

INSTITUTO DE ARQUITETURA E URBANISMO

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

NOMADS – NÚCLEO DE ESTUDOS DE HABITARES INTERATIVOS

AMPLIANDO DIÁLOGOS:
REQUISITOS PARA DESENVOLVIMENTO DE
INTERFACES DE PARTICIPAÇÃO POPULAR
EM PLATAFORMA BIM

Bolsista: Dayanna de Mello Sousa

Orientador: Prof.º Associado Dr. Marcelo Tramontano



RELATÓRIO PARCIAL DE
INICIAÇÃO CIENTÍFICA

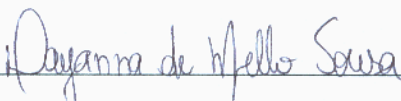
2017/21877-9

SÃO CARLOS | JULHO 2017

AMPLIANDO DIÁLOGOS:
REQUISITOS PARA DESENVOLVIMENTO DE INTERFACES
DE PARTICIPAÇÃO POPULAR EM PLATAFORMA BIM

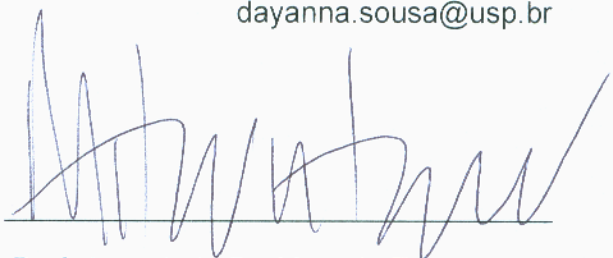
Relatório de Iniciação Científica
apresentado a agência de pesquisa
FAPESP.





Bolsista: Dayanna de Mello Sousa

dayanna.sousa@usp.br



Orientador: Prof. Associado Dr. Marcelo Tramontano

tramont@sc.usp.br

São Carlos-SP

Junho de 2018

ÍNDICE

RESUMO	8
1. PLANO DE PESQUISA	9
1.1 <i>Objetivos</i>	9
1.2 <i>Metodologia</i>	9
1.3 <i>Plano de trabalho e cronograma e execução</i>	11
PARTE I	13
<i>Atividades acadêmicas desenvolvidas</i>	13
2. ATIVIDADES DESENVOLVIDAS PREVISTAS	14
2.1 <i>Reuniões</i>	14
2.2 <i>Participação na edição da revista V!RUS</i>	19
2.3 <i>Levantamento Bibliográfico</i>	19
2.4 <i>Desenvolvimento e alimentação de website</i>	21
3. ATIVIDADES DESENVOLVIDAS NÃO PREVISTAS	21
PARTE II	23
<i>Revisão Bibliográfica</i>	23
4. INTRODUÇÃO À PESQUISA	24
4.1 <i>Sobre o BIM</i>	25
4.1.1 <i>Vantagens do uso BIM</i>	27
4.1.2 <i>BIM no Brasil</i>	30

4.2	<i>Digitalização de processos participativos</i>	32
4.2.1	A ideia de participação	32
4.2.2	Experiências observadas	33
4.3	<i>Autodesk Revit e a colaboração: Levantamento e categorização</i>	40
4.3.1	Plataformas paralelas de gerenciamento e colaboração: o que são	40
4.3.2	Método aplicado no estudo	42
4.3.3	Análise da coleta de dados inicial	44
4.3.4	Testes aprofundados	46
4.4.5	Análise dos resultados de funcionalidades nas plataformas testadas	55
5.	CONSIDERAÇÕES INICIAIS	68
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	70
	BIBLIOGRAFIA CONSULTADA	72
	APÊNDICES	75
	<i>Apêndice I – Fichamento 01</i>	75
	<i>Apêndice II – Fichamento 02</i>	80
	<i>Apêndice III – Fichamento 03</i>	83
	<i>Apêndice IV – Artigo Submetido</i>	89

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1. Cronograma de execução. _____	12
Tabela 2. Comparativo de experiências de participação popular. _____	39
Tabela 3. Comparativo entre as plataformas _____	39
Tabela 4. Aplicação e uso dos programas da etapa inicial de levantamento. ____	43
Tabela 5. Amostra dos Programas analisados e uso principal. _____	47
Tabela 6. Aspectos de acesso, importação e exportação dos programas testados.	54
Tabela 7. Aspectos de compartilhamento, visualização e comunicação dos programas testados. _____	67

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Interface da plataforma online Decide Madrid. Fonte: < https://decide.madrid.es/ > Acesso em 30 jun. 2018. _____	34
Figura 2. Interface da plataforma online Decidim Barcelona. Fonte: < https://www.decidim.barcelona/ > Acesso em 30 jun. 2018. _____	35
Figura 3. Ilustração da interface do Jogo da Fundação - Projeto Habitare. Fonte: < http://www.habitare.org.br/projetos_produtos.aspx > Acesso em 30 jun. 2018. ____	36
Figura 4. Categorização dos programas e plataformas observados. Fonte: Arquivo da Pesquisa (2018). _____	44
Figura 5. Gráfico referente às licenças dos programas levantados em coleta inicial. Fonte: Arquivo da Pesquisa (2018). _____	45
Figura 6. Modelo único utilizado em testes - Desenvolvido por Paulo Sena 2018. Fonte: Arquivo da Pesquisa (2018). _____	47

Figura 7. Relação de <i>input</i> e <i>output</i> entre <i>Konstru</i> e <i>Revit</i> . Fonte: Arquivo da Pesquisa (2018).	49
Figura 8. Definição de papéis dos membros da equipe AEC. Demonstração de uso da plataforma <i>Konstru</i> . Teste realizado em abril de 2018. Fonte: Arquivo da pesquisa (2018).	55
Figura 9. Permissões diferenciadas entre membros. Demonstração de uso da plataforma BIM 360. Teste realizado em abril de 2018. Fonte: Arquivo da pesquisa (2018).	56
Figura 10. Compartilhamento com não membros da equipe AEC. Demonstração de uso da plataforma <i>Fusion</i> . Teste realizado em abril de 2018. Fonte: Arquivo da pesquisa (2018).	56
Figura 11. Comandos do percurso livre no modelo. Demonstração de uso da plataforma BIM 360. Teste realizado em abril de 2018. Fonte: Arquivo da pesquisa (2018).	57
Figura 12. Visualização de camadas (<i>layers</i>). Demonstração de uso da plataforma <i>Fusion</i> . Teste realizado em abril de 2018. Fonte: Arquivo da pesquisa (2018).	58
Figura 13. Visualização de planos de seção no modelo. Demonstração de uso da plataforma Tekla BIM Sight. Teste realizado em abril de 2018. Fonte: Arquivo da pesquisa (2018).	59
Figura 14. Perspectiva explodida do modelo. Demonstração de uso da plataforma <i>Fusion</i> . Teste realizado em abril de 2018. Fonte: Arquivo da pesquisa (2018).	60
Figura 15. Marcas de revisão em 3D. Demonstração de uso da plataforma Stream BIM. Teste realizado em abril de 2018. Fonte: Arquivo da pesquisa (2018).	61
Figura 16. Atribuição de prazos e responsáveis por <i>issues</i> . Demonstração de uso da plataforma <i>Stream</i> BIM. Teste realizado em abril de 2018. Fonte: Arquivo da pesquisa (2018).	62

Figura 17. Definição e alteração de *status* do tópico (*issue*). Demonstração de uso da plataforma *Stream* BIM. Teste realizado em abril de 2018. Fonte: Arquivo da pesquisa, 2018. _____ 62

Figura 18. Organização de tarefas e tópicos (*issues*). Demonstração de uso da plataforma BIM Collab Join. Teste realizado em abril de 2018. Fonte: Arquivo da pesquisa (2018). _____ 63

Figura 19. Painel de organização de informações sobre o projeto. Demonstração de uso da plataforma BIM Sync. Teste realizado em abril de 2018. Fonte: Arquivo da pesquisa (2018). _____ 63

Figura 20. Comentários e discussões em tópicos do projeto. Painel de organização de informações sobre o projeto. Demonstração de uso da plataforma BIM Sync. Teste realizado em abril de 2018. Fonte: Arquivo da pesquisa (2018). _____ 64

Figura 21 Histórico de alterações no modelo. Painel de organização de informações sobre o projeto. Demonstração de uso da plataforma Konstru. Teste realizado em abril de 2018. Fonte: Arquivo da pesquisa, 2018. _____ 65

LISTA DE SIGLAS E ABREVIACÕES

BIM – *Building Information Modeling*

RFI – *Request for information*

NOMADS - Núcleo de Estudos de Habitares Interativos

IAU – Instituto de Arquitetura e Urbanismo

USP – Universidade de São Paulo

EUA – Estados Unidos da América

EESC – Escola de Engenharia de São Carlos

ICMC – Instituto de Ciências Matemáticas e Computação

FAU – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo

IFMG – Instituto Federal de Minas Gerais

UFMG – Universidade Federal de Minas Gerais

IPT – Instituto de Pesquisas Tecnológicas

HIS – Habitação de Interesse Social

Revit – *Autodesk Revit 2018* (versão estudantil)

CAD - *Computer Aided Drawing*

TCPO – Tabela de Composições e Preços para Orçamentos

FINEP – Empresa Brasileira de Inovação e Pesquisa

IEEE – *Institute of Electrical and Electronics Engineers*

AICT – *Academic Information and Communication Technologies*

AEC – Arquitetura, Engenharia e Construção

PUB - Programa Unificado de Bolsas

SKETCHUP – *Trimble SketchUp*

BIM 360 - A360/BIM 360

Fusion - A360/*Fusion Team*

Tekla – *Trimble Tekla BIM sight*

Konstru – Konstru LCC

Building in the Cloud – Clemsys Building in the Cloud

Stream BIM – Rendra AS Stream BIM

BIM Vision – DataComp BIM Vision

BIM Collab ZOOM – KUBUS BV BIM Collab ZOOM

BIM Collab Join – KUBUS BV BIM Collab Join

BIM Review – Strumis BIM Review

BIM Sync – Catenda BIM Sync

IFC Viewer – STRVision IFC Viewer

Navisworks – Autodesk Navisworks Manage

RESUMO

Este relatório refere-se às atividades desenvolvidas durante o período de fevereiro a julho de 2018 da Pesquisa de Iniciação Científica, que se insere na temática de Intervenções urbanas participativas auxiliadas por processos digitais. Esse campo de Investigação é explorado há vários anos pelo Núcleo de Estudos de Habitares Interativos (Nomads.usp), do Instituto de Arquitetura e Urbanismo (IAU-USP) da Universidade de São Paulo, e, mais recentemente, nos projetos "Cartografias Urbanas" e "Territórios Híbridos"(proc. FAPESP 09/51457-5), além de várias pesquisas individuais finalizadas e em curso no grupo. Para melhor compreensão do trabalho, dividiu-se o relatório em duas partes: a primeira (Parte 1) apresenta as atividades acadêmicas realizadas junto ao grupo de pesquisa e a segunda (Parte 2) apresenta o desenvolvimento inicial teórico e prático desta investigação. A pesquisa apoia-se no estudo de experiências nacionais e internacionais que fazem uso de interfaces e programas computacionais, inspirados nos recursos ou integrados a plataforma BIM (*Building Information Modeling*), com objetivo de facilitar e tornar acessível a participação da sociedade nas tomadas de decisões sobre a gestão da cidade, sobretudo no desenvolvimento de projetos urbanos e arquitetônicos. Os resultados desta pesquisa visam contribuir com a prática de projeto colaborativo envolvendo comunidades, ampliando os procedimentos da área de Arquitetura e Urbanismo e contribuindo com trabalhos de mestrado e doutorado em andamento no grupo de pesquisa.

Palavras Chave: BIM; projeto participativo; plataformas web; colaboração.

1. PLANO DE PESQUISA

1.1 Objetivos

Geral:

O objetivo geral da pesquisa é a definição de requisitos e estudos prototípicos capazes de instruir o desenvolvimento de ferramentas digitais que possibilitem a inclusão de pessoas sem formação técnica específica, pertencentes a comunidades, juntamente com especialistas, em processos de projeto de intervenção urbana desenvolvidos em plataforma BIM.

Específicos:

- ✓ Produzir reflexão crítica sobre programas computacionais, interfaces e *plugins* capazes de interagir com bancos de dados BIM e que proponham aplicações para participação popular;
- ✓ Contribuir para a ampliação de procedimentos e práticas participativas em processos de projeto de Arquitetura e Urbanismo;

Desenvolver ambientes de testes que proponham e validem em menor escala requisitos pré-definidos, resultando em protótipos parciais de aplicativos computacionais para uso comunitário;

- ✓ Contribuir com pesquisas e trabalhos, atuais e futuros, relacionados à plataforma BIM e à participação popular.
- ✓ Publicizar resultados parciais e finais da pesquisa visando estimular o desenvolvimento de interfaces para participação popular em projetos de arquitetura e urbanismo.

1.2 Metodologia

A fim de encontrar respostas às questões apontadas, utiliza-se de uma metodologia exploratória de caráter qualitativo, por meio dos seguintes procedimentos metodológicos:

Consulta a fontes secundárias e revisão bibliográfica: Investigar e aprofundar o quadro teórico BIM, conceitos de interatividade e documentação técnica sobre as linguagens de programação pertinentes;

Sistematização de experiências: Construção de repertório de soluções ou experiências similares já realizadas no Brasil e no Exterior, visando melhor compreender os requisitos necessários a tais ferramentas, através da elaboração de diagnósticos e experimentos com programas computacionais e *plugins* existentes, com subsequente categorização, análise e síntese;

Consulta a fontes primárias: Consultas e entrevistas a docentes e pesquisadores do Instituto de Ciências Matemáticas e da Computação e da Escola de Engenharia de São Carlos (Engenharia da Computação) e a fóruns especializados no desenvolvimento de *software* livre;

Desenvolvimento de ambiente de testes: Elaborar estudos prototípicos com base no conhecimento obtido nas etapas anteriores, desenvolvendo e adaptando *software*, interfaces e ferramentas para elaboração de testes. Objetiva-se a produção de partes de aplicativos para testes de comunicação com bancos de dados, navegabilidade de interfaces gráficas, funcionalidade de códigos e algoritmos, capacidade de compreensão do modelo digital pela população, sem, no entanto, visar a produção de um aplicativo completo;

Avaliações: Estão previstas avaliações em diferentes instâncias, em várias fases da pesquisa. Uma avaliação contínua, interna ao Nomads.usp, envolvendo seu corpo de pesquisadores; outra, pontual, com consultores da EESC e do ICMC; e também pontual, através do teste de aplicativos com pessoas da comunidade e especialistas de projeto e construção (engenheiros civis e arquitetos, por exemplo). Os resultados das avaliações serão sistematizados e contribuirão para validar os resultados gerais da pesquisa;

Publicização de resultados: através de *site* da pesquisa no *website* do Nomads.usp e em suas páginas em redes sociais, *websites* especializados, publicações e reuniões científicas e disponibilização pública dos protótipos produzidos para desenvolvedores de *software*, para continuidade do seu

desenvolvimento, além de agentes de intervenções urbanas interessados em novas aplicações.

1.3 Plano de trabalho e cronograma e execução

Etapa 1: Revisão bibliográfica, Investigação de fontes e experiências precedentes a fim de compreender melhor o estágio atual do uso e estudo do BIM com fins de participação comunitária. Levantamento das informações técnicas pertinentes ao desenvolvimento de ferramenta que interaja com o banco de dados de programas computacionais com base em plataforma BIM. Bibliografia a ser consultada na *web* e nas bibliotecas da USP (IAU, FAU, ICMC, EESC, politécnica, entre outras);

Etapa 2: Criação de *website* da pesquisa; no *website* do Nomads.usp e atualização contínua com divulgação de resultados parciais e finais da pesquisa;

Etapa 3: Consulta a especialistas, Consulta continuada a docentes e Pesquisadores de diferentes institutos da área da computação e de fóruns especializados em desenvolvimento de *software*;

Etapa 4: Estudo exploratório de programas computacionais; Interfaces e *plug-ins* capazes de interagir com bancos de dados BIM e que proponham aplicações para participação popular. Sistematização segundo categorias analíticas derivadas da revisão bibliográfica e da consulta a especialistas;

Etapa 5: Elaboração de relatório parcial;

Etapa 6: Desenvolvimento de ambientes de teste; Desenvolvimento contínuo de ambientes de testes a partir dos requisitos levantados, validando as etapas e as possíveis interfaces e ferramentas propostas ao longo do projeto;

Etapa 7: Testes e avaliações dos ambientes gerados com pesquisadores e pessoas da comunidade extra campus;

Etapa 8: Revisão e ajustes de acordo com os resultados da etapa 7;

Etapa 9: Avaliação dos resultados com o orientador, grupo de pesquisa, parceiros e usuários.

Etapa 10: Elaboração de relatório final e divulgação de resultados.

Tabela 1. Cronograma de execução.

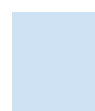
	MÊS 1	MÊS 2	MÊS 3	MÊS 4	MÊS 5	MÊS 6	MÊS 7	MÊS 8	MÊS 9	MÊS 10	MÊS 11	MÊS 12
ETAPA 1	Realizado	Realizado	Realizado	Realizado	Realizado							
ETAPA 2	Realizado	Realizado	Realizado	Realizado	Realizado	Em andamento	A realizar	A realizar	A realizar	A realizar	A realizar	A realizar
ETAPA 3		Realizado	Realizado	Realizado	Realizado	Em andamento	Em andamento	A realizar	A realizar	A realizar		
ETAPA 4		Realizado	Realizado	Realizado	Realizado	Realizado	Realizado					
ETAPA 5						Em andamento						
ETAPA 6							A realizar	A realizar	A realizar			
ETAPA 7								A realizar	A realizar	A realizar		
ETAPA 8									A realizar	A realizar	A realizar	
ETAPA 9										A realizar	A realizar	A realizar
ETAPA 10												A realizar



Realizado



Em andamento



A realizar

PARTE I

Atividades acadêmicas desenvolvidas

2. ATIVIDADES DESENVOLVIDAS PREVISTAS

Durante o período de janeiro a junho de 2018 foram realizadas reuniões de trabalho com o orientador dessa pesquisa e com pesquisadores do Nomads.usp cujas pesquisas estão diretamente relacionadas com a temática aqui proposta. Assim como o compartilhamento de conhecimento com alunos de iniciação científica do grupo de pesquisa em questão e diferentes grupos de pesquisa do Instituto de Arquitetura e Urbanismo (IAU-USP). Foram também desenvolvidos fichamentos e resumos de capítulos de livros, artigos e trabalhos científicos, que vêm auxiliando o desenvolvimento deste trabalho de iniciação científica.

2.1 Reuniões

Nesse item estão registradas as reuniões presenciais, sendo que as iniciativas, discussões e trabalhos continuaram em âmbito não presencial.

Tabela 2. Quadro de Reuniões.

Reunião 1.

Tipo: Reunião Geral do Grupo de Pesquisa

Data e Local: 09 mar. 2018 – Auditório Paulo de Camargo Almeida (IAU-USP)

Participantes: Prof. Dr. Marcelo Tramontano, Profa. Dra. Anja Pratschke, Luciana Roca, Maju Martins, Juliana Trujillo, Sandra Soster, MSc. Juliano Veraldo Pita, Fernanda Ferrari, Mariah G. Di Stasi, Lucas de Chico, Maria Clara Cardoso, Maurício Silva, Jessica Tardivo, Dayanna Sousa

Assunto geral:

A reunião teve como objetivo apresentar o grupo aos novos integrantes e tratar da organização do semestre. Informes: Congressos (na Unicamp com o convidado Bilal Succar, Sigradi em São Carlos, Icomos em Belo Horizonte e ANTAC em Foz do Iguaçu), Seminários de acompanhamento do curso de pós-graduação do IAU USP e qualificações de doutorado; Atividades: Participações na revista científica Vírus V!16, manutenção da 001; Pesquisa: Estruturação de grupo de trabalho BIM Nomads, novos projetos de iniciação científica, balanço e perspectivas das ações de pesquisa relacionadas ao semestre anterior.

Reunião 2.

Tipo: Participação na Revisão de Artigos da Revista Vírus V!16

Data e Local: 06 abr. 2018 - Unidade 001 do Nomads.usp - IAU-USP

Participantes: Jéssica Tardivo, Lucas de Chico, Maurício Silva, Maria Clara

Cardoso, Dayanna Sousa

Assunto geral:

A reunião teve como objetivo organizar a participação na revista Vírus V!16, separar os artigos para revisão e começar a revisá-los.

Reunião 3.

Tipo: Reunião de Orientação da Pesquisa de Iniciação Científica

Data e Local: 10 abr. 2018 - Unidade 001 do Nomads.usp - IAU-USP

Participantes: Prof. Dr. Marcelo Tramontano, Juliano Pita, Dayanna Sousa

Assunto geral:

A reunião teve como pauta acompanhar o andamento da pesquisa de iniciação científica e orientar, discutir e definir parâmetros quanto ao levantamento de dados e objetivos da coleta de experiências relevantes para os objetivos da pesquisa.

Algumas resoluções:

Ao constatar a dificuldade em encontrar iniciativas que se assemelham à iniciativa da pesquisa no quesito de propor uma ferramenta complementar de participação popular com BIM, houve o redirecionamento da busca para referências de experiências de uso de plataformas participativas, colaborativas e de visualização de dados gráficos e alfanuméricos relacionáveis ao BIM, com o possível uso de interfaces de jogos.

Reunião 4.

Tipo: Reunião Geral do Grupo BIM Nomads

Data e Local: 18 abr. 2018 - Unidade 001 do Nomads.usp - IAU-USP

Participantes: Prof. Dr. Marcelo Tramontano, MSc. Juliano Veraldo Pita, Juliana Trujillo, Paulo Sena, Fernanda Ferrari, Bruno Simões, Dayanna Sousa

Assunto geral:

A reunião teve como objetivo integrar o novo grupo BIM Nomads e relacionar os temas de pesquisa, a fim de, com a colaboração e troca de dados, possibilitar maior enriquecimento das pesquisas individuais e pesquisas do grupo.

Reunião 5.

Tipo: Reunião do Projeto JAM

Data e Local: 23 abr. 2018

Participantes: Prof. Dr. Marcelo Tramontano, MSc. Juliano Veraldo Pita, Paulo Sena, Profa. Dra. Anja Pratschke, Fernanda Ferrari, Juliana Trujillo, Dayanna Sousa, Grupos de pesquisa participantes do projeto JAM via videoconferência.

Assunto geral:

A reunião teve como objetivo tratar sobre o projeto JAM, no âmbito de sua temática, propostas e desafios; além do intuito de reconhecer as possibilidades oferecidas por cada grupo de pesquisa envolvido para fortalecimento do projeto.

Reunião 6.

Tipo: Reunião de colaboração e troca de dados relacionados à Pesquisa de Iniciação Científica

Data e Local: 24 abr. 2018 - Unidade 001 do Nomads.usp - IAU-USP

Participantes: MSc. Juliano Veraldo Pita, Dayanna Sousa

Assunto geral:

A reunião teve como objetivo geral trocar informações a respeito do levantamento combinado na reunião do dia 10 de abr. de 2018 a fim de estabelecer pontes entre os dados colhidos, no campo prático e teórico do uso de plataformas participativas, de visualização ou relacionadas ao BIM para visualização e colaboração.

Reunião 7.

Tipo: Reunião de Orientação da Pesquisa de Iniciação Científica

Data e Local: 25 abr. 2018 - Unidade 001 do Nomads.usp - IAU-USP

Participantes: Prof. Dr. Marcelo Tramontano, MSc. Juliano Veraldo Pita, Dayanna Sousa

Assunto geral:

A reunião teve como objetivo compartilhar, analisar e discutir sobre os dados coletados durante o levantamento inicial e sobre aspectos da participação social no Brasil e no mundo, a fim de guiar os próximos passos da pesquisa.

Algumas resoluções:

Houve um redirecionamento em relação às plataformas de jogo, por ser de maior interesse para a pesquisa trabalhar com percursos livre e com plataformas leves - ferramenta dificultada em jogos. Foram definidos parâmetros de categorias de classificação para a coleta realizada e estabelecidos aspectos mais definidos características a serem observadas nas plataformas levantadas.

Estabelecemos um prazo para a categorização para a próxima reunião de orientação da pesquisa.

Reunião 8.

Tipo: Reunião de Orientação da Pesquisa de Iniciação Científica

Data e Local: 04 mai. 2018 - Unidade 001 do Nomads.usp - IAU-USP

Participantes: Prof. Dr. Marcelo Tramontano, MSc. Juliano Veraldo Pita, Dayanna Sousa

Assunto geral:

A reunião, no primeiro momento, teve como objetivo discorrer sobre possibilidades de experimentos juntamente ao USINA e relação com a pesquisa HUB do grupo de pesquisa. Em segundo momento na reunião, o objetivo era analisar os dados categorizados do levantamento inicial e definir os próximos passos da pesquisa.

Algumas resoluções:

Foram selecionadas quinze plataformas a partir do levantamento inicial para serem testadas até a próxima reunião de orientação da pesquisa e definidos critérios iniciais de observação e categorização.

Reunião 9.

Tipo: Consulta a especialistas e Reunião de Orientação da Pesquisa de Iniciação Científica

Data e Local: 22 mai. 2018 - Unidade 001 do Nomads.usp - IAU-USP

Participantes: Prof. Dr. Marcelo Tramontano, MSc. Juliano Veraldo Pita, Daniel Picon, Evandro Cesar Bueno, Dayanna Sousa

Assunto geral:

A reunião teve como objetivo consultar especialistas em relação aos objetivos da pesquisa e às possibilidades visualizadas até aquele momento, em prol de compreender a iniciativa proposta e expandir as possibilidades de métodos a serem utilizados.

