

## LEVANTAMENTO DE EDIFICAÇÕES EM CLT (CROSS LAMINATED TIMBER) NO BRASIL: CONSTRUÇÃO DE UM BANCO DE DADOS

MEZO, Tayane Yuri<sup>1</sup> ([tayane\\_yuri@usp.br](mailto:tayane_yuri@usp.br)); INO, Akemi<sup>2</sup> ([inoakemi@sc.usp.br](mailto:inoakemi@sc.usp.br))

<sup>1</sup>Universidade de São Paulo (USP), Brasil

**Palavras-chave:** CLT, MLCC, madeira engenheirada, edificações, projeto.

### Resumo

Ao longo dos últimos anos, a necessidade de construir edificações com um menor impacto ambiental vêm apontando uma tendência mundial em explorar e difundir a construção com madeira engenheirada, incluindo-se neste grupo o Cross-Laminated Timber (CLT). No Brasil, a implementação desse material relativamente novo ainda é insipiente, mas já aponta um potencial futuro para utilização intensiva desta tecnologia. Para tanto, pretende-se desenvolver uma Ficha Técnica de cada obra na qual constará, além das informações técnicas, uma síntese da descrição do uso dos painéis CLT e os respectivos desenhos de detalhes construtivos adotados. Considerando a carência da literatura nacional que compile desenhos e soluções técnicas dos projetos em CLT, a pesquisa pretende contribuir na difusão de informações a respeito desta tecnologia construtiva em madeira, em consolidação no contexto nacional.

### 1 INTRODUÇÃO

Ao longo dos últimos anos, a necessidade de construir edificações com um menor impacto ambiental vêm apontando uma tendência mundial em explorar e difundir a construção com madeira engenheirada, incluindo-se neste grupo o Cross-Laminated Timber (CLT) como é conhecido no exterior. No Brasil, a implementação desse material relativamente novo ainda é insipiente, mas já aponta um potencial futuro para utilização intensiva desta tecnologia. Deste modo, o presente artigo, tem como objetivo o estudo e a sistematização das diferentes soluções de projeto para o emprego do CLT ou madeira lamelada colada cruzada (MLCC), presentes nos edifícios brasileiros construídos recentemente.

O agravamento das problemáticas ambientais nas últimas décadas vem trazendo à tona a discussão sobre a necessidade de produzir habitações mais sustentáveis, principalmente na escolha de seus materiais e no emprego de seus métodos construtivos. Estudos e pesquisas de diversos países apontam a madeira como um material com características mais sustentáveis, capazes de complementar o uso de materiais como o aço e o concreto no setor da construção civil. No contexto brasileiro, o concreto é o principal material utilizado na construção. Estima-se que para cada tonelada de cimento produzida no Brasil são emitidos 600 kg de  $CO_2$ . No caso da madeira utilizada no CLT, o "carbono" é sequestrado durante o crescimento da árvore e assim, apesar de toda a energia usada no processo de extração e fabricação da madeira, há uma compensação que resulta em "crédito positivo", e ainda o carbono fica armazenado nas edificações (Passarelli, 2013). Em relação ao comportamento estrutural do CLT, ele pode ser considerado um material com alto

grau de flexibilidade e resiste a grandes deformações antes de romper e ruir. Por isso, o seu uso tem se tornado cada vez maior mundialmente no setor da construção civil.

Para a difusão e popularização da tecnologia, é essencial entender a forma como o CLT vem sendo incorporado nas edificações brasileiras. Para isso, é importante a organização de um banco de dados que reúna as informações técnicas sobre as soluções de desenho, projeto e construções realizadas até o momento, colocando em foco a produção nacional. O trabalho pretende realizar um levantamento da forma de uso do CLT nas edificações nacionais. Serão analisados exemplos de obras construídas em madeira, demonstrando as diferentes soluções de projeto que podem ser adotadas.

## 2 IMPLEMENTAÇÃO DO CLT NO BRASIL

Atualmente existem duas empresas que comercializam o material no Brasil: a CROSSLAM (Suzano-SP) e a URBEM (Curitiba-PR). A CROSSLAM é a empresa pioneira no desenvolvimento da tecnologia no mercado nacional. Em seu acervo de projetos concluídos e também no panorama geral de obras do país, há a predominância do uso desta tecnologia em edifícios de pequeno porte de até dois pavimentos, o que reflete uma produção ainda inicial quando comparada a edificações em CLT construídas em outros países. Fato que Oliveira (2018) afirma ser naturalmente compreensível em razão do tempo de implantação de fábricas produtoras no país deste produto. No entanto, mesmo o acervo de projetos nacionais em CLT sendo relativamente pequeno, é possível traçar uma curva de crescimento nos últimos anos que apontam para a intensificação do uso deste material industrializado na construção. No início da implementação da tecnologia no país existia um número médio de 2 e 3 unidades entre os anos de 2012 e 2016. Após cerca de cinco anos da introdução no país, entre 2017 e 2018 houve um aumento significativo de obras, fazendo com que no final de 2018 ao todo fossem levantadas 31 edificações com uso do CLT em território nacional (Oliveira, 2018).

A fábrica da URBEM, localizada no estado do Paraná, antes comercializava o material fabricado pela empresa austríaca KLH, líder mundial e precursora da tecnologia, e desde final do ano passado iniciou o processo de produção de painéis de CLT em grande escala. Entende-se que a implementação da segunda fábrica de produção de CLT no Brasil irá contribuir com o crescimento do número de edificações que utilizam a tecnologia nos próximos anos. Ademais, o primeiro prédio em madeira “Mid Rise” divulgado pela empresa CROSSLAM também aponta para a possível passagem do país para uma nova fase do CLT no cenário da construção civil nacional.

## 3 OBJETIVOS

O objetivo geral desta pesquisa é a sistematização das diferentes soluções de projeto que empregam o Cross Laminated Timber (CLT), presentes nas obras construídas recentemente no Brasil. Para tanto foi elaborado fichamento técnicos com os dados de projeto e as composições adotadas para sistemas de parede e cobertura, com seus respectivos detalhes construtivos. A partir das fichas de cada projeto foi montado um banco de dados que compila as informações técnicas sobre os painéis CLT e as respectivas soluções adotadas em cada projeto.

#### 4 METODOLOGIA

Esta pesquisa de iniciação científica utilizou como principais referências bibliográficas a dissertação: “Cross Laminated Timber (CLT) no Brasil: processo construtivo e desempenho” de Oliveira (2018) e “Habitações de madeira: investigação do Cross Laminated Timber como alternativa para morar sustentável no Brasil” de Chiletto (2021). Para a análise de dados projetuais foram utilizadas as informações de projetos disponibilizadas na internet - sites dos escritórios e empresas de arquitetura e construção. Através de contato com as empresas e respectivos escritórios de projeto que forneceram acesso a informações do projeto executivo de edificações, o que possibilitou um estudo mais detalhado dos sistemas de parede e cobertura além de acesso a detalhamentos construtivos das obras executadas.

A proposta de uma ficha técnica parte de uma demanda de detalhamentos técnicos relativos aos materiais empregados e sistemas construtivos, em particular quando se trata de projetos que utilizam madeira como elemento construtivo. Assim, para facilitar a compreensão de cada parte constituinte da edificação, nesta pesquisa foram analisadas as interfaces dos sistemas de vedação (paredes) e sistema de cobertura que utilizam os painéis MLCC. As informações, dados técnicos e os detalhes construtivos relativos às obras levantadas foram organizadas em 3 partes: 1) Descrição do projeto; 2) Descrição do sistema de paredes; e 3) Descrição do sistema de cobertura. Na sequência será apresentado o projeto da CASA CABRAS (2020) uma das obras levantadas como exemplo de ficha técnica.

#### 5 RESULTADOS

##### 5.1 Levantamento dos projetos nacionais que fazem uso do CLT

Complementando o levantamento realizado pela Oliveira (2018), foram levantadas novas obras que fazem uso do CLT, no período de 2018 a 2022. A Tabela 1 apresenta um total de 30 obras levantadas até o momento, e estão agrupadas em 2 tipologias: residencial e comercial.

