SBTIC 2019
VIRTUALIZAÇÃO INTELIGENTE NO PROJETO E NA CONSTRUÇÃO
2º Simpósio Brasileiro de Tecnologia da Informação e Comunição na Construção
UNICAMP | 19 a 21 de agosto

INOVAÇÃO NO FLUXO TRADICIONAL DE PRODUÇÃO DE ELEMENTOS PRE-FABRICADOS EM *LIGHT STEEL FRAMING* COM BIM

INOVATION ON THE TRADITIONAL PRODUCTION PROCESS OF PREFABRICATED LIGHT STEEL FRAME ELEMENTS WITH BIM

Marco Antonio Gonçalves Junior
Universidade de São Paulo | São Paulo, SP | goncalves.anttonio@gmail.com

Fabiano Rogerio Corrêa
Universidade de São Paulo | São Paulo, SP | fabiano.correa@usp.br

RESUMO

A construção em estrutura de aço leve (Light Steel Frame) é comumente usada no Canadá, Estados Unidos e Austrália; no entanto, esse sistema geralmente não é a primeira escolha no Brasil; exceto pelo uso de elementos pré-fabricados em estrutura de aço leve para fachada, que vem aumentando a cada ano devido a seus aspectos de economia de tempo. A linha de produção de elementos pré-fabricados em Light Steel Frame (LSF) requer etapas bem definidas, maquinário e layout de fábrica específicos. Nesse cenário, a automação e o uso de informações digitais é um excelente caminho para a inovação incremental e, nesse caso, é necessário analisar os processos atuais e identificar oportunidades de melhoria. A presente pesquisa tem como objetivo propor um processo que incorpore um modelo BIM à pré-fabricação de elementos em LSF, baseado na comparação do processo de fabricação de duas empresas, a fim de compreender suas atividades e identificar oportunidades de melhoria. O fluxograma de ambas as empresas revelou problemas que atrasaram a produção de projetos, uma vez que esses processos exigiam várias trocas de e-mail e retrabalho. A solução proposta neste trabalho foi usar um modelo virtual único para alimentar os outros atores do projeto com as informações necessárias via arquivo IFC, de modo que eles possam ter uma troca de dados rápida e adequada.

Palavras-chave: BIM; Prefabrication; Light steel frame; Linha de Produção; Inovação.

ABSTRACT

Construction in light steel frame (LSF) are commonly used in Canada, United States and Australia; however, this system is usually not the first choice in Brazil; except for the use of prefabricated elements in light steel frame for façade, which has been increasing every year due to its time saving aspects. The production line of prefabricated elements in LSF requires well-defined steps, specific machinery and factory layout. In this scenario, the automation and use of digital information is an excellent path for incremental innovation and for that matter it is necessary to analyze current processes and identify opportunities for improvement. The present research aims to propose a process that incorporates a BIM model to the prefabrication of elements in LSF, based on comparison of the manufacturing process of two companies in order to understand their activities and identify opportunities for improvement. The flowchart from both companies revealed issues that delayed the production of projects since these processes required several e-mail exchange and project reworks. The solution proposed in this paper was to use a single virtual model to feed the other players in the project with the needed information via IFC file, in such a way that they can have fast and proper data exchange.

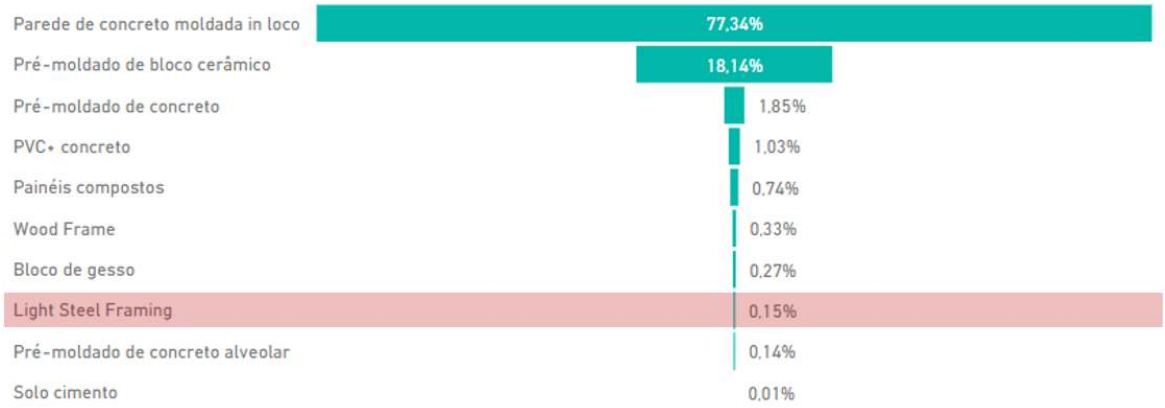
Keywords BIM; Prefabrication; Light steel frame; Production Line; Innovation.

1 INTRODUÇÃO

O sistema construtivo em aço leve (light steel framing) apresenta maior alinhamento às crescentes demandas e necessidades da sociedade, como menor geração de resíduos em sua fabricação, e leveza que facilita transporte e instalação. Embora muito utilizado em países como Canadá, Estados Unidos e Austrália, no Brasil o uso deste sistema, conforme apresentado na Figura 1, ainda é incipiente. No entanto, atualmente existe um uso crescente de fachadas leves produzidas em light steel framing (LSF), que são elementos pré-fabricados instalados à estrutura do edifício para envelopamento do mesmo. Além disso, existe uma movimentação para uso de elementos pré-fabricados em LSF para compor paredes internas ou até mesmo ambientes completos que são produzidos na forma de módulos.

GOLÇALVES JÚNIOR, M.; CORRÊA, F. Inovação no fluxo tradicional de produção de elementos pre-fabricados em Light Steel Framing com BIM. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO NA CONSTRUÇÃO, 2., 2019, Campinas, SP. **Anais[...].** Porto Alegre: ANTAC, 2019. Disponível em: https://antaceventos.net.br/index.php/sbtic/sbtic2019/paper/view/102

Figura 1: Utilização de sistemas construtivos inovadores no Brasil em porcentagem.



Fonte: Adaptado de Cardoso (2016).

A produção de elementos pré-fabricados em LSF envolve uma sequência de etapas bem definidas e normalmente conta com o uso de máquinas específicas, além de uma linha de produção compatível. O uso desses elementos resulta em vantagens na produção do edifício. Conforme um estudo feito por Rocha (2017) o uso do sistema de fachadas leves reduziu em três meses o tempo de execução da fachada quando comparado com sistema convencional (alvenaria com revestimento de argamassa e pintura). Além disso, um relatório publicado pela Construction (2011), estimou que nos Estados Unidos, em 2013, 98% dos players (arquitetos, engenheiros e empreiteiros) usariam elementos pré-fabricados ou modulares em alguns de seus projetos.

Neste cenário a automação e utilização de tecnologias digitais que podem ser integradas no processo de fabricação, mostra-se como um excelente caminho para inovação incremental e para tanto faz-se necessário uma análise desses processos e identificação de oportunidades de melhorias. A Modelagem da Informação da Construção (BIM), aqui entendido como processo – que demanda uma mudança de cultura, amparado pelo uso de novas ferramentas computacionais para auxílio ao projeto, fabricação ou planejamento, e que guarda sinergia com as práticas necessárias para o sucesso do emprego de sistemas construtivos industriais. Para avaliar os benefícios que o uso de uma metodologia BIM poderia trazer à produção dos elementos, faz-se necessário entender quais são as bases de tal método. Segundo Alwisy, AlHussein e Al-Jibouri (2012), o BIM fornece um modelo único carregado com dados do projeto que facilitam o processo de transferência de dados entre as diferentes partes interessadas do projeto, já que tais interações requerem um processo adequado de transferência de informações. Não apenas uma ferramenta que permita que as informações sejam compartilhadas, mas também indica quando transferir e que tipo de informação precisa ser compartilhada. Desta forma, reduz-se a necessidade de retrabalhos que, nos modelos convencionais faz-se presente.

Por meio do emprego do BIM, almeja-se automatizar parte dos fluxos de trabalho, para evitar retrabalhos e permitir soluções otimizadas. Tal incorporação de tecnologias nos processos de construção vai ao encontro da proposição de Barros (1996) “para uma evolução do processo de produção deve-se buscar fundamentalmente uma mudança tecnológica, organizacional e gerencial”. Neste contexto a presente pesquisa tem como objetivo propor um processo de produção de perfis de LSF que incorpore um modelo BIM.

2 METODOLOGIA

A pesquisa foi desenvolvida por meio de dois estudos de caso com empresas que produzem componentes em LSF, e que empregam processos diferentes de troca de informações, do projeto à produção. A partir da análise dos fluxos levantadas, foram identificados gargalos de produção que poderiam ser reduzidos com o uso ou troca de informações por meio do BIM.

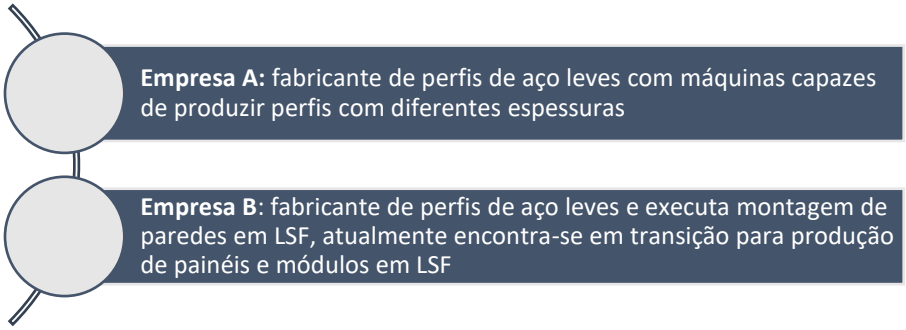
A pesquisa foi dividida em três etapas:

- entrevistas com empresas da área;
- elaboração do fluxo de processo;

- proposição de incorporação de um modelo BIM.

Foram procuradas algumas empresas da área de LSF, de todas empresas as quais o convite foi feito para participação desta análise, 2 demonstraram interesse em participar e contribuir para a pesquisa. Estão aqui identificadas como “empresa A” e “empresa B” para preservar identidade. As características dessas empresas são apresentadas na Figura 2.

Figura 2: Características das empresas estudadas



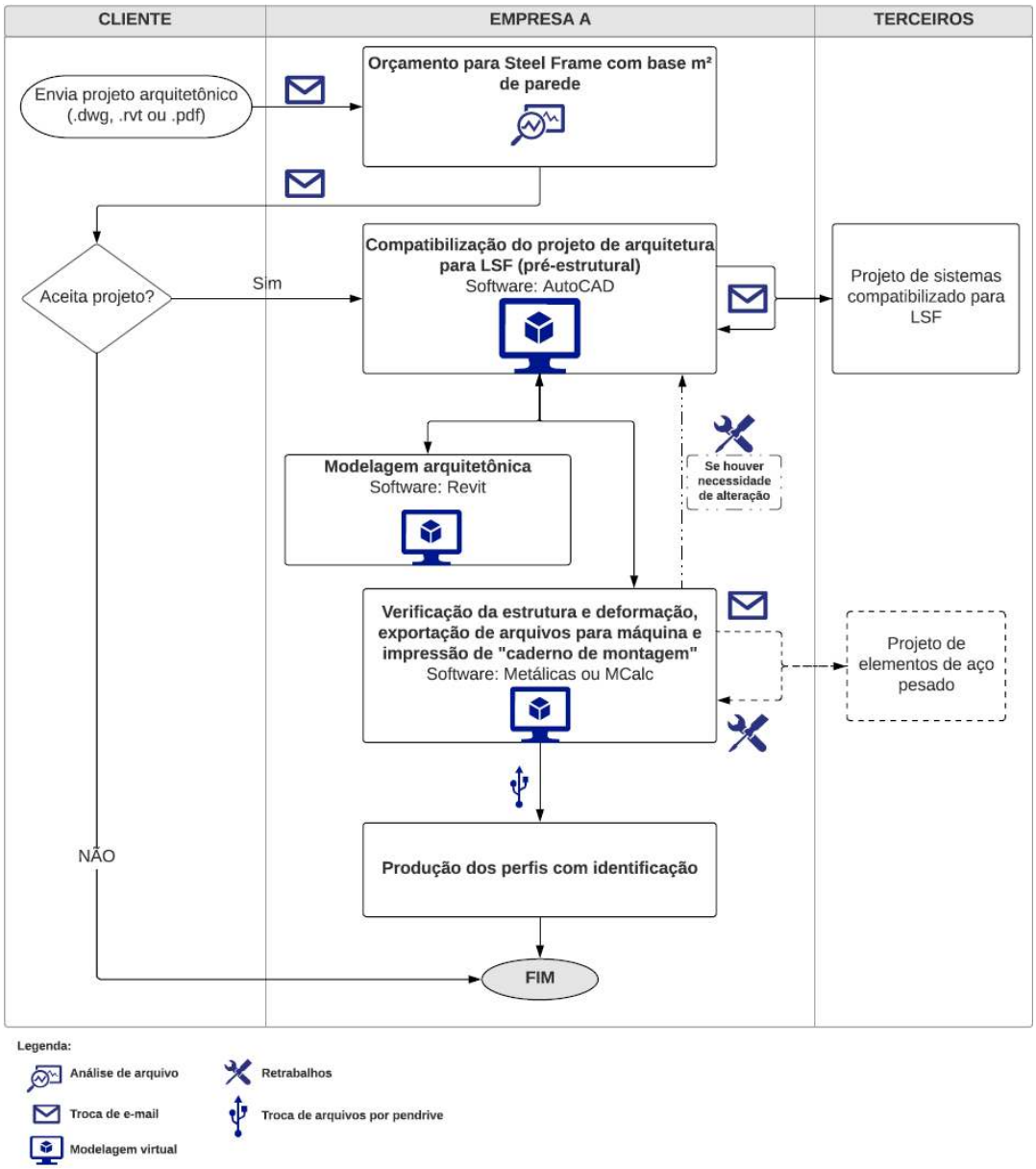
Fonte: Autores.

3 COMO SÃO PRODUZIDOS ELEMENTOS EM LIGHT STEEL FRAMING?

A Figura 3 apresenta o fluxo de trabalho para produção de perfis de aço leve da empresa A. O cliente envia o projeto arquitetônico inicial genérico, na maioria das vezes não compatibilizado para o sistema de LSF. Com o projeto em mãos, o orçamento é feito tendo como base o metro quadrado de parede constante no projeto. Recebendo o aceite do orçamento, a empresa A realiza a compatibilização da arquitetura para o sistema em LSF resultando em algumas modificações, geralmente devida a diminuição da espessura das paredes. Para tanto é utilizado o software AutoCAD, resultando em um pré-projeto estrutural. As plantas e cortes em “.dwg” são enviados para empresas terceiras de sistemas e instalações prediais. Concomitantemente, o projeto é modelado no software Revit, com objetivo apenas de apresentar para o cliente um modelo virtual 3D. Após as análises de interferência e modificações o projeto pré-estrutural é exportado para um software de análise estrutural. Havendo necessidade de alteração ou uso de reforço, a empresa refaz o detalhamento do pré-projeto estrutural ou, caso necessário, fazem a solicitação de peças estruturais de aço pesado para terceiros. Após as alterações necessárias, o software de análise estrutural exporta um arquivo com o detalhamento da montagem dos painéis em light steel framing, e exporta outro arquivo para ser enviado à máquina de corte e dobra do aço e produção dos perfis. Após a produção dos perfis a empresa A finaliza o processo de fabricação do projeto.

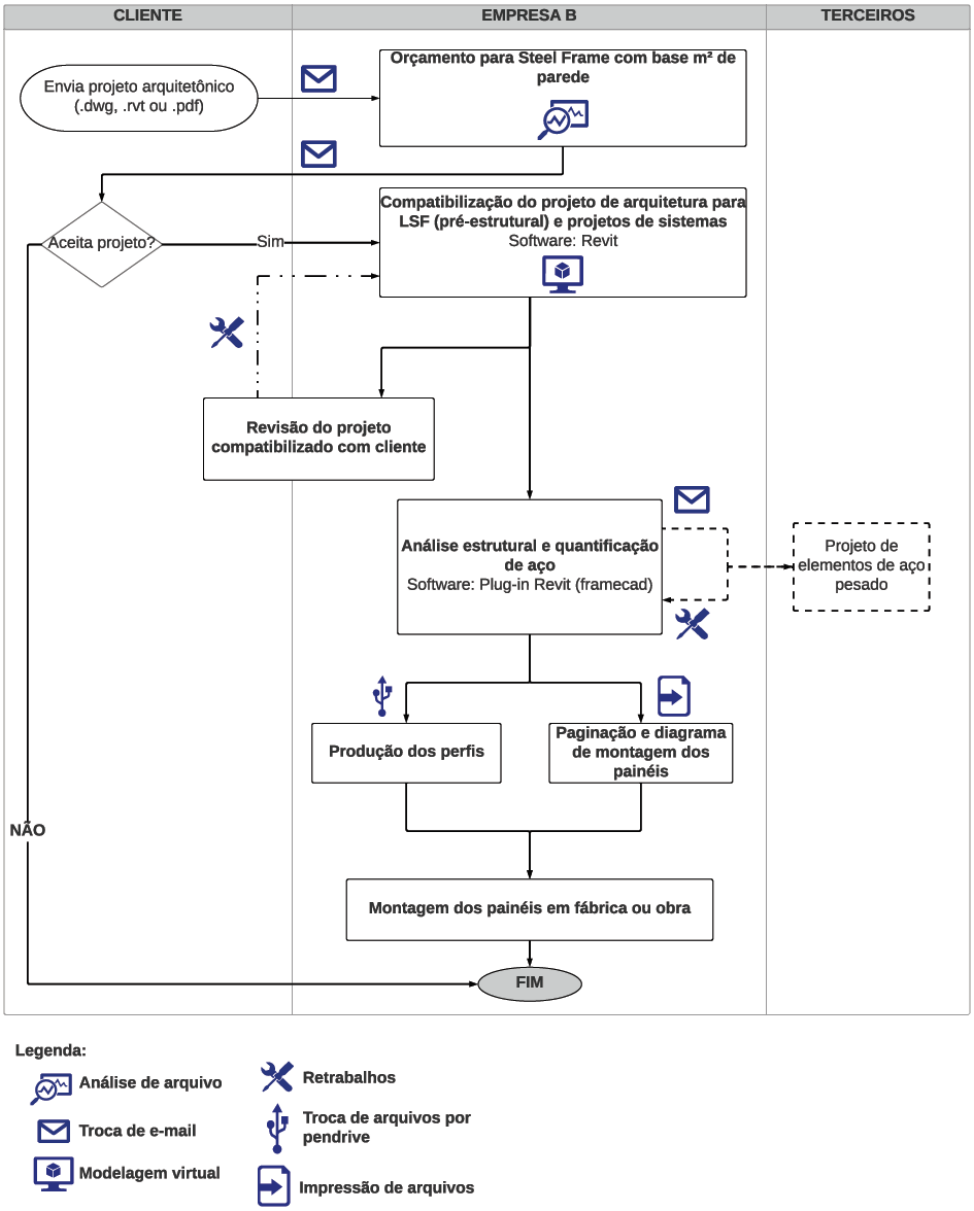
A Figura 4 apresenta o fluxo de trabalho para produção de perfis de aço leve da empresa B. As etapas iniciais são similares aos processos da empresa A. Após aceite do orçamento com base em metro quadrado de parede, a empresa faz a compatibilização do projeto arquitetônico inicial para o sistema de LSF utilizando o software Revit. Para a execução do projeto de sistemas, a empresa B envia apenas as plantas e cortes gerados pelo modelo 3D e não o modelo virtual completo para as empresas de sistemas e instalações. Realizam reuniões para validar as modificações resultantes da compatibilização dos projetos e, em seguida através de plug-in no Revit a análise estrutural e quantificação do aço são realizadas. O plug-in utilizado é de propriedade da empresa fabricante da máquina de corte e dobra do aço que disponibiliza o programa ao fornecer a máquina. Com as análises e modificações realizadas, o projeto é exportado para a máquina de produção dos perfis. Os cadernos de montagem são exportados do mesmo modelo virtual. A empresa B segue para a etapa final que é a montagem dos painéis de LSF, dependendo do projeto esses painéis são montados na obra ou na fábrica, e neste último caso existe outra linha de produção.

