura, sistemas de construção, etc., pois a madeira é um material que expressa muito didaticamente seu comportamento estrutural. Diante disso, a formação técnica dos professores de projeto é uma condicionante importante para que o setor acadêmico prepare de forma adequada mais profissionais para atuarem na área. Estas considerações também se

apoiam na análise de outras experiências desenvolvidas em outros centros de pesquisa, como no Le grand Atelier e D-ARCH ETHZ, em que os professores possuem estreita relação com a atuação profissional no mercado de trabalho.

Contrapor temporalmente, os dois cenários de participação no Prêmio Ibramem de Arquitetura em Madeira por alunos da FAUeD UFU, permitiu refletir sobre as perdas provocadas pela falta de atividades presenciais, principalmente, pela impossibilidade na manipulação de modelos físicos, em que a compreensão tridimensional e a relação escala, detalhes e material tornam-se mais próximos. Por outro lado, ficou também evidente que determinadas etapas de projeto são passíveis de serem desenvolvidas por meio de softwares e aplicativos apropriados. Neste caso, a assistência docente passa a ser mais solicitada, diante do tempo demandado para promover a compreensão de determinados assuntos em que a maquete física tornava-se antes uma ferramenta de apoio didática, facilitando o ensino de determinados assuntos construtivos complexos. A impossibilidade dos laboratórios serem plenamente utilizados dificultou o processo de experimentação construtiva, mas não o desenvolvimento projetual, principalmente, com técnicas já conhecidas. Portanto, a utilização conjunta de ferramentas didáticas, na forma física e digital, tem caráter complementar e não substitutivo, ficando mais claras nestas experiências a importância de serem restabelecidas as experimentações físicas.

Agradecimentos

Agradeço à colaboração dos alunos participantes dos concursos Ibramem 2008 e 2020 em fornecerem as imagens gráficas para este trabalho e permitirem sua publicação.

Referências Bibliográficas

BAYL-SMITH, M. **BuildAbility: the future of construction education**. Research Report, May, 2011.

BERTHIER, S. **Création architecturale et industrialisation de la filière bois : l'architecture comme milieu d'expérimentation des innovations techniques**. Architecture, aménagement de l'espace. Université Paris-Saclay, 2017. Français.

_____. **De l'art du charpentier à l'art de l'ingénieur**. In Séquence bois n°104, Avril 2015. p. 4-7.

BITTENCOURT, R. M.; TERNI, A. W. **Ensino de projeto de estruturas e sistemas construtivos em madeira: uma proposta didático-pedagógica**. In: 2004, Cuiabá - MT. IX EBRAMEM - Encontro Brasileiro em Madeiras e Estruturas em Madeira. Cuiabá – MT.

CHILETTO, T. et al. **Experiência do ensino de projeto para habitação mínima em Cross-Laminated Timber**. Encontro Brasileiro em Madeiras e em Estruturas de Madeira (2020): n. pag. Web. 26 Jun. 2021

Construindo com Madeira no Brasil e na Suíça. Simpósio Internacional Woodworkers, FAUUSP, out/2012. Vídeos Disponíveis em: https://www.youtube.com/playlist?list=PLr2tOfQSm0Owyr4WrFwU1kMBd_ztgkuEz. Acesso em: 05/04/2021.

DROSTE, M. **Bauhaus**. 1919-1933. Reforma e Vanguarda. Tashen, 2006.

GALARCE, F. E. ; CORNEJO, D.L – **Talleres de Obra em Ciudad Abierta de Amereida**. Revista AUS, Universidad Austral del Chile, Valdivia, Chile, 2015, (18), 37-43. Disponível em: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=281744668007>. Acesso em 30/04/2021.

GARCIA, R. **Concrete Folded Plates in the Netherlands**. Proceedings of the Second International Congress on Construction History. Volume 2, Cambridge University, 2006.

GAUZIN-MÜLLER, D. **Arquitetura Ecológica**. São Paulo: Senac, 2011.

GONÇALVES, E.M.V. **A linguagem da gravidade - Para uma reflexão sobre o ensino da razão e ser dos elementos arquitectónicos estruturais**. Trabalho de Síntese. Universidade do Porto, 2005.

HERZOG, T. et al. **Timber Construction Manual**. Editora Birkhauser, Suíça, 2004.

HURTADO, M. **En general los chilenos somos de obra gruesa**. [ago.2015]. Revista Madera 21. Disponível em: <https://www.madera21.cl/blog/2015/08/12/martin-hurtado-en-general-los-chilenos-somos-de-obra-gruesa/>. Acesso em: 18/05/2021

_____. **En sustentabilidad, la madera se promueve sola**. [jul.2017]. Revista Madera 21. Disponível em: <https://www.madera21.cl/blog/2017/07/10/martin-hurtado-en-sustentabilidad-la-madera-se-promueve-sola/>. Acesso em: 18/05/2021.

- INO, A. et al. **Madeiras para Acabamentos**. In: Materiais de Construção Civil e Princípios de Ciência e Engenharia de Materiais. 3ed. São Paulo: IBRACON, 2017, v. 2.

LAVERDE, A. **Os espaços experimentais das escolas públicas de arquitetura do Brasil: Realidade ou Utopia?** 2017. Tese (Doutorado em Arquitetura). Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo/ FAUUSP. São Paulo, 2017.