Algumas resoluções:

Organização de produção de artigo para envio ao congresso internacional AICT do IEEE em Almaty - Cazaquistão.

Reunião 10.

Tipo: Reunião de Orientação da Pesquisa de Iniciação Científica

Data e Local: 25 mai. 2018 - Unidade 001 do Nomads.usp - IAU-USP

Participantes: Prof. Dr. Marcelo Tramontano, MSc. Juliano Veraldo Pita, Dayanna Sousa

Assunto geral:

A reunião teve como pauta analisar os resultados obtidos com os testes realizados e os dados providos deles. O objetivo era alcançar uma compreensão maior das funcionalidades e ferramentas propiciadas com esses programas. A reunião também tratou da elaboração do artigo e alinhamento quanto a sua produção.

Reunião 11.

Tipo: Elaboração de artigo para congresso internacional

Data e Local: 28 mai. 2018 - Unidade 001 do Nomads.usp - IAU-USP

Participantes: Prof. Dr. Marcelo Tramontano, MSc. Juliano Veraldo Pita, Dayanna Sousa

Assunto geral:

A reunião teve como objetivo dar continuidade a elaboração do artigo, revisando os detalhes finais para a submissão.

Reunião 12.

Tipo: Reunião de colaboração e troca de dados relevantes à Pesquisa de Iniciação Científica

Data e Local: 29 de maio de 2018 - Centro Acadêmico Armando de Salles Oliveira - USP São Carlos

Participantes: Rafael Fenerick, Dayanna Sousa

Assunto geral:

A reunião com o aluno de iniciação científica e programador teve como objetivo esclarecer dúvidas práticas quanto às possibilidades tecnológicas em que a pesquisa se pautava. Além de buscar materiais e referências de documentação do uso dos formatos computacionais propostos pelo projeto.

Reunião 13.

Tipo: Reunião de Orientação da Pesquisa de Iniciação Científica e PUB

Data e Local: 05 jun. 2018 - Unidade 001 do Nomads.usp - IAU-USP

Participantes: Prof. Dr. Marcelo Tramontano, MSc. Juliano Veraldo Pita, Dayanna Sousa

Assunto geral:

A reunião teve como objetivo discutir os dados coletados através da consulta à especialistas e troca de dados com a pesquisa de IC em programação e tratar da possibilidade de chamada de novas iniciações científicas no grupo de pesquisa cujo temas seriam relevantes para a pesquisa em questão.

Algumas resoluções:

Colaboração em redação de projeto de pesquisa relacionado a interfaces para BIM para envio ao PUB - Programa Unificado de Bolsas da USP.

Reunião 14.

Tipo: Reunião de colaboração e troca de dados relevantes à pesquisa

Data e Local: 14 de junho de 2018 - Laboratório educacional de informática - IAU-USP

Participantes: Rafael Fenerick, Dayanna Sousa

Assunto geral:

A reunião teve como objetivo definir experimentações de programação em Python que dialoguem com o banco de dados BIM, a fim de compreender melhor as possibilidades tecnológicas das linguagens acessíveis e sua relação com os objetivos da pesquisa.

2.2 Participação na edição da revista V!RUS

Durante o processo de edição da revista científica V!RUS n.16, a pesquisadora participou como colaboradora nas etapas de revisão e tradução de artigos em inglês e português. Nesse processo se estabeleceram conceitos teóricos e práticos para elaboração e construção de artigos científicos e acadêmicos. Todos os pesquisadores do grupo de pesquisa passam por esse processo, cujo objetivo é de treinamento relacionado ao manejo e familiarização com o formato acadêmico de textos. A participação totalizou 45 horas de trabalho, distribuídas durante os meses de abril e maio de 2018.

2.3 Levantamento Bibliográfico

Para compreensão e ampliação de conhecimento nas áreas que dizem respeito a essa pesquisa, foram realizadas leituras de livros e artigos acadêmicos, que colaboram com a elaboração desse relatório, a partir das quais a pesquisadora elaborou os seguintes fichamentos:

Fichamento 01: BARRETO, B. V.; RIBEIRO, S. E. C.; ALMEIDA, T. L. G.; SANCHES, J. L. G. **O BIM no cenário de arquitetura e construção civil brasileiro.** Belo Horizonte: Revista CONSTRUINDO, v.8. p. 1, 2016. (Apêndice I)

O artigo tem como objetivo retratar o cenário brasileiro da adoção e do uso do BIM. Descreve pesquisa e consulta eletrônica realizada com empresas e profissionais da área de construção (Arquitetura, Engenharia e Construção) em relação à implementação do BIM. Traz assim dados estatísticos de pesquisa referentes às dificuldades de implementação BIM em escritórios, vantagens e

desvantagens vistas por esses profissionais e propõe possíveis soluções e meios pelos quais esse quadro atual possa superar essas barreiras.

O artigo retrata o BIM como um conceito atual e vantajoso, que atende melhor a lógica das construções atuais e como algo já mais consolidado em países mais desenvolvidos. Traz as diferenças do contexto brasileiro e a influência de aspectos de ensino e pesquisa nesse quesito.

Fichamento 02: TEIXEIRA, S. F; BARROS, F. C; TOMÉ, S. M. G; MELO, H. C; FERREIRA, T. R. **Empreendimentos habitacionais de interesse social e sua relação com o conceito BIM.** Betim: VI Seminário de Iniciação Científica IFMG, 2017. (Apêndice II)

O artigo apresenta pesquisa que parte das experiências do Brasil com a produção de habitações de interesse social (HIS) e do alto déficit habitacional do país. A partir desse método exploratório, reconhecendo um quadro de menor foco na qualidade da habitação social e maior foco na quantidade de unidades, o artigo propõe o uso do BIM como alternativa que garanta o “tripé da sobrevivência” (COOPER; SLAGMULDER, 1997 *apud* TEIXEIRA S. F. *et al*, 2017).

O trabalho então descreve vantagens e aspectos dos BIM que podem melhorar a produção de HIS no Brasil, tanto para os técnicos e empreendedores, quanto para os futuros moradores.

Fichamento 03: RAHMAN, R; AB. DAY, A. ***A comparative study of digital and traditional tools for participative design.*** *Computing in Architecture - Re-Thinking the Discourse: The Second International Conference of the Arab Society for Computer Aided Architectural Design - II ASCAAD.* Sharjah - United Arab Emirates, 2006. (Apêndice III)

O artigo tem como objetivo descrever pesquisa realizada na Universidade de Bath, cujo objetivo residia em conduzir um experimento de participação social

através de bases digitais de AEC. O projeto em questão era a construção de um alojamento estudantil no campus da Universidade.

O experimento era baseado no uso de uma metodologia específica que se pautava em um modelo digital e um modelo físico em um ambiente específico onde os estudantes podiam fazer alterações e sugestões. O conceito de orçamento participativo também foi explorado, considerando que a cada alteração realizada, era possível visualizar os impactos dela. O artigo também categoriza experimentos de participação social em sua metodologia, ferramentas usadas e acessibilidade.

2.4 Desenvolvimento e alimentação de website

Para divulgação pública dos resultados parciais e finais da pesquisa, foi desenvolvida uma página *online* da pesquisa, a saber, <http://www.nomads.usp.br/wp/bimplataformaparticipacaopopular>, dentro do sistema *Word Press* do grupo de pesquisa Nomads.usp e uma página de centralização das pesquisas em BIM do grupo. Tais pesquisas são categorizadas como BIM Nomads¹.

3. ATIVIDADES DESENVOLVIDAS NÃO PREVISTAS

Durante o período de maio de 2018, a bolsista participou da elaboração de um artigo científico como coautora (terceira autora), juntamente ao orientador (primeiro autor) e ao MSc, Juliano Pita (segundo autor), para o 12º Congresso Internacional do IEEE (*Institute of Electrical and Electronics Engineers*), AICT2018² (*Academic Information and Communication Technologies*) em Almaty no Cazaquistão³. A carga de trabalho no artigo totalizou 15 horas no mês de maio de 2018.

Além do artigo, uma atividade que contribuiu com a compreensão apresentada nesse relatório, foi o uso do *Revit Link*, ferramenta BIM de vinculação de modelos,

¹ Disponível em: <<http://www.nomads.usp.br/wp/bimnomads/>>. Acessado em 02 jul. 2018.

² Disponível em: <<http://www.aict.info/?csc=2018>> Acessado em 02 jul. 2018.

³ O artigo foi submetido e o aceite do mesmo no referido congresso será divulgado no dia 15 de julho de 2018.

em atividade acadêmica da graduação. O objetivo era de se obter um processo de trabalho simultâneo e colaborativo entre a equipe.

PARTE II

Revisão Bibliográfica

4. INTRODUÇÃO À PESQUISA

Uma vez que espaços públicos são elementos essenciais da presença e ação do Estado no cotidiano do cidadão, entende-se que, em um contexto democrático, a construção destes espaços deve contar com a participação efetiva da população em sua concepção. São poucas as iniciativas de implementação da participação de atores não técnicos nas obras públicas como parcela ativa nas tomadas de decisões.

Atualmente, a participação popular em decisões públicas é regulamentada pela Lei nº 10.257/01, sendo delimitada por debates, audiências, consultas públicas, conferências urbanas e iniciativas populares. É previsto pela mesma lei o Orçamento Participativo, que, para que o projeto seja aprovado pelas câmaras, torna obrigatória a participação popular na elaboração das peças orçamentárias.

Com isso, perceber-se que legalmente a participação popular já é lida como um fator importante nos projetos urbanos. Entretanto, a participação efetiva dessa população no momento específico destinado a ela (elaboração do orçamento) é limitada à participação reduzida ou ao caráter apenas consultivo da população.

Como parte dos princípios básicos dessa pesquisa, acredita-se que as novas tecnologias da informação apresentam potencial de fomento e viabilização capaz de tornar, consideravelmente, mais direta essa participação nos processos decisórios do poder público através de novas formas de debate e interação. A possibilidade de uma participação facilmente acessível, de forma objetiva e direta, tem se mostrado como uma possível solução ou melhora desse quadro atual.

Para que seja efetiva, qualquer sessão participativa deve primeiramente ser acessível. [...] se o projeto participativo digital é para ser mais amplamente aceito, a abordagem deve ser simples e custar efetivamente o suficiente para ser posta em prática (RAHMAN; DAY, 2006, p. 236, tradução nossa)⁴.

A implementação e as possibilidades geradas pelo BIM, é o que estrutura os argumentos que serão pesquisados aqui, uma vez que, de acordo com o pesquisador australiano, Bilal Succar (2009), o BIM se apresenta como uma “[...]”

⁴ Do original: *In order to be effective, any participatory session has to first of all be accessible. [...] If digital participative design is to be more widely accepted, the approach has to be simple and cost effective enough to be put into practice* (RAHMAN; DAY, 2006, p. 236).

metodologia para gerenciar o projeto e os dados de uma construção de forma digital através de todo o seu ciclo de vida”⁵ (SUCCAR, 2009, p. 357, tradução nossa), entende-se que para o gerenciamento efetivo de um projeto, ocorram as interações de todos os atores envolvidos e interessados no empreendimento, chamados aqui de *stakeholders*.

Isso se deve ao fato do BIM conter ferramentas necessárias para o gerenciamento de toda a informação gerada por esses atores, disponibilizando-a e integrando-a de forma clara e precisa a todos os membros. Essa possibilidade é gerada principalmente pela abordagem do BIM ser baseada em uma lógica colaborativa, se propondo a ser, além de uma plataforma de modelagem e construção, uma plataforma de informação e comunicação onde um compartilhamento absoluto das informações entre os diversos atores de diversas disciplinas possa ocorrer em sua implementação final.

Essas características que fazem o BIM aparentar se adequado à possibilidade de participação de outros atores não técnicos, relevantes ao processo, porém atualmente relativamente privados de uma interação mais direta e efetiva. Essa parcela pode ser ampliada para gestores, comunidades, observadores externos e controladores internos. Tendo isso em vista, a pesquisa busca observar e implementar, de maneira experimental, essa participação através da plataforma BIM.

Com esse escopo, testes e estudos vêm sendo desenvolvidos para consolidar a proposta de desenvolvimento de uma plataforma, baseada na *web* e em API, que possua uma interface de participação, diferenciada. Estima-se que está poderá traduzir as informações do programa computacional BIM e se instaurar como uma área de debate, para elaboração de propostas e acompanhamento de projetos entre atores não técnicos, vistos aqui como uma parcela importante dos tomadores de decisões (*stakeholders*).

4.1 Sobre o BIM

Com base no estudo de Succar (2009, p.357), compreende-se que BIM representa uma nova forma de enxergar e gerenciar as diferentes etapas de um

⁵ Do original: [...] *Methodology to manage the essential building design and project data in digital format throughout the building's life-cycle* (SUCCAR, 2009, p. 357).

projeto da sua concepção a execução. Aqui coloca-se o papel BIM, não apenas como uma ferramenta de modelagem, como um reflexo de um conceito de integração, interoperabilidade e unidade de projeto por meio da tecnologia. Uma possível interpretação também das ferramentas dispostas pelo BIM seria aborda-las como um repositório, onde as informações sobre determinado projeto seriam armazenadas, lidas, alteradas e gerenciadas (PENTTILÄ, 2006 *apud* BARRETO, 2016).

O comitê de Padrões de Projeto BIM Nacional dos Estados Unidos (NBIMS, 2014) descreve esse aspecto como uma:

[...] colaboração de diferentes tomadores de decisões [*stakeholders*] em diferentes fases do ciclo de vida de uma obra em inserir, extrair ou modificar informações no BIM para dar suporte e refletir sobre os papéis daquele *stakeholder*⁶ (NBIMS, 2014, s.p. [online], tradução nossa).

A integração entre dados, formas, agentes e fases da obra é visto como um dos grandes diferenciais da tecnologia - apesar desta ainda não ter todo seu alcance explorado nacionalmente (BARRETO *et al*, 2016).

Esse conceito relaciona processos de geração e gerenciamento de dados a representações de características físicas e funcionais de uma obra através do uso de programas computacionais paramétricos. A parametria desses programas parte da premissa de dados e das partes de um modelo único serem inter-relacionadas e dependentes, de forma a obter uma coesão e coerência maior de informações, maior precisão e economia.

Segundo o pesquisador finlandês Hannu Penttilä (2006):

A Modelagem da Informação da Construção (BIM) busca integrar todo o processo de produção em um só modelo, ele é uma metodologia para gerenciar a essência do projeto e dados da construção ou empreendimento no formato digital em todo ciclo de vida do edifício (PENTTILÄ *apud* BARRETO *et al*, 2016, p. 2).

Assim como Succar, Penttilä traz a ideia do BIM perdurar por todo o ciclo de vida de uma obra, utilizando seus recursos desde as primeiras fases de projeto até a manutenção da obra já construída. Com o modelo único, a visualização e o encontro

⁶ Do original: [...] *collaboration by different stakeholders at different phases of the life cycle of a facility to insert, extract, update or modify information in the BIM to support and reflect the roles of that stakeholder* (NBIMS, 2014 s.p. [online]).

de informações específicas ficam drasticamente mais viabilizados e facilitados em relação às ferramentas convencionais a base CAD (*Computer Aided Drawing*). Considerando que essas características - visualização e encontro de informações - são de grande valia numa obra e num processo de manutenção ou reforma, seu uso durante essas fases também parece viabilizado e vantajoso.

Para melhor apreender sobre esse processo, foi escolhido como base de análise, o programa computacional BIM *Autodesk Revit* 2018 (versão estudantil), sobretudo pela consolidação e popularidade em relação aos demais no Brasil. Fator que pode gerar maior quantidade de informação e documentação necessárias para o desenvolvimento dessa plataforma - além de aumentar a coesão dos resultados da pesquisa com o que está mais próximo da realidade dos profissionais da área.

4.1.1 Vantagens do uso BIM

Um dos principais diferenciais do conceito BIM é a sua base em dados, permitindo a parametrização do projeto como um todo - significando numa obra flexibilidade e precisão. Em um estágio avançado da implementação BIM, a obra seria projetada em um modelo único, com a operação simultânea de profissionais de todas as disciplinas envolvidas (BARRETO *et al*, 2016). Essa funcionalidade corrobora com a ideia de economia, por, além de otimizar o tempo de projeto e obra, une as diversas colaborações dos diferentes agentes em uma só, transparecendo as divergências e gerando uma melhor identificação de conflitos e erros.

Todas as informações e formas de visualização partiriam do mesmo modelo, reduzindo assim a constância da ocorrência e o acúmulo de erros no projeto, que normalmente só são perceptíveis durante a execução. Na ótica da pesquisadora e engenheira civil brasileira Bruna Viero Barreto (2016, p. 3):

É importante ressaltar que esta etapa de colaboração é um dos pontos que tornam o BIM tão útil para as empresas, pois permite a troca de informações, o trabalho em conjunto e a detecção precoce de conflitos entre projetos (BARRETO *et al*, 2016, p.3).

A colaboração no mesmo projeto nesse conceito, aconteceria de forma simultânea entre profissionais de diversas disciplinas, sendo integrados e sincronizados com um único modelo central. Essa operação integrada é essencial

para que o modelo permaneça único com ferramentas como os *worksets* e *Revit link*, por exemplo.

A partir de testes em atividades acadêmicas não programadas, visualiza-se que o *Revit link* é uma alternativa de união entre modelos não construídos no mesmo arquivo, não garantindo, portanto, a mesma fluidez, dinamicidade e todas as ferramentas facilitadoras de projeto como os *worksets*. Os *worksets* por sua vez se baseiam em um modelo único e arquivos individuais separados, que alimentam e são alimentados pelo modelo central. A dificuldade atual de uso desse método de projeto no Brasil parece se pautar em grande parte na escassez de capacitações para o uso dessa ferramenta - assim como para as demais ferramentas BIM (AGC, 2005 *apud* BARRETO, 2016).

Conquanto, espera-se que a adoção de um programa computacional que trabalha com um modelo único permita que se poupe tempo, e traga economia para a elaboração de um projeto e execução da obra. Isso acontece uma vez que o programa permite o autor modelar apenas uma vez uma determinada parte, elemento ou trecho da obra e a partir disso as outras vistas e apresentações de informações já estão contidas no projeto (AGC, 2005 *apud* BARRETO, 2016).

Para a melhor abrangência, deve-se entender que uma das diferenças fundamentais entre o desenho auxiliado por computação (CAD), que gera linhas representativas, e a Modelagem da Informação da Construção (BIM), esta permite a liberdade de manuseio de representações, visualizações e extração de dados.

É muito comum nas ferramentas a base CAD o desenho e redesenho repetido do mesmo elemento ou espaço em vistas diferentes, a fim de transmitir as informações daquele objeto. O BIM possibilita essa visualização a partir de um único modelo, de tal forma o mesmo elemento não precisa ser redesenhado independentemente do número de vezes que for usado na representação. Ao precisar de uma nova visualização do objeto, o autor apenas solicita uma nova visualização do seu projeto já modelado. (BARRETO, 2016)

Entre as principais vantagens destacadas pelos profissionais estão a facilidade de alterações, em que uma modificação na planta baixa, por exemplo, automaticamente acarreta em alterações no corte e elevação; [...] a melhor visualização do projeto [...]; a facilidade na criação de quantitativos; [...] e, em consequência da maioria dos

benefícios, a economia de tempo, recurso esse considerado escasso (BARRETO *et al*, 2016, p. 3).

Ademais, plataformas com base BIM possibilitam ao usuário trabalhar com um orçamento contínuo e simultâneo ao projeto e à obra, permitindo a transparência dos custos a cada alteração efetuada, funcionalidade dificilmente utilizada no Brasil pela não implementação consolidada do BIM. Se, com as famílias de fornecedores devidamente modeladas com seus respectivos metadados, o profissional trabalhar com base no orçamento, é possível visualizar os impactos do projeto em sincronia com o ato de projetar em si, não estando essa funcionalidade limitada a apenas etapa de projeto, como já ressaltado.

Uma possibilidade, levantada pela pesquisa dos graduandos em engenharia civil no IFMG (Instituto Federal de Minas Gerais), Sarah Felício Teixeira, Fernando da Costa Barros e dos professores Stella Maria Gomes Tomé, Humberto Coelho de Melo e Tobias Ribeiro Ferreira (2017), é o potencial que do BIM em de trazer melhoras significativas na produção de habitações de interesse social (HIS). A produção atual dessa tipologia parte do princípio do máximo de unidades e abrangência pelo menor custo. Essa premissa leva facilmente a queda bruta de qualidade das edificações, fomentando problemas sociais, construtivos e urbanos.

Tal política acaba gerando unidades habitacionais que não atendem às necessidades dos moradores, possuem baixo padrão de qualidade e vida útil muito curta. Essa falta de qualidade acaba se refletindo em todo o assentamento, nas habitações, nas áreas comuns, nos equipamentos e também na infraestrutura (PERUZZO, 2008 *apud* TEIXEIRA *et al*, 2017, p 2).

Entende-se aqui, que por questões de saúde individual, social e urbana, qualquer edificação habitacional deve atender requisitos básicos de qualidade, com essa mesma ótica, Teixeira se refere a esses requisitos como “tripé da sobrevivência”, que englobam o preço/custo, a qualidade e a funcionalidade (COOPER e SLAGMULDER, 1997 *apud* TEIXEIRA *et al*, 2017).

No âmbito de projeto, a proposta de Teixeira (2017), justifica-se com base nas possibilidades de integração, precisão e visualização, prevendo que o BIM, por ser uma das ferramentas atuais mais desenvoltas no quesito de simulação da edificação, proporcionaria uma facilidade maior de prever o desempenho dos projetos HIS antes de serem construídos, otimizando e garantindo uma qualidade

maior das habitações, e assim como já visto a economia também é ressaltada nesse estudo.

De acordo com a advogada, especialista em habitação, planejamento e tecnologia, Talita Ferreira Cunha e o engenheiro civil do IPT (Instituto de Pesquisas Tecnológicas) de São Paulo, Ercio Thomaz (2016), a recomendação é de que:

[...] as instituições promotoras, os agentes financeiros e as próprias empresas construtoras adotem medidas preventivas que venham a evitar prejuízos econômicos para os diferentes lados, prejuízos estes que significam perdas irreparáveis para a sociedade como um todo (*apud* TEIXEIRA *et al*, 2017, p. 2).

Nesse ponto de vista, as vantagens de planejamento e contenção de custos proporcionada pelo uso BIM é vista como de grande valia para a produção de HIS, e outras propostas, corrobora com o pensando dos demais autores até aqui apresentados. Cunha e Thomaz (2016) estimam que o uso dessa tecnologia poderia propiciar melhor uso do capital financeiro em atividades de necessidade básica e inserção social, de forma adequada, dessa população, além de colaborar com a implementação BIM trazendo incentivos governamentais para a inovação dos processos de projeto e construção do país (TEIXEIRA *et al*, 2017).

4.1.2 BIM no Brasil

Antes de propor uma ferramenta de otimização de uma tecnologia para a possível contribuição com a área de arquitetura e urbanismo, busca-se aqui entender como essa tecnologia se contextualiza nessa área atualmente e quais mudanças e tendências vêm sendo evidenciadas. Apesar de ainda não existirem levantamentos quantitativos abrangentes o suficiente para determinar a adoção nacional do BIM, existem levantamentos em menor escala que servem como base para a leitura do cenário nacional registrado dessa pesquisa.

Nos estudos de Barreto (*et al* 2016), por exemplo, visualiza-se que o cenário mundial do BIM se difere do cenário brasileiro em diversos aspectos. Enquanto as empresas de países com desenvolvimento menos recente implementam novas formas de trabalhar com o conceito, o Brasil se encontra numa fase inicial. Os esforços atuais se concentram ainda na etapa de implementar os programas computacionais BIM em complemento ou substituição das ferramentas CAD (BARRETO, *et al* 2016).

Barreto (*et al* 2006), para melhor exemplificar, realiza um estudo e análise do cenário da implementação BIM em empresas e escritórios da área AEC no Brasil. A pesquisa levantou os programas e recursos utilizados em 100 escritórios, sendo que destes apenas 39 já utilizaram a ferramenta. Desses 39, a pesquisadora observou que o uso se dá apenas na fase de projeto e não por todo o ciclo do processo, como é proposto pelo conceito BIM. Nota-se pelo estudo que são poucas as empresas no Brasil que utilizam essa tecnologia, sendo que muitas, ainda imersas na metodologia CAD, veem os programas BIM reduzidos em sua capacidade de modelagem e o utilizam como mais uma ferramenta de desenho, auxiliada por programas com base CAD do que como uma plataforma central que introduz um novo método de projeto.

Apesar de todas as empresas entrevistadas, citadas por Barreto (*et al* 2016) no artigo referenciado, concordarem em relação à necessidade da utilização do BIM, relatam uma série de dificuldades na sua implementação. A exemplo o custo dessa implementação, diretamente relacionado à uma necessidade preliminar de investimentos de custo e tempo com a capacitação dos funcionários já habilitados em plataformas convencionais. Apesar de o BIM ter parte de seu foco voltado à economia, os gastos com a troca de programa e adaptação de funcionários para uma empresa da área de AEC podem ser relativamente altos.

Esse descompasso entre a capacitação dos profissionais e a demanda de mercado se atribui em grande parte à falta do ensino dessas ferramentas nas instituições de formação e à quantidade relativamente reduzida de pesquisas no tópico. Em equivalência e ciclo com essa questão, está a o incentivo público que tem se mostrado insuficiente.