Figura 3: Fluxo do processo de produção da empresa A



Fonte: Autores.

Figura 4: Fluxo do processo de produção da empresa B

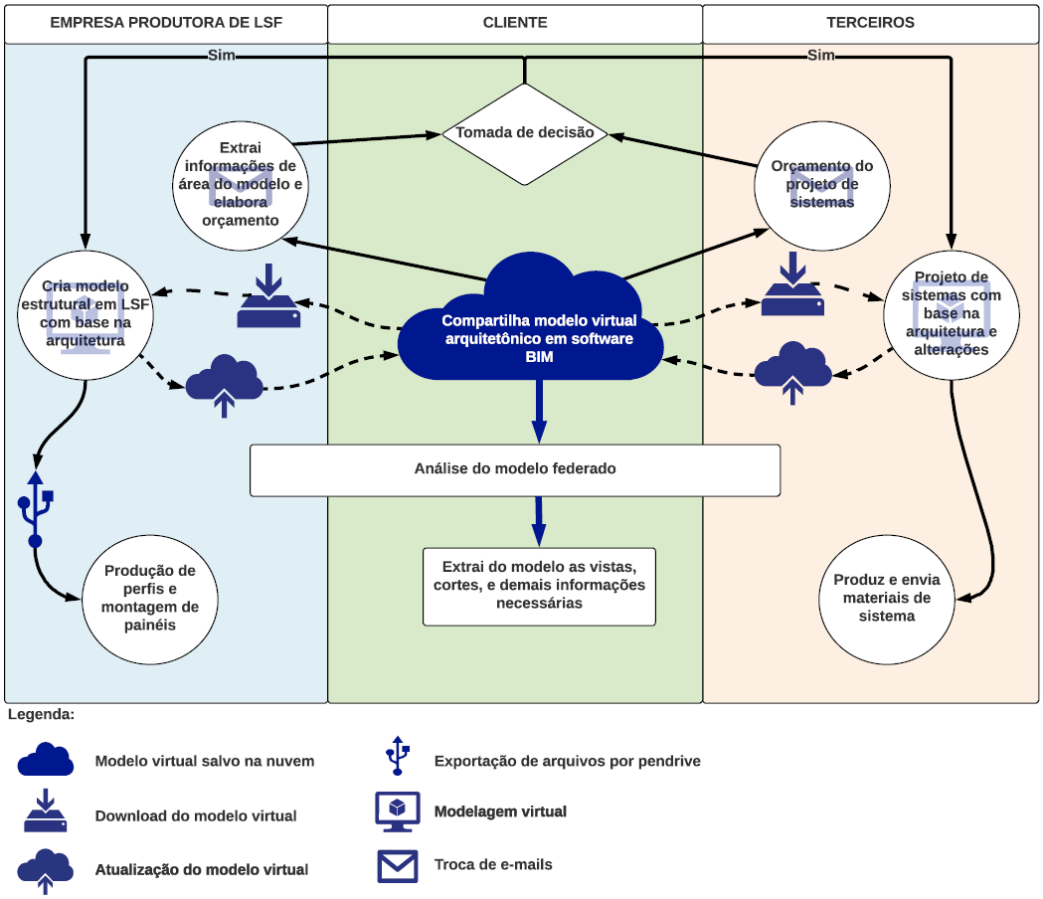


Fonte: Autores.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Em seguida, os autores elaboraram um modelo de fluxo de trabalho (Figura 5) considerando o uso de um modelo virtual BIM que contém as informações necessárias para os diversos atores envolvidos no projeto e a forma de comunicação. O modelo virtual criado pelo arquiteto é disponibilizado pelo cliente e contém as informações necessárias para realização dos projetos estruturais e de sistemas e instalações. A troca inicial de mensagens pode ser realizada por e-mail para a elaboração do orçamento. Após o aceite do orçamento a empresa produtora do componente em LSF extraí as informações do modelo virtual e importa para seu software de análise estrutural. Esse processo pode ser realizado com o uso do IFC como arquivo de transporte de informações e, neste caso os softwares sendo utilizados não precisam serem da mesma empresa, ou seja, tal processo facilita a interoperabilidade. A produtora dos componentes em LSF atualiza o modelo virtual por meio de arquivo IFC e assim o cliente/ arquiteto tem um acompanhamento das modificações que podem ocorrer no modelo. Na sequência podem ocorrer algumas reuniões para discussão de problemas de interface facilmente identificados com a análise do modelo final completo (modelo federado). Após tais trocas de informações e arquivos as empresas seguem para a fabricação dos componentes.

Figura 5: Fluxograma ideal com base em um modelo BIM



Fonte: Autores