**Tabela 1.** Relação de Obras levantadas (2012 - 2022)

Nº	Local	Escritório Arquiteto	montagem on/off site	Ano	Área (m2)	Uso do CLT na construção
<b>Projetos Residenciais</b>						
1	Tiradentes (MG)	-	on site	2012	62	Paredes estruturais e lajes de piso e cobertura
2	São Sebastião (SP)	-	on site	2013	60	Paredes estruturais e lajes de piso e cobertura
3	Itu (SP)	Sergio Sampaio	on site	2013	1350	Painéis de fachada (sem função estrutural)

4	Vale do Parnaíba (SP)	MAPA	off site	2015	45	Paredes estruturais e lajes de piso e cobertura
5	Ubatuba (SP)	Gui Mattos	on site	2015	450	Divisórias dos ambientes internos (térreo); paredes autoportantes e lajes de piso e cobertura (pav 1)
6	Porto Feliz (SP)	-	on site	2016	600	Paredes estruturais e laje de cobertura no térreo; e no mezanino
7	Itu (SP)	Galvez + Marton	on site	2016	370	Paredes estruturais e lajes de piso e cobertura
8	Suzano (SP)	-	on site	2017	85	Pilares, vigas, laje de piso
9	São Sebastião (SP)	-	on site	2017	165	Paredes estruturais e lajes de piso e cobertura
10	São Paulo (SP)	-	on site	2017	80	Paredes estruturais e lajes de piso e cobertura
11	Gonçalves (MG)	-	on site	2017	54	Pilares e vigas
12	Curucaca (SC)	Mapa Arquitetura	on site	2018	90	Paredes estruturais e lajes de piso e cobertura
13	Valinhos (SP)	-	on site	2018	285	Paredes estruturais e lajes de piso e cobertura
14	Boaçava (SP)	-	onsite	2018	157	paredes estruturais (estruturais) e lajes de piso e cobertura
15	Gonçalves (MG)	-	off site	2018	27	Paredes estruturais e lajes de piso e cobertura
16	São Luiz do Paraitinga (SP)	-	on site	2018	208	Paredes estruturais; laje de piso e paredes
17	Valinhos (SP)	HOME CONCEITO	on site	2018	525	Paredes estruturais; laje de piso
18	Avaré (SP)	Sérgio Sampaio Arquitetura + Planejamento	on site	2018	245	Paredes estruturais em painéis modulares em CLT (1,25 x 2,80m) definem a configuração dos espaços internos.

19	Campinas (SP)	Arquitetura MAPA	on site	2021	285	Laje de cobertura em CLT (60mm); Parede portante em CLT (80mm);
20	São Paulo (SP)	Studio MK27	on site	2020	-	Laje cobertura em CLT
21	-	SkyLab	on site	-	-	Laje de cobertura
22	-	FGMF	on site	-	-	Laje de cobertura
<b>Projetos Comerciais</b>						
23	São Paulo (SP)	MMBB	on site	2020	170	Mobiliário e Marcenaria
24	São Paulo (SP)	Perkins & Will	on site	2020	1500	Mobiliário e Marcenaria
25	São Luís (MA)	Natureza urbana	on site	2020	6693	Laje de cobertura
26	Suzano -SP	-	o site	-	-	Paredes estruturais
27	São Paulo-SP	Triptyque	o site	2019	12853	Laje de cobertura
28	Florianópolis-SC	Baixo Impacto	-	2019	-	-
29	Chácara Santo Antônio	Luis Paulo Andrade	off site	2018	900	Mobiliário e marcenaria
30	São Paulo-SP	H2C Arquitetura	off site	2018	600	Mobiliário, paredes estruturais; piso e cobertura

## 5.2 Estudos de Caso

Para o estudo mais aprofundado do uso de CLT nos projetos residenciais no Brasil foram selecionados 7 projetos para estudo de caso na presente pesquisa: Minimod Catuçaba, Minimod Curucaca, Casa Cabras, Módulo Congonhas, Casa Avaré, Casa Larissa e Casa Jurumirim. O critério de seleção foi a possibilidade de acesso a dados e desenhos técnicos fornecidos pelos escritórios de interesse da pesquisa. As fichas elaboradas para cada projeto foram subdivididas em: (1) Descrição do projeto; (2) Descrição do sistema de paredes e (3) Descrição do sistema de cobertura. Para fins de exemplificação, pode-se observar o estudo de caso do projeto Casa Cabras nos itens 5.2.1., 5.2.2 e 5.2.3.

### 5.2.1 Descrição do projeto

O projeto arquitetônico Casa Cabras foi projetado pelo escritório MAPA Arquitectos, é uma casa de campo com superestrutura em painéis CLT apoiados sobre base de concreto, com instalações projetadas respeitando a especificidade de uma construção pré-fabricada. A montagem dos painéis

foi realizada *in loco* e devido ao sistema de pré-fabricação e planejamento de obras o trabalho no canteiro de obras foi muito rápido e em apenas três semanas foram concluídos toda parte de vedação e cobertura.



Figura 1. Vista externa, MAPA Arquitectos, 2020

### 5.2.2 Descrição do sistema de paredes

A edificação possui 8 tipos de composições de paredes estruturais em CLT, identificadas por P1, P2, P3, P4, P5, P6, P7 e P8 (Figura 2) e nas Figuras 4 e 5 estão apresentadas a composição das paredes Internas e Externas, respectivamente. Em especial, a denominação P1 está sendo utilizada tanto para Pilar como para parede estrutural. Neste conjunto, apenas as paredes do tipo P6 e P8 não possuem o CLT como seu arcabouço estrutural, ou seja, não tem função estrutural.

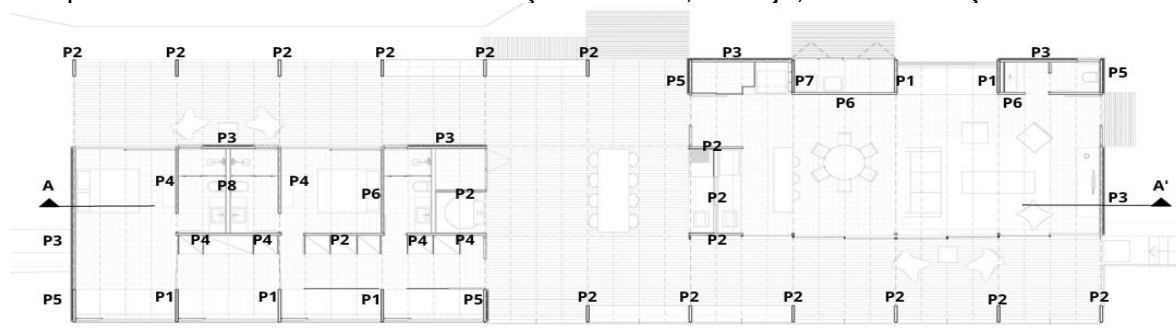


Figura 2. Planta simplificada com indicação dos tipos de paredes externas e internas, MAPA Arquitectos (adaptado), 2023



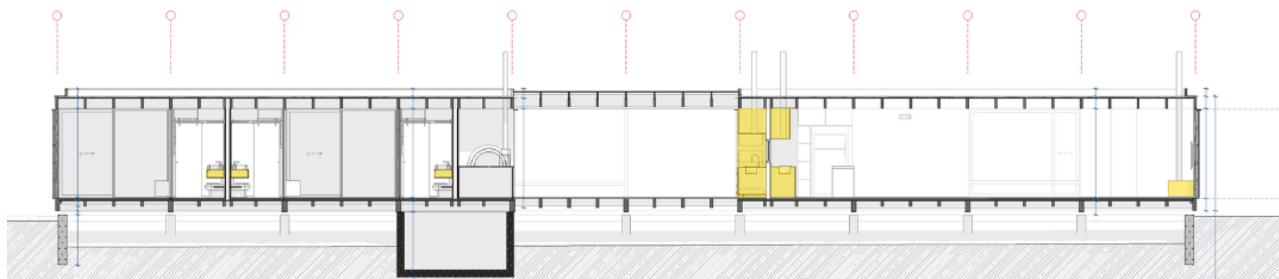


Figura 3. Corte longitudinal AA', MAPA Arquitectos (adaptado), 2023

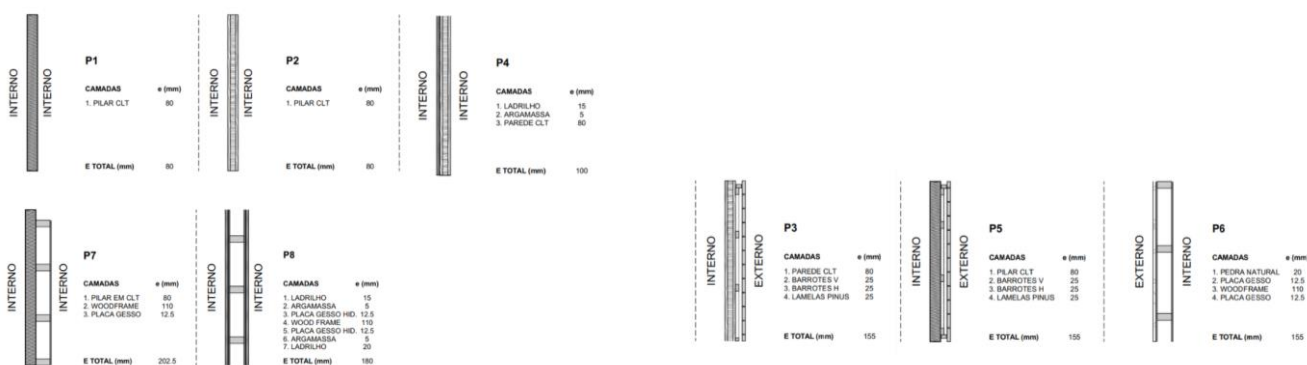


Figura 4. Paredes Internas e Pilar, MAPA Arquitectos, 2020

Figura 5. Paredes Externas, MAPA Arquitectos, 2020

### 5.2.3 Descrição do sistema de cobertura

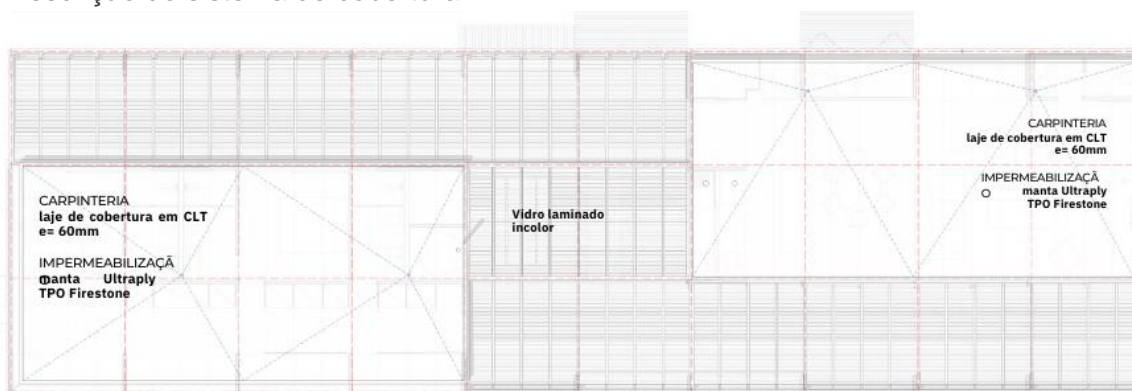


Figura 6. Casa Cabras: Planta de cobertura, MAPA Arquitectos, 2020

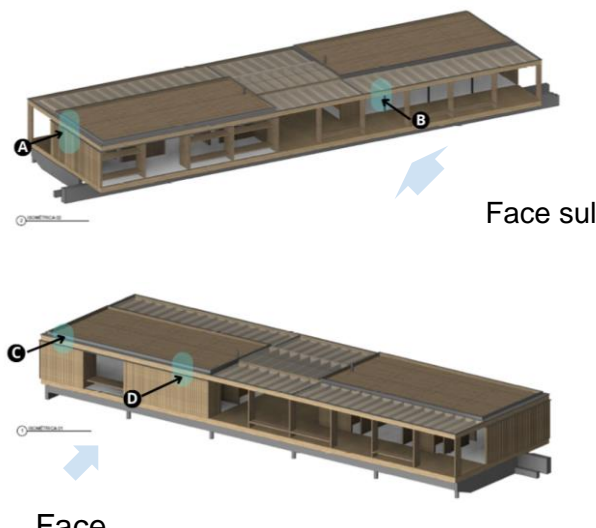


Figura 7. Isométrica com indicação dos detalhes A,B,C e D, Timbau, 2023

Para análise do sistema de cobertura é possível destacar a composição de componentes presentes nos cortes A, B, C e D - indicados na perspectiva da figura 7. Nos