A partir da análise dos resultados percebe-se que nenhuma empresa teve incentivo por parte do Governo para a utilização do BIM; apenas dois entrevistados entre os que já utilizaram BIM (31 entrevistados) alegaram saber que existem exigências de utilização de plataforma baseada em BIM para participar de licitações (BARRETO *et al*, 2016, p. 8).

Como visto, a principal consequência é a não utilização de todas as funções BIM. Em específico, a colaboração, interoperabilidade, orçamento contínuo, que são referências dessas plataformas, são deixados de lado por questões de capacitação e grau de implementação da nova metodologia.

Existe a falta de empresas e profissionais bem treinados e capacitados para realizarem projetos complementares, gerando a inexistência da interoperabilidade entre as diferentes áreas de atuação, principalmente por não utilizarem o conceito, ocasionando a perda de informações dos projetos pela conversão de BIM para CAD (BARRETO *et al*, 2016, p. 8).

No Brasil, como apresentados, o uso da colaboração e interoperabilidade, costuma ser restrito àqueles que têm capacitação específica para trabalhar com essas ferramentas, considerando aqui haver poucos capacitados, e automaticamente pouca fonte metódica nacional que instrua como utilizar essa ferramenta, a mão-de-obra se torna cara e inviável para grande maioria das empresas. A constância de problemas de interoperabilidade de dados, que carecem de um processo metódico muito bem delimitado para serem sanados, torna-se um limitante para o uso da interoperabilidade no país. Associado à questão do ensino e da adaptação dos profissionais, esse fator corrobora para a timidez de uso de ferramentas de interoperabilidade em plataformas BIM.

4.2 Digitalização de processos participativos

4.2.1 A ideia de participação

A partir da compreensão da importância da efetivação de espaços públicos e do papel essencial que representa no cotidiano do cidadão, a participação popular aqui é vista como imprescindível em suas fases de concepção e produção. Acredita-se que a população reivindica pelo seu direito de opinar e fazer parte em decisões que o atingem nesses espaços.

A forma como a abertura às colaborações em questão se apresenta atualmente no Brasil, é compreendida com características mais próximas à consulta que à participação de fato. Esse fator se dá uma vez que essas participações se efetivam apenas em espaços e momentos específicos e escassos, em específico em debates, audiências e consultas públicas. Conferências sobre assuntos de interesse urbano, nos níveis nacional, estadual e municipal iniciativa popular de projeto de lei e de planos, programas e projetos de desenvolvimento urbano, os quais, por vezes, são esvaziados, desconhecidos ou não consideravelmente frequentados pela população (SANCHES, 2014).

Ainda que esses processos influenciem de maneira decisiva as ações dos governantes, estas definições costumam ser distantes do cotidiano da população. Neste aspecto, o Orçamento Participativo não favorece a participação popular de maneira mais abrangente e constante, e frequentemente esta participação desdobra-se em um papel estritamente consultivo (ou, como no caso de diversas iniciativas de participação popular, de simples referendo de decisões) (SANCHES, 2014).

Difere-se então, um processo de consulta popular de um processo de participação no princípio. A consulta pode ou não ser atendida; acontece geralmente quando as decisões já foram tomadas; se assemelha a uma etapa expositiva e de retornos em relação ao que foi exposto; uma etapa consultiva. Enquanto processos participativos tendem a permitir possibilidades reais de discussão relacionadas às etapas e interação do ator não técnico, viabilizando sua posição como mais um membro e *stakeholder* do projeto e construção da obra (SANCHES, 2014).

A possibilidade de acompanhamento da obra, monitoramento e direito de fala e colaboração com um projeto que também se refere a ela, traz à população um caráter de pertencimento e identificação. À medida que em que se participa de processos de um projeto, é fomentada adoção daquele projeto como próprio e como parte dos bens da cidade e população (SANCHES, 2014).

Apesar da digitalização de processos de projetos participativos proposta pela pesquisa, entende-se aqui que esse tipo de participação não substitui a participação presencial. É essencial que se participe também pessoalmente, tendo em vista a riqueza desse processo em informações, desenvolvimentos e em visão da comunicação e qualidade de interação que esse meio confere.

4.2.2 Experiências observadas

Experiências de consulta e participação popular tem sido feitas amplamente pelo mundo através de websites e aplicativos, nesta investigação se analisou como exemplo as plataformas *decide.Madrid*⁷ e o *Decidim.Barcelona*⁸, utilizadas pelos Governo Espanhol e Catalão. Essas plataformas disponibilizadas em ambientes

⁷ Disponível em: <<https://decide.madrid.es>> Acesso em 24 jun. 2018.

⁸ Disponível em: <<https://www.decidim.barcelona/>> Acesso em 24 de jun. 2018.

online trabalham como mediadores entre as propostas de políticas públicas e orçamentária e a população, permitindo que os moradores locais participem de maneira ativa, por meio de votações, das decisões em torno da gestão da cidade, processo denominado de gestão participativa.

No caso do *Decide.Madrid*, a plataforma criada em 2015 faz uso do aplicativo CONSUL, um software de acesso livre e gratuito, e apresenta os seguintes menus: *Debates, Propostas, Votos, Processos, Orçamento participativo e Ajuda*. Os ícones permitem aos usuários, uma vez logados no sistema, debaterem sobre questões relativas à gestão da cidade, visualizar os projetos e propostas de mudanças urbanas e sociais, votar no melhor uso do orçamento disponível para benfeitorias na cidade, bem como acompanhar o andamento de processos, licitações e obras. Em específico, o menu *Ajuda* auxilia o usuário a navegar pela plataforma, por meio de perguntas e respostas prontas, com o passo a passo e ilustração de acesso e uso, como ilustra a Figura 1.



Figura 1. Interface da plataforma online Decide Madrid. Fonte: <<https://decide.madrid.es/>> Acesso em 30 jun. 2018.

No que se refere à proposta do *Decidim Barcelona*, uma plataforma criada no ano de 2015 sobre dados abertos geridos no programa *GitHub*, esta tem a finalidade de tornar acessível à população local as tomadas de decisões sobre a gestão da cidade. Sobretudo, visa esclarecer os gastos e investimentos do Governo Municipal, permitindo que a população opine nos processos em andamento e apontem sugestões sobre melhorias em todos os aspectos sociais, políticos e urbanos.

Diferente do *Decide.Madrid*, esta plataforma não possui um menu específico para o voto, mas quando cadastrado e logado ao sistema todo usuário pode questionar os projetos e ações dos administradores. Os seus principais menus apresentam as seguintes funções: Consulta aos processos participativos, navegação pelas propostas mais recentes, as mais valorizadas, as mais comentadas ou as que geram mais debates, e por fim o acesso a prestação de contas, como ilustra a Figura 2.



Figura 2. Interface da plataforma online Decidim Barcelona. Fonte:
<<https://www.decidim.barcelona/>> Acesso em 30 jun. 2018.

Sobre a plataforma, o pesquisador e advogado espanhol Ismael Peña-López (2007, p. 5), relata:

O sucesso da iniciativa e a forte visão política por trás delas tiveram um efeito cascata efeito, levando a outras iniciativas trabalhando para emular as duas grandes cidades, especialmente na Catalunha. Eles estão compartilhando sua tecnologia baseada em software livre, seus procedimentos e protocolos, suas reflexões tanto em eventos abertos como em reuniões oficiais formais. O que começou como um projeto único cresceu em grande escala. Há planos sérios em andamento para adotar a visão em nível regional, liderada pelo Conselho do Condado de Barcelona, e ao nível do Estado espanhol, replicando o projeto em vários municípios.

Como exposto, por meio da citação, propostas de participação da população nos processos decisórios de gestão da cidade, estão facilitando a comunicação entre as ações políticas e as necessidades dos moradores. No Brasil, um exemplo de estímulo à participação social, em específico no processo de projetos de habitação e de infraestrutura urbana, são os jogos do Canteiro, da Marcação, da

Fundação, do Telhado e da Alvenaria Estrutural, desenvolvidos no ano de 2003, pelo professor Renato César Ferreira e pela Professora Maria Lúcia Malard da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), durante o Projeto Habitare financiado pelo FINEP (Empresa brasileira de inovação e pesquisa).

Controverso aos dois projetos apresentados de participação na gestão da cidade, os jogos foram inseridos em uma interface *online*, com o objetivo estimular a discussão dos aspectos de um canteiro convencional. Como exemplo, a Figura 3 ilustra o jogo da Fundação.



Figura 3. Ilustração da interface do Jogo da Fundação - Projeto Habitare. Fonte:
<http://www.habitare.org.br/projetos_produtos.aspx> Acesso em 30 jun. 2018.

A proposta era a de implantar esses jogos em telecentros e em escolas públicas selecionadas, a fim de fazer parte de um processo de incentivo, capacitação e educação voltado para a participação através de mutirões e união com a comunidade. A dinâmica do jogo foi baseada em personagens mutirantes construindo uma casa. Durante o jogo, as situações comuns de um canteiro acontecem e o jogador precisa lidar com elas. Para que fosse possível sua implementação em espaços públicos, como os telecentros e escolas, o jogo foi desenvolvido na plataforma *Shockwave Flash Macromedia* com configurações

básicas que não necessitam de computadores potentes. Tornando possível seu uso através do navegador *online* ou, se feito *download, offline*. De acordo com Malard (*et al* 2006, p. 126), “[...] assim sendo, exige a configuração mínima de um computador igual ou superior a um K6 II 300 mega-hertz, 8 *M bytes* de *RAM*, placa de vídeo com 8 *M bytes* e kit multimídia”.

Preocupações como os locais para o canteiro de obra, os cuidados com as ferramentas e recursos como água e energia surgem no jogo a fim de chamar a atenção dos jogadores para esses aspectos e contribuir para o conhecimento da população de forma simples e interativa. O jogo foi desenvolvido com caminhos, histórias e interações pré-estabelecidas, portanto não é considerado pela pesquisa como um método participativo; porém a plataforma em questão se instaura como um método de complemento a processos participativos, estimulando, conscientizando e capacitando a população para mutirões (MALARD *et al*, 2006).

Outra forma de alcançar o acesso à população, facilitado pela tecnologia e meios digitais, é se baseando no uso de aplicativos para dispositivos móveis⁹. Assim como no Brasil na Inglaterra no ano de 2006 o “estudo comparativo de ferramentas digitais e tradicionais para projetos participativos”¹⁰ (Tradução nossa), desenvolvido pelos pesquisadores e engenheiros ingleses Rashidah Abdul Rahman e Alan Day (2006), foi uma iniciativa que buscou aumentar a inclusão de atores não técnicos na etapa de projeto, por meio de aplicativos.

Os pesquisadores apresentaram, durante à Segunda Conferência Internacional da Sociedade Árabe para Projeto Arquitetônico assistido por Computadores, uma metodologia voltada para participação social durante o curso do projeto, que tem como base uma participação presencial auxiliada por ferramentas digitais. A metodologia se baseia em iniciativas de participação consideradas por Rahman e Day (2016, p. 235) como bem-sucedidas, “[...] com a intenção de complementar, e

⁹ No grupo de pesquisa Nomads.usp há uma pesquisa de doutorado - “Dimensões híbridas do espaço público: da cidade participativa à cidade colaborativa”, da pesquisadora MSc. Juliana Trujillo - relacionada a uma de iniciação científica - “Compartilhando decisões: interfaces digitais para participação comunitária”, do pesquisador Bruno Simões, ambas em curso sob a orientação do Prof. Dr. Marcelo Tramontano, que estudam as dinâmicas geradas por essas plataformas, com suas limitações e potencialidades.

¹⁰ Do original: *A comparative study of digital and traditional tools for participative design* (RAHMAN; DAY, 2006, p.1).

esperançosamente reforçar, boas práticas atualmente bem estabelecidas (Tradução nossa) “¹¹.

Uma premissa essencial da metodologia é seu esforço em ser acessível e não demandar de tecnologias muito avançadas, como realidades virtuais e métodos diferenciados com alto custo de implementação e manutenção. Para isso, a base digital da ferramenta é convencional e simples - programas computacionais a base CAD, um computador mediano que suporte a ferramenta e um projetor. O estudo foi aplicado na Universidade Bath onde o objeto de projeto era um alojamento estudantil no campus da Instituição. Oito opções eram apresentadas ao público, os quais tinham a liberdade de escolher e fazer alterações em maquete física e maquete digital (construída em *Trimble Sketchup*). A participação nesse caso ainda permeia muito os campos da consulta, à medida que depende de projeto inicial para que seja possível a apresentação das opções aos usuários finais. Entretanto as alterações de aspecto livre em maquete possibilitadas pela iniciativa, já apresentam características mais participativas do que consultivas.

Numa situação ideal, o projeto participativo ocorreria do princípio do projeto e seria aplicado em projetos maiores onde é mais provável o impacto significativo do ambiente público (RAHMAN; DAY, 2006, p. 235, tradução nossa)¹².

Existia nesse experimento uma tentativa de orçamento contínuo que interessa essa pesquisa. À medida que as alterações eram efetuadas pelos participantes, uma planilha captava as mudanças e apresentava a alteração que isso traria no custo do aluguel. Essa ferramenta possibilitava a “comparação entre o que o usuário estava disposto a pagar e o que iria realmente custar à Universidade para cobrir a construção e gastos de manutenção” (RAHMAN; DAY, 2006, p. 239, tradução nossa)¹³.

Rahman e Day (2006) categorizam dois tipos; primeiro visando à participação popular em relação às suas bases metodológicas e classificam essas categorias de acordo com características de acesso, papéis, sofisticação, visualização, entre

¹¹ Do original: [...] with the intention of complementing, and hopefully enhancing, current well-established practice (RAHMAN; DAY, 2016, p. 235).

¹² Do original: In an ideal situation participative design would occur from the very start of the design and would be employed on larger projects which are more likely to have a significant impact on the urban environment. (RAHMAN; DAY, 2006, p. 235)

¹³ Do original: This provided a comparison between what the user was willing to pay and what it would actually cost the University to cover building and maintenance costs (RAHMAN; DAY, 2006, p. 239).

outros. O segundo se pautou nas iniciativas de participação popular. O conteúdo analisado é baseado na escala da intervenção e na ferramenta utilizada para garantir a participação conforme representa a Tabela 2.

Tabela 2. Comparativo de experiências de participação popular.

INCLUSÃO DE MENOR ESCALA DO USUÁRIO GERAL UTILIZANDO TECNOLOGIA DESKTOP	INCLUSÃO DE MENOR A MEDIA ESCALA DO USUÁRIO GERAL UTILIZANDO TECNOLOGIA HÍBRIDA DE DESKTOP/LAPTOP E REALIDADE VIRTUAL NÃO IMERSIVA	INCLUSÃO DE MAIOR ESCALA DO USUÁRIO GERAL UTILIZANDO TECNOLOGIA BASEADA NA WEB.
Experiência Hall (1996) e Pietsch (2001)	Experiência da Universidade Teesside (Reeves e Littlejohn 1999)	Experiência conjunta de desenvolvimento de novo laboratório de informática entre Cambridge e Microsoft (Richens & Trinders 1999)
Os participantes sentam ao redor da tela de um computador e percorrem o processo de fazer mudanças de projeto juntos. Nesses exemplos, o projeto foi previamente preparado pelo arquiteto usando um sistema CAD e o exercício de projeto participativo envolvia alterar o modelo preparado, a fim de explorar alternativas. A participação ocorria no final do processo e não no início.	Apesar de a sessão participativa ter sido bem-sucedida, o comentário geral do público sobre não se sentir confortável em um ambiente tão formal é um ponto que deve ser considerado quando planejando um exercício de projeto participativo.	Todos os aspectos de comunicação deveriam ser feitos através de <i>e-mails</i> e da <i>internet</i> . O projeto era desenvolvido por modelagem computacional, [...] compartilhado com usuários através de uma página oficial na <i>internet</i> . Canais de comunicação [...] através de fórum na <i>internet</i> e questionário <i>online</i> . Desenhos eram dispostos em quadros de aviso para as pessoas desenharem ou escreverem comentários. [...] visualização progressivo do laboratório utilizando <i>software</i> de jogos.

Fonte: RAHMAN; DAY, (2006, p.235-236). Traduzido e editado pela pesquisa.

Por meio da observação inicial das plataformas apresentadas, nota-se a preocupação da gestão pública e dos pesquisadores envolvidos no processo educativo da população. Possibilitando maior acesso a informação sobre os programas e projetos implantados, o processo de gestão, os recursos disponíveis para execução de projetos, em específico no caso do Habitare, e visando como fim uma tomada de decisão coletiva crítica e consciente. Para melhor entendimento sobre os aspectos relevantes de cada projeto estudado, elaborou-se um quadro de visualização, exposto pela Tabela 3.

Tabela 3. Comparativo entre as plataformas

PROJETO	VIGÊNCIA DO PROJETO	ACESSO E PÚBLICO ALVO	BASE TECNOLÓGICA	PRINCIPAL OBJETIVO
---------	---------------------	-----------------------	------------------	--------------------

<i>Decide.Madrid</i>	2015 - Atual	Acesso Livre com cadastro, permitido para usuários a partir de 16 anos.	<i>Web-based</i> , diretamente no navegador; Aplicativo CONSUL	Debates, Propostas, Votos, Processos, Orçamento participativo e Ajuda.
<i>Decidim Barcelona</i>	2015 - Atual	Acesso Livre com cadastro, permitido para usuários a partir de 16 anos.	<i>Web-based</i> , diretamente no navegador; Base de dados <i>GitHub</i>	Tomadas de decisões, informativo sobre os gastos e investimentos do Governo Municipal. Levantamento de sugestões e opiniões.
Projeto Habitare	2003 - 2010 Jogos ainda disponíveis para uso	Acesso Livre	Jogos Virtuais, inseridos na interface do projeto. Possibilita o download.	Projeto educativo que visa levar conhecimento sobre a participação comunitária no planejamento, elaboração e implantação de um canteiro de obras.
Metodologia voltada para participação social estudantil	2016	Estudantes da Universidade de Bath: usuários finais	Trimble SketchUp, Modelo virtual pré construído e ambiente	Projeto participativo presencial auxiliado por ferramenta digital, com o objetivo de guiar obra de alojamento estudantil na Universidade de Bath - Inglaterra

Fonte: Arquivo da pesquisa (2018).

4.3 Autodesk Revit e a colaboração: Levantamento e categorização

Apesar das iniciativas expostas acima, dentro das experiências estudadas, percebeu-se que as plataformas paralelas de colaboração e gerenciamento de dados, são os casos que mais se aproximam dos critérios desejados pela pesquisa, como exemplo o potencial de participação popular. Considerando a exploração do conceito de projeto e conexão de dados e atores que o BIM está envolvido, essas plataformas apresentam-se como de grande interesse para estudo e pesquisa.

4.3.1 Plataformas paralelas de gerenciamento e colaboração: o que são

O *Autodesk Revit*, ferramenta BIM adotada por esta pesquisa para testes e estudos, como dito anteriormente, é circundado por diversas iniciativas de gerenciamento de projeto e colaboração. Nas palavras do pesquisador americano Paulo Barthelme, há colaboração quando:

[...] duas ou mais empresas trabalham em conjunto para: compartilhar informação comum, planejar seu conteúdo de trabalho baseados nessa informação compartilhada, e executar com maior sucesso do que quando agem independentemente (BARTHELMESS, 2003 *apud* SHEN *et al*, 2009, p. 4, tradução nossa)¹⁴.

No entanto, com o intuito de trabalhar com a interoperabilidade, o *Revit* gera uma grande quantidade de dados, e desse modo precisa de uma organização maior, que o software sozinho ainda não é capaz de gerenciar, sendo necessário acoplá-lo a outros programas computacionais. Verifica-se, que tal fato é de conhecimento da própria *Autodesk*, que vem desenvolvendo novos programas, como BIM360 e Fusion, para exercer essa função. Como usuário, a pesquisa verificou, em relação à comunicação, complexidade dos recursos dispostos pela ferramenta, demandando um tempo maior de aprendizado. Como já exposto, o fator tempo, principalmente no Brasil, é um dos motivos pelos quais empresas e escritórios preferem não aderir a tecnologia BIM.

Em relação ao BIM, como todas as tecnologias complexas, tem há muito tido um problema de caixa negra “*black box*”. Se você não é um dos usuários iniciados em BIM, pode parecer muito difícil permear o modelo. Para novatos, o BIM demanda uma série de “*gatekeepers*” avançados e *software* especial que tende a criar barreiras insuperáveis (ROWLAND; BÖRGSTROM, 2016, p. 1, tradução nossa)¹⁵.

Essa dificuldade apresentada pela citação tem feito as grandes empresas de programação buscarem, por meio de pesquisas e testes, um desenho de plataformas que facilite a colaboração e gerenciamento de projetos. Desde o ano de 20015 o presidente e diretor da *Autodesk*, conforme segue, Phillip Bernstein e John Pittman, se pronunciaram sobre a necessidade de renovação no acesso ao BIM.

¹⁴ Do original: [...] two or more companies working jointly to: share common information; plan their work content based on that shared information; and execute with greater success than when acting independently (BARTHELMESS, 2003 *apud* SHEN *et al*, 2009, p. 4).

¹⁵ Do original: With regards to BIM, as with all complex technologies, there has long been a black box problem. If you are not one of the initiated BIM users, it can seem very difficult to penetrate the model. For novices, BIM requires a series of expert gatekeepers and special software that tend to create insurmountable barriers (ROWLAND; BÖRGSTROM, 2016, p. 1).

Há ainda diversos empecilhos técnicos que dificultam a utilização da tecnologia. Carece-se de modelos de processos de construção transacionais bem definidos que eliminem problemas de interoperabilidade de dados (BERNSTEIN; PITTMAN 2005, *apud* BARRETO *et al*, 2016, p. 3).

Como visto, o que foi alcançado até o momento atual foi a criação e implementação de plataformas externas ao BIM, em sua grande maioria com funcionamento online, que captam os dados do BIM e geram visualizações simplificadas e, em alguns casos, dados reduzidos com o intuito de serem leves e legíveis. O objetivo dessas plataformas é geralmente captar comentários, problemas identificados, marcas de revisão, entre outros; ou seja, estimular a participação, colaboração e comunicação entre os membros da equipe e demais disciplinas. Essas plataformas complementam a função de interoperabilidade oferecida pelo *Autodesk Revit* e programas BIM.

4.3.2 Método aplicado no estudo

A fim de reconhecer o estado da arte e identificar boas práticas relacionadas ao uso colaborativos do BIM e visualização de metadados, foram coletadas informações referentes a cinquenta e dois (52) programas computacionais, aplicativos móveis e plataformas *online*, disponíveis para visualização no *website* da pesquisa¹⁶. Considerados a princípio os seguintes critérios: (1) à capacidade de reestruturação de dados, (2) os aspectos colaborativos, (3) o meio de comunicação com, (3) a capacidade e foco em compartilhamento e (4) os aspectos de gerenciamento.

Após o levantamento dos programas, coletaram-se informações relevantes para sua categorização dentro dos propósitos da pesquisa. As plataformas foram identificadas de acordo com: (1) o objetivo e foco identificado, sendo esses de uso comercial ou voltado para pesquisa, (2) o seu público alvo, (3) o seu suporte (*web*, *mobile*, *desktop*) e (4) se integrado com a nuvem¹⁷, (5) se possuem e quais são os aspectos previamente reconhecidos como de colaboração, (6) se tem abertura de

¹⁶ QR code na contracapa do relatório científico. Disponível em: <<http://www.nomads.usp.br/wp/bimplataformaparticipacaopopular/files/2018/06/Refer%C3%AAncias-versao1.pdf>>. Acesso em 07 jul. 2018.

¹⁷ A nuvem é uma representação para a Internet ou infraestrutura de comunicação entre os componentes arquiteturais, baseada em uma abstração que oculta à complexidade de infraestrutura (RUSCHEL *et al*, 2010, p. 3).

código (*open source*) ou para desenvolvimento de API, (7) com quais programas prometem interação e (8) quais são seus aspectos de licença¹⁸ e possibilidade de testes para a pesquisa (RUSCHEL *et al*, 2010).

Durante o processo de averiguação dos programas se tornou possível visualizar, dentre os recursos e funções disponíveis, as principais possibilidades de aplicação e uso dos programas, a destaque: (1) Inteligência de negócios, (2) jogos sérios, (3) gerenciamento de projetos, (4) pesquisa, (5) organização da informação e comunicação, (6) organização da informação e comunicação, (7) organização da informação e comunicação, (8) organização da informação e comunicação, (9) Modelagem BIM e (10) Reestruturação da visualização. Para facilitar a análise dos resultados e entendimento sobre os dados coletados inicialmente pela investigação, criou-se um quadro de siglas identificadoras das principais aplicações e uso dos programas referenciadas acima, apresentado pela Tabela 4.

Tabela 4. Aplicação e uso dos programas da etapa inicial de levantamento.

BI	<i>Business intelligence (Inteligência de negócios)</i>
SG	<i>Serious games (Jogos sérios)</i>
GR	Gerenciamento de projetos
PQ	Voltados para pesquisa
OIC-RA	Organização da informação e comunicação - repositório de arquivos
OIC-RM	Organização da informação e comunicação - repositório de mensagens
OIC-RIU	Organização da informação e comunicação - repositório de informações do usuário
OIC-RIM	Organização da informação e comunicação - repositório de informações do modelo
MD	Modelagem BIM
VS	Reestruturação da visualização

Fonte: Arquivo da pesquisa (2018).

¹⁸ (Gratuito, proprietário, com versão gratuita, com versão de teste gratuita, com versão de estudante ou se é necessário solicitar a demonstração).

4.3.3 Análise da coleta de dados inicial

Sobre o objetivo e público alvo, como resultado inicial, notou-se que 96% das plataformas analisadas, a maioria, possui caráter comercial, sendo apenas 4% (2) voltada especificamente para fins de pesquisa científica. Uma vez que é de interesse da pesquisa que essa plataforma delimitada para desenvolvimento pelo projeto seja de código aberto, publicizada e facilmente acessada pela população, observou-se os dados referente à abertura de código ou desenvolvimento de API, e encontrou-se apenas 33% (16), um número notavelmente reduzido, em relação aos critérios esperados pela pesquisa. No que se refere as plataformas relacionadas a projetos arquitetônicos, 71% (37), eram plataformas de visualização, dentre essas 40% (10) também abarcavam a função de gerenciamento de projetos e 25% (7) comportavam aplicativos de realidade virtual.

A fim de facilitar a compreensão do processo de análise realizado pela iniciação a partir dessas plataformas, desenharam-se aqui dois gráficos, o primeiro, ilustrado pela Figura 4, separa em diferentes categorias os programas e plataformas observados, o segundo registrado pela Figura 5, demonstra os principais tipos de licenças utilizadas pelos usuários para acesso e navegação nos ambientes da amostra.

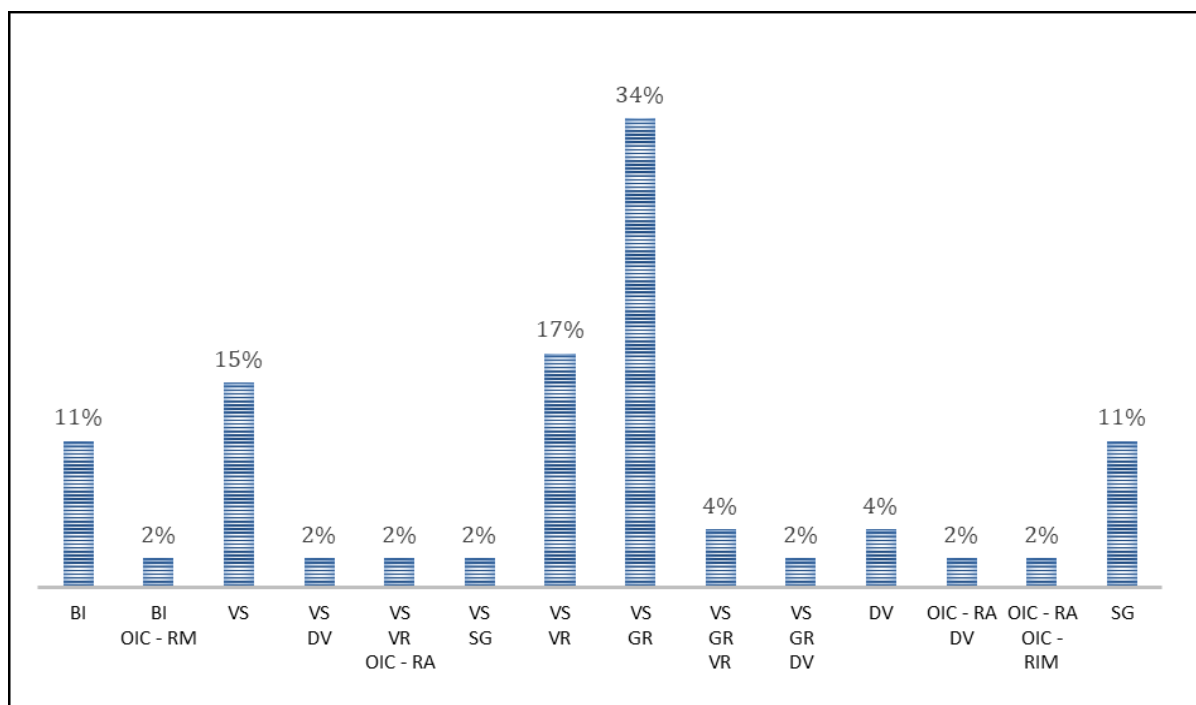


Figura 4. Categorização dos programas e plataformas observados. Fonte: Arquivo da Pesquisa (2018).

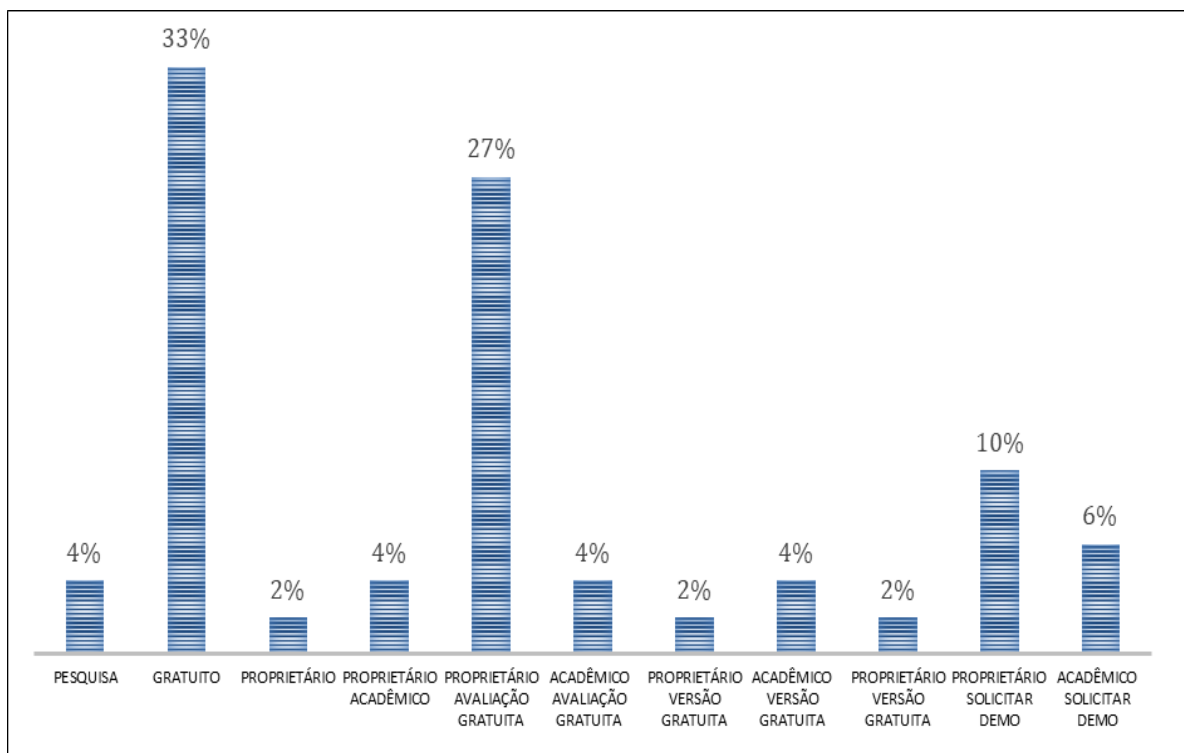


Figura 5. Gráfico referente às licenças dos programas levantados em coleta inicial. Fonte: Arquivo da Pesquisa (2018).

Como se observa pelos gráficos apresentados, oficialmente apenas 10% (6) das licenças de acesso são assinaturas permanentes, frente a 57% (30) de usuários que utilizam versões temporárias de avaliação e outros 33% (16) que tem direito a aquisição gratuita, como o caso de estudantes e alguns setores públicos. A partir da coleta de dados, entende-se que o objetivo das plataformas em geral é servir a empresas de construção em projetos de grande porte, envolvendo apenas as equipes técnicas em um sistema hierarquizado. Uma vez que, papéis e permissões são definidos nas plataformas entre os membros da equipe AECO e a partir disso é gerenciada a inserção de informações referentes ao modelo.

Sobre web, dados e acessibilidade, um fator importante percebido através da é que a grande maioria desses programas é relacionada à web, seja direta ou indiretamente, de modo que está é uma das principais ferramentas de publicidade desses programas. No levantamento se averiguou que 82% (43) dos programas coletados tinham relação com a nuvem, diante a 36% (19) tinham relação direta com a web; ou seja, funcionavam diretamente no navegador (RUSCHEL *et al*, 2010).

É importante ressaltar que 38% (20) dos programas (52) funcionam em dispositivos móveis, sendo possível acessá-los no navegador do dispositivo e/ou

através do download de aplicativos. Entende-se que essa função tem um potencial crescente na sociedade contemporânea à medida que se torna possível fazer uso do modelo virtual nas etapas práticas e presenciais no canteiro de obras. Acredita-se que essa possibilidade é capaz de reduzir consideravelmente a frequência de erros em uma obra por falta de detalhamento, contribuindo com a redução de desperdícios e gastos desnecessários durante a construção.

Apesar de não ser o foco dessas plataformas, essas características funcionais dos programas são vistas como de suma importância por essa investigação, em virtude de abrirem alternativas que facilitam a interação de usuários não técnicos com o modelo, sem demandarem de uma máquina potente, treinamento adequado, e, sobretudo rompendo com as barreiras de espaço tempo, pois não necessitam de um lugar específico para o acesso.

4.3.4 Testes aprofundados

A partir da coleta inicial apresentada, foram selecionados 15 programas para teste e análise mais aproximada, (*A360/BIM 360; A360/Fusion Team; Tekla BIMsight; Konstru; Building in the Cloud; Solibri Model; Stream BIM; BIM Vision; BIM Collab; BIM Review; BIM Sync; Trimble Connect; Bluebeam Revu; IFC Viewer; Navisworks Manage*). É importante ressaltar que esses programas são em sua maioria, desenvolvidos e voltados para países já industrializados, onde a construção com BIM já é consolidada e regulada, diferentemente do Brasil. Portanto, o interesse nesses programas se baseia na identificação de como esses aplicativos se comunicam com programas de base BIM e em suas funções e navegabilidade.

Os critérios de seleção desses programas consideraram o envolvimento com a área de construção, priorizando plataformas de gerenciamento de projeto e reestruturação da visualização, com código aberto ou abertura para API e programas gratuitos, com versões gratuitas, de teste ou acadêmicas. Nessa fase de aprofundamento das funcionalidades, identificou-se o desdobramento dos programas *KUBUS BIM Collab* e do *Solibri Model* em duas plataformas diferentes cada, que se complementam (a saber: as plataformas *KUBUS BIM Collab ZOOM* e *KUBUS BIM Collab Join; Solibri Model Checker* e *Solibri Model Viewer*), desse modo, essas plataformas complementares também foram adicionadas aos programas relacionados, levando o número de programas testados a 17 no total.

Para o processo de teste, selecionou-se um modelo nativo do *Autodesk Revit* construído pelo escritório de arquitetura Paulo Sena, cujo arquiteto é pesquisador de mestrado do grupo de pesquisa Nomads.usp. Optou-se por um modelo pequeno e completo, ilustrado pela Figura 6, a fim de testar a maior quantidade de funções possíveis em menor escala. O modelo possui elementos de hidráulica, elétrica, estrutura e arquitetura; além de tabelas e pranchas para devidos testes.

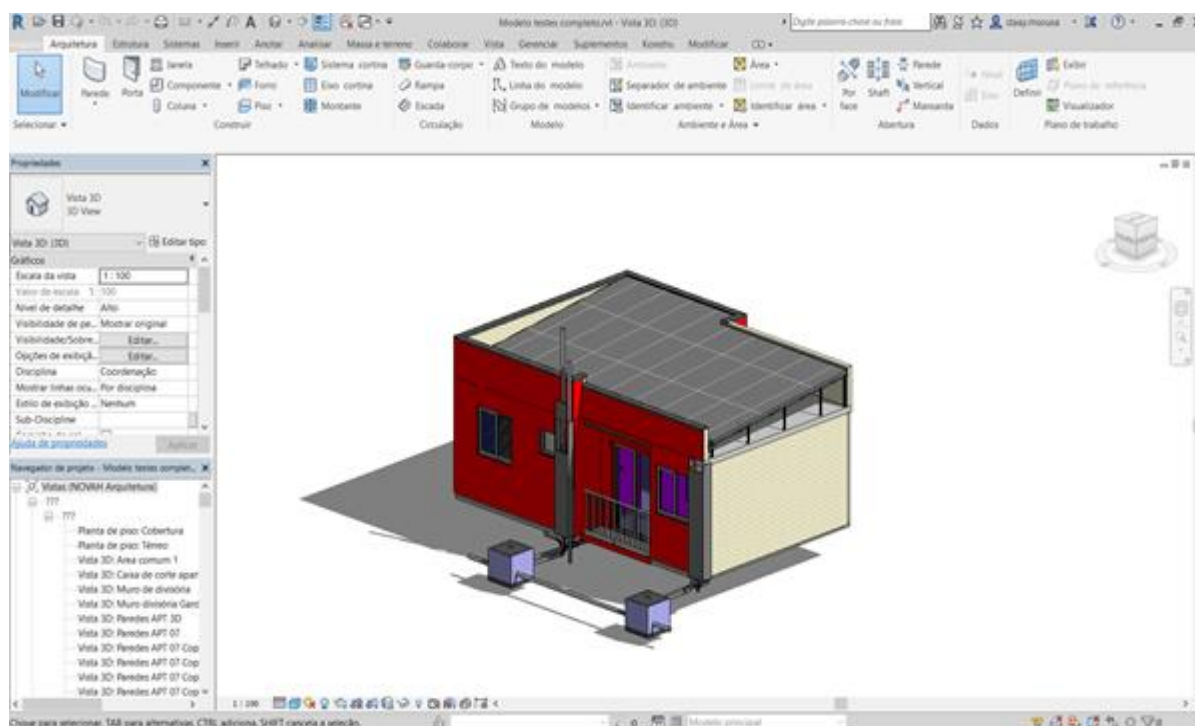


Figura 6. Modelo único utilizado em testes - Desenvolvido por Paulo Sena 2018. Fonte: Arquivo da Pesquisa (2018).

As categorias de análise foram estabelecidas, baseadas no método de análise de categoria (CARLOMAGNO; ROCHA, 2016), sendo verificados os aspectos de facilidade de acesso, possibilidade de compartilhamento, ferramentas de trabalho colaborativo, funções de comunicação entre usuários, visualização e interação com modelos BIM e formatos passíveis de importação e exportação. Para facilitar a visualização das plataformas de teste, elaborou-se um quadro especificando o principal uso encontrado em cada programa e a empresa responsável pela elaboração, assistência técnica e atualização, ilustrado pela Tabela 5.

Tabela 5. Amostra dos Programas analisados e uso principal.

PROGRAMA	USO	EMPRESA
----------	-----	---------

1. A360/BIM 360	VS GR	AUTODESK
2. A360/Fusion Team	VS GR	AUTODESK
3. Tekla BIMsight	VS GR	TRIMBLE
4. Konstru	VS GR	KONSTRU, LLC
5. Building in the Cloud	VS GR	CLEMSYS
6. Solibri Model Viewer	VS GR	SOLIBRI
7. Solibri Model Checker	GR	SOLIBRI
8. Stream BIM	VS GR	RENDRA AS/DESIGN CONTAINER
9. BIM Vision	VS GR	DATAComp
10. BIM ZOOM Collab	VS GR	KUBUS BV
11. BIM Join Collab	GR	KUBUS BV
12. BIM Review	VS GR	STRUMIS
13. BIM Sync	VS GR	CATENDA
14. Trimble Connect	VS GR VR	TRIMBLE
15. Bluebeam Revu	VS	BLUEBEAM
16. IFC Viewer	VS	STRVISION
17. Navisworks Manage	VS GR	AUTODESK

Fonte: Arquivo da pesquisa (2018).

Durante os testes realizados a acessibilidade dos programas foi um dos critérios mais relevantes. Dos dezessete (15) programas efetivamente testados, 50% (9) ainda requerem download para uso. Os outros 40% (6) exercem suas funções diretamente do navegador. Três (3) dos programas testados demandam também o download de plug-ins para estabelecer interações com os programas de modelagem.

Apenas a plataforma *Konstru*, tem acesso pelo navegador, porém requer o download de um *plugin* para sincronizar com o modelo BIM no programa computacional nativo da modelagem. Esse aspecto foi relevante para a pesquisa, à medida que essa plataforma apresenta a função de sincronizar o modelo constantemente e acessar modelos atuais e antigos sem dificuldades. Essa sincronização é facilitada pelo *plugin*, de forma que possibilita a solicitação rápida da atualização do modelo dentro do próprio *Revit*, sem precisar fazer o *upload* manual do arquivo na plataforma de gerenciamento, como ilustra a Figura 7.

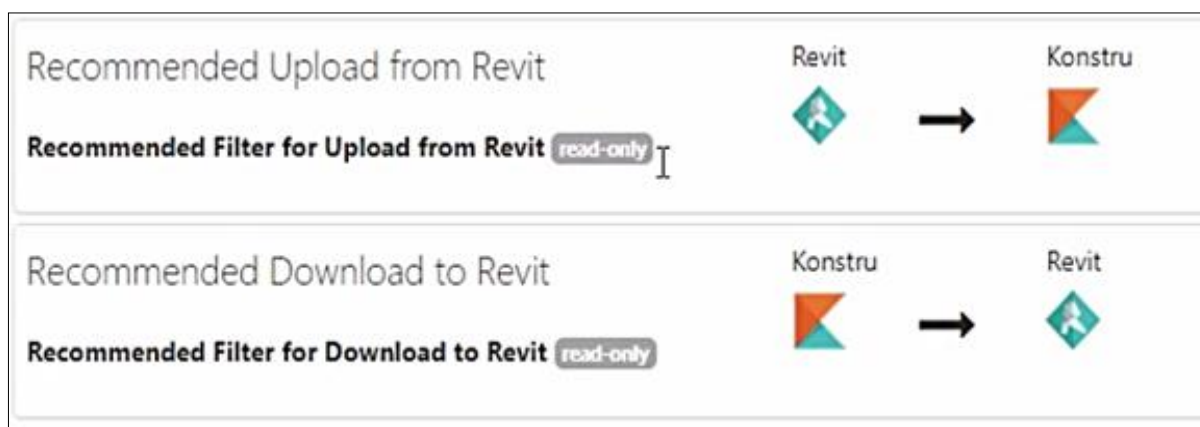


Figura 7. Relação de *input* e *output* entre *Konstru* e *Revit*. Fonte: Arquivo da Pesquisa (2018).

Os demais programas testados que requerem o *download* de *plugins* são plataformas com funcionamento *desktop*, e fazem uso do *plugin* para ser possível a interação direta com programas diversos, como programas BIM. Para que o objetivo de propiciar o gerenciamento de informações e dados de forma clara e rápida seja alcançado, esses programas evitam a complexidade de dados nativos de programas BIM.

Os dados do *Revit*, como exemplo, precisam ser selecionados antes de serem carregados nas plataformas. Algumas plataformas conseguiam carregar uma quantidade maior de dados, cobrindo os aspectos essenciais da obra, enquanto as demais traziam informações básicas e filtravam os metadados antes de importá-los, trazendo apenas alguns campos de propriedades. O mesmo deve ser feito com tabelas e folhas geradas no programa BIM.

A maioria dos programas carregaram os dados das tabelas nativas, porém apenas as plataformas BIM 360 e *Fusion*, carregaram as pranchas (folhas) do modelo. As disciplinas (arquitetura, elétrica, MEP, etc.) também eram filtradas em

três dos programas testados, não sendo importadas junto ao restante do modelo. Ainda sobre a importação de dados desses programas, 99% (16) das plataformas testadas demandam o *upload* manual dos arquivos a cada atualização e 1%, como já citado, relaciona as diferentes versões, nesse caso do modelo *Revit*, forma semi-automatizada; embora requer uma solicitação, conquanto não demanda de acesso à plataforma web para realizar essa sincronização.

Nota-se, portanto, o uso de versões em todas as plataformas; a única diferença entre elas é como elas utilizam essas versões e como elas as atualizam. Desse modo, considerando esse uso de versões, se tornou relevante o fato de algumas plataformas hospedar ferramentas de comparação entre as versões. Essa ferramenta é entendida aqui como essencial, em razão de tornar possível a visualização e acompanhamento das alterações ou sugestões no modelo.

Ressalva-se, em específico o caso do *Autodesk BIM360* que compara de forma limitada apenas as representações 2D, e o *BIM Collab Zoom* que sobrepõe as versões sem destacar ou alterar, elementos novos ou deletados.

Ademais, todos os programas testados recebem os arquivos BIM através em extensão IFC. Observa-se que formato foi desenvolvido como uma forma de melhorar a comunicação entre os diversos programas computacionais, uniformizando os dados coletados e transmitidos.

O formato *IFC* foi desenvolvido pela *building SMART*. IFC fornece uma solução de interoperabilidade entre diferentes aplicativos de software. O formato estabelece padrões internacionais para importar e exportar objetos de construção e suas propriedades (*AUTODESK KNOWLEDGE NETWORK*, 2018, s. p. [online]) (grifo nosso).

Como explica a citação, os programas computacionais geralmente têm seu próprio formato de arquivo; essa característica se estende aos programas BIM. O formato de extensão nativa de um projeto feito em *Revit*, por exemplo, é o RVT, entretanto, não é possível abrir um arquivo RVT em programas BIM diferentes, como o caso do *Rhinoceros*¹⁹ cuja extensão nativa é o 3DM.

¹⁹ A saber: *Rhinoceros* é um programa computacional de modelagem BIM paramétrica, desenvolvido por Robert McNeel & Associates. Disponível em: <<https://www.rhino3d.com/>> acessado em 01 jul. 2018

Assim, uma das formas de transferir um modelo de um programa AEC para outro é através do formato CAD. Porém esse método não contempla os metadados, transferindo os objetos em camadas e massas; seguindo a lógica do CAD 3D. O arquivo IFC, por sua vez, garante a transmissão desses metadados, conservando as propriedades e tipos dos elementos e permitindo a leitura efetiva do modelo pelo programa final (VISUALARQ, 2011)²⁰.

Isto posto, apesar dos programas BIM terem seu próprio formato, também exportam em formato IFC, o que possibilita a importação de arquivos gerados nos diferentes programas, enriquecendo a acessibilidade e interoperabilidade dos programas de gerenciamento. Portanto, embora as plataformas observadas recebessem os arquivos IFC de outros formatos BIM, após a inserção de dados a transmissão de comentários, marcações e outras formas de *input*, a volta ao programa BIM se torna complexa.

Mesmo se tratando de plataformas de igual fabricante, no caso desse teste a *Autodesk*, como BIM360 e o *Fusion*, após inserir dados os programas não exportam os arquivos de volta em formatos compatíveis com o *Revit*. No lugar do arquivo de origem são inseridos dados imagéticos, textuais e numéricos. Portanto, embora o *Revit* abrigue os dados iguais aos originais em sua base, entende-se que, a forma como esses dados são organizados dentro das plataformas *online* dificultam o retorno das informações para o programa de modelagem BIM.

Com ressalva os programas *Tekla BIM Sight*, *Konstru*, e *StreamBIM*, retornam o arquivo de *input*. Ou seja, é possível fazer o *download* do arquivo BIM mais recente postado pela equipe, conquanto, nas plataformas testadas, para obter as informações inseridas após o *input* do arquivo IFC, é necessário trabalhar com o formato BCF, CSV, XLSX ou BCP, o formato varia ficando dependente da plataforma que envia e da que recebe.

Não obstante, aponta-se que em específico os formatos CSV e XLSX são responsáveis por carregar as informações textuais referentes aos dados inseridos, logo, relatórios de mudanças, problemas, prazos e outros dados de *input* dessas

²⁰ Teste e tutorial disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=taCmwC7IXq8>> Acesso em 01 jul. 2018.

plataformas podem ser exportados de forma organizada em uma tabela nesses formatos. Contudo, o formato XLSX preserva características de formatação, gráficos e pastas de trabalho, enquanto o arquivo CSV salva apenas texto e valor em linhas, separando as colunas por vírgulas, simplificando as informações (MICROSOFT SUPORTE, 2018).

Se as células exibirem fórmulas em vez de valores de fórmula, elas serão convertidas em texto. Toda a formatação, elementos gráficos, objetos e outros conteúdos de planilha se perdem. O símbolo do euro será convertido em um ponto de interrogação (MICROSOFT SUPORTE, 2018, s. p. [online]).

Os formatos BCF e BCP, por sua vez, carregam todas as informações inseridas durante o processo de gerenciamento e comunicação entre a equipe e pertinentes ao processo de BIM RFI's (*Request for information*). Todos os programas de gerenciamento testados, importam e exportam tais formatos, os tendo como nativos - com exceção de programas de visualização.

O RFI [*Request for Information*] é um processo de gerenciamento de comunicação de projeto usado para solicitar pela interpretação de trabalho não suficientemente descrito ou razoavelmente dedutível dos documentos de contrato, incluindo desenhos e especificações. Em adição, o RFI é também usado para condições locais alteradas ou não antecipadas (CMCSTM, 2016, s.p. [online], tradução nossa).²¹

Porém, identificou-se que os programas BIM não leem o formato BCF, assim o uso dessas plataformas se instaura como complemento ao uso de outros programas de modelagem, o que torna necessário o uso de duas plataformas separadas, uma BIM e outra não BIM para alcançar a completude dos processos. Essa quebra do fluxo das informações se apresenta para a pesquisa como uma problemática, por regular e fragmentar a comunicação entre os atores.

Em vista desses aspectos, na fase atual da pesquisa, busca-se alternativas de saída de formato IFC de uma plataforma não BIM ou a entrada de formatos CSV em programas BIM. O objetivo é possibilitar a relação direta entre a colaboração do ator não técnico e a equipe técnica durante o processo de construção do modelo digital BIM; de forma que não seja possível negligenciar as contribuições dessa parcela de

²¹ Do original: *The RFI is a project communication management process that is used to request for the interpretation of work not sufficiently described or reasonably inferable from the contract documents including drawings and specifications. In addition, RFI is also used for changed or unforeseen site conditions* (CMCSTM, 2016, s.p. [online]). Disponível em: <<http://www.cmcs.co/why-request-for-information-rfi-is-an-important-project-communication/>> Acesso em 01 jul. 2018

atores. As características encontradas nos testes realizados, foram divididas em três partes (1) Acesso, (2) Importação e (3) Exportação, e alocadas em um quadro, exposto pela Tabela 6, que permite visualizar as indagações apontadas nessas análises.

Tabela 6. Aspectos de acesso, importação e exportação dos programas testados.

PLATAFORMAS	CARACTERÍSTICAS DE ACESSO		ASPECTOS DE IMPORTAÇÃO				ASPECTOS DE EXPORTAÇÃO			
	Necessário download	Necessário download de plugin	Todas as disciplinas importadas	Propriedades dos elementos reduzidas	Plantas e tabelas também importadas	Comparar versões	Recebe outros tipos de arquivo no mesmo projeto	Exportar arquivos para o Revit	Exportar tabelas	Exportar em outros formatos de arquivo
BIM 360						Exceto 3D				
Fusion								Versão		
Tekla BIMsight										
Konstru								Versão		
Building in the Cloud										
Solibri Model Viewer					Tabelas					
Solibri Model Checker					Tabelas					
Stream BIM					Tabelas			Versão		
BIM Vision					Tabelas					
BIM Collab ZOOM					Tabelas	Limitado	*.bcf			
BIM Collab Join										
BIM Review										
BIM Sync					Tabelas			Versão		
Trimble Connect					Tabelas			Versão		
Bluebeam Revu										
IFC Viewer					Tabelas					
Navisworks Manage					Tabelas					

Fonte: Arquivo da pesquisa (2018).

4.4.5 Análise dos resultados de funcionalidades nas plataformas testadas

A fim de compreender a funcionalidade dos programas testados foram estabelecidas seis categorias de análise: (1) características de acesso, (2) ferramentas de compartilhamento, (3) ferramentas de visualização, (4) ferramentas de comunicação, (5) aspectos de importação e (6) aspectos de exportação. Compreendendo as ferramentas de compartilhamento, visualização e comunicação intimamente relacionadas à interface do programa, fazendo a conexão entre funções desejadas e clareza na transmissão dessas funções. Torna-se assim possível analisar não só a funcionalidade, mas a linguagem visual e a capacidade da plataforma de ser intuitiva.

Todos os programas observados apresentaram características colaborativas, porém os aspectos colaborativos das ferramentas dispostas são direcionados estritamente para uso da equipe AEC, com a exceção do *Autodesk Fusion*. Logo, como citado anteriormente cada membro da equipe tem funções e acessos limitados ao arquivo em execução, cabendo ao gerente do projeto delimitar as hierarquias e permissões de cada membro.

O gerente ou administrador, nesse caso tem o papel de moderar as versões, comentários e tópicos inseridos pelos membros; ainda que tais membros tenham recebido permissão para tal. Um exemplo de recurso que dá acesso à definição de papel e permissão de usuários está ilustrado pela Figura 8 e 9.

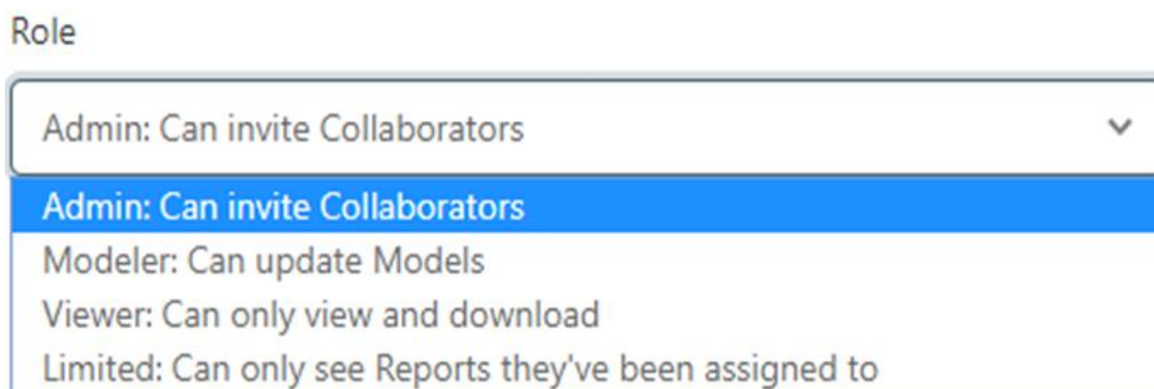


Figura 8. Definição de papéis dos membros da equipe AEC. Demonstração de uso da plataforma *Konstru*. Teste realizado em abril de 2018. Fonte: Arquivo da pesquisa (2018).



Figura 9. Permissões diferenciadas entre membros. Demonstração de uso da plataforma BIM 360. Teste realizado em abril de 2018. Fonte: Arquivo da pesquisa (2018).

No caso da plataforma que não restringe sua ferramenta de compartilhamento apenas para membros da equipe técnica, como no caso da *Fusion*, é possível utilizar um *link* compartilhável. Esse *link* funciona como um convite digital para o modelo, passível de ser utilizado por qualquer usuário que tiver acesso a ele. Ou seja, pode ser compartilhado publicamente, sem limite de acesso. O moderador pode alterar as configurações desse compartilhamento, especificamente, para permitir ou bloquear *downloads*, o que torna possível o uso restrito dessa interface para um grupo específico de pessoas, como ilustra o exemplo da Figura 10.

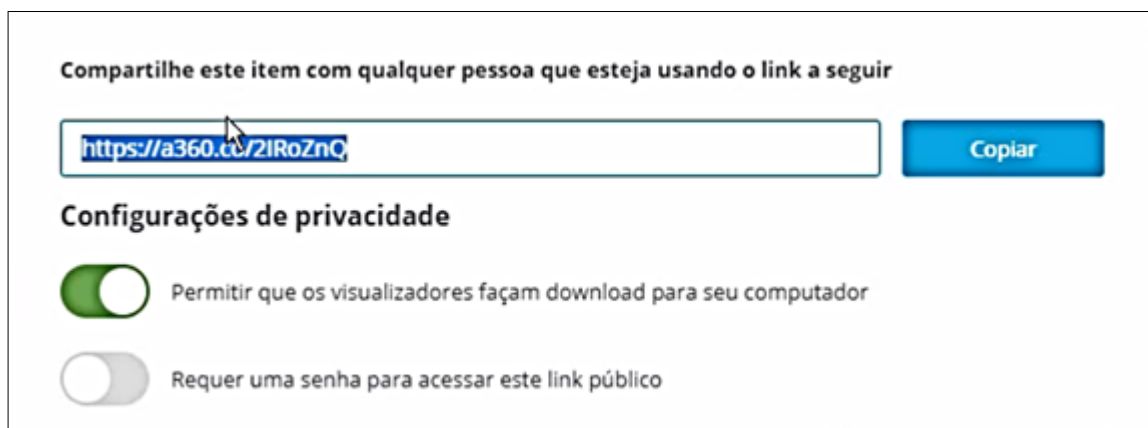


Figura 10. Compartilhamento com não membros da equipe AEC. Demonstração de uso da plataforma *Fusion*. Teste realizado em abril de 2018. Fonte: Arquivo da pesquisa (2018).

Embora a ferramenta facilite a participação de diferentes usuários, o impedimento do *input* do usuário não técnico, torna a ferramenta apenas como um espaço expositivo. Nessa pesquisa, busca-se uma interface de compartilhamento

que amplie a participação de não membros da equipe AEC, devendo esses ter livre acesso aos dados e funcionalidades da plataforma de projeto.

Posto que, o processo de visualização é importante para a compreensão, é implementado na realidade de quase todas as plataformas. A exemplo, dentre as plataformas observadas durante o teste, nove (9)²² apresentam a ferramenta de percurso virtual. Essas ferramentas tornam interativa e dinâmica a visualização dos projetos inseridos na plataforma, como ilustra a Figura 11.



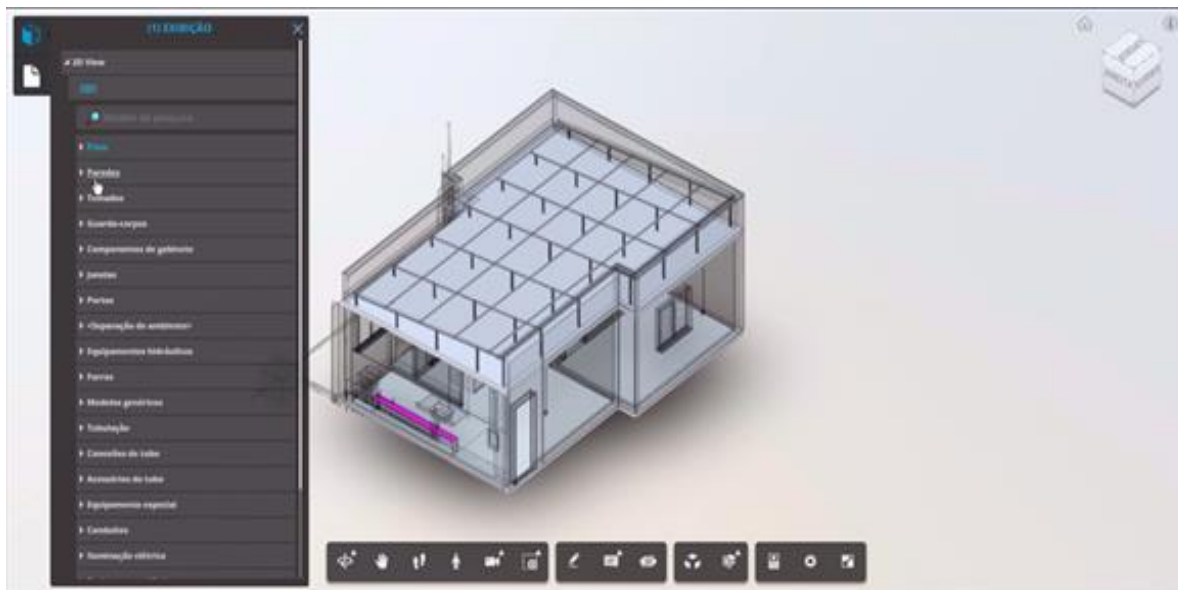
Figura 11. Comandos do percurso livre no modelo. Demonstração de uso da plataforma BIM 360. Teste realizado em abril de 2018. Fonte: Arquivo da pesquisa (2018).

A Figura 11 demonstra que os comandos de visualizações comuns de jogos de computador facilitam que o usuário percorra livremente pelo modelo, simulando neste, alterações rápidas de câmera, luz, cor e diferentes ângulos de observação. Em treze (13)²³ plataformas verificou-se a capacidade de destacar, isolar ou ocultar um elemento, camada ou disciplina de interesse dentro do modelo, esse recurso

²² A saber: BIM 360, Fusion, Solibri Model Viewer, Solibri Model Checker, Stream BIM, BIM Vision, BIM Sync, Trimble Connect, Navisworks Manage

²³ A saber: BIM 360, Fusion, Tekla BIMsight, Konstru, Building in the Cloud, Solibri Model Viewer, Solibri Model Checker, Stream BIM, BIM Vision, BIM Collab ZOOM, BIM Sync, Trimble Connect, IFC Viewer

promove a compreensão sobre projeto, a fim de poupar tempo e evitar erros, como ilustra a Figura 12.



**Figura 12. Visualização de camadas (layers). Demonstração de uso da plataforma *Fusion*.
Teste realizado em abril de 2018. Fonte: Arquivo da pesquisa (2018).**

A preocupação percebida nessas plataformas com a compreensão do modelo completo, com suas informações construtivas, arquitetônicas e estruturais é coincidente com uma das preocupações básicas da pesquisa.

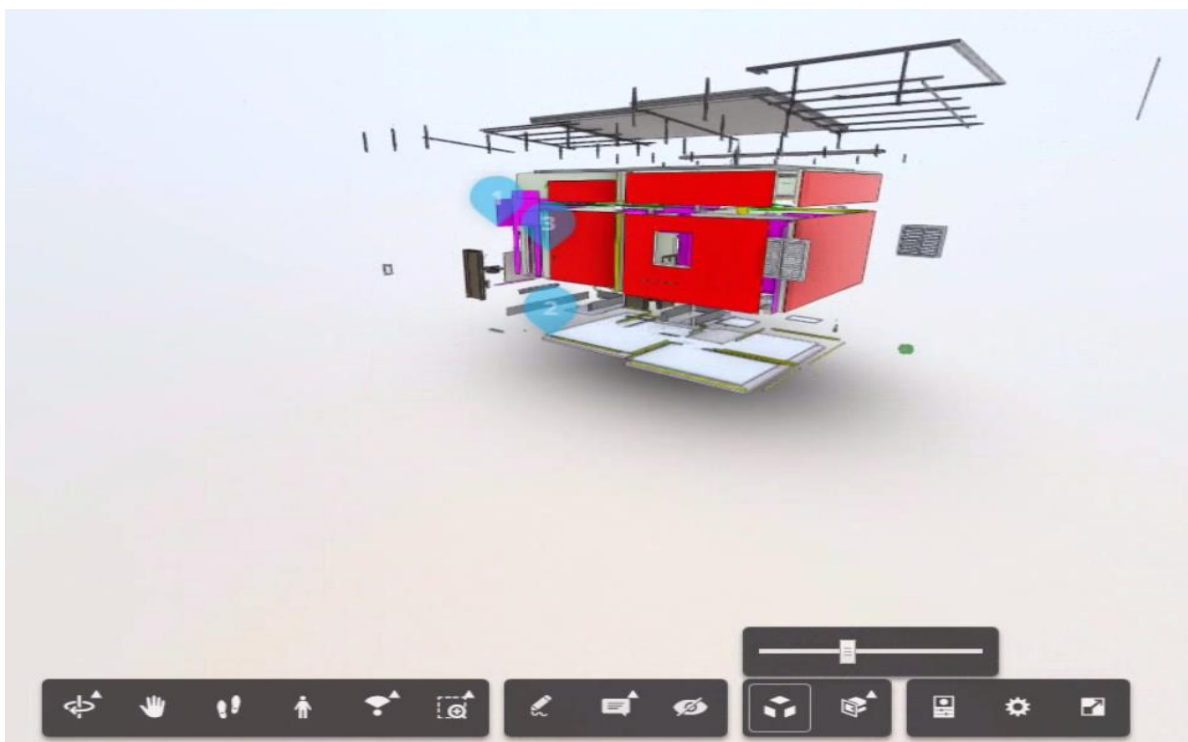
Pensa-se que uma das problemáticas referentes a uma possível participação popular em projetos e definições para execução de obras seria a falta de conhecimento referente às representações técnicas utilizadas pela equipe AEC, do mesmo modo a dificuldade em transmitir informações para essa equipe (KOUTAMANIS, 2017, p.296).

Portanto as ferramentas que permitem leituras diferenciadas são de extrema validade. Considerando isso foram observados recursos como o plano de seções do programa *Tekla BIM Sight*, permitem construir perspectivas com planos de corte sobrepostos auxiliando a observação de fatores internos e externos do projeto em uma única vista, como espessuras, encaixes e desenhos estruturais. Como ilustra a Figura 13.



Figura 13. Visualização de planos de seção no modelo. Demonstração de uso da plataforma Tekla BIM Sight. Teste realizado em abril de 2018. Fonte: Arquivo da pesquisa (2018).

Diante desse item, acredita-se que uma ferramenta que permitisse ao usuário alterar o modelo, adequando-o quando necessário, aumentaria a participação e colaboração nas diferentes etapas do processo. Nas plataformas testadas, esse tipo de alteração não acontece; sendo possível apenas mover, rotacionar e, em específico no caso do *Fusion*, gerar vistas explodidas do modelo, como ilustrado pela Figura 14.



**Figura 14. Perspectiva explodida do modelo. Demonstração de uso da plataforma *Fusion*.
Teste realizado em abril de 2018. Fonte: Arquivo da pesquisa (2018).**

Por meio das plataformas testadas, o mais próximo que se encontrou em relação à função de modelagem em arquivos de visualização foi um aplicativo paralelo *do Autodesk Fusion*. Embora o aplicativo apresente versões para *download* e para funcionamento *online*, ele não se pauta em uma base BIM, de tal modo não admite a troca de dados com a plataforma *online*, o que torna inviável seu uso referencial.

Apesar disso, dez (10)²⁴ plataformas apresentam a ferramenta marcas de revisão, um recurso de desenhos que viabiliza ao usuário adicionar marcações livres, por meio de linhas e comentários de texto, no modelo 3D ou 2D, com a finalidade de pontuar partes do trabalho que precisam ser revisadas, processo ilustrado pela Figura 15.

²⁴ A saber: *BIM 360, Fusion, Tekla BIMsight, Solibri Model Viewer, Solibri Model Checker, Stream BIM, BIM Collab ZOOM, BIM Review, Trimble Connect, Navisworks Manage*



Figura 15. Marcas de revisão em 3D. Demonstração de uso da plataforma Stream BIM. Teste realizado em abril de 2018. Fonte: Arquivo da pesquisa (2018).

Uma das ferramentas mais características de programas de gerenciamento de projeto é a de inserção de tópicos, *issues* (problemas), *workflows* e comentário. Em apenas três (3) das plataformas testadas essa função não estava presente, sendo que duas (2) dessas plataformas não eram de gerenciamento de projeto (a saber: *IFC viewer* e *Bluebeam Revu*), focando em aspectos de visualização. Identificou-se aqui, que um *issue* faz referência a um problema, erro ou verificação que deve ser resolvida no projeto.

Baseado no processo de RFI é possível apontar e gerar uma solicitação de informação e resolução do problema. Ao inserir um *issue* no projeto se pode atribuir prazos, responsáveis, status do problema e organizá-los na plataforma. Esse recurso é um meio de centralizar as diferentes informações e gerenciá-la, melhorando a organização do projeto e facilitando os processos.

Para se criar ou apagar tarefas, atribuir um problema a alguém, definir prazos ou alterar o status de um problema é necessário que o usuário tenha a permissão para isso. Como já abordado nessa análise, as opções de permissão podem variar de acordo com o programa. As Figuras 16 e 17, demonstram esse processo, utilizando como modelo a plataforma *Stream BIM*.

LOCATION: Testes - pesquisa Cobertura

TITLE: Teste'

LABELS: Schedules

ASSIGNED TO: @DaySousa

DUE DATE: 25 May 2018

Description

Figura 16. Atribuição de prazos e responsáveis por *issues*. Demonstração de uso da plataforma Stream BIM. Teste realizado em abril de 2018. Fonte: Arquivo da pesquisa (2018).

StreamBIM Capture

Testes (2)

WORKFLOW: Testes - pesquisa

LOCATION: Testes - pesquisa Cobertura

TITLE: Teste'

STATUS: Open

LABELS: Schedules

ASSIGNED TO: @DaySousa

DUE DATE: 25 May 2018

Description

Figura 17. Definição e alteração de *status* do tópico (*issue*). Demonstração de uso da plataforma Stream BIM. Teste realizado em abril de 2018. Fonte: Arquivo da pesquisa, 2018.

Durante os testes após a inserção de *issues*, definindo o tipo, a prioridade, o status e outras propriedades, seis (6)²⁵ plataformas setorizam os itens e os

²⁵ A saber: BIM 360, Building in the Cloud, Stream BIM, BIM Collab Join, BIM Sync, Navisworks Manage (através de relação com BIM 360)

organizam de acordo com suas categorias, prazos e responsáveis. Esses mesmos programas enviam diferentes notificações, que variam conforme as ocorrências registradas no projeto. Como exemplo, verificou-se que quando um problema é atribuído a um membro, pode-se encaminhar um *e-mail* com a mensagem de notificação, assim como os prazos e as demais funções já apresentadas. As Figuras 18 e 19 ilustram esse processo, testado nas plataformas *BIM Collab Join* e *BIM Sync*, respectivamente.

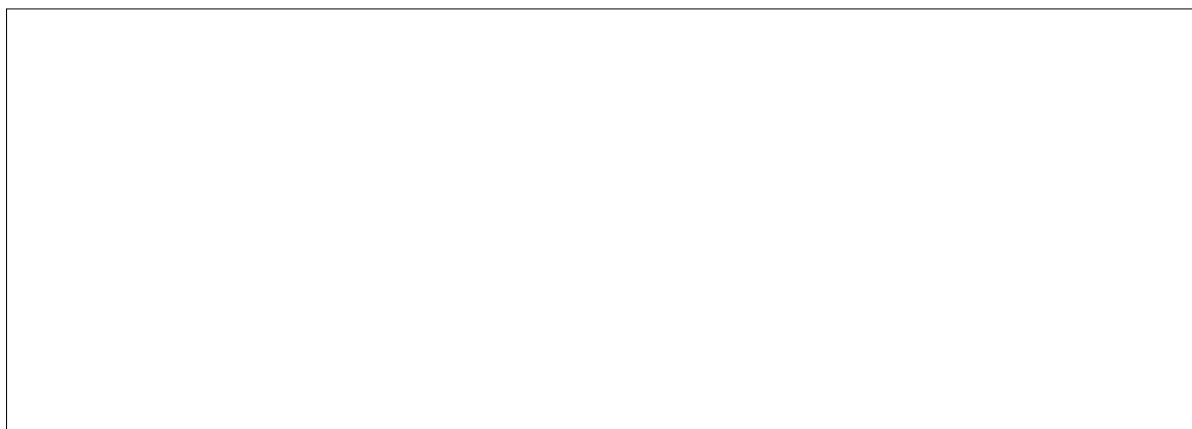


Figura 18. Organização de tarefas e tópicos (issues). Demonstração de uso da plataforma BIM Collab Join. Teste realizado em abril de 2018. Fonte: Arquivo da pesquisa (2018).

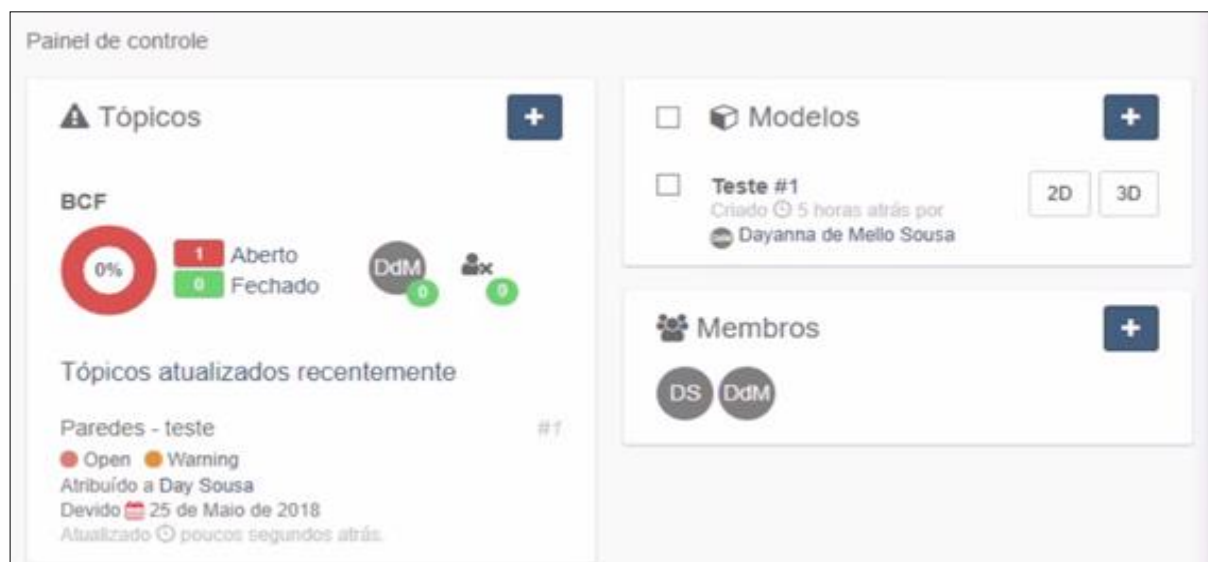


Figura 19. Painel de organização de informações sobre o projeto. Demonstração de uso da plataforma BIM Sync. Teste realizado em abril de 2018. Fonte: Arquivo da pesquisa (2018).

A ferramenta inserção de comentários ligada ao *issues* e a *marca de revisão* apenas não foi encontrada em quatro (4)²⁶ das plataformas, mostrando certa uniformidade de identificação da necessidade dessa funcionalidade. Esse recurso, quando inserido no modelo, especialmente na visualização 3D, gera um tópico no projeto.

É possível comparar os tópicos a um repositório de mensagens e arquivos referentes a determinado aspecto do modelo. São dentro desse tópico que ficam inseridas as informações e marcações adicionadas pelos usuários. Enquanto o tópico estiver aberto, todos os usuários com acesso a plataforma podem inserir textos, capturas de tela e referência a pranchas ou links. Parte deste processo está ilustrada pela Figura 20, no teste realizado na plataforma *BIM Sync*.

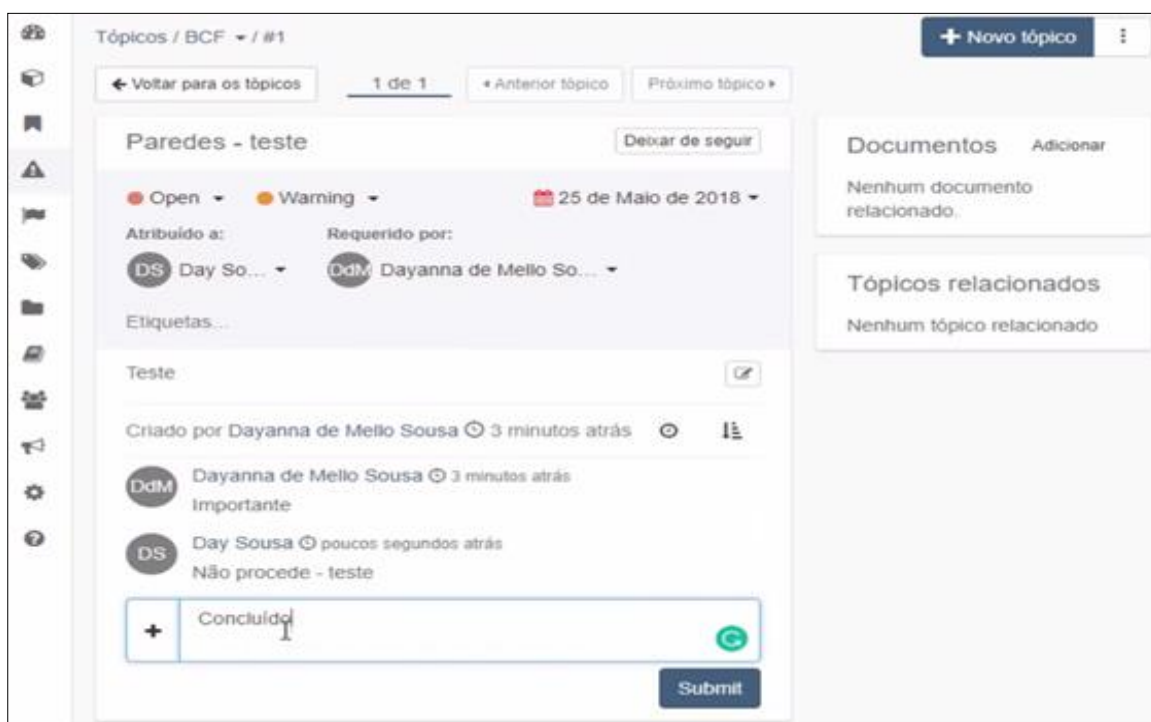


Figura 20. Comentários e discussões em tópicos do projeto. Painel de organização de informações sobre o projeto. Demonstração de uso da plataforma BIM Sync. Teste realizado em abril de 2018. Fonte: Arquivo da pesquisa (2018).

Durante os testes observou-se que dez (10)²⁷ plataformas, ainda permitiam a visualização do histórico de alterações do modelo contidas em cada versão do projeto. Para verificar o controle de históricos, foi gerado um arquivo com base no

²⁶ A saber: Tekla BIM Sight, Building in the Cloud, Bluebeam Revu, IFC Viewer.

²⁷ A saber: BIM 360, Fusion, Tekla BIM sight, Building in the Cloud, Stream BIM, BIM Collab Join, BIM Review, BIM Sync, Trimble Connect, Navisworks Manage

mesmo modelo *Revit* usado nos testes, com uma alteração: **a inserção de uma parede**; com intuito de visualizar a comparação entre as versões. A versão alterada foi inserida em todos os programas. Entretanto a maioria (14)²⁸ exibiu apenas um histórico de versão do modelo, dentre eles, muitos (10) apresentavam algum tipo de comparação entre os modelos, no entanto apenas a plataforma *Konstru* exerceu a função de forma considerada completa, destacando as mudanças existentes entre as versões de forma simples e intuitiva, como ilustra a Figura 21.

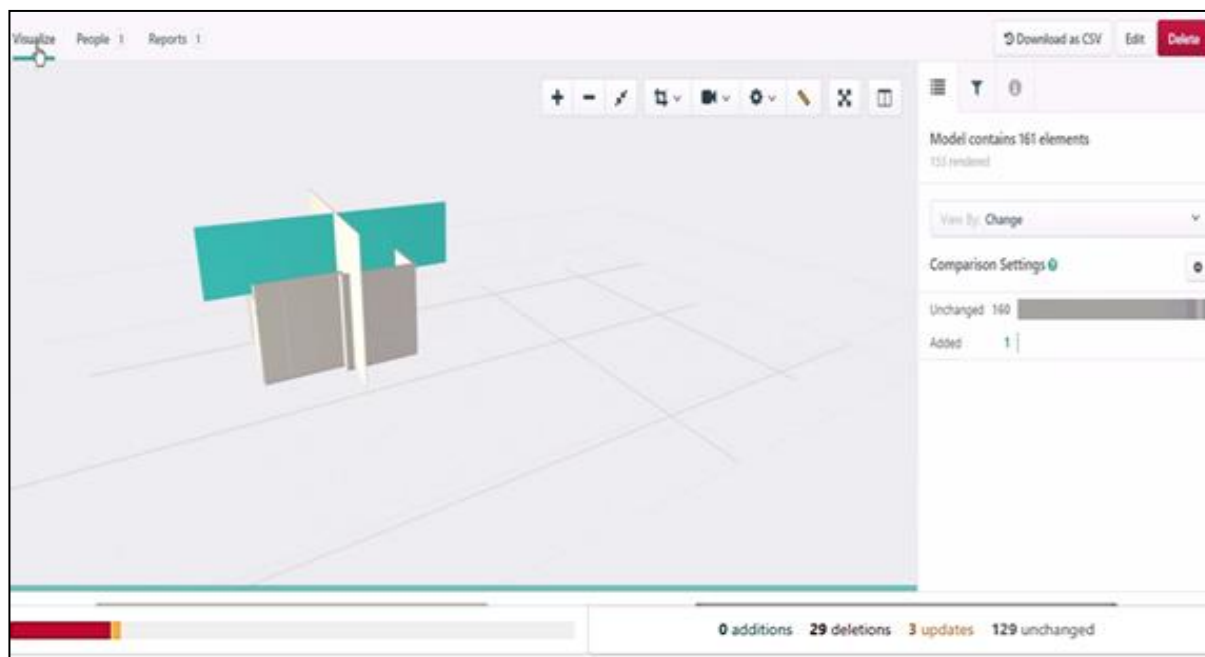


Figura 21 Histórico de alterações no modelo. Painel de organização de informações sobre o projeto. Demonstração de uso da plataforma Konstru. Teste realizado em abril de 2018. Fonte: Arquivo da pesquisa, 2018.

As funcionalidades apresentadas pelos programas durante os testes realizados, contribuirão de forma expressiva para a formulação das considerações e resolução dos objetivos aqui propostos. Observa-se pela análise que todas as plataformas ainda não objetivam tornar acessível o processo participativo para atores não técnicos na elaboração e gerenciamento de projeto. No entanto, as funções de visualização estão cada vez mais avançadas, o que leva à reflexão sobre futuros avanços tecnológicos para as funções de participação.

Abarca-se também que as principais plataformas são de uso comercial e em países cujo uso BIM se encontra em estado muito mais consolidado que no Brasil.

²⁸ A saber: *BIM 360*, *Fusion*, *Konstru*, *Tekla BIM sight*, *Stream BIM*, *BIM Vision*, *BIM Collab ZOOM*, *BIM Review*, *BIM Sync*, *Navisworks Manage*

Acredita-se que as funcionalidades dos programas testados atreladas a um novo objetivo de participação e aplicado a experiências com a população pode vir a ser mais um ponto de estímulo ao uso do BIM no Brasil. A relação de recursos disponíveis, nas plataformas aqui testadas, foi inserida em quadro, ilustrado pela Tabela 7, a fim de propiciar a interpretação dos resultados.

Tabela 7. Aspectos de compartilhamento, visualização e comunicação dos programas testados.

PLATAFORMAS	FERRAMENTAS DE COMPARTILHAMENTO			FERRAMENTAS DE VISUALIZAÇÃO					FERRAMENTAS DE COMUNICAÇÃO											
	Compartilhar com membros da Equipe	Compartilhar com não membros da equipe	Permissão diferenciada	Visualizar layers	Inserir secções	Interagir com o modelo (alterações)	Percurso pelo modelo	Percurso com colisão	Tirar instantâneos	Inserir marca de revisão	Inserir problema	Inserir comentário	Inserir tarefa	Organizar tarefas (calendário)	Indicar e atribuir responsável por problema	Determinar prazo de solução	Organizar e mudar o status do problema	Histórico de atividade	Histórico de alteração no modelo	Notificação de alteração
BIM 360																				
Fusion						Explode														
Tekla BIMsight						Limitado														
Konstru																				
Building in the Cloud						Limitado														
Solibri Model Viewer																				
Solibri Model Checker																				
Stream BIM																		Excel		Diário
BIM Vision						Limitado														
BIM Collab ZOOM																				
BIM Collab Join																				
BIM Review						Limitado														
BIM Sync														Limitado						
Trimble Connect																				
Bluebeam Revu																				
IFC Viewer																				
Navisworks Manage	BIM360	BIM360	BIM360				Travado				BIM360	BIM360	BIM360	BIM360	BIM360	BIM360	BIM360	BIM360	BIM360	BIM360

Fonte: Arquivo da pesquisa (2018).

5. CONSIDERAÇÕES INICIAIS

De acordo com o estudo até aqui apresentado, os principais requisitos estabelecidos para participação e colaboração em plataformas de gestão e programas computacionais, nos casos aqui levantados foram: A respeito das plataformas *online*, é importante que essa plataforma seja primeiramente acessível. Sua interface deve ser limpa e intuitiva a fim de abranger o máximo de pessoas possível e incentivar a participação de forma confortável.

No que se refere aos programas computacionais, os *plugins*, como o caso do *Konstru*, se mostrou ser uma ferramenta muito útil, ao permitir que essa interação entre programa BIM e plataforma *online* seja mais fluida. Não é de interesse da pesquisa que o usuário precise fazer *download* da plataforma para poder usa-la, visto que isso poderia desestimular a interação. As ferramentas observadas para futura adaptação em plataforma seriam reestruturadas para abarcar a inclusão de atores não técnicos nesse processo.

Compreende-se que esses recursos, no caso das plataformas de gestão, auxiliam a participação da população nos processos decisórios dos municípios em que se inserem, e especificamente o projeto *Habitare* possibilita a compreensão das etapas de projetos de grande escala que melhoram a infraestrutura urbana, por meio do uso de jogos.

Não obstante, os programas computacionais, embora como visto, usado principalmente entre profissionais, facilitam a execução, elaboração e implementação de projetos e propostas de forma dinâmica e interativa entre os pares. É considerando essa interação que o uso do BIM se justifica, ao ver da pesquisa, por condizer com a intenção do projeto de estimular a discussão e debate em processos participativos.

Com base nos aspectos analisados por meio da análise e teste dos programas e plataformas, foram selecionadas seis plataformas, com características semelhantes às intenções da pesquisa, conforme segue: ***Autodesk Fusion, Konstru LCC e Rendra Stream BIM*** (como referência de interface e funcionalidades); ***Catenda BIM Sync, Trimble Connect, e Kubus BV BIM Collab*** (com diferencial de abertura para API), e se pretende analisa-las com

maior lisura futuramente. Criando, ainda, um ambiente *online* teste, com a finalidade de chegar a uma proposta final efetiva que abarque critérios e definições que permitam a elaboração de uma plataforma participativa para gestão da cidade.

No que se refere à transmissão de dados e acessibilidade, o arquivo com extensão IFC foi escolhido pela pesquisa como o formato de *input* para a plataforma a ser desenvolvida, tornando mais abrangente o alcance da aplicação.

Identificou-se também ao analisar os aspectos de exportação dessas plataformas, que a plataforma proposta por essa pesquisa deve exercer a comunicação entre equipe AEC e comunidade não técnica. Do mesmo modo é de grande interesse que as informações inseridas na plataforma *online* retornem ao programa de modelagem BIM. Para isso, os esforços atuais também se concentram nessa troca de dados e no método de se alcançar esse objetivo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BARRETO, B. V.; RIBEIRO, S. E. C.; ALMEIDA, T. L. G.; SANCHES, J. L. G. **O BIM no cenário de arquitetura e construção civil brasileiro**. Belo Horizonte: Revista Construindo v.8, 2016.

BERNSTEIN, P. G; PITTMAN, J. H. ***Barriers to the Adoption of Building Information modeling in the Building Industry***. Autodesk Building Solutions: White paper, 2004.

CARLOMAGNO, M. C; ROCHA, L. C. **Como criar e classificar categorias para fazer análise de conteúdo: uma questão metodológica**. Curitiba: Revista Eletrônica de Ciência Política, v. 7, n. 1, 2016.

KOUTAMANIS, A; HEUER, J; KÖNINGS, K. D. ***A visual information tool for user participation during the lifecycle of school building design***: BIM. Noruega: *European Journal of Education*, 2017.

MALARD, M. L; SOUZA, R. C. F; SILVA, M, M, A; CONTI, A. Jogando e aprendendo a construir. In **Coletânea Habitare: Procedimentos de Gestão Habitacional para população de Baixa Renda Porto Alegre**: cap. 5; v. 5, 2006.

PEÑA-LÓPEZ, L. **Decidim.barcelona, Espanha** . Voz ou tagarelice? Estudos de caso. Bengaluru: TI para a mudança, 2017.

RAHMAN, R; AB. DAY, A. ***A comparative study of digital and traditional tools for participative design***. *Computing in architecture - re-thinking the discourse: the second international conference of the Arab society for computer aided architectural design - II ASCAAD*. Sharjah: United Arab Emirates, 2006.

RUSCHEL, H; ZANOTTO, S. S; MOTA, W. W. **Computação em nuvem**. Especialização em redes e segurança de sistemas. Curitiba: Pontifícia Universidade Católica do Paraná, 2010.

SANCHES, Y. C. S. **A gestão do centro educacional unificado (CEU) da cidade de São Paulo**. 337f. Tese de doutorado. Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo. São Paulo, 2014.

SHEN, G. Q; BRANDON, P; BALDWIN, A. ***Collaborative construction information management***. Nova Iorque: Spon Press, 2009.

SUCCAR, B. **Building information modeling framework: A research and delivery foundation for industry stakeholders**. Newcastle: Automation in Construction, v. 18, no. 3, p. 357-375, 2009.

TEIXEIRA, S. F; BARROS, F. C; TOMÉ, S. M. G; MELO, H. C; FERREIRA, T. R. **Empreendimentos habitacionais de interesse social e sua relação com o conceito BIM**. In VI Seminário de Iniciação Científica IFMG. Betim, 2017.

TRUJILLO, J. **Reflexões sobre experiência e ação: Dimensões híbridas do espaço público da cidade participativa**. In VII Seminário Flash!. São Carlos, 2017.

ZHOU, H.; GAO, H. ***Application of the visualization of BIM technology in construction***. In *International Conference on Construction and Real Estate Management ICCREM*. Canada: Edmonton, 2016.

Sites:

AUTODESK KNOWLEDGE NETWORK. **Sobre o formato de arquivo IFC**, 2018. Disponível em: <<https://knowledge.autodesk.com/pt-br/support/revit-products/learn-explore/caas/CloudHelp/cloudhelp/2018/PTB/Revit-DocumentPresent/files/GUID-0D546BEA-6F88-4D4E-BDC1-26274C4E98AC-hm.html>>. Acesso em: 08 jul. 2018.

COLLABORATION, MANAGEMENT AND CONTROL SOLUTIONS (CMCS) FZCO. **How can technology benefit your everyday project's communications?** Dubai, 2018. Disponível em: <<http://www.cmcs.co/why-request-for-information-rfi-is-an-important-project-communication/>>. Acesso em: 08 jul. 2018.

NATIONAL INSTITUTE OF BUILDING SCIENCES. **Frequently asked questions about the national BIM standard-United States**. National BIM Standard – United States (NBIMS). Disponível <<https://www.nationalbimstandard.org/faqs>>. Acesso em 09 jul. 2018.

ROWLAND, S; BÖRGSTROM, N. ***It's time to join the participatory culture***. BIM Plus, 2016. Disponível em: <http://www.bimplus.co.uk/management/its-tim8e-jo4in-parti5cipatory-culture/>. Acesso em: 08 jul. 2018.

SUPORTE MICROSOFT. **Formatação e recursos do Excel que não são transferidos para outros formatos de arquivo**. Disponível em: <<https://support.office.com/pt-br/article/formata%C3%A7%C3%A3o-e-recursos-do-excel-que-n%C3%A3o-s%C3%A3o-transferidos-para-outros-formatos-de-arquivo-8fdd91a3-792e-4aef-a5bb-46f603d0e585>>. Acesso em: 08 jul. 2018.

VISUALARQ. ***Export IFC model from Rhino and VisualARQ to Revit***. Youtube, 2011. Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=taCmwC7IXq8>> Acesso em: 01 jul. 2018.

BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

ASL, M. R; STOUPINE, A; ZARRINMEHR, S; YAN, W. ***Optimo: a BIM-based multi-objective optimization tool utilizing visual programming for high performance building design***. *Proceedings of the 33rd eCAADe Conference*. Viena: Real Time, v.1, p. 673-682, 2015.

DEZEN-KEMPTER, E.; ARRIVA, F.; RAMOS, G. M. **O uso do BIM para a criação de um banco de dados da produção de habitação social em Limeira-SP**. In SIGraDi [*Proceedings of the 16th Iberoamerican Congress of Digital Graphics*] Anais. Fortaleza: p. 431 – 435, 2012.

EDWARDS, G; LI, H; WANG, B. ***BIM based collaborative and interactive design process using game engine for general end-users***. Wales: *visualition in Engineering*, Springer, 2015.

FABIÃO, A. C. **Vilosidades Espaciais: Ambientes Imersivos e Interativos em Rede**. In SIGraDI *Proceedings of the 8th Iberoamerican Congress of Digital Graphics*. Anais. Porto Alegre: p. 292-294, 2004.

FASSI, F; ACHILLE, C; MANDELLI, A; RCHICHI, F; PARRI, S. ***A new idea of BIM for visualization, web-sharing and using huge complex 3D models for***

facility management. *The international Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences v. XL-5/W4, 3D Virtual Reconstruction and Visualization of Complex Architectures.* Avila, 2015

GALÁN, B; ORSI, L. **Diseño para la gestión ambiental: decisiones tecnológicas em escenarios participativos.** In *SIGraDI Proceedings of the 9th Iberoamerican Congress of Digital Graphics.* Anais. Peru: v. 2, p. 552-557, 2005.

KIM, S. A.; CHOE, Y; JANG, M; SEOL, W. **Design process visualization system intergrating BIM data and performance-oriented design information.** Seoul: *Proceedings of the 28th ISARC,* p. 728-733, 2011.

NAVIA, A. S. **Recorridos virtuales e interacción proyectual participativa: eligiendo el formato para la plataforma web del programa Chiloé.** In *SIGraDI.* Anais. Chile: *El Factor Humano,* 2006.

NINGGU; VISHAL, S; KERRY, L; LILIANA BRANKOVIC. **Adopting building information modeling (BIM) as collaboration platform in the design industry.** In *Congresso de pesquisa em arquitetura auxiliada por computadores,* Anais. Tailândia: p. 53- 60, 2008.

SOUTO, I. C. S; MARTÍNEZ, J. N; TOLOSA, M. N; GARCIA, J. W. **Aportaciones del modelado paramétrico a la toma de decisiones: dos estudios de caso desde el proyecto de arquitectura.** In *SIGraDI.* Anais: *Proceedings of the XVII Conference of the Iberoamerican Society of Digital Graphics: Knowledge-based.* São Paulo: *Design Blucher Design Proceedings* v.1, n.7, Blucher, p. 249-252, 2014.

RAYO, D. A. V. **Option One: a model of participatory design to construct a rural social housing from digital fabrication.** In *Proceedings of the 33rd eCAADe Conference.* Anais. Viena: *Real Time - v.2,* p. 531-539, 2015.

RÜPPEL, U; SCHATZ, K. **Designing a BIM-based serious game for fire safety evacuation simulations.** Darmstadt: *Advanced Engineering Informatics* v. 25 issue 4, p. 600-611, 2011.

Sites:

COORDENAR. **O IFC é muito mais que um simples formato de arquivo.** 2016. Disponível em: <<http://www.coordenar.com.br/o-ifc-e-muito-mais-que-um-simples-formato-de-arquivo/>>. Acesso em: 08 jul. 2018.

CUNHA, T. F; THOMAZ, E. **Necessidades do programa Minha Casa Minha Vida (MCMV) frente às exigências da NBR 15.575.** IN Revista Técnica. São Paulo: Editora Pini, 2016. Disponível em: <<https://techne.pini.com.br/2016/09/artigo-necessidades-do-programa-minha-casa-minha-vida-mcmv-frente-as-exigencias-da-nbr-15-575/>>. Acesso em: 08 jul. 2018.

TCPO WEB. **O que é a Base TCPO.** São Paulo: Editora Pini. Disponível em: <<http://tcpoweb.pini.com.br/home/home.aspx>>. Acesso em: 08 jul. 2018.

APÊNDICES

Apêndice I – Fichamento 01

BARRETO, B. V.; RIBEIRO, S. E. C.; ALMEIDA, T. L. G.; SANCHES, J. L. G. **O BIM no cenário de arquitetura e construção civil brasileiro**. Belo Horizonte: Revista Construindo v.8, 2016.

Resumo

O artigo tem como objetivo retratar o cenário brasileiro da adoção e do uso do BIM nas áreas de arquitetura e engenharia civil. Descreve pesquisa e consulta eletrônica realizada com empresas e profissionais da área de construção (Arquitetura, Engenharia e Construção) em relação à implementação do BIM.

Traz assim dados estatísticos de pesquisa referentes às dificuldades de implementação BIM em escritórios, vantagens e desvantagens vistas por esses profissionais e propõe possíveis soluções e meios pelos quais esse quadro atual possa superar essas barreiras.

Foram analisados os fatores responsáveis pela opção das empresas de usar ou não a plataforma BIM, os obstáculos enfrentados para sua introdução, a viabilidade financeira, a influência de sua utilização para o cliente final e o grau de incentivo do governo para o seu uso (BARRETO *et al*, 2016, p.1).

O artigo retrata o BIM como um conceito atual e vantajoso, que atende melhor a lógica das construções atuais e como algo já mais consolidado em países mais desenvolvidos. Traz as diferenças do contexto brasileiro e a influência de aspectos de ensino e pesquisa nesse quesito.

Introdução

É descrito no artigo como BIM “[...] uma metodologia para gerenciar a essência do projeto e dados da construção ou empreendimento no formato digital em todo ciclo de vida do edifício” (PENTILLÄ, 2006 *apud* BARRETO *et al*, 2016, p.2). Diante disso, entende-se no artigo como a digitalização atual dos processos de projeto. Considerando que o primeiro passo digital revolucionário em projeto foi o CAD (*Computer Aided Design*), estima-se que o BIM seja o passo atual.

Apesar do BIM já ser difundido e amplamente usado no âmbito internacional, o artigo reconhece suas limitações em âmbito nacional.

O número de empresas que utilizam a tecnologia BIM e seu ensino em universidades é extremamente inferior aos de países europeus e os EUA e, mesmo quando utilizado, não há um bom aproveitamento de seus benefícios [...] (BARRETO *et al*, 2016, p.2).

Além da escassez de ensino em universidades, o artigo também aponta a quantidade reduzida de incentivos públicos para seu uso, sendo essa atitude representada pela atitude de alguns órgãos como a Petrobrás, o Exército, o Instituto Nacional de Propriedade Industrial (INPI), entre outros.

O BIM

Considerando o BIM como um conceito e uma metodologia de gerenciamento de projeto, em todas as suas fases, entende-se que ele seria um modelo único utilizado desde o projeto à eventual demolição da obra. Compara-se no artigo a metodologia a uma “base de dados digitais” (BARRETO *et al*, 2016, p.2), como um repositório de informações geométricas e alfanuméricas do projeto. A partir dessa base, é possível gerar diversas representações gráficas e quantitativas de acordo com a necessidade.

É ressaltada a capacidade de colaboração do BIM como uma de suas maiores vantagens, sendo possível alcançar maior precisão, controle de erros e custos do projeto através dela.

É importante ressaltar que esta etapa de colaboração é um dos pontos que tornam o BIM tão útil para as empresas, pois permitem a troca de informações, o trabalho em conjunto e a detecção precoce de conflitos entre projetos (BARRETO *et al*, 2016, p.3).

Entretanto, o artigo aponta diversos empecilhos para esse uso completo e contínuo do BIM e de sua função de colaboração. Um dos principais motivos está atrelado à capacitação necessária ao uso. Como um ciclo, a falta de incentivo público gera um processo defasado em BIM no campo de ensino e pesquisa, e naturalmente ao que se refere a treinamentos e capacitações com a metodologia.

Considerando-se o ano de submissão do artigo, a pesquisadora da Universidade Federal de Minas Gerais, Bruna Vieira Barreto (*et al*, 2016, p.3), relata:

Até o momento, não são encontradas experiências de ensino que foquem nas ferramentas de gerenciamento e de simulações do BIM, além de não abordarem todo o ciclo de vida da edificação. [...] No Brasil, as pesquisas sobre BIM ainda são muito recentes e abordam poucos aspectos da plataforma.

Somado a isto, complexidades nativas dos programas de modelagem BIM agravam o problema. “Carece-se de modelos de processos de construção transacionais bem definidos que eliminem problemas de interoperabilidade de dados” (BERNSTEIN; PITTMAN, 2005 *apud* BARRETO *et al*, 2016, p.3).

Metodologia

A metodologia da coleta de dados foi embasada na elaboração de um formulário eletrônico com questionário referente ao uso do BIM pela empresas e funcionários da equipe AEC. O formulário era composto por questões de múltipla escolha e com discussão aberta entre participantes e pesquisadores. A divulgação foi feita de forma pública via redes sociais, além de e-mails enviados diretamente aos profissionais e empresas da área. Foi alcançada a coleta e análise de respostas de cem (100) profissionais e empresas.

Resultados e análise

Dos profissionais entrevistados eletronicamente, apenas 39 já utilizaram ferramentas BIM, sendo que 8 apenas o fizeram para testar e logo descontinuaram o uso. Apesar de apenas 31% dos entrevistados utilizar a metodologia continuamente, todos os entrevistados concordam com a necessidade da utilização do BIM. Ainda assim, mesmo o considerando necessário, “a maioria (51%) dos que responderam à pesquisa acredita que menos de 2 em cada 10 projetos utilizam BIM” (BARRETO *et al*, 2016, p.4).

A problemática da capacitação se torna um grande empecilho financeiro para as empresas, à medida que, para implementar a nova tecnologia, devem dispor diversos recursos de tempo, equipe e dinheiro. Dentre os entrevistados, Barreto (*et al*, 2016, p.5) destaca os principais fatores encontrados que impedem a viabilidade financeira da implementação BIM nessas empresas:

[...] o custo do investimento inicial com treinamento dos funcionários e com a aquisição dos softwares, falta de bibliotecas abrangentes e modelagem de famílias de fabricantes nacionais.

Dentre as empresas que optaram pelo uso BIM, concluíram sua implementação e dão continuidade a adoção da metodologia, são relatados os motivos para tal adoção. As características mais destacadas, com respectivamente 77% e 71% dos entrevistados, foram a possibilidade de gerar mais detalhes e informações a partir do modelo e a facilidade de criar e se alterar o projeto em suas diversas fases. Desses profissionais, em torno de 61% notou mudanças quanto a satisfação do cliente e 55% obtiveram retorno do investimento em até três (3) anos.

Em licitações e obras públicas, entretanto, a diminuição do tempo de aprovação foi sentida em menos da metade (29%) dos entrevistados que usam BIM, apesar de mais da metade (59%) deles conseguirem atrair mais clientes devido à qualidade do produto. Relacionado a esse resultado está o dado de que apenas 2 dos entrevistados que alegam usar a metodologia declararam saber das exigências referentes à utilização de plataformas BIM em licitações públicas. Esse desconhecimento geral reflete a falta de incentivo do governo para a utilização da ferramenta.

Considerações finais

Apesar das vantagens apontadas pelo artigo relacionadas à implementação BIM, a metodologia está minimamente presente no cenário brasileiro da arquitetura, engenharia e construção. Considerando que seriam necessárias uma mudança e adequação do mercado atual, há certa resistência em seu uso. Poucas empresas afirmam utilizar a ferramenta, sendo que, “mesmo nos casos afirmativos, a sua utilização se dá apenas em fases iniciais da obra com a elaboração do projeto e geração de tabelas quantitativas” (BARRETO *et al*, 2016, p.9).

Barreto (*et al*, 2016, p.9) propõe diversas soluções, baseadas nas discussões e reflexões dos entrevistados, para incentivar e melhorar o uso BIM no país. Dentre elas, destacam-se:

[...] a diminuição de custo dos softwares, melhor qualificação de estudantes de arquitetura e engenharia civil e profissionais já formados por meio de cursos mais baratos e eficientes, criação de bibliotecas de famílias pelos fornecedores, maior interoperabilidade nas diferentes fases do projeto, uniformização dos arquivos e, principalmente, a obrigatoriedade do uso da plataforma em obras públicas.

Apêndice II – Fichamento 02

TEIXEIRA, S. F; BARROS, F. C; TOMÉ, S. M. G; MELO, H. C; FERREIRA, T. R. **Empreendimentos habitacionais de interesse social e sua relação com o conceito BIM.** In VI Seminário de Iniciação Científica IFMG. Betim, 2017.

Resumo

O estudo foi realizado com base nos projetos e edifícios de habitação de interesse social (HIS) do município de Piumhi/MG, partindo das experiências do Brasil com a produção de HIS e do alto déficit habitacional do país. Este tem como objetivo pesquisar:

[...] novas alternativas de produção habitacional que garantam ao usuário a acessibilidade e funcionalidade da edificação conforme às Normas Brasileiras Reguladoras (NBR) de modo a atender requisitos mínimos de desempenho e sustentabilidade ambiental e social por meio de novos conceitos BIM (TEIXEIRA *et al*, 2017, p.1).

A análise do trabalho foca em como novas tecnologias poderiam auxiliar a produção de HIS no Brasil, especialmente através da tecnologia BIM. O trabalho então descreve vantagens e aspectos do BIM que podem melhorar a produção de HIS no Brasil, tanto para os técnicos e empreendedores, quanto para os futuros moradores da edificação.

Introdução

O artigo apresenta pesquisa em curso que, a partir desse método exploratório, reconhece um quadro nacional que, a fim de sanar o déficit habitacional crescente, tem menor foco na qualidade da habitação social e maior foco na quantidade de unidades, buscando o “custo mínimo na cadeia produtiva” (TEIXEIRA *et al*, 2017, p.2).

Tal política acaba gerando unidades habitacionais que não atendem às necessidades dos moradores, possuem baixo padrão de qualidade e vida útil muito curta. Essa falta de qualidade acaba se refletindo em todo o assentamento, nas habitações, nas áreas comuns, nos equipamentos e também na infraestrutura (PERUZZO, 2008 *apud* TEIXEIRA *et al*, 2017, p.2).

Considerando também a necessidade explicitada pelo artigo de redução de prejuízos, tanto financeiros quanto qualitativos, e a capacidade da metodologia BIM de otimizar o planejamento financeiro e a coesão do projeto como um todo, o artigo propõe o uso do BIM como alternativa que garanta o tripé da sobrevivência (COOPER; SLAGMULDER, 1997 *apud* TEIXEIRA *et al*, 2017).

As características de integração de informações geradas colaborativamente, controle de incompatibilidades e erros, entre outros “[...] possibilitam mudar a maneira de projetar e obter maior controle da obra, contribuindo de maneira eficaz para a diminuição do processo de construção” (TEIXEIRA *et al*, 2017, p.3).

Metodologia

A metodologia do estudo é baseada em método exploratório de estudo bibliográfico, a fim de se alcançar “maior familiaridade com o problema, aprimoramento de ideias ou descobertas de intuições” (GIL, 2007 *apud* TEIXEIRA *et al*, 2017, p.3).

Resultados e discussões

Entende-se no artigo que investimentos em moradia, além de ter a capacidade de estimular a economia, também favorece um processo de descentralização da cidade (TEIXEIRA *et al*, 2017). Por conta dessa potencialidade, diversos fatores devem ser observados durante essa produção. É em prol desses fatores que surgem as leis e normas que regulamentam a produção desses complexos habitacionais

Além da necessidade de controle da qualidade arquitetônica, de desempenho sanitário, energético e funcional da edificação, deve-se atentar a uma atitude comum de instalação desses polos em regiões afastadas da cidade. Silva (*et al*, 2016) justifica dizendo que em regiões urbanas o preço do solo é elevado e que faltam estímulos públicos para o uso dessas áreas para a construção de HIS. Entretanto, o local de implantação deve ser bem observado, tendo em vista que a Lei 11.977 define a obrigatoriedade de infraestrutura básica e equipamentos e serviços públicos de educação, saúde e lazer e mobilidade

urbana (TEIXEIRA *et al*, 2017) e que a não satisfação desses requisitos pode favorecer “[...] a exclusão social dos moradores desta localidade” (VALE, 2012 *apud* TEIXEIRA *et al*, 2017).

As ferramentas BIM são vistas no artigo como capazes de propiciar diversas melhorias a essa produção habitacional, destacando-se entre elas:

1. “[...] melhor uso do capital financeiro em atividades de necessidade básica e inserção social [...]” (TEIXEIRA *et al*, 2017, p.5)
2. “[...] proporcionar subsídios para que [...] envolvidos nas etapas de projetos e construção inovem seus sistemas e processos de trabalho [...]” (TEIXEIRA *et al*, 2017, p.5)
3. “[...] possibilidade de prever com maior facilidade o desempenho dos projetos antes de serem construídos, otimizando análise, simulação e visualização” (STRAFACI, 2014 *apud* TEIXEIRA *et al*, 2017, p.5)

Os gestores podem usar BIM para gerenciar e operar as instalações e todas as informações em seu entorno, planejando de forma integrada as etapas dos serviços associados àquela instalação (KRYGIEL; NIES, 2008 *apud* TEIXEIRA *et al*, 2017).

Conclusões

O projeto de pesquisa, na época de submissão do artigo, estava em curso, portanto o artigo conclui com a intenção de continuação da pesquisa e com objetivo da continuidade como o de conscientização da importância da qualidade de uma habitação social. Estima-se aqui que as novas tecnologias, associadas à produção de HIS, possa estimular novas formas de pensar habitação social e “[...] proporcionar melhorias no desenvolvimento, na implantação e no uso das edificações” (TEIXEIRA *et al*, 2017, p.5).

Apêndice III – Fichamento 03

RAHMAN, R; AB. DAY, A. ***A comparative study of digital and traditional tools for participative design***. *Computing in architecture - re-thinking the discourse: the second international conference of the Arab society for computer aided architectural design - II ASCAAD*. Sharjah: United Arab Emirates, 2006.

Resumo

Considerando que as ferramentas digitais específica da área AEC, à medida que surgem, são em geral complexas e usadas apenas por profissionais da área, os pesquisadores Rashidah AB Rahman e Alan Day consideram este o motivo do não envolvimento público nos processos de projeto participativo através dessas ferramentas

O artigo tem como objetivo descrever pesquisa realizada na Universidade de Bath, cujo objetivo residia em conduzir um experimento de participação social através de novos métodos de uso das bases digitais de AEC. O projeto em questão era a construção de um alojamento estudantil no campus da Universidade.

Introdução

Apesar da possibilidade de facilitar a participação pública e do cliente no planejamento futuro da cidade, “[...] existem muito poucos exemplos onde modelos computacionais tridimensionais foram usados para interação direta com o público durante projeto participativo” (RAHMAN; DAY, 2006, p.1). Essa possibilidade é gerada com a capacidade dessas ferramentas digitais de colocar o usuário não técnico em contato mais direto e claro com a equipe técnica durante a etapa de projeto.

O experimento era baseado no uso de uma metodologia específica que se pautava na comparação entre os processos alcançados com um modelo digital e um modelo físico em ambientes separados e específicos onde os estudantes podiam fazer alterações e sugestões. O conceito de orçamento participativo também foi explorado, considerando que a cada alteração realizada, era possível

visualizar os impactos dela. O artigo também categoriza experimentos de participação social em sua metodologia, ferramentas usadas e acessibilidade.

Experiências de meios digitais de participação

O artigo estuda e categoriza experimentos de participação de não-especialistas (*non-experts*) através de meios digitais. Os experimentos destacados no artigo são categorizados em três tipos:

1. Inclusão de menor escala do usuário geral utilizando tecnologia desktop

Esse tipo de experimento foi realizado por Hall (1996) e Pietsch (2001) (*apud* RAHMAN; DAY, 2006) e se baseava em um cenário onde uma quantidade reduzida de participantes se reuniam em frente a um computador para fazer alterações e sugestões, juntamente ao técnico, em um modelo CAD previamente preparado por um arquiteto.

A problemática apontada pelo artigo nesse tipo de interação reside na participação ocorrer no final do processo, onde o projeto já foi executado e a população pode fazer apenas ajustes e alterações.

Numa situação ideal o projeto participativo ocorreria no princípio do projeto e seria empregado em projetos maiores que são mais propensos a ter um impacto significativo no ambiente urbano (RAHMAN; DAY, 2006, p.235, tradução nossa)²⁹

2. Inclusão de menor a média escala do usuário geral utilizando tecnologia híbrida de desktop/laptop e realidade virtual não imersiva

Na Universidade de Teeside foi realizado um experimento de participação no projeto de um centro comunitário, com o auxílio de equipamento de realidade virtual (REEVES; LITTLEJOHN, 1999 *apud* RAHMAN; DAY, 2006).

O experimento foi tido como bem-sucedido. Entretanto, a fim de reconhecer os aspectos positivos e negativos e identificar boas práticas, os pesquisadores pontuam no artigo que um dos comentários mais frequentes

²⁹ Do original: *In an ideal situation participative design would occur from the very start of the design and would be employed on larger projects which are more likely to have a significant impact on the urban environment* (RAHMAN; DAY, 2006, p.235).

entre os participantes era o fato de não se sentirem tão confortáveis em um ambiente tão formal (RAHMAN; DAY, 2006). Considerando que a participação social, em uma situação comum, não se dá em centros especializados de realidade virtual, mas sim em escolas e centros comunitários, estabelece-se no estudo mais um critério:

Acessibilidade não é apenas relacionada ao número de pessoas participando, ou se é fácil chegar ao local, mas também se o evento pode ser replicado em outro lugar sem muita dificuldade (RAHMAN; DAY, 2006, p. 235, tradução nossa)³⁰.

3. *Inclusão de maior escala do usuário geral utilizando tecnologia baseada na web.*

O experimento relatado de maior escala foi o desenvolvimento de projeto de novo laboratório de informática na Universidade de Cambridge em conjunto com a *Microsoft* (RICHENS; TRINDERS, 1999 *apud* RAHMAN; DAY, 2006).

O projeto era desenvolvido por modelagem computacional e frequentemente atualizado nas bases de participação. A fim de alcançar a maior participação possível durante a etapa de projeto do laboratório, foram utilizadas plataformas online e métodos físicos tradicionais. Além dos quadros expostos nos corredores para captar comentários, desenhos e sugestões, também existia uma página oficial do projeto *online* que abrigava fóruns e questionários. Outra iniciativa foram as plataformas de jogos a fim de melhorar a visualização do projeto.

A base da inclusão era o uso da *internet*. Estratégia considerada pelos pesquisadores no artigo como perfeitamente adequada ao ambiente universitário do experimento. Entretanto, uma problemática destacada no artigo é a viabilidade de implementação desse método em âmbito geral. Considerando que o acesso a internet e a equipamento digital, na época da elaboração do artigo, era muito mais consolidado em ambiente acadêmicos e corporativos, escapando da realidade social.

³⁰ Do original: *Accessibility is not just about the number of people taking part, or whether the venue is easy to get to, but also whether the event can be replicated elsewhere without too much difficulty* (RAHMAN; DAY, 2006, p. 235).

Se o envolvimento público baseado na *web* se propuser a atingir grupos não privilegiados, hardware e acesso à internet normalmente deve ser providenciado junto ao treinamento e suporte necessário (RAHMAN; DAY, 2006, p.236, tradução nossa)³¹.

Metodologia

Uma preocupação clara da pesquisa é a acessibilidade. A partir disso, e da tecnologia de ponta da época, é escolhido o sistema CAD para modelagem em *Trimble SketchUp* e um ambiente com computador e projetor e outro com uma maquete física para o experimento.

Foram selecionados, a partir de ordem de chegada, curso e gênero, 80 participantes. Dentre eles, 42 mulheres e 38 homens, sendo que nenhum dos estudantes selecionados eram da área de arquitetura, engenharia ou construção (AEC). Os participantes foram divididos em 2 grupos, ambos compostos por 19 homens e 21 mulheres, totalizando 50% (40) da totalidade de participantes. Um grupo participaria do experimento de participação através de meios digitais (ambiente com computador e projeto) e o outro grupo participaria através de meios tradicionais (maquete física).

Ambos os grupos tinham acesso a uma planilha com os custos que se alteravam de acordo com as alterações realizadas pelos participantes. Dessa forma, é possível experimentar o orçamento participativo e transparecer o impacto das decisões dos participantes no projeto como todo.

Após o experimento, foi realizado um questionário dividido em três seções. A primeira era a Introdução, que objetivava expor os objetivos do experimento. A terceira era onde a captação de informações sobre o participante ocorria; idade, gênero, nacionalidade, curso e disponibilidade para futuros experimentos parecidos. A segunda, por sua vez, era onde os participantes davam seu *feedback* sobre o experimento em si; sendo essa seção setorizada em adequabilidade dos equipamentos, satisfação e comunicação de ideias.

Resultados e análises

³¹ Do original: *If web-based public involvement is to reach disadvantaged groups, hardware and Internet access often has to be provided along with the necessary training and support* (RAHMAN; DAY, 2006, p.236).

Apesar do resultado geral de adequabilidade dos equipamentos ter sido positivo, o grupo do experimento digital teve maior dificuldade ao usar a ferramenta do que o *control group* (grupo do experimento tradicional). Ambos os grupos tiveram uma parcela de 15 a 20% de participantes que pediram por outros equipamentos, sejam eles máquinas mais potentes, equipamento *touchscreen* ou blocos de lego.

Apesar da dificuldade com o equipamento, o grupo digital relatou maior facilidade em manipular o projeto que o *control group*. Isso é refletido na satisfação com a quantidade de tempo disponível declarada pelo grupo digital, contrastada ao relato geral do *control group* de necessidade de mais tempo.

Em relação à satisfação e prazer com o experimento, ambos os grupos apresentam resultados positivos e é quase unânime (90-95%) o pensamento de que experimentos parecidos devem acontecer com maior frequência. Apesar do *control group* ter declarado maior sentimento de contribuição com o projeto, o grupo digital declarou maior aprendizado relacionado à tipologia manipulada – habitação estudantil.

58% do grupo digital relatou descontentamento em relação à pressão exercida pela limitação de tempo, à dificuldade em utilizar o equipamento e à dificuldade de pensar projeto de espaços e paisagem. Já o *control group* comentou sobre o manuseio e corte de papéis pequenos, a adaptação à prática de maquete e desenho e, ao aspecto em comum, tempo. Ambos os grupos propuseram que o processo poderia ser melhor caso a parte orçamentária viesse antes de começarem a manipular o projeto.

Apesar das similaridades entre os resultados dos grupos e os aspectos negativos apontados pelos participantes, um fator com resultados discrepantes dentre eles foi relacionado à visualização do projeto. Enquanto o *control group* pontua com 7.0 os aspectos de visualização, o grupo digital pontua com 8.25. Entende-se que a visualização digital é mais precisa, fiel à escala e fácil de ser manipulada durante a execução do projeto. Um dos participantes do experimento elenca como seu aspecto favorito a possibilidade de “ver o projeto ser construído

do zero até um prédio reconhecível” ([participante desconhecido], 2006 apud RAHMAN; DAY, 2006, tradução nossa)³².

Conclusão

Os resultados mostram que ambos os métodos têm vantagens e desvantagens. Apesar da imprecisão do método tradicional, a alteração do modelo (considerando o uso da ferramenta CAD) se deu de forma mais rápida e factível. Além de um nível alto de satisfação geral, a familiaridade com o processo manual e a possibilidade de comunicação verbal e física dão força a esse método.

Em contrapartida, o método digital é mais preciso, facilmente copiável e distribuível e fiel à escala. Esses aspectos e a fácil manipulação do projeto tornam seus aspectos de visualização mais simples e eficientes, além de contribuir com a agilidade e redução do tempo de projeto. O conhecimento aperfeiçoado, o projeto colaborativo e a satisfação maior em relação ao resultado do projeto também são destacados como vantagens do método digital.

Entende-se pelo artigo que os métodos digitais têm grande potencial para a participação social, podendo contribuir para a superação de dificuldades encontradas com constância em obras que impactem uma grande quantidade de pessoas.

³² Do original: *Seeing the design build up from scratch into a recognisable building* ([participante desconhecido], 2006 apud RAHMAN; DAY, 2006).

Apêndice IV – Artigo Submetido

Título: *Building Information Modeling for participatory decision-making processes*

Coautoria (terceira autora), juntamente ao orientador, Professor Associado Dr. Marcelo Tramontano (primeiro autor) e ao MSc Juliano Pita (segundo autor), para o 12º Congresso Internacional do IEEE (*Institute of Electrical and Electronics Engineers*), AICT2018³³ (*Academic Information and Communication Technologies*) em Almaty no Cazaquistão³⁴.

³³ Disponível em: <<http://www.aict.info/?csc=2018>> Acessado em 02 jul. 2018.

³⁴ O artigo foi submetido e o aceite está previsto para divulgação no dia 15 de julho de 2018.

Building Information Modeling for participatory decision-making processes

Associate Professor Marcelo
Tramontano
University of Sao Paulo
Institute of Architecture and Urbanism
Nomads.usp
São Carlos, Brazil
tramont@sc.usp.br

Msc. Juliano Pita
University of Sao Paulo
Institute of Architecture and Urbanism
Nomads.usp
São Carlos, Brazil
juliano.pita@usp.br

Dayanna de Mello Souza
University of Sao Paulo
Institute of Architecture and Urbanism
Nomads.usp
São Carlos, Brazil
dayanna.souza@usp.br

Abstract—This article presents an ongoing research on the development of online platforms connected to BIM computer programs, aiming at the participation of non-technical stakeholders in decision-making processes of urban public facilities projects. Based on the study of several commercially available applications, the research proposes the construction of a web-based computational application allowing collaboration between technical and non-technical actors in architectural design processes. The article also briefly reflects on the relevance of such collaboration in newly industrialized countries. This research is underway at Nomads.usp, at the Institute of Architecture and Urbanism of the University of Sao Paulo, Brazil.

Keywords—BIM; collaboration; participatory design; governance; multi-users platform

I. INTRODUCTION

The research on Building Information Modeling (BIM) applied to participatory decision-making processes presented in this article is part of the research project "HUB: Collaborative Decision-Making Processes and Urban Interventions", underway at Nomads.usp - Center of Interactive Living Studies¹, from the Institute of Architecture and Urbanism of the University of São Paulo, Brazil. The project derives from the results and conclusions of several research works carried out in the Center over the last 17 years on topics such as computer-aided design processes, ways of living and the concept of extended living, cultural actions using digital means, documentary film as a methodological procedure of academic research, and the understanding of design processes as complex systems.

The theoretical questions that guide this work are the same ones that have stimulated researchers, architects, associations and public managers in various parts of the world to formulate decision-making processes for interventions in urban public spaces, that prioritize collaboration among several stakeholders. In the field of architecture and urbanism, end-user queries are not new. Expressions such as 'participatory design' and 'participatory planning' have been prominent in the area, especially since the 1960s in several countries. They also experienced great wear and tear in the following decades, perhaps because, in many cases, community participation was limited and had little effect on the final built results.

In architectural practice, such ideals grounded the participatory design procedures developed and applied by Lucien Kroll in the 1970s in Belgium, which influenced

generations of designers and managers. Several of his works were framed in wide debates with future users, making pioneering initiatives of the effort of sharing design decisions with the community. In order for this collaboration to take place, Kroll made extensive use of physical models and, from the 1980s on, computer programs [1]. However, the most incisive contribution to the computerization of design processes for the inclusion of future inhabitants was made by Christopher Alexander. His book "A pattern language", of 1968, became a major reference in the area, mapping 250 patterns of human behavior in built environment, in the manner of design and organization parameters. In fact, Kroll and Alexander works have pioneered the introduction of algorithmic thinking in architecture, and helped build procedures that later would be useful to the conception of current parametric programs, in particular those of BIM base.

In Brazil under military dictatorship (1964-1985), practices such as self-managed housing building projects proved to be powerful articulators of communities, because once people perceived their organizing capacity around the design and construction of their dwellings, they decided to mobilize for further social and political demands. The issues investigated in the present study are part of the timeline briefly outlined in these paragraphs. They align with a certain recovery of the community's protagonism promoted by practices such as self-managed housing building projects, as we consider that the participation process is, firstly and foremost, a process of awareness of the position of a collective within society and the public scene, a claim of the citizen's right to express opinions in decisions that continually reconfigure urban environments.

In order to broaden and deepen the results obtained in previous researches developed at Nomads.usp, and in dialogue with studies by Harvey [2], Castells [3] and Manovich [4], among others, this research considers that the use of digital media, in particular those based on Internet communication, can configure spaces for citizenship, community articulation and claims for rights. It is clear that these media do not replace the face-to-face debate, but, associated with it, can constitute a hybrid territory - of concreteness and virtuality [5] - where important portions of urban life are developed. Such means can also contribute to raise collective reflections on the importance of ensuring the implementation of the decisions taken there, extending its reach and its catalytic, articulating role.

This is a particularly important condition in newly industrializing countries, where urban development policies are still under construction, and the impunity of corruption acts involving politicians contributes to further reduce the limits of public investment. Local social movements have

¹ Website: www.nomads.usp.br

been demanding a more effective participation in decision-making processes, aiming to take part in the conception of public facilities, and to monitor the use of public funds in the design and execution phases. Examples of good practices are the Brazilian Participatory Budgeting program [6], and online digital platforms used by several municipalities around the world, of which Decide.Madrid² certainly is a major reference.

Seeking to bridge this gap, the research presented here aims to expand collaborative uses of computer programs BIM in public facilities design processes by optimizing the communication between technical actors and the inclusion of community individuals, directly interested in its results. They are: the inhabitants and merchants of the urban area in which is located the public facility project; its permanent goers - workers and end users -, public service technicians involved, cultural collectives and activists, political representatives, and private investors, especially those in the real estate market, as well as technical professionals such as architects, town planners and engineers. To do so, the research benefits from four fundamental BIM properties: 1. The insertion and visualization of information in a three-dimensional digital model of the designed building; 2. The stimulation of communication among the various stakeholders enabling mutual monitoring and understanding; 3. Registration and representation of information on the building throughout its life cycle, ie, from earliest conception to occupation, further adaptations and demolition, and 4. The possibility, at all stages, of budget controlling, in connection to constructive elements or services.

II. ABOUT BIM

Building Information Modeling involves the generation and management of digital representations of physical and functional characteristics of a facility, by using parametric computer programs. Such programs are premised on the interdependence of parameters, in order to allow each part of the three-dimensional model to be associated with various metadata relating to its specific features, its cost, suppliers, construction requests, and so on. One of the basic premises of BIM, according to the US National BIM Standards Project Committee [7], is "collaboration by different stakeholders at different phases of the life cycle of a facility to insert, extract, update or modify information in the BIM to support and reflect the roles of that stakeholder". Thus, BIM processes involve the addition of two new dimensions to the representation of a building design process, according to the interesting formulation of ASHRAE [8]: the time dimension, covering the building's life cycle, and the budget dimension, referring to the planning of its costs.

