



ANÁLISE COMPARATIVA DO USO DE PLATAFORMAS CAD E BIM: ESTUDO DE CASO EM UNIDADE BÁSICA DE SAÚDE NA CIDADE DE POMBAL-PB

Bruna Hélen Brito de Araújo¹
Lucas Alysson da Silva Cavalcante²
Marcos David dos Santos³
Fernanda Karolline de Medeiros⁴

RESUMO

A construção civil tem passado por processos de atualizações, seja em seus materiais ou processos, na busca por um melhor aproveitamento de pessoas, tempo e custos. No campo da concepção de projetos, uma metodologia inovadora tem chamado atenção dos profissionais envolvidos com o setor, o *Building Information Modeling* – BIM. Essa metodologia oferece a capacidade de integrar vários projetos, com seus respectivos projetistas, em um único modelo virtual e colaborativo, no entanto, ela é entendida como uma evolução da tecnologia CAD – *Computer Aided Design*, que aos poucos foi evoluindo e aprimorando as próprias deficiências, apesar de muitos profissionais ainda preferirem *softwares* com essa tecnologia mais antiga. Com o intuito de identificar possíveis contrastes entre as tecnologias CAD e BIM, elaborou-se um estudo de caso em uma Unidade Básica de Saúde - UBS, na cidade de Pombal-PB, onde seus projetos se encontravam em *software* CAD e foi realizada a modelagem da construção em *software* BIM, analisando as principais diferenças entre os resultados encontrados. Avaliando quanto à facilidade de entendimento dos projetos, as falhas encontradas e ao nível de detalhamento, a metodologia BIM se mostrou superior ao CAD, fornecendo meios para uma interpretação real do que será executado, através da melhoria em seus detalhamentos, da facilidade de coordenação de projetos e da geração automática de informações vinculadas ao modelo.

Palavras-chave: Ferramentas de projeto, *Software*, Coordenação.

INTRODUÇÃO

A evolução da construção civil é assunto cada vez mais recorrente no mundo. Investimento em novas tecnologias para o setor, embora gradativo, tem trazidos grandes benefícios, tanto para empresas quanto para seus clientes. Para Eastman *et al.* (2014) o BIM - *Building Information Modeling* é um exemplo de inovação que tem revolucionado a forma de projetar, por abranger funções para modelagem de todo o ciclo de vida de uma construção, onde envolve projeto, execução, uso e manutenção das construções.

¹ Graduada pelo Curso de Engenharia Civil da Universidade Federal de Campina Grande – UFCG, brunahln.br@gmail.com;

² Graduando do Curso de Engenharia Civil da Universidade Federal de Campina Grande – UFCG, lalysson98@gmail.com;

³ Graduado do Curso de Engenharia Civil da Universidade Federal de Campina Grande – UFCG, marcos_david11@hotmail.com;

⁴ Prof^a. Ma., Unidade Acadêmica de Ciências e Tecnologia Ambiental - UFCG, fernanda_karolline@hotmail.com.



Enquanto a tecnologia CAD - *Computer Aided Design* é baseada em documentos, que usam desenhos em 2D, no máximo em perspectivas usando pontos, linhas, polígonos elementares, planos etc, o BIM se baseia em modelos inteligentes, que fornecem os desenhos de plantas, cortes, vistas, perspectivas em um mesmo modelo (Manziane, 2013). Ressalta-se que Eastman *et al.* (2014) entende a tecnologia CAD como um ponto de partida para o surgimento do BIM, isto é, a partir das necessidades surgidas com o uso do CAD, foram se desenvolvendo as características do BIM.

Uma vantagem dessa tecnologia é a interoperabilidade, vista como a possibilidade de troca de informações, através de uma linguagem comum, entre “*softwares* distintos, desenvolvidos por empresas distintas, com formatos nativos distintos e não necessariamente compatíveis entre si”. Tal conceito dá aos projetistas acesso direto e imediato aos dados do projeto através de um modelo compartilhado, facilitando a sua coordenação (CBIC, 2016).

Nos modelos em BIM qualquer alteração, seja em um elemento ou vários, gera mudanças em seus itens vinculados, alterando plantas, vistas, cortes e perspectivas de forma automática. Na prática, sem o uso da tecnologia, uma mudança de projeto exigirá alteração em vários desenhos, além de análise de compatibilidade com os projetos existentes, o que dependeria unicamente do trabalho do desenhista, promovendo o surgimento de incoerências entre projetos e, conseqüentemente, dificultando a etapa de execução da edificação.

Assunção (2017) ampara a afirmação, citando a excelência da metodologia para modificações de projeto em empreendimentos de construção civil. Isso devido à existência de um modelo integrado, em que Almeida (2016) cita que toda informação está condensada nesse arquivo. Nunes e Leão (2018) asseguram isso ao obter, em seu estudo de caso, processos 21% mais rápidos com a modelagem BIM, em comparação com o CAD, na concepção de projetos, considerando alterações durante o processo.

Brito (2017) cita que a automatização e preparo de dados, representação e análise de compatibilidade, facilidade na obtenção de vistas e verificação de incoerências entre projetos leva à economia de tempo e recursos humanos comparado com sistemas tradicionais, incluindo os processos manuais. Nesse contexto, Pereira (2017) cita a ausência de dados relevantes, identificada no seu estudo de caso, no uso de planilhas obtidas sem o uso do BIM.

Ainda na comparação das duas metodologias, Almeida (2016) afirma uma melhoria na facilidade na obtenção das vistas e cortes do projeto, através de um modelo BIM. Conseqüência disso, Pereira (2014) cita a existência de uma melhoria na visualização do produto final, e confirma a superioridade do BIM em relação ao CAD.



Dessa forma, esse trabalho tