

DIRETRIZES

PERGUNTAS E RESPOSTAS

SOBRE ESTRUTURAS DE CLT E MLC

MARÇO/2024

TEL: (11) 4747-2323 / (11) 4744-5369

www.CROSSLAM.com.br

ESTRUTURAS DE CLT E MLC

1. O que é CLT e MLC?

Painéis de CLT são muitas vezes confundidos com estruturas de MLC. De fato, ambas as tecnologias possuem muitas semelhanças entre si, por consistirem em produtos de madeira engenheirada baseados no princípio da colagem de lamelas para sua fabricação. No entanto, são, na verdade, estruturas distintas, cada uma com suas próprias particularidades e singularidades.

Para sua fabricação dos painéis de CLT (Cross Laminated Timber), também conhecidos como X-Lam, ou madeira lamelada colada cruzada (MLCC), em português, as lamelas são coladas em sentido ortogonal, perpendiculares entre si, o que possibilita a distribuição de cargas de forma bidimensional, atingindo elevadas capacidades de resistência e rigidez. Desse modo, podem ser empregados como lajes, de piso ou cobertura, paredes autoportantes, com função estrutural, ou vedações sem função estrutural.



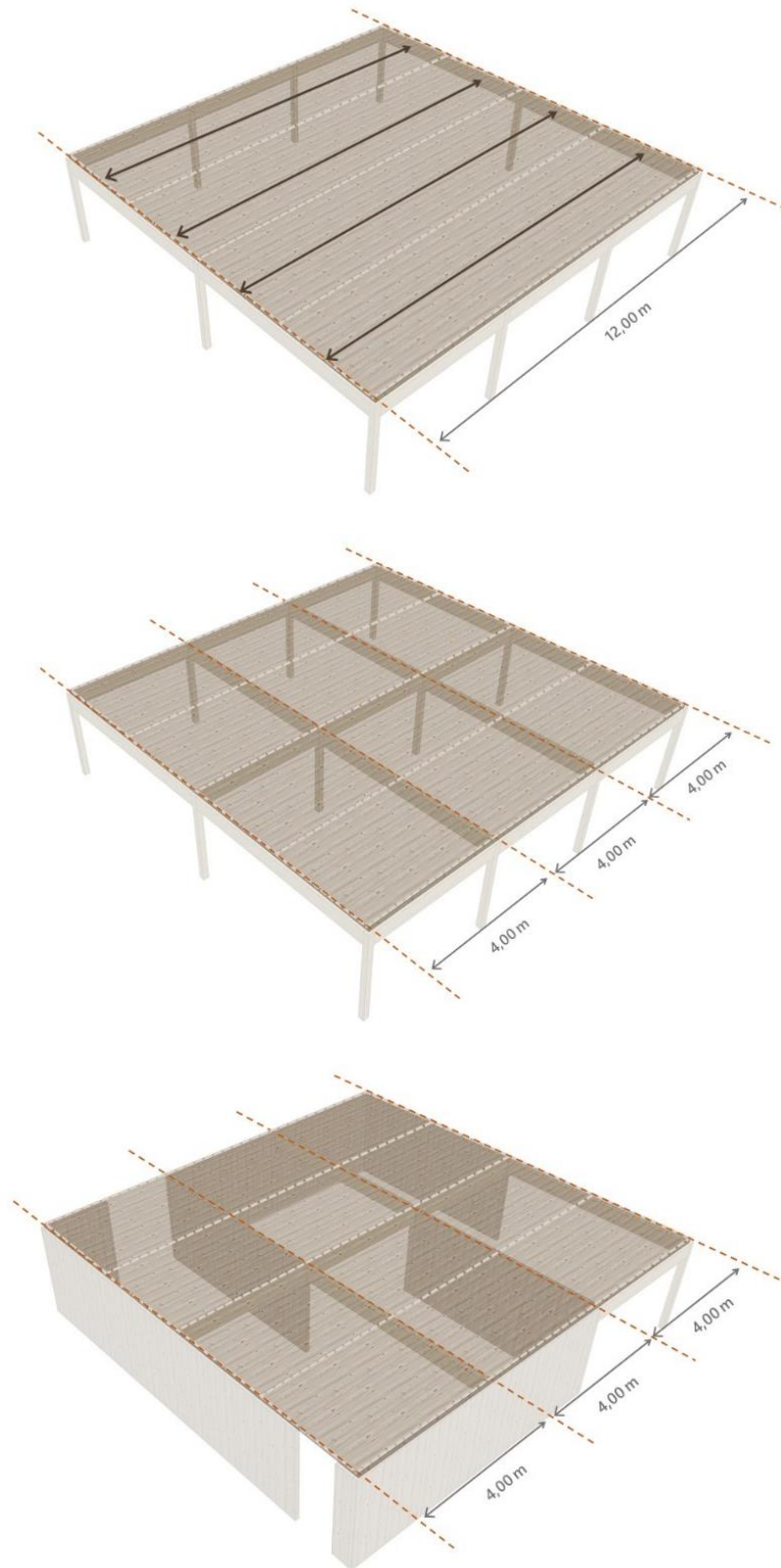
No caso do MLC, denominado internacionalmente de Glued Laminated Timber (GLT) ou Glulam, duas ou mais lamelas de madeira maciça são coladas de forma paralela, resultando em elementos lineares, que possuem maior capacidade à compressão e aos esforços verticais. Dessa forma, tais esforços atuam estruturalmente apenas em uma direção, resultando em peças lineares como vigas, arcos, pórticos ou pilares.



