



ENTAC 2018

XVII ENCONTRO NACIONAL DE
TECNOLOGIA
DO AMBIENTE CONSTRUÍDO

Desafios da Inovação no Ambiente Construído
Foz do Iguaçu, 12 a 14 de novembro de 2018

**INTEGRAÇÃO BIM POR MEIO DA METODOLOGIA IDM/MVD
PARA A ANÁLISE ESTRUTURAL, CONSIDERANDO O SISTEMA
CONSTRUTIVO DE WOOD-FRAME¹**

FAIRBANKS, J., Universidade de São Paulo, email: fairbanks@usp.br; MESSIAS, G., Universidade de São Paulo, email: giovanemessias@usp.br; MOREIRA, P., Tecverde Engenharia S/A, email: pedro@tecverde.com.br; CORRÊA, F., Universidade de São Paulo, email: fabiano.correa@usp.br

ABSTRACT

There are many ongoing initiatives to adopt Building Information Modeling (BIM) processes in Brazil. Small and medium companies need to investigate how their current methods should change so that BIM could be effectively implemented, before incurring expenses with software acquisitions. In addition, it will be good practice to use OpenBIM standards, such as Industry Foundation Classes (IFC) data schema to integrate different workflows occurring during the lifecycle of the building. Through the constructive research approach, it will be elaborated the Information Delivery Manual (IDM), which will be the base for a Model View Definition (MVD, related to the proposition of integrating, via BIM, the process inherent to the structural analysis. The IDM/MVD is a methodology adopted by buildingSMART to help the development of software integration with open standards. As a final product, an MVD will establish which are the entities that should be present in the models, and what kind of information should be given for each attribute or property. The documentation will be validated by the wood-frame construction system used by Tecverde, a company located in Curitiba (PR). Results of this ongoing master research are presented herein.

Keywords: IFC, Interoperability, BIM, Pre-fabrication, IDM, MVD.

1 INTRODUÇÃO

Existem muitas iniciativas em curso no Brasil para adoção de processos que seguem a Modelagem da Informação da Construção – BIM (MACHADO; RUSCHEL; SCHEER, 2017). Investir em padrões abertos, como os promovidos pela buildingSMART (BUILDINGSMART, 2012), pode ser um caminho.

Nesta direção, o esquema de dados IFC – *Industry Foundation Classes* (INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION, 2013), criado para resolver o problema da interoperabilidade, tem se tornado o padrão aceito pela AEC². O IFC é neutro, extensível e usado na descrição, troca e

¹ FAIRBANKS, J. et al.. Integração BIM por meio da metodologia IDM/MVD para a análise estrutural, considerando o sistema construtivo de wood-frame. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 18., 2018, Foz do Iguaçu. **Anais...** Porto Alegre: ANTAC, 2018.

² Arquitetura, Engenharia e Construção. Também conhecida como indústria da construção.

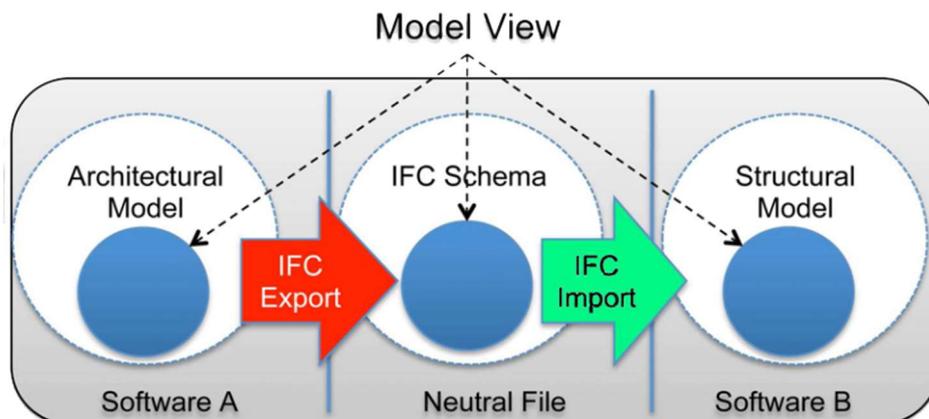
compartilhamento de informações abrangendo todo o ciclo de vida da edificação.