However, whatever the method chosen, the design and construction of a building constitute a collaborative process par excellence. The large number of different employed materials, constructive components, services and techniques make even a simple work an object always complex. This premise involves transmitting a large amount of information about the various construction aspects to actors with different backgrounds and abilities. Such information is transmitted through drawings, graphs, tables, textual descriptions and three-dimensional models, depending on the nature of the information and its recipient as well. The management and

interpretation of these elements is not simple. In traditional design and construction processes, there are frequent failures, either due to the lack of understanding of incomplete or contradictory information, or due to compatibility problems between the different disciplines involved.

Widely used in traditional processes, CAD systems operate within the logic of geometric representation, without assigning metadata about the construction itself. The actors involved in the design process are responsible for managing the transmission of information [9]. Instead, BIM objects represent the building's components and contain metadata related to characteristics of each construction element, like its physical attributes (appearance, weight, resistance), cost, execution schedule, and so on, constituting a database on many aspects of the building. In Architecture, we call these objects "parametric", because they result from geometric definitions with associated rules and data. While representing a window, for example, its parameters contain the maximum size ratios of each glass panel, number of pieces or the distance between them, maximum and minimum height and width. Since the designer does not determine separately the object dimensions and functions, but rather the parameters and rules that generate the object, the values of each parameter can be easily changed during the process.

BIM has been conceived as a digital repository of this centralized database, from which information can be extracted, processed and returned to the database. The system manages information indicating possible conflicts between different inputs and maintaining data consistency and coherence, as well as their interrelations. All information is parametrically interrelated, and metadata are necessarily associated with geometric data. In other words, there is always a link between the information contained in the database and three-dimensionally represented objects in the digital model.

As an information management methodology, the implementation of BIM requires a paradigmatic change in the attitude and way of thinking of all professionals involved. Collaboration between the various participants transcends the traditional building life cycle phases, inciting its overlap. The reason is that suggestions of those responsible for constructing and maintaining the building, for example, can be incorporated into the project [10], forcing the realignment of processes in the construction production chain.

Furthermore, centralized digital information management processes adopted by BIM can integrate the production of mass-customized components via digital manufacturing [11]. Although completely automated processes of building production are still in their early stages of development, digital components manufacturing benefits from such changes in design processes, modifying routines and methods from suppliers and manufacturers of building elements.

The integration among actors proposed by BIM, as well as its semantic richness, allow the work of interpretation and compatibility of information to be largely transferred to the platform. This requires less effort of interpretation from the actors involved. This BIM characteristic encourages us to envisage the possibility of including non-technical actors in the processes of design, construction and operation of buildings, so that they can introduce new information into the system and stimulate the emergence of new relationships

² Available at <https://decide.madrid.es>.

between stakeholders [12]. In public projects, such inclusion can also act as a complement to participatory processes mentioned above, establishing another area for discussion, especially in countries where public involvement in local government actions is still incipient.

III. BIM IN LATIN AMERICA AND BRAZIL

As a technology and design process still being implemented in countries very different from each other, there is a long route for the dissemination and adoption of BIM uniformly by the various actors and in the several construction processes. Adoption itself always occurs in a heterogeneous manner and depends on local factors, such as construction practices, the development stage of data infrastructure, government incentives, and continuous development of academic research. In general, the implementation of BIM occurs gradually, firstly as a modeling tool, and only later as a collaboration platform [13].

Through the action of the General Services Administration (GSA), the United States have pioneered the establishment of regulations, standards, and government incentives, since 2003. In Europe, a pioneering work was carried out in Scandinavian countries, particularly in Finland, in 2007. China has put into practice an ambitious BIM adoption program, which imposes its use on publicly funded projects. Although official Chinese statistics indicate the increasing suitability of companies and professionals for such requirements, it seems that BIM continues to be used primarily as a modeling tool. As in many other countries, the three-dimensional model is often produced after the completion of two-dimensional CAD drawings, just to comply with legislation. Studying the Chinese case, Herr and Fischer [14] also note that the use of BIM increases the duration of the design phase - since more information must be produced and matched - but that Chinese construction companies prefer to handle with less accurate drawings because of the pressure they receive to meet short deadlines. They claim that this attitude also allows them to meet deadlines for projects delivery, either in public bidding or in raising public funds.

These cases confirm that there is no single model for adopting BIM, potentially applicable to different national realities, but that in almost all cases, initiatives or great incentive from the Government are decisive, through the establishment of public policies and norms. Equally important is the dialogue with local construction industry actors, who can contribute to better understand local processes and singularities.

Excepting Brazil and Chile, little information is available to assess the degree of adoption of BIM in Latin American countries. Such scarcity of systematized information may suggest little engagement of the academic field and of national governments in the subject, since informally we know that an adoption process is in progress in these countries, mainly led by small offices, which use BIM as a modeling tool. [15].

A survey conducted by Nomads.usp [16] at architectural firms, universities, government agencies and suppliers of Sao Paulo, Brazil's largest city, helps to understand the current BIM implementation stage in the region. In particular, offices have been using BIM software in some specific tasks,

denoting interest mostly in its operational aspects. Architects consulted seek to solve immediate problems, such as compatibility of successive versions, minimization of rework in case of changes, and better visualization. In other words, they also understand BIM rather as a tool for developing three-dimensional digital models, embedded in traditional design processes, with no defined management methodology, or performance indicators [17].

Recently, however, Brazilian government announced its strategy to disseminate the use of BIM in Brazil [18], continuing a process initiated in 2011 with the Plano Brasil Maior [Greater Brazil Plan], whose main goal was to increase the competitiveness of several sectors of Brazilian industry. Concerning the construction sector, the plan foresaw the creation of technical standards, their dissemination among industry players, and the carrying out of case studies. Although preliminary, the documents now disclosed reveal a clear intention to consolidate the understanding that BIM requires a major change in all the processes and methods of design and implementation, not limited to the design phase. According to this strategy, the government places itself as the driving force behind the adoption of BIM, both by stimulating its demand and by providing incentives to people training and updating technical structures, in three successive phases with precise goals to be achieved. Finally, it is noteworthy the intention to create neutral standards for interoperability among actors, to establish a communication platform between all players in the production chain, and a national objects library with a conformity assessment system [18], [19].

In the case of public works, the inclusion of non-technical stakeholders in decision-making processes can stimulate the active participation of communities in governmental actions, and contribute to increase social control of such processes [20]. Such control is extremely relevant as public works have been the subject of recurrent corruption scandals involving politicians and construction companies, which through bulky donations to election campaigns get priority in public contracts and less rigorous supervision of their execution. The consequences of such irregularities are numberless, and reach more intensely the poorest part of the population, because in addition to buildings executed with poor quality standards, acts of corruption use to drain funds that could be invested in meeting the population basic needs and well-being.

This topic is of great importance in countries like Brazil, where popular supervision of public officials acts is not as traditional as in more industrialized countries. Thus, among the challenges to overcome, the difficulty of operating BIM applications by non-technical stakeholders lays in a central place

IV. METHODOLOGY

A. Methodological procedures

This research is based on the concept of *praxis*, as we understand theoretical reflection and practical actions of experimentation and application as inseparable and interacting. After characterizing demands and desired features, we have conducted an extensive collection, study and testing of applications that dialogue with BIM programs. We have thus selected six of these applications, whose features appear to be related to the research intentions. It is,

however, important to note that the vast majority of programs available is intended to industrialized countries users, where the construction chain is already regulated by norms and consolidated laws, unlike newly industrializing countries like Brazil. For this reason, our primary interest in these applications lies in the protocols through which they communicate with BIM programs databases, followed by their functionality and navigability. A briefing of the proposed application was developed in order to guide the construction of a prototype, currently under construction, to be tested with real users before October 2018. Such tests will support the application review, which will then be retested under conditions analogous to real ones, aiming at its validation.

B. Analyzing available applications

In order to recognize the state-of-the-art and identify best practices related to both the collaborative use of BIM, and metadata visualization through other platforms, we have collected information on fifty-two computer programs, mobile applications and online platforms³. As a first step, we considered the restructuring capacity of data visualization, its collaborative aspects, and the way the application communicates with BIM databases. We have noted that the vast majority of collected platforms has commercial purposes, not academic, and few offer open source code or API support. Platforms based on architectural design focus on optimizing the three-dimensional model display, and on assisting the project management process. By applying this criterion, the number of programs with some degree of code openness has been even smaller. Among the programs surveyed, we selected fifteen for tests, prioritizing criteria such as its belonging to the project management area and the availability of evaluation or free versions.

The analytical categories employed in the tests are: ease of access to programs, sharing and collaborative working skills, communication capabilities, visualization and interaction with BIM models, and imported and exported formats. Tests have shown that a clear goal of these platforms is to serve big companies, builders and large-scale achievements. They primarily seek to optimize the interaction between members of the technical team, and to support project manager's actions. Despite of their generally simple language, these programs are intended for use by technical AECO staff (Architecture, Engineering, Construction and Owner-operated), not including the interaction between non-technical actors, technicians and the project itself.

We also realized a great concern about the ease of access to the platforms, illustrated by the fact that the vast majority are cloud-based, and many of them are directly accessible via an Internet browser, with clean and intuitive graphical interfaces, with no need for installing additional applications. A large number of these platforms allow the insertion of comments, revision marks and issues into the three-dimensional model, which, however, can not be re-exported to BIM. Such a limitation is expressed by the variation of input and output extensions: that is, while almost all tested programs receive files in *.ifc format, which supports graphic information and the properties of each element itself, none of them generate *.ifc files with the information

produced after being imported from the three-dimensional model. Instead, they generate *.bcf, *.xml, and *.xlsx files, transmitting textual information and imagery, which can then be used on similar platforms, but no longer on BIM. This implies the parallel use of two types of programs: BIM ones and those for reviewing and management.

Based on the analysis and testing of these programs, we selected three reference applications to assist us in building the interface logic (Autodesk Fusion, Konstru LCC, and Rendra Stream BIM) and three other applications that meet the general interests of the research, addressing functionality, collaboration and API capability (Catenda BIM Sync, Trimble Connect, and Kubus BV BIM Collab). The study of those programs also contributed to better define technical possibilities of interaction with the BIM model, as well as the demands and desired features for the proposed application of this research.

V. DESIGNING AN APPLICATION PROGRAM

A. Demands

If, on the one hand, the adoption of BIM in countries of peripheral capitalism encounters many obstacles, on the other hand, its overcoming by providing computer programs and complementary strategies may be an important commercial and research opportunity. Among these obstacles, we will highlight: Internet connection speed instability; high license costs of proprietary programs; shortage of professionals who dominate parametric design processes; a reduced number of academic institutions with teachers and researchers able to training such professionals; the resistance of construction industry professionals to change their routines and methods of design and production; tiny number of suppliers whose products are modeled and made available on organized digital bases, among others. Added to these reasons is the growing demand of communities for participatory decision-making processes, given the new programmatic requests of public facilities, the difficulty of technicians and managers in correctly understanding and assessing increasingly complex urban dynamics, and the anti-corruption efforts in government spheres.

As an exploratory research, the study presented here seeks to contemplate these issues by building a web-based computer application able to support the inclusion of non-technical stakeholders in public facilities design processes. It should connect to selected BIM databases, and offer users the ability to handle a representation of a three dimensional BIM model, by inserting comments and suggestions. All comments entered in the application must be viewable in the BIM model after synchronization. For purposes of study, we choosed to focus on collaboration in projects of medium-sized equipment, whose architectural programs are not subject to strict norms, such as schools and health centers. We thus prioritize facilities such as small-scale sports and leisure complexes, and community and cultural centers, for example. This means that, in addition to usual technical actors and community people, the enlarged project team will also include officers and staff of such facilities. The proposed application is intended to be a part of a broader set of actions and strategies, both remote and face-to-face, aimed at stimulating and enabling the participation of non-technical

³ Collection available at: <http://www.nomads.usp.br/wp/bimnomads/>

actors in decision-making processes for public facilities design.

Finally, the proposed application may also interest architectural offices addressing the design of public facilities. Chosen in public competitions, these projects are increasingly important in debates with great visibility, on ways of designing contemporary cities considering the complexity of its socio-spatial dynamics and its inhabitants' ways of living.

B. Features

The main expected features of the proposed application are: 1. allow visualization of representations of a BIM three-dimensional model, including its updated versions; 2. enable the association of users comments to parts or elements of the model, through simple clicks; 3. accept inclusion of textual and photographic content as comments; 4. allow viewing of the other comments posted, so that anyone who inserts comments can read all the comments posted; 5. stimulate the debate allowing commenting on other's comments; 6. allow comments to be viewed by the technical staff as a conflict to be resolved, which makes it mandatory to respond to comments; 7. allow non-technical stakeholders to comment on the responses of technical actors (Fig. 1); and 8. enable budget simulations to support new design suggestions (Fig. 2)

C. Technology

The architecture of our proposed application resembles, in some aspects, the functionality of Konstru application, studied in the surveying phase. We propose an open source application, external to BIM, to connect to BIM programs, which will synchronize it with a cloud-based online platform. Any kind of interaction between non-technical and technical stakeholders will only happen on this web-based platform, in

which comments will be inserted, and where updated versions of the BIM model can be viewed. In the BIM program, technicians will receive notifications about comments and referrals to the conflict generated by inputs in the online platform. To resolve such conflicts viewable in the 3D model, technicians must log in the online platform and respond to the comment. Once the problem is resolved in BIM, and its notification is entered in the online platform, the 3D model must be synchronized again so that the conflict is resolved and the design process can proceed.

The platform output to BIM will be textual, in *.csv or similar, to optimize its importing to BIM during synchronization. The input of the online platform, after synchronization, will be formatted *.ifc, enabling the visualization of the 3D model and some of its chosen metadata. Its database and online operation will be developed conventionally in PHP and SQL, as the platform might be lightweight, easily usable, with no need for additional installation.

VI. CONCLUSIONS

We have organized the construction work of the proposed application, now in progress, into three major stages: 1. Automate synchronization between BIM and the platform created, allowing 3D model representations viewing on the platform; 2. Send platform outputs as inputs to BIM, as critical conflicts, and 3. Create an auxiliary platform for technicians, to send outputs to the main platform as responses to non-technical stakeholders' comments. This work requires close collaboration between researchers, architects and computer scientists, which is both challenging and stimulating.

Some architectural firms, Nomads.usp partners in other projects, have been interested in participating in application testing, with the possibility to involve their customers and

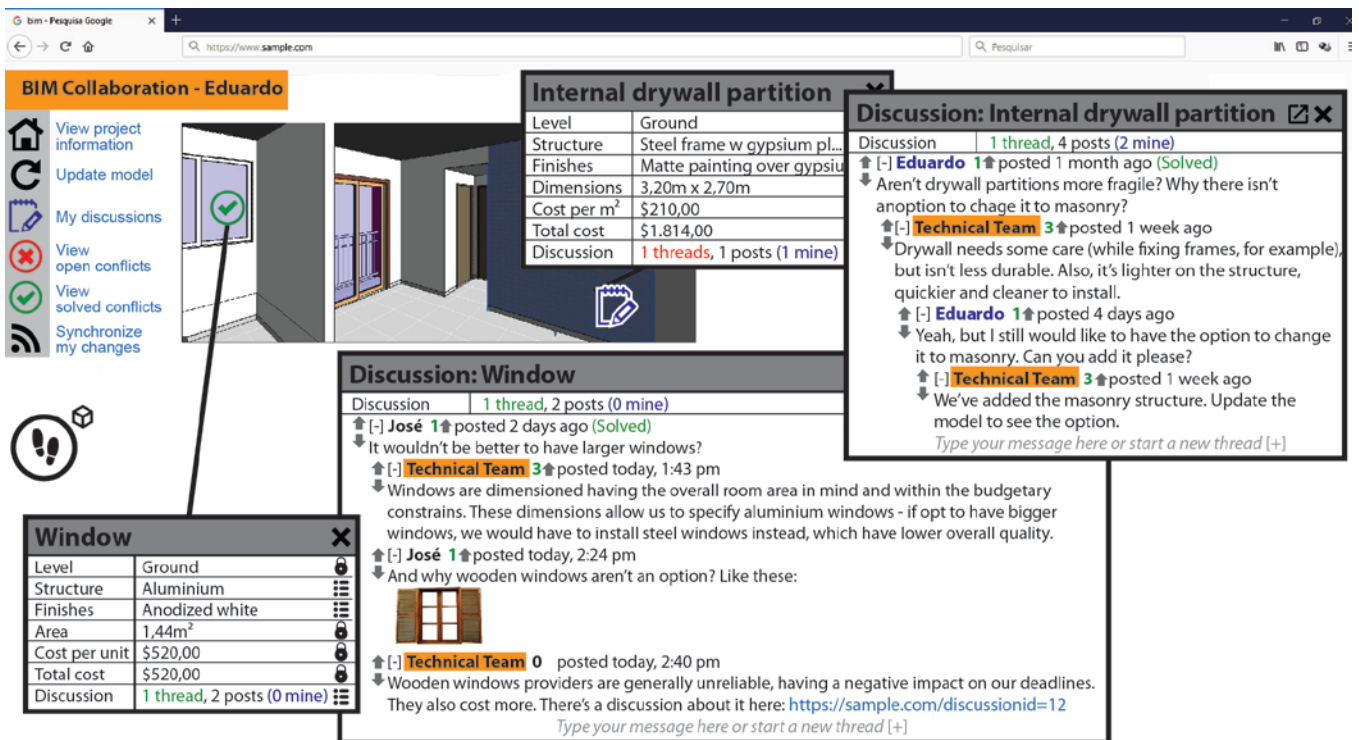


Fig. 1. Mockup of the proposed interface, showing the navigation tools, a walkthrough view and discussions about two elements. Source: the authors.

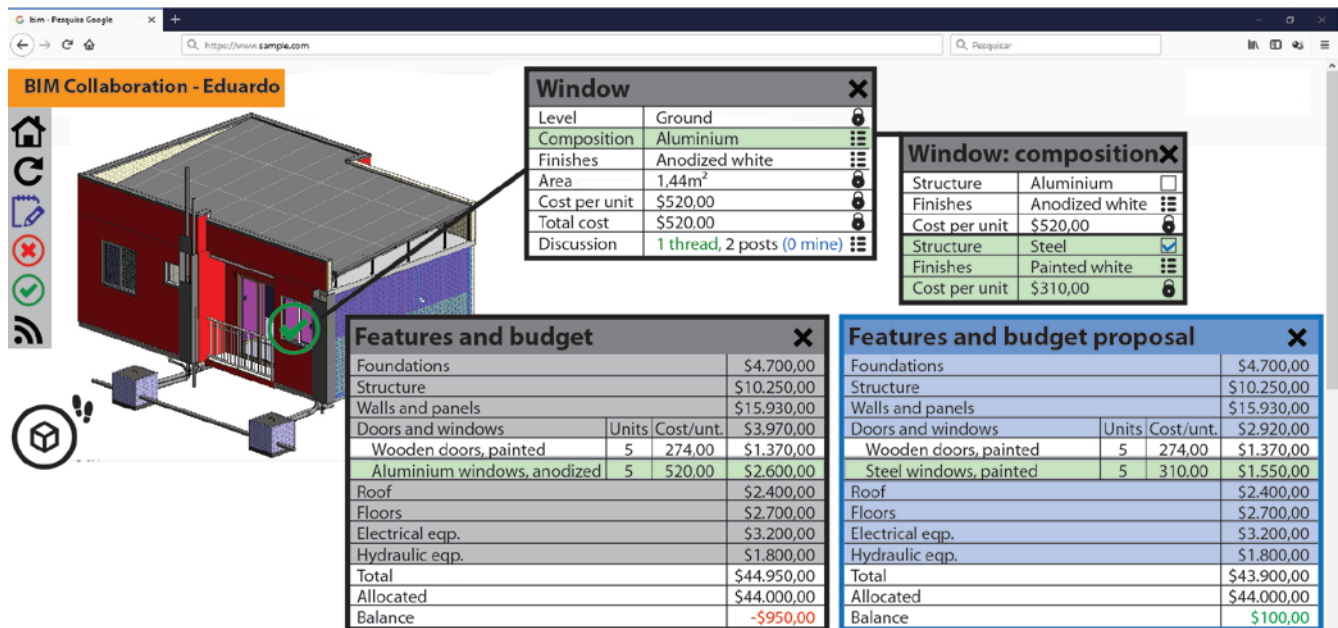


Fig. 2. Mockup of the proposed interface, showing in an isometric view the element properties view, a list of possible structures and the global budget view side by side of the user's proposed budget. Source: the authors.

suppliers. In turn, the research team dedicated to this work is expanding, approaching the team studying the design of online platforms for community participation in decision-making processes of urban interventions. Both surveys are housed in Hub Project, mentioned earlier in this article, and rely on funding from various sources.

We understand, on the one hand, that this effort goes in the same direction of actions proposed by the Brazilian government aimed at implementing BIM, albeit adapted to the Brazilian context. On the other hand, the application proposed in this article also has the role of enabling and stimulating the control and monitoring of Government actions by society. We believe, therefore, that its resources may be of interest to various actors in several developing countries, and so we envisage the emergence of new academic research partnerships for its full realization and implementation.

REFERENCES

- [1] Q. Bateli, *De l'architecture alternative: un questionnaire sur le rôle de l'architecte dans le système de production et la démocratisation de l'acte de bâtir* par Lucien Kroll. Brussels: Université Catholique de Louvain, 2015.
- [2] D. Harvey, *Rebel cities: from the right to the city to the urban revolution*. New York/London: Verso, 2012. Available at: <https://bit.ly/1WDrOte>. Accessed: 22 Nov. 2017.
- [3] M. Castells, *Redes de indignação e esperança: movimentos sociais na era da Internet*. Rio de Janeiro: Zahar, 2013. Available at: <http://bit.ly/2r2UzGf>. Accessed: 22 Nov. 2017.
- [4] L. Manovich, *Software takes command*. New York/London: Bloomsbury Academic, 2013.
- [5] M. Tramontano, D. Santos (Org.), *Territórios híbridos: ações culturais, espaço público e meios digitais*. São Carlos: Nomads.usp/IAU-USP, 2013.
- [6] C. Souza, *Participatory budgeting in Brazilian cities: limits and possibilities in building democratic institutions*. *Environment & Urbanization* 13 (2): 159-184, 2001.
- [7] NBIMS. *National BIM Standard - United States*. Washington: National Institute of Building Sciences, 2014. Available at: <https://bit.ly/2LvcZ9K>. Accessed: 20 mai. 2018.
- [8] ASHRAE. *An introduction to Building Information Modelling: a guide for ASHRAE members*. Atlanta: ASHRAE, 2009. Available at: <https://bit.ly/2LxSyOo>. Accessed: 20 mai. 2018.
- [9] H. Penttillä, "Describing the changes in architectural information technology to understand design complexity and free-form architectural expression", in *Special issue: The effects of CAD on building form and design quality*, Vol. 11, ITcon: 2006, pp. 395-408.
- [10] B. Succar, "Building information modelling framework: A research and delivery foundation for industry stakeholders", in *Automation in Construction*, v. 18, n. 3, Amsterdam: Elsevier, 2009, pp. 357-375.
- [11] B. Kolarevic, "Digital Fabrication: Manufacturing Architecture in the Information Age", in *Proceedings. 21st Annual Conference of ACADIA*. Buffalo, New York, pp. 268-278, October 2001.
- [12] Nojimoto, "Construindo diálogos: complexidade e emergência em processos de design". São Carlos: IAU-USP, 2014. Doctoral Thesis.
- [13] M. Kassem, B. Succar, N. Dawood, "Building Information Modeling: Analyzing Noteworthy Publications of Eight Countries Using a Knowledge Content Taxonomy", in *Building Information Modeling: Applications and Practices*, Chapter: 13, Reston: ASCE, 2015, pp. 329-371.
- [14] C. Herr, T. Fischer, "Challenges to the Adoption of BIM in the Chinese AEC Industries: An Extended BIM Adoption Model", in *Proceedings. 22nd CAADRIA Conference*, Xi'an Jiaotong-Liverpool University, 2017, pp. 179-187.
- [15] M. Loyola, F. López. "An Evaluation of the Macro-Scale Adoption of Building Information Modeling in Chile: 2013-2016." *Revista De La Construcción*, May 2018, pp. 158-171., doi:10.7764/rdlc.17.1.158.
- [16] F. Dias, "BIM no Brasil: atores, tecnologia e questões". 2016. Research Report. São Carlos: Nomads.usp/IAU-USP.
- [17] L. Manzione, M. Wyse, R. Sacks, L. Berlo, S. B. Melhado, "Key performance indicators to analyze and improve management of information flow in the BIM design process". In *CIB W78-W102 2011: International Conference*, France, 2011.
- [18] Brasil, "Decreto nº 9.377, de 17 de mai. de 2018. Brasília, DF, mai. 2018. Available at: <https://bit.ly/2rU6OmW>. Accessed: 20 mai. 2018.
- [19] Ministério da Indústria, Comércio Exterior e Serviços, "BIM BR Construção Inteligente". Brasília, 2018. Available at: <https://bit.ly/2IZaIC9>. Accessed: 20 mai. 2018.
- [20] J. Pita, M. Tramontano, "BIM and Public Administration - The Brazilian Case", in *Proceedings. 22nd CAADRIA Conference*, Xi'an Jiaotong-Liverpool University, 2017, pp. 189-19.