

## O USO DE MAQUETES NO CONTEXTO DE PROJETO DE ARQUITETURA PARA COMPREENSÃO DE SISTEMAS CONSTRUTIVOS HÍBRIDOS

**CRISTIANO BEHLING TEIXEIRA<sup>1</sup>**; **GIOVANA KRONING BARBOSA<sup>2</sup>**; **NATÁLIA SILVA LEMOS<sup>3</sup>**;

**GUSTAVO GARCIA DE OLIVEIRA<sup>4</sup>:**

<sup>1</sup>*Universidade Federal de Pelotas – cristianobehlingt@gmail.com*

<sup>2</sup>*Universidade Federal de Pelotas – giovana\_kb@hotmail.com*

<sup>3</sup>*Universidade Federal de Pelotas – natalialemos.arqurb@gmail.com*

<sup>4</sup>*Universidade Federal de Pelotas – ggoliveira@ufpel.edu.br*

### 1. INTRODUÇÃO

Ao longo dos últimos anos, a construção civil vem passando por um processo de transformação impulsionado pela demanda de sustentabilidade e pela necessidade de racionalização produtiva, evidenciada pela adoção da construção industrializada (RIBEIRO; BRANCO 2022). Nesse sentido, a madeira engenheirada, representada principalmente pela MLC (Madeira Laminada Colada) e pela MLCC (Madeira Laminada Colada Cruzada), também conhecidas respectivamente como *GLULAM (Glued Laminated Timber)* e *CLT (Cross-Laminated Timber)*, vem sendo difundida no cenário internacional e tem sido incorporada ao contexto brasileiro (RIBEIRO; BRANCO, 2022). Esses sistemas estruturais híbridos são definidos, sobretudo, pela sobreposição de camadas de madeira maciça coladas de maneira perpendicular entre si, conferindo-lhes alta complexidade construtiva caracterizada, por exemplo, pela necessidade de controle tecnológico, padronização dimensional e integração entre projeto e execução, aspectos que impactam diretamente no projeto arquitetônico e na viabilidade da construção, conforme demonstrado na *Figura 1* (NOGUEIRA, 2017). Sua lógica de construção tem influência direta no desenho, na modulação, no tempo de obra e até na linguagem estética das edificações. Entretanto, para que o processo seja bem-sucedido, é imprescindível que os projetos sigam as premissas da industrialização, que são princípios básicos orientadores do processo de projeto e execução de sistemas construtivos industrializados. Entre elas, destacam-se a coordenação modular, que é entendida como uma estratégia de reduzir a variação nos tamanhos de sistemas construtivos; a racionalização, que é descrita como a lógica baseada em medidas múltiplas entre as peças, uma vez que haja variação nos seus tamanhos; a construtibilidade, que garante que na etapa de montagem da edificação os elementos se encaixem de forma precisa; e a compatibilização, que por sua vez, possibilita a combinação de elementos construtivos (GRABARZ, 2013). Por isso, o uso de modelos reduzidos torna-se uma ferramenta fundamental no processo de ensino-aprendizagem da arquitetura. Ao interagir com modelos

reduzidos, os estudantes podem visualizar e experimentar de forma prática aspectos como a disposição das camadas dos materiais, as conexões estruturais, a modulação e dimensionamento dos elementos e a interação entre diferentes materiais (GONSALEZ, 2015). Tais experiências permitem uma compreensão mais profunda de sistemas construtivos híbridos como MLC (Madeira Laminada Colada) e MLCC (Madeira Laminada Colada Cruzada).

Desse modo, o Grupo de Estudos do Projeto Unificado de Ensino, Extensão e Pesquisa denominado Industrialização da Construção e Pré-fabricação no Projeto de Arquitetura, utiliza o potencial dos modelos reduzidos, comumente chamados de maquetes, como recurso fundamental para aprimoramento do processo de ensino-aprendizagem, visto que eles, assim como defendido por MIRÓ (2017) e GONSALEZ (2015), proporcionam entendimento efetivo de forma rápida e intuitiva de sistemas construtivos complexos e híbridos.