No entanto, uma das dificuldades na sua adoção tem sido a falta de normativas para trocas que sejam diferentes do fluxo de trabalho de coordenação BIM (CORRÊA; SANTOS, 2014).

Portanto, há a necessidade de estabelecer, para cada fluxo de trabalho, quais são as entidades, atributos e propriedades que devem estar presentes para que a troca seja padronizada. A concepção deste subconjunto do IFC é parte do conceito do *Model View Definition* ou MVD. O MVD funciona em parte como um “filtro” das informações necessárias para um intercâmbio específico de informações (CORRÊA; SANTOS, 2014).

A dificuldade é que o processo de elaboração de um novo MVD (EASTMAN et al., 2010) é ainda lento e envolve também a criação prévia do *Information Delivery Manual* ou IDM, um diagrama do processo identificando as informações relevantes e pertinentes para a troca em questão (LEE; PARK; HAM, 2013).

Figura 1 – Representação do conceito de MVD



Fonte: (VENUGOPAL et al., 2012).

Neste contexto, está sendo desenvolvido como pesquisa no âmbito de um mestrado, a documentação de um IDM e do MVD associado (MACIEL, 2018) para a Análise Estrutural, considerando o sistema construtivo em *wood-frame*. Trabalhando em conjunto com a Tecverde, empresa de Curitiba, os documentos IDM e MVD resultantes propõem alterações nos processos correntes dentro da empresa no sentido de promover a integração BIM entre Arquitetura e Análise Estrutural. Este artigo em particular contém o desenvolvimento dos IDMs referentes ao processo atual e o processo proposto para integração BIM; este último dará origem a um MVD apropriado.

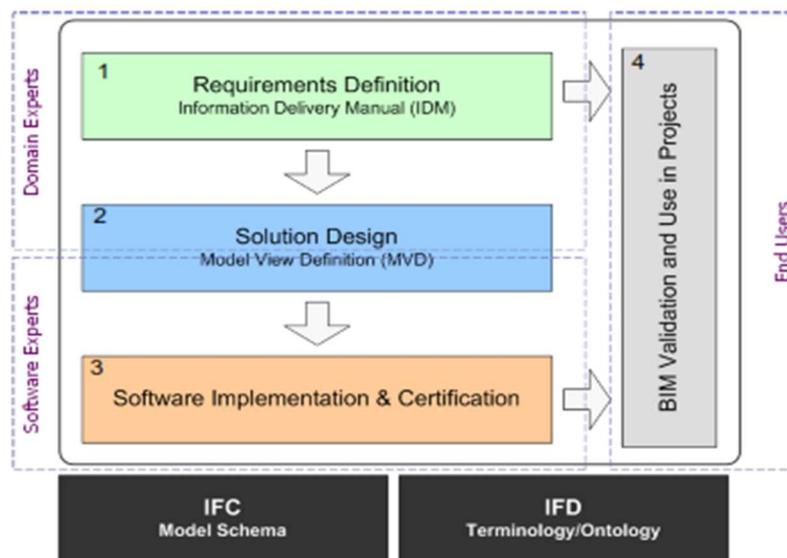
2 A METODOLOGIA IDM / MVD

Desde o início, a importação e exportação, por diferentes softwares, de modelos BIM no esquema IFC não era consistente (SEE; KARLSHOEJ; DAVIS, 2012). Esforços simultâneos do *BLIS Consortium* (2012), a partir de 1999 e do

Implementers Support Group – ISG, da buildingSMART (2009), procuraram desenvolver casos de uso nos quais um subconjunto específico do IFC seria empregado para especificação e implementação nas ferramentas computacionais.

Segundo See, Karlshoej e Davis (2012) daí surgiram em 2005 duas iniciativas: uma começou a trabalhar no IDM e a outra, no desenvolvimento da documentação das trocas de informações de tal sorte que pudessem ser implementadas diretamente nos softwares. O primeiro grupo tinha como objetivo documentar processos industriais e requisitos de troca de informações, que acabou por originar a ISO 29481:2010 *Building Information Modelling – Information Delivery Manual*, que mais tarde foi revisada (INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION, 2016). O segundo grupo continuou seus esforços, buscando desenvolver uma abordagem mais formal, dando origem aos MVDs.

Figura 2 – Processo integrado em quatro fases



Fonte: buildingSMART, 2012.

Como os métodos IDM e MVD são complementares, atualmente existe a iniciativa de integrá-los. A revisão da ISO 29481-1 (2016) promoveu alterações no IDM para prever esta modificação. Está em curso ainda o desenvolvimento de uma terceira parte para a norma, "*Building information modelling – Part 3: Model View Definitions*".

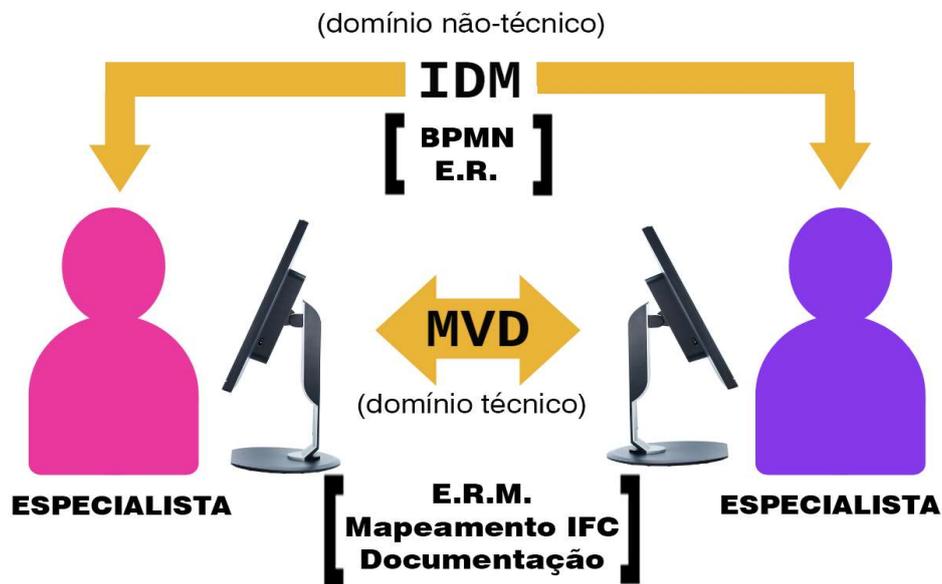
2.1 IDM

O IDM é um "Documento formal que descreve um determinado processo de negócio e fornece especificações detalhadas quanto a troca de informações entre agentes que realizam atividades específicas nesse processo, de modo a garantir que as informações trocadas sejam precisas e suficientes para a realização de suas atividades" (INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION, 2016).

A criação de um IDM envolve basicamente três fases: 1) Formação de um grupo de trabalho composto por agentes que atuam diretamente no processo; 2) Modelagem do fluxo utilizando a linguagem BPMN³ (ROSING; SHEEL; SCHEER, 2014); 3) Cada troca de informação (*Exchange Requirement – ER*) identificada no modelo é descrita detalhadamente de forma não-técnica (compreensível por usuários).

Os dados serão incluídos no *Exchange Requirement Model (ERM)*, que representa a conexão entre processos e dados. Cada ERM contém uma descrição explícita e detalhada do conjunto de unidades de informação que deverão ser atendidas na troca. Uma unidade de informação representa um conceito de interesse. A unidade de informação é provida ainda dos atributos do objeto, como nome, identificação, parâmetros físicos, etc. (INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION, 2016).

Figura 3 – Relação entre IDM e MVD



Fonte: Os autores.