_____. **A Experimentação Física como mediadora entre o pensável e o possível**. In: VI PROJETAR, 2013, Salvador. VI PROJETAR - O projeto como Instrumento para a Materialização da Arquitetura: ensino, pesquisa e prática, 2013.

LAVERDE, COSTA, B. SANTOS, M. **A contribuição de Jean Prouvé para o desenvolvimento de sistemas construtivos mistos com madeira e aço**. Encontro Brasileiro em Madeiras e em Estruturas de Madeira (2020): n. pág. Web. 26 Jun. 2021.

LEITE, T. et al **A concepção de edifício residencial com o uso de painéis de Cross Laminated Timber no Brasil: estudo de caso residencial C-29**. Encontro Brasileiro em Madeiras e em Estruturas de Madeira (2020): n. pág. Web. 26 Jun. 2021

LES GRANDS ATELIERS ACTIVITÉS 2011 — 2012 - 2013. Disponível em: http://www.lesgrandsateliers.org/TPL_CODE/TPL_MEDIATHEQUEDOC/idThematique/8/4-mediatheque.htm

MORAES, A. C; VALLE, I. M. R. do. **Análise sobre o ensino de estruturas em madeira nas escolas de Arquitetura e Urbanismo do Brasil**. Paranoá: cadernos de arquitetura e urbanismo, n. 26, p. 82-95.

NASCIMENTO, M. F. **CHP: chapas de partículas homogêneas - madeiras do Nordeste do Brasil**. 2003. Tese (Doutorado), Interunidades em Ciência e Engenharia de Materiais. Universidade de São Paulo. São Carlos, 2003.

OVERSTREET, K. **"ETH Zurich Uses Robots To Construct Three-Story Timber-Framed House"**, 2018. ArchDaily. <<https://www.archdaily.com/891443/eth-zurich-uses-robots-to-construct-three-story-timber-framed-house>> ISSN 0719-8884. Acesso em 31/01/2022.

PRADO, L., PINTO, E., E INO, A. **O uso da madeira na arquitetura Eco-Tech: uma dialética entre urgência ecológica e expressão tecnológica**. Encontro Brasileiro em Madeiras e em Estruturas de Madeira (2020): n. pág. Web. 26 Jun. 2021

SCHWEITZER R., **Roland Schweitzer, un parcours d'architecte**, Ed. Artsign, Paris, 2014.

THÖNNISSEN, U; WERENFELS, N. **Reciprocal Frames – Teaching Experiences**. International Journal of Space Structures. 2011;26(4):369-371. doi:10.1260/0266-3511.26.4.369. Acesso em 31/01/2022.

VILALLÓN, T. **En el concurso de arquitectura se debe entender el potencial de la madera y su gran responsabilidad medioambiental**. [jun.2021]. Revista Madera 21. Disponível em: <https://www.madera21.cl/blog/2021/06/21/tomas-villalon-en-el-concurso-de-arquitectura-se-debe-entender-el-potencial-de-la-madera-y-su-gran-responsabilidad-medioambiental/>. Acesso em: 21/05/2021.

WILDEROM, M.; ARANTES, P. F. **Arquiteturas da distância: o que a pandemia pode revelar sobre o ensino de Arquitetura e Urbanismo**. 02 Ago 2020. ArchDaily Brasil. Disponível em: <https://www.archdaily.com.br/br/944738/arquiteturas-da-distancia-o-que-a-pandemia-pode-revelar-sobre-o-ensino-de-arquitetura-e-urbanismo>. Acesso em: 07/04/2021.

Notas

ⁱ À frente da construtora Ita, em São Paulo, o engenheiro estrutural Hélio Olga é um dos principais profissionais brasileiros atuantes no mercado das construções em madeira.

ⁱⁱ Com mais de 150 projetos construídos em madeira em diferentes áreas como indústria, equipamentos religiosos, oficinas, escolas e urbanos, o arquiteto Martín Hurtado também atuou durante anos como diretor do Concurso de Arquitetura na Semana de la Madera (SDLM) em Santiago /Chile.

ⁱⁱⁱ Wick (1989), p. 236.

^{iv} Informações sobre atividades voltadas à experimentação na PUCV disponíveis em: - <https://www.ead.pucv.cl/escuela/ciudad-abierta>. Acesso em 18 de maio de 2021. - GALARCE, F. E. ; CORNEJO, D.L – **Talleres de Obra em Ciudad Abierta de Amereida**. Revista AUS, Universidad Austral del Chile, Valdivia, Chile, 2015, (18), 37-43. Disponível em: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=281744668007>. Acesso em 30/04/2021.

^v <https://info.semanadelamadera.cl/version-2021/concursos-2021/concurso-de-arquitectura-en-madera-2021/>. Acesso em 18 de maio de 2021.

^{vi} Disponível em: <https://www.madera21.cl/blog/2017/07/10/martin-hurtado-en-sustentabilidad-la-madera-se-promueve-sola/>. Acesso em: 18/05/2021.

^{vii} O arquiteto Tomás Villalon é professor na Universidade de Chile e ganhador de vários concursos de arquitetura, diretor do concurso de arquitetura realizado na Semana de la Madera 2021.

Albenise Laverde
albenise.laverde@ufu.br