casos destacados é possível observar o emprego do Painel CLT tanto na função de Parede Estrutural (e=80mm) quanto na função de laje de cobertura (e=60mm). Além disso, observa-se que o principal componente estrutural do sistema de cobertura é o conjunto de vigas de MLC que recebem a carga de cobertura e descarrega nas paredes estruturais de CLT.

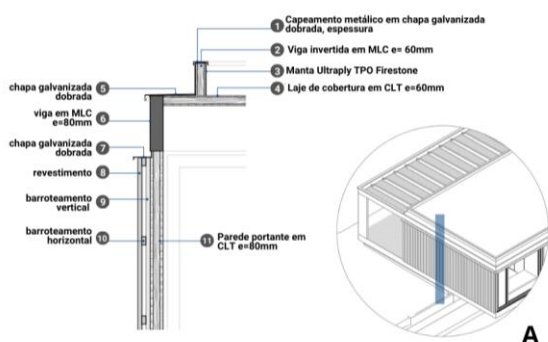


Figura 8. Detalhe A - encontro da cobertura com a parede, MAPA Arquitectos (adaptado),2020

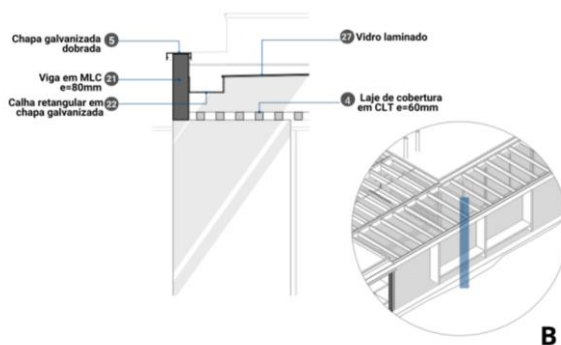
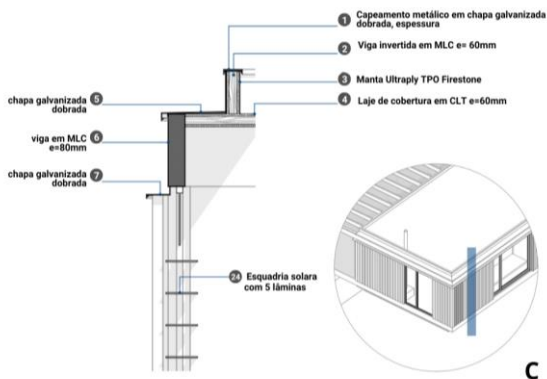
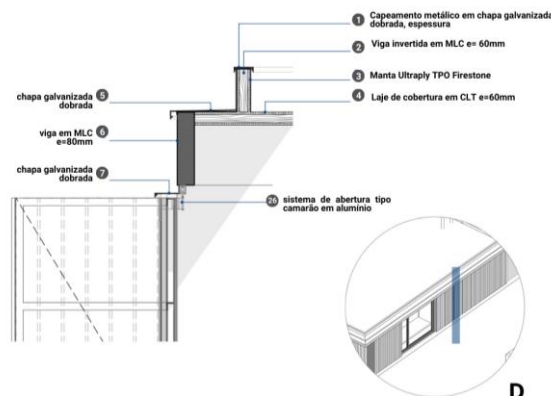


Figura 9. Detalhe B - encontro da cobertura com a parede, MAPA Arquitectos (adaptado),2020





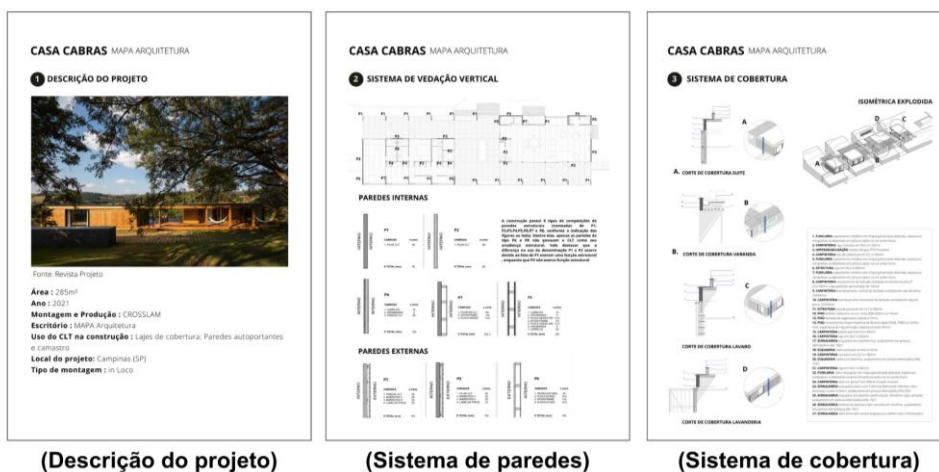
**Figura 10.** Detalhe C - encontro da cobertura com a parede, MAPA Arquitectos (adaptado),2020



**Figura 11.** Detalhe D - encontro da cobertura com a parede, MAPA Arquitectos (adaptado),2020

### 5.2.4 Modelo de fichamento

A partir do estudo e análise dos dados projetuais fornecidos pelas empresas e escritório, estão sendo elaborados fichamentos técnicos com enfoque no uso dos painéis CLT como sistema de paredes e cobertura. No modelo apresentado na figura 12 é possível observar o tipo de sistematização de dados proposto pela pesquisa.



**Figura 12.** Modelo de fichamento e sistematização de dados

## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A pesquisa conseguiu atualizar o levantamento realizado por Oliveira (2018) das obras que utilizam os painéis CLT fabricados nacionalmente, e também, foi possível sistematizar os dados técnicos e os detalhes construtivos adotados nos 37 projetos levantados. A pesquisa confirma a falta de informações mais específicas e detalhadas sobre as obras, indicando a importância destes dados para incentivar estudantes e profissionais na escolha do uso CLT nos projetos. A ficha técnica proposta nesta pesquisa, preliminarmente, se delimitou aos dois sistemas: de vedação e de cobertura, e será ampliada para outros dados na sua continuidade. O presente trabalho ainda está em andamento, desse modo as informações apresentadas no modelo ainda poderão ser complementadas e ajustadas. Com esta sistematização de soluções técnicas adotadas em projetos executados em CLT pretende-se contribuir na divulgação desta tecnologia na área de arquitetura e engenharia.

## 7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Chiletto, T. O., Ino, A. (2019). Habitações de madeira: investigação do Cross-Laminated Timber como alternativa para o morar sustentável no Brasil. Anais.. São Carlos: IAU/USP, 2019. Disponível em: <https://drive.google.com/file/d/12ponn2yVXat4Spj1-GKgNOenc9IZ0J8B/view>. Acesso em: 09 jun. 2022.

Oliveira, G. L. (2018). Cross Laminated Timber (CLT) no Brasil: processo construtivo e desempenho. Recomendações para o processo do projeto arquitetônico. 2018. Dissertação (Mestrado em Tecnologia da Arquitetura) - Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Paulo.

Passarelli, R. N. (2013.) Cross Laminated Timber: Diretrizes para o projeto de painel maciço em madeira no Estado de São Paulo. 2013. 274 f. Dissertação (Mestrado em Arquitetura) - Instituto de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo, São Carlos.

## AGRADECIMENTOS

Ao Programa Unificado de Bolsas da USP, pela concessão de bolsa, à Prof Dra. Akemi Ino pela orientação e aos escritórios de arquitetura que forneceram acesso a dados projetuais e desenhos executivos.