3 MÉTODO CIENTÍFICO

Uma vez que a pesquisa trata de propor uma forma mais eficiente de resolver um problema, foi adotada a metodologia da pesquisa construtiva (LUKKA, 2003). O constructo proposto é a integração BIM entre diferentes softwares, hoje feita manualmente. Assim, procuramos desenvolver um IDM e seu correspondente MVD, sua implementação e posterior avaliação dos resultados propostos, dentro da empresa Tecverde.

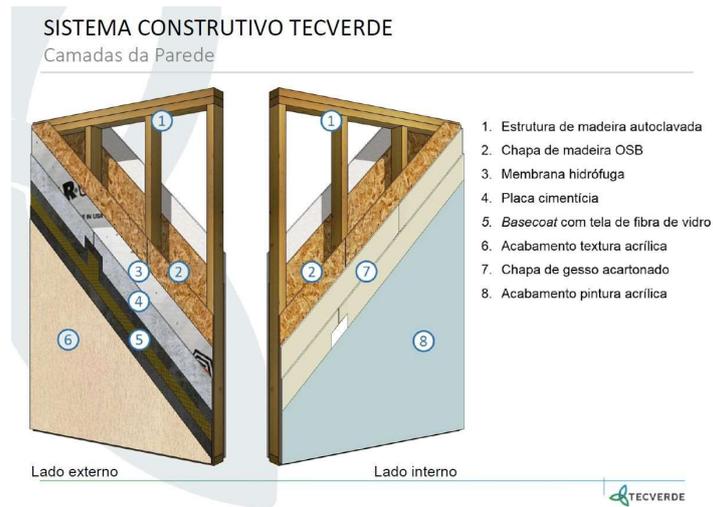
As fases da pesquisa são: mapeamento do fluxo de projeto existente; identificação dos requisitos de troca de informações; proposição do constructo - IDM/MVD; análise e discussão dos resultados.

³ *Business Process Model and Notation* – notação gráfica e semântica para representação de processos de negócios, mantido pelo consórcio não-governamental OMG.

4 O PROCESSO DE PROJETO ESTRUTURAL

A empresa curitibana Tecverde Engenharia desenvolveu para o Brasil o sistema construtivo industrializado Wood Framing painelizado, uma solução construtiva voltada ao mercado de edificações multifamiliares de até 4 pavimentos para empreendimentos do programa residencial Minha Casa Minha Vida. A tecnologia desenvolvida e o processo produtivo garantem qualidade, desempenho, preço e prazo, demandas atuais da indústria da construção civil (Figura 4).

Figura 4 - Sistema construtivo em wood-frame, praticado pela Tecverde



Fonte: Cedido pela Tecverde (2018).

Figura 5 - Montagem dos painéis para um edifício



Fonte: Cedido pela Tecverde (2018).

O processo de projeto atual envolve a concepção arquitetônica, executada pela Tecverde no Revit, que é enviado à Stamade, para que seja realizada a análise estrutural.

A partir do modelo recebido, a Stamade inicia o projeto estrutural no *software* RFEM, da Dlubal Softwares, remodelando-o a partir das informações gráficas. O processo é manual e envolve um “enorme retrabalho”, segundo o Eng. Guilherme Stamato em entrevista realizada na empresa.

Ao receberem o modelo, são realizadas as seguintes atividades:

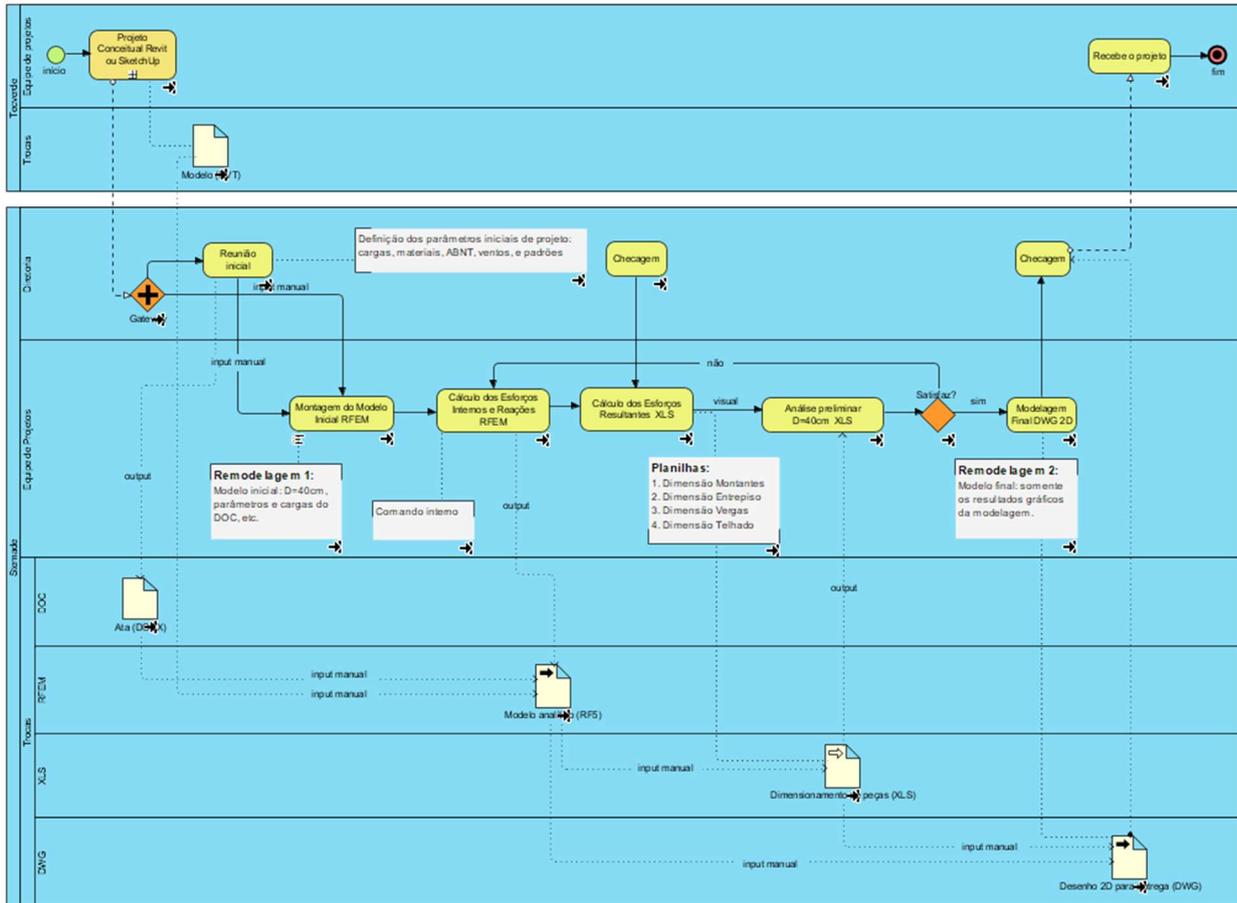
1. Análise inicial das premissas de projeto, feita em uma reunião de diretoria e após a qual é gerada uma Ata de Reunião (documento do MS Word), incluindo as decisões estratégicas de projeto, considerações sobre cuidados especiais, adequação às normas vigentes, anotações e à qual é adicionada depois, pelos demais engenheiros da empresa, informações técnicas a serem utilizadas no projeto estrutural.
2. Paralelamente, começa a reprodução manual do projeto conceitual no RFEM, apenas com as informações geométricas necessárias para os cálculos estruturais⁴. Como o RFEM produz um modelo analítico a partir dos elementos inseridos (viga, pilar, apoio, etc.), nas regiões de entrepiso, acaba-se gerando um espaço vazio entre os andares, que é completado manualmente por novos elementos estruturais que representam o espaço, as transições de cargas e momentos no entrepiso.
3. Desenhados os volumes das paredes, inserção dos montantes de madeira com um distanciamento inicial de 40cm. Desenho do telhado e definição dos pontos de apoio nas fundações e entre os elementos estruturais nos demais pavimentos;
4. Inserção das combinações de cargas e a definição de localização dos apoios metálicos (ancoragens);
5. Simulação de comportamento da estrutura, que resultam nos esforços internos nos montantes e reações na fundação;
6. Análise do resultado e realização da primeira adaptação nos espaçamentos entre montantes e reforços em regiões específicas. Este processo é repetido até a obtenção de um modelo satisfatório;
7. Entrada manual de dados em uma série de planilhas do MS Excel que calcularão os esforços resultantes nos montantes. Os resultados do RFEM são transcritos para arquivos do Excel. Os resultados dessas planilhas são basicamente uma readequação dos espaçamentos entre montantes, baseados nos esforços resultantes. Nessa fase dos cálculos são analisadas as situações onde ainda há a necessidade de reforços de vergas, adição de montantes e adaptação de espaçamento nos vãos de aberturas, nas paredes e nos painéis dos entrespisos.
8. Checagem entre os dados resultantes das planilhas e os dados inseridos no RFEM, parede por parede do projeto.
9. Desenho do projeto final no AutoCAD e repasse à Tecverde.

⁴ Ao ser questionado sobre a possibilidade de importação da geometria para o RFEM, o Eng. Guilherme pontuou que o processo envolve tempo e muito trabalho manual em “limpeza” de dados desnecessários e que a experiência prática os levou a adotar o procedimento de redesenhar todo o projeto no RFEM.

4.1 Fluxo de atividades atual

O processo descrito acima foi modelado em notação BPMN, de modo a representar o IDM do processo “as is”.

Figura 6 - Fluxo de trabalho atual (“as-is”) desenhado em BPMN



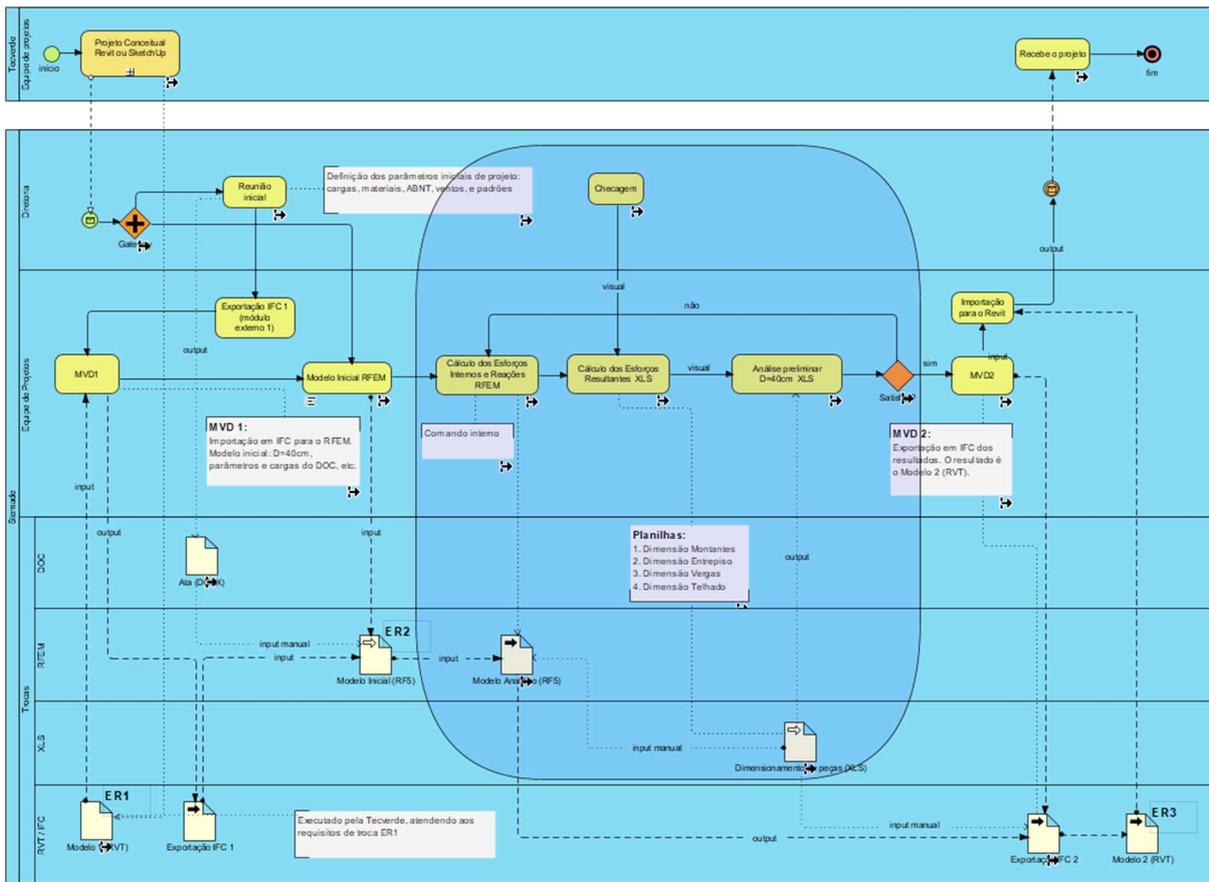
Fonte: Os autores.