Estruturas de MLC e CLT podem ser utilizadas nas edificações de forma individual ou associadas. Assim, encontramos exemplos de obras constituídas por pilares e vigas de MLC atuando como solução estrutural única, associada a vedações de outros materiais, não estruturais, como alvenarias, painéis de wood-frame, dentre outros. Da mesma forma, observam-se frequentemente estruturas compostas apenas por painéis de CLT, onde exercem tanto a função de superestrutura como de vedação. No entanto, é possível afirmar que as melhores soluções são sempre aquelas nas quais os elementos trabalham em conjunto, cada um especificado para sua melhor condição de desempenho.

O uso desses elementos pode proporcionar ganhos significativos para a construção civil, possibilitando a montagem de estruturas de forma extremamente rápida, calculada em dias, com altíssima precisão dimensional das peças e significativa redução dos resíduos produzidos em obra. Para se usufruir da totalidade das suas características positivas, porém, é essencial que desde a concepção do projeto sejam consideradas as particularidades do processo construtivo próprio desse tipo de estrutura. Um dos pontos essenciais a ser considerado refere-se aos vãos da estrutura. As lajes de CLT trabalham na longitudinal, necessitando assim de apoios posicionados de forma transversal ao sentido das lamelas. Assim quanto maior a distância entre os apoios, maior será a