A Tabela 1 apresenta a frequência mínima de ocorrências nos fluxos apresentados. Nota-se que ao utilizar um fluxo BIM, com um modelo virtual carregado de informações que é constantemente atualizado pelos envolvidos no projeto, tem-se ocorrências de retrabalhos reduzidas, bem como menor necessidade de troca de informações via e-mail. Ao utilizar um modelo federado o processo de produção de um projeto em LSF acontece de maneira mais dinâmica e colaborativa, garantindo coerência do produto final e execução dos projetos em tempo reduzido quando comparado com processos tradicionais.

Tabela 1: Comparação dos processos de trabalho

Ocorrência	Empresa A	Empresa B	Fluxo BIM
Troca de e-mails	4	3	2
Análise de arquivos (para orçamento)	1	1	1
Modelagem virtual	3	1	1
Retrabalhos	2	2	n/a
Troca de arquivos por pen-drive	1	1	1
Impressão de arquivos	n/a	1	n/a
Download de modelo	n/a	n/a	1
Upload (atualização) de modelo	n/a	n/a	1

Fonte: Autores

AGRADECIMENTOS

Agradecimento especial à EMBRAPII e a empresa CMC Lafaette pelo suporte e apoio às pesquisas inovativas na construção civil. O segundo autor gostaria de agradecer o apoio da FAPESP por meio do projeto #2017/03258-0.

REFERÊNCIAS

ALWISY, A.; ALHUSSEIN, M.; AL-JIBOURI, S. H. BIM Approach for automated drafting and design for modular construction manufacturing. **Computing in Civil Engineering**, n. 2012, p. 1–18, 2012.

BARROS, M. M. S. B. DE. **Metodologia para implantação de tecnologias construtivas racionalizadas na produção de edifícios**. Tese de Doutorado. São Paulo: Universidade de São Paulo, 1996.

CARDOSO, S. S. **Tecnologia construtiva de fachada em chapas delgadas estruturadas em light steel framing**. Dissertação de Mestrado. São Paulo: Universidade de São Paulo, 2016.

CONSTRUCTION, M.-H. **Prefabrication and Modularization: Increasing Productivity in the Construction Industry**. [s.l: s.n.].

ROCHA, A. C. DA. **Análise comparativa de planejamento e custo de fachadas de edifício de múltiplos pavimentos com as tecnologias tradicional e com chapas delgadas estruturadas em light steel framing**. Dissertação de Mestrado. São Paulo: Universidade de São Paulo, 2017.