No fluxo acima, separamos as trocas de documentos de modo a explicitar **quais** são exatamente os requisitos de troca de informação (ER) necessários para o desenvolvimento dos projetos e **quando** eles ocorrem.

4.2 Fluxo de atividades proposto

Com base na análise no fluxo de atividades atualmente encontrado na interação entre Tecverde e Stamade pode-se inferir quais e onde se encontram os requisitos de troca. Propusemos mudanças no fluxo para criar o ambiente necessário para a automatização dessas trocas de informação.

Figura 7 - Fluxo de trabalho proposto ("to-be") desenhado em BPMN



Fonte: Os autores.

Como podemos perceber na figura, os requisitos de troca foram identificados como ER1, ER2 e ER3. Os demais arquivos de dados identificados são informações necessárias para que o cálculo estrutural seja realizado.

5. IDENTIFICAÇÃO DOS REQUISITOS DE TROCA

Abaixo, temos um ERM que contém as informações necessárias que o RFEM possa calcular a estrutura do prédio.

Quadro 1 – ERM do requisito de troca ER1

Nome do requisito de troca:		ER1
Estágio:		Fase de detalhamento de projeto (1F 20 20 11)
Disciplinas:	De:	Arquitetura (1D 21 31 14)
	Para:	Engenharia de Estruturas (1D 21 31 14)
Descrição:	Propósito:	Fornecer à engenharia de estruturas, o anteprojeto de arquitetura com as informações que permitam a execução da análise estrutural.
	Conteúdo:	Modelagem do projeto de arquitetura, tal que estejam definidos todos os espaços, geometrias e materiais além de todas as informações necessárias para a análise estrutural.
Informações:		Modelo arquitetônico já aprovado, contendo: 1. Identificação do empreendimento; 2. Todas as informações geométricas finais; 3. Especificação de materiais; 4. Atenção especial às espessuras de elementos como paredes, pisos e cobertura.
Nível de Detalhe:		1. LoD 300 Elementos estruturais, de vedação, abertura. 2. Nível de detalhamento geral em qualidade de anteprojeto de arquitetura.
Nível de Informação:		
Modelos relacionados:		Nenhum

Fonte: Os autores.

6. RESULTADOS E CONCLUSÕES

A pesquisa na qual este trabalho está inserido visa ao desenvolvimento de um IDM e de um MVD para a troca de informações entre *software* de projeto arquitetônico e *software* de análise estrutural. Busca-se, com estes documentos, uma integração BIM entre estes dois processos.

O foco deste trabalho está em atender aos requisitos de troca no contexto específico do sistema construtivo em *wood-frame*, como o praticado pela Tecverde.