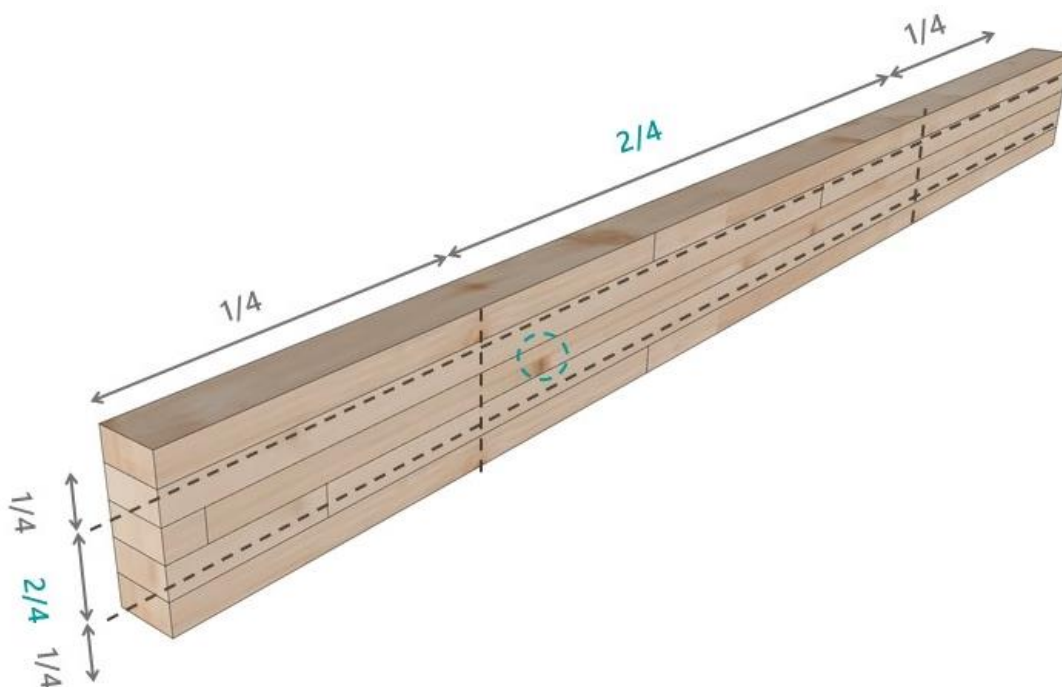
espessura da laje. Conseqüentemente, vãos menores acarretam espessuras menores (mínimo de 80mm).



FABRICAÇÃO

1. Posso fazer furos e usinagens em qualquer local das vigas de MLC?

Recomenda-se a realização de furos nos 2/4 centrais da viga de MLC, tanto na vertical quanto na horizontal (conforme imagem esquemática abaixo), na intenção de evitar os apoios do elemento, região mais solicitada estruturalmente. Além disso, é válido considerar o máximo diâmetro das perfurações como $\frac{1}{4}$ da altura da viga. No caso de haver furos extremamente necessários que fujam desses parâmetros, a situação deverá ser analisada pela equipe de projetos da Crosslam e, dada sua viabilidade, a viga receberá reforços.



2. Posso fazer novas usinagens nos painéis de CLT, seja em obra ou após conclusão da obra?

Os furos executados pela CROSSLAM são **todos** realizados em fábrica, pré-fabricados. No entanto, é possível executar furações em obra, após a conclusão da nossa montagem. Esse serviço poderá ser realizado por um marceneiro local e deverá seguir nossas premissas estruturais. Para furos ou rasgos de grandes dimensões, é necessário, também, a validação estrutural da nossa equipe de engenharia. Segue o passo a passo:

- a. para furações: utilize brocas chatas e/ou brocas anulares com guia ou ainda serra tico-tico (esta última, para furos de grandes diâmetros). Furações com serra-copo são extremamente difíceis;
- b. para passagens suplementares: utilizar Router/Tupia elétrica manual com o diâmetro da fresa igual à largura da passagem necessária. Estes equipamentos, caso não deseje adquiri-los, também são alugados em comércios especializados em aluguel de equipamentos e ferramentas. Utilize sempre uma guia para esta ferramenta.

3. Posso realizar aberturas zenitais em lajes de cobertura de CLT?

De maneira geral sim, mas devem sempre ser previstas durante a elaboração do projeto da estrutura, para que seja possível verificar as situações individualmente no contexto da estrutura como um todo. Como premissa básica, aberturas com formato redondo possuem maior eficiência estrutural. Aberturas com formato retangular devem ter seu maior comprimento sendo posicionado na mesma direção entre apoios da laje (direção principal), ou seja, paralelas aos veios da madeira. Caso estejam perpendiculares à direção principal das lajes, será necessário prever reforços para apoio da cobertura.

4. Como são realizadas as instalações elétricas?

Instalações elétricas em edificações de CLT podem ser realizadas de maneira aparente, com conduítes expostos, ou de forma oculta, com eletrodutos embutidos nos painéis. Para este último caso, as usinagens para passagem das instalações e para acomodação das caixas de luz são realizadas previamente em fábrica. Usinagens lineares executadas para



USINAGENS LINEARES DEVEM SER REALIZADAS
NA FACE DO PAINEL ACOMPANHANDO O
SENTIDO DA LAMELA EXTERNA

NO CASO DE PAREDES, SÃO POSICIONADAS
SEMPRE NA **VERTICAL**

esse fim devem ser realizadas nas faces dos painéis, sempre acompanhando o sentido da lamela externa (vide imagem esquemática). No caso de paredes, as camadas externas possuem sentido vertical. Já para lajes, usualmente, as lamelas externas são longitudinais ao painel.

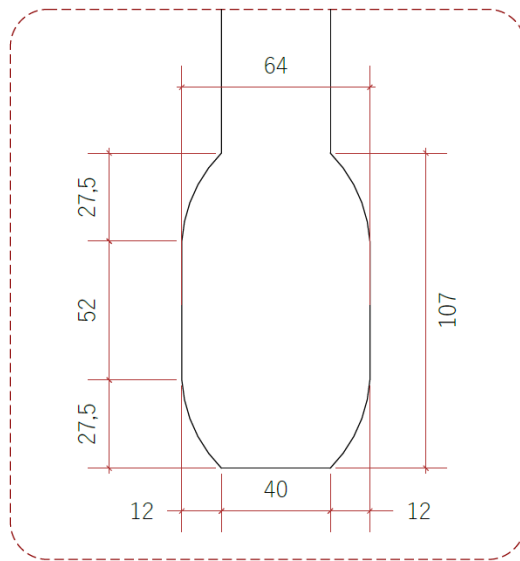
Para atravessar instalações de um ambiente a outro é possível realizar furos com formatos circulares nos painéis. Para esses furos circulares específicos, é importante se atentar aos diâmetros que são possíveis e estão disponíveis em fábrica. Além disso, quanto mais padronizadas são as furações, ou seja, ao se buscar menor variação possível para os diâmetros necessários na obra e definir previamente um padrão para localização dos furos nos painéis, maior será a otimização alcançada na fabricação, acarretando redução no tempo de usinagem e no desperdício de materiais.

5. Quando os painéis ficarão aparentes no interior da edificação, como é realizado o acabamento/fechamento dessas usinagens?

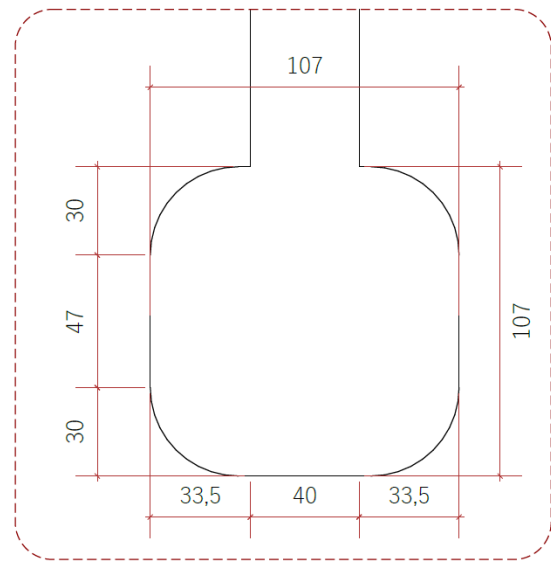
O acabamento das usinagens no caso de painéis de CLT que permanecerão aparentes no interior das edificações é realizado com uma tampa da mesma espécie empregada como matéria-prima na fabricação do painel (pinus ou eucalipto). Essa tampa possui mesma aparência e direção de lamelas da camada externa dos painéis, e será fornecida pela Crosslam. Sua instalação deverá ser realizada pelo cliente na etapa final de obra, assim que toda a infraestrutura for revisada e aprovada pelo projetista elétrico.

6. Quando a instalação é embutida nos painéis, posso utilizar caixinhas elétricas convencionais?

O modelo de caixinha elétrica mais adequado para utilização nas estruturas de CLT é da marca Nanoplastic, modelo nanoDrywall. Este possui as quinas arredondadas em formato que possibilita uma usinagem e um encaixe perfeitos (vide imagem abaixo). Também possui uma solução de fixação dos acabamentos (válida para qualquer marca/modelo de suporte e placa) adequada a painéis maciços, como o CLT.



A01 AMPLIAÇÃO 01: MÓDULO 4X2
ESCALA 1:2



A02 AMPLIAÇÃO 02: MÓDULO 4X4
ESCALA 1:2

7. Como são realizadas as instalações hidráulicas?

Instalações hidráulicas e drenos de ar-condicionado não podem permanecer embutidos nos painéis de CLT. Isso ocorre pela possibilidade de vazamento nas tubulações, o que pode acarretar a degradação dos painéis e grande dificuldade de manutenção das instalações, tendo em vista que os painéis são maciços. Assim, as tubulações devem ser posicionadas dentro de *shafts* ou paredes hidráulicas dispostas de forma faceada aos painéis. Esses *shafts* podem ser executados com perfis metálicos de *drywall* e placas de gesso acartonado resistente à umidade ou chapas cimentícias, as quais, posteriormente, podem receber revestimentos com materiais cerâmicos ou pinturas.

Para lajes de piso em CLT, as instalações devem correr abaixo delas, tornando-se necessária, em edificações de múltiplos pavimentos, a execução de um forro no ambiente inferior à área molhada, caso as tubulações não possam permanecer expostas.

MONTAGEM

1. O que é um guindaste?

Guindaste é a máquina com o mecanismo ideal para movimentar e erguer cargas extremamente pesadas. Basicamente, é constituído de uma torre equipada com cabos e roldanas e, normalmente, sua estrutura é temporariamente fixada ao chão ou montadas em um veículo especialmente adequado para essa finalidade.

A sua capacidade de carga varia de acordo com o modelo e normalmente é muito utilizado na construção civil e na indústria de equipamentos pesados. Possui grande mobilidade e capacidade para operações complexas.

2. O que é um guindauto?

O guindauto é um tipo de caminhão que tem acoplado em si um maquinário capaz de içar grandes volumes. Possui um sistema hidráulico, com um braço articulado com guincho que possibilita carga e descarga de materiais. Diferente do guindaste, tem uma utilização mais ampla, por ser de menor tamanho e permitir mais mobilidade. O caminhão Munck pode ser mencionado como um exemplo de guindauto.

Pode ser utilizado em construção, carga e descarga de contêineres, transporte rodoviário, uso florestal, suporte na montagem de estruturas metálicas e de concreto, entre outras situações. Sua capacidade de carga e altura podem variar de acordo com o seu modelo.

3. E qual a diferença entre guindaste e guindauto?

A diferença entre o guindaste e o guindauto está na capacidade de carga e altura que cada um deles pode proporcionar, além do fator mobilidade. Enquanto o guindaste é um equipamento de grande porte, que possui computadores de bordo para ajudar na realização de serviços de grande complexidade, o guindauto é um veículo capaz de transportar peças e máquinas pesadas, disponibilizando de braços mecânicos para movimentações mais simples.

Ou seja, se a sua obra não possui cargas tão pesadas, porém exige mobilidade, você deve optar por um guindauto. Agora, se for uma obra com altura elevada e os materiais são robustos e necessitam de içamento, utilize o guindaste.

Fonte: <https://totalflexlocadora.com.br/entenda-a-diferenca-entre-munck-e-guindaste/>

ACABAMENTOS

1. De que maneira são entregues os painéis de CLT?

Os painéis de CLT saem da fábrica com a aplicação de uma demão de impregnante fungicida e inseticida, à base de água (HQC791 - Montana) e uma demão de hidrorrepelente (HEC835 XILOTOP ACQUA INCOLOR - Montana). As peças que receberão revestimentos dispensam qualquer tipo de manutenção. Já para aquelas que permanecerão expostas, recomenda-se a reaplicação de demãos adicionais destes **mesmos** produtos (verificar com Crosslam qual o tipo e tonalidade já aplicado em sua madeira, evitando qualquer reação química), conforme preconizados pelo fabricante após conclusão da obra. É necessário que, em intervalo de tempos indicado pelo fabricante, seja feita uma avaliação visual da estrutura, de modo a verificar a necessidade de reaplicação do produto.

2. Para esses painéis de CLT que irão permanecer aparentes, como devo proceder com o acabamento?

O “acabamento fino de obra” está fora do escopo da Crosslam, e deve ser realizado por empresas especializadas nesse serviço. Segue uma sugestão de passo a passo:

- a) lixamento com lixa GRN 100, lixando sempre na direção das fibras da madeira. Para isto, poderá ser utilizado lixadeiras de cinta ou orbitais, sejam elas elétricas ou pneumáticas.
- b) aplicação de uma demão generosa dos produtos utilizados em sua madeira (a confirmar com Crosslam, tipos e tonalidades) sobre toda superfície lixada;
- c) aplicar uma demão generosa de verniz Bona (BonaBrasil), no caso das lajes de piso. Nessa situação, poderá ser aplicado com rolo de lã natural ou pads;
- d) repetir o lixamento caso haja necessidade, desta vez com uma lixa GRN 250/320, de preferência manualmente com suavidade ou pouca pressão no equipamento mecânico;

- e) reaplicação final dos produtos caso haja necessidade, com baixa gramatura de aplicação (sem o rolo ou pad encharcado).

3. Posso aplicar uma pintura diretamente no painel de CLT?

Sim, no entanto, recomendamos a fixação de uma placa de gesso acartonado (a ser fixada diretamente no CLT) visando garantir uma superfície adequada para o recebimento da pintura. Se a pintura for aplicada direto na madeira, o acabamento irá fissurar com o tempo e não cobrirá totalmente seus veios, ou seja, a superfície ficará um pouco manchada, com os veios levemente visíveis ao fundo.

4. Posso fixar revestimentos cerâmicos ou porcelanatos diretamente no painel de CLT?

Não. Para a fixação de revestimentos no CLT é necessário, primeiramente, a instalação de placas de gesso acartonado, placas cimentícias ou semelhante, em superfícies secas ou molhadas. No caso de superfícies que podem receber umidade, proceder com a impermeabilização da superfície antes da instalação do revestimento (vide detalhe típico de impermeabilização) e adotar gesso resistente à umidade ou placa cimentícia (como Aquapanel, por exemplo). No caso de superfícies que permanecerão secas, não é necessário a aplicação da impermeabilização e pode ser adotada uma placa de gesso acartonado normal. O gesso acartonado irá garantir uma superfície adequada para a instalação do revestimento, além de evitar que possíveis movimentações na superfície da madeira sejam transmitidas ao revestimento.

PROCESSO DE PROJETO

1. Como funciona o processo de projeto da CROSSLAM?

O projeto de estrutura da Crosslam se inicia com o recebimento do Projeto de Arquitetura. Este, a princípio, pode ser entregue de diversas maneiras, que vão desde desenhos bidimensionais editáveis (a exemplo, arquivos em formato DWG) a modelos tridimensionais com grande quantidade de informações e altamente complexos (em formato IFC, RVT, SKP, dentre outros). É preferível que este projeto esteja em uma etapa de desenvolvimento a permitir eventuais ajustes em layout, pé-direito, conceito estrutural e outras questões referentes ao desenvolvimento do Projeto da Estrutura.

Após análise do Projeto de Arquitetura, a primeira etapa do Projeto da Estrutura é o **Projeto Conceitual** (PC), que consiste em um modelo estrutural tridimensional compatibilizado com a arquitetura. Nessa etapa, são propostas soluções que atendam às demandas da arquitetura e alcancem maior eficácia possível para a estrutura. Assim, avalia-se a viabilidade de adoção de painéis de CLT para paredes com função estrutural, lajes de piso ou cobertura, verificando como empregar de forma otimizada esta tecnologia. Além disso, propõe-se também o uso de elementos estruturais de MLC, metálicos ou mesmo de concreto, que possam ter atuação secundária ou principal, quando estes são compreendidos como a melhor opção para determinadas situações.

Na sequência, aprovado o modelo conceitual, realiza-se uma análise estrutural minuciosa, para que os elementos sejam dimensionados corretamente, com base em diretrizes normativas, na localização e no uso da edificação. Esta etapa é denominada de **Projeto de Dimensionamento** (PD) e contempla o cálculo estrutural dos elementos de madeira e metálicos, não abrangendo estruturas de concreto, alvenaria, fundações ou semelhantes. Com a aprovação do modelo dimensionado da estrutura, ainda nesta etapa, é emitida a Planta de Cargas, em formato 2D editável, assim como desenhos bidimensionais representando a estrutura, em formato PDF.

Concluído o Projeto de Dimensionamento, com a emissão da Planta de Cargas, não é possível realizar alterações de grande porte na configuração da estrutura, apenas ajustes pequenos, que possam ser absorvidos no plano de corte das peças de CLT e MLC, e que não alterem as cargas da edificação. Dessa forma, o modelo tridimensional emitido ao final do Projeto de Dimensionamento poderá ser utilizado pelos demais projetistas envolvidos no processo para elaboração dos respectivos projetos complementares.

A Crosslam poderá também acompanhar e orientar o desenvolvimento dos projetos complementares, sanando as dúvidas que possam aparecer nesse processo, e apontando

eventuais interferências ou sugestões de modo a otimizar o trabalho. Contudo, o Projeto da Estrutura, por sua vez, é retomado apenas após a entrega de todos os projetos executivos finais da edificação, os quais devem ser enviados em arquivo tridimensional (IFC, RVT ou SKP). Caso não seja possível a entrega em formato tridimensional, os respectivos projetistas de cada disciplina devem fornecer as elevações bidimensionais de todos os elementos estruturais que recebem interferências de instalações (markups das furações).

Recebidos os projetos executivos finais de todas as disciplinas, inicia-se então a etapa de detalhamento do **Projeto Executivo** (PE) da estrutura. Essa etapa resulta em modelo tridimensional entregue à arquitetura e demais agentes envolvidos no projeto em formato IFC. O modelo irá incluir todas as usinagens e furações solicitadas pelos demais fornecedores e seus respectivos projetos complementares (fundação, elétrico, hidráulico, ar-condicionado, etc.), além de conectores, parafusos e outros elementos necessários para a montagem da estrutura. Tendo em vista que o PE é elaborado após o recebimento do projeto executivo final de arquitetura e complementares finais, seu prazo de entrega é contado da data de entrega desses outros documentos.

Ressalta-se que a Crosslam não se responsabiliza pela compatibilização desses projetos, apenas realiza inserção em modelo tridimensional das furações, rasgos e demais usinagens necessárias à passagem das instalações, conforme apontado pelos projetos executivos e de acordo com as premissas estruturais próprias da tecnologia construtiva envolvida. Dessa forma, o processo de corte e usinagem dos elementos estruturais só será liberado com a validação desse modelo executivo por parte do cliente e arquitetura.