Figura 1



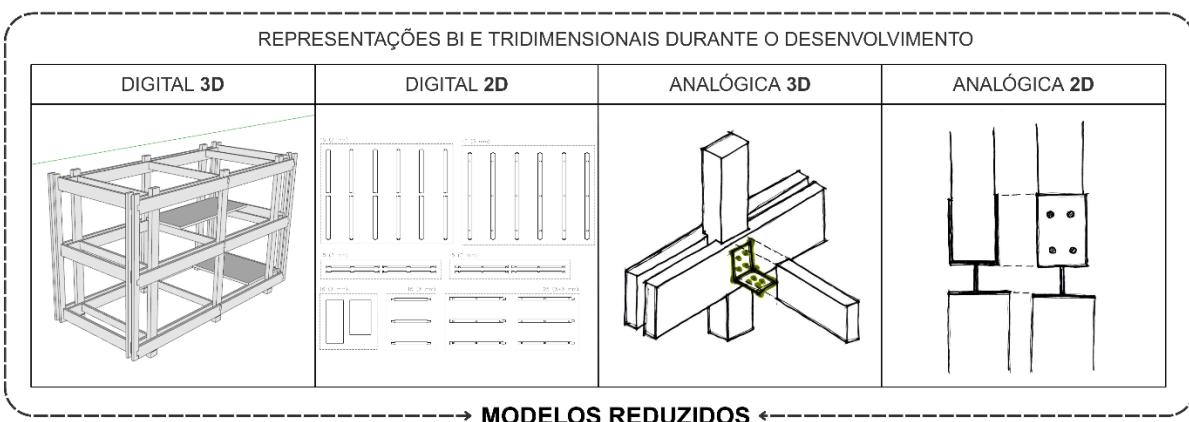
Fonte: autor

## 2. ATIVIDADES REALIZADAS

O projeto unificado foi estruturado em ações para cada etapa, com a finalidade de atender objetivos específicos para cada uma das etapas. Em um primeiro momento, definiu-se a abrangência de estudos do projeto através de pesquisas bibliográficas de sistemas pré-fabricados em *GLULAM* (*Glued Laminated Timber*) e *CLT* (*Cross-Laminated Timber*) e estudo de obras referenciais. Em sequência, realizou-se a caracterização dos sistemas construtivos escolhidos, abrangendo seus materiais, elementos, componentes, sistemas e subsistemas. Esse processo possibilitou a determinação de parâmetros específicos de projetos de sistemas *GLULAM* e *CLT*. Entre eles, pode-se destacar, por exemplo, os tipos de elementos que cada sistema admite (vigas e pilares para *GLULAM*; e painéis e lajes para *CLT*), suas limitações construtivas (como a necessidade de evitar contato da madeira com a água) e sua variação de soluções estéticas e estruturais (o pilar, por exemplo, influencia na linguagem arquitetônica e, consecutivamente, interfere na estrutura). Em um segundo momento, desenvolveu-se o estudo sobre detalhes,

encaixes e técnicas construtivas associado aos sistemas construtivos. Em paralelo, estruturou-se a compreensão da importância dos modelos reduzidos para o processo de ensino-aprendizagem. Com esse objetivo, catálogos, manuais e livros da *Crosslam* e da *Rewood*, empresas brasileiras pioneiras e especializadas nos sistemas construtivos abordados, tornaram-se imprescindíveis, além de materiais internacionais, como, por exemplo, o livro denominado *Manual de Estruturas Ilustrado* de Francis D. K. Ching. Em um terceiro momento, baseando-se na compreensão completa dos sistemas, executou-se o projeto do modelo reduzido de módulos pré-fabricados de *GLULAM* e *CLT*, a fim de aplicar e assegurar os conhecimentos adquiridos nas etapas anteriores e construir o modelo final. Para tanto, conforme se observa na *Figura 2*, utilizou-se paralelamente de representações bidimensionais e tridimensionais em formato digital e analógico para a documentação técnica do modelo reduzido. Entre elas, evidenciam-se plantas baixas, cortes, fachadas e detalhes para representações digitais e croquis em formato bi e tridimensional para representações analógicas. Ademais, tais representações serviram para a preparação dos arquivos destinados ao corte a laser das peças e à construção do modelo final. Nesse sentido, durante o desenvolvimento desta etapa, percebeu-se a importância de aplicação das premissas da industrialização (são elas: coordenação modular, racionalização, compatibilização e construtibilidade) em sistemas construtivos complexos, além de compreender sua conceituação. As etapas foram executadas por meio de um processo periódico, sendo habitual a revisão das representações técnicas digitais e analógicas durante o processo, visto que quando não se dispõe de modelos reduzidos, faz-se necessário ampliar os estudos bibliográficos, bem como obter orientações para a compreensão global de sistemas complexos.

Figura 2



Fonte: autor

### 3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

À luz do exposto, as considerações realizadas ao longo deste estudo indicam que a maquete se torna relevante a todas as etapas do projeto de arquitetura, sobretudo em contextos onde a complexidade dos sistemas construtivos exige uma compreensão global e detalhada. Ainda, observou-se que a aplicação das premissas da industrialização é fundamental para o desenvolvimento de sistemas pré-fabricados de forma eficiente e coerente com a arquitetura projetada. Por fim, o experimento demonstra que a integração entre a pesquisa bibliográfica, análise de precedentes, experimentação prática com modelos reduzidos e representação técnica é imprescindível para o estudo e aplicação de sistemas construtivos complexos, cumprindo assim a pretensão de aprimoramento do curso de Arquitetura e Urbanismo, especificamente a melhoria do processo de ensino-aprendizagem do Projeto de Arquitetura.

### 4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CHING, F. D. K.; ONUYE, B. S.; ZUBERBUHLER, D. **Sistemas Estruturais Ilustrados**. Porto Alegre: Bookman, 2010. 2v.
- GONSALEZ, C.; BERTAZZONI, L. **Maquetes: A representação do espaço no projeto arquitetônico**. São Paulo: Editora Gustavo Gili, 2015.
- GRABARZ, R. G. **Contribuição para o emprego de portas modulares em projetos de alvenaria estrutural**. 2013. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-graduação em Estruturas e Construção Civil, Universidade Federal de São Carlos.
- MILLS, C. B. **Projetando com maquetes: um guia para a construção e o uso de maquetes como ferramenta de projeto**. Porto Alegre: Bookman, 2007. 2v.
- MIRÓ, E. P. **Maquetismo Arquitetónico**. Barcelona: Parramón, 2010.
- NOGUEIRA, D. **A Versatilidade da Madeira Laminada Colada**. 2017. Construindo, Belo Horizonte, v.8, n.1, p.01–14, 2017.
- RIBEIRO, B. F. M.; BRANCO, J. M. **Industrialização na construção – A madeira como solução modular**. 2022. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Programa de Pós-graduação em Engenharia, Universidade do Minho.