Resultados preliminares do processo e dos requisitos de informação (IDM) estão ilustrados na Figura 7. Constatou-se que o processo atual de troca de informações é manual, trabalhoso e sujeito a erros. Há uma realimentação de dados tanto no recebimento e processamento dos cálculos estruturais, quanto na entrega dos cálculos.

AGRADECIMENTOS

O último autor gostaria de agradecer à FAPESP, processo 2017/03258-0, pelo financiamento desta pesquisa.

REFERÊNCIAS

BLIS CONSORTIUM. **IFC Solutions Factory: The Model View Definition site. Building Lifecycle Interoperable Software**. USA: BLIS Consortium, 2012. Disponível em: <<http://www.blis-project.org/IAI-MVD/>>. Acesso em: 27 abr. 2018.

BUILDINGSMART. **International User Group: An Integrated Process for Delivering IFC Based Data Exchange**. [S.l.]: BuildingSMART, 2012. Disponível em: <http://iug.buildingsmart.org/idms/methods-and-guides/Integrated_IDM-MVD_ProcessFormats_14.pdf/view/>. Acesso em: 29 abr. 2018.

BUILDINGSMART. **IFC 2x Edition 3 Model Implementation Guide**, 2009. Disponível em: <<http://www.buildingsmart-tech.org/downloads/accompanying-documents/guidelines/IFC2x%20Model%20Implementation%20Guide%20V2-0b.pdf>>. Acesso em: 14 mai. 2018.

CORRÊA, Fabiano Rogerio; SANTOS, Eduardo Toledo. Ontologias na Construção Civil: Uma Alternativa para o Problema de Interoperabilidade. **Gestão & Tecnologia de Projetos**, v. 9, n. 2, p. 7, 2014. doi: <http://dx.doi.org/10.11606/gtp.v9i2.69141>.

EASTMAN, C. M.; JEONG, Y.-S.; SACKS, R.; KANER, I. Exchange Model and Exchange Object Concepts for Implementation of National BIM Standards. **Journal of Computing in Civil Engineering**, v. 24, n. 1, p. 25–34, 2010. doi: [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)0887-3801\(2010\)24:1\(25\)](https://doi.org/10.1061/(ASCE)0887-3801(2010)24:1(25)).

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. **ISO 16739: Industry Foundation Classes (IFC) for data sharing in the construction and facility management industries**, 2013.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. **ISO 29481-1: Building information models – Information delivery manual – Part 1: Methodology and format**, 2016.

LEE, G.; PARK, Y. H., HAM, S. Extended Process to Product Modeling (xPPM) for integrated and seamless IDM and MVD development. **Advanced Engineering Informatics**, v. 27, n. 4, p. 636-651, 2013.

LUKKA, K. The constructive research approach. In: Case study research in logistics, Editores: OJALA, L.; HILMOLA, O. P., 2003.

MACHADO, F. A.; RUSCHEL, R. C., SCHEER, S. Análise da produção científica brasileira sobre a Modelagem da Informação da Construção. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, RS, v. 17, n. 4, Out-Dez. 2017. doi: <http://dx.doi.org/10.1590/s1678-86212017000400202>.

MACIEL, A. R. **Automação do processo de corte e dobra de armaduras para estruturas de concreto integrada ao processo BIM**. 2018. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo.

ROSING, M. V.; SHEEL, H. V.; SCHEER, A. W. (Org.). **The complete business process handbook: Body of knowledge from process modeling to BPM**. Amsterdam: Morgan Kaufmann, 2014. ISBN 9780127999593, p. 433-457.

SEE, R.; KARLSHOEJ, J.; DAVIS, D. An integrated process for delivering IFC based data exchange. Relatório Técnico: buildingSMART, 2012.

VENUGOPAL, M.; EASTMAN, C. M.; SACKS, R.; TEIZER, J. Semantics of model views for information exchanges using the industry foundation class schema. **Advanced Engineering Informatics**, v. 26, n. 2, p. 411–428, 2012. doi:10.1016/j.aei.2012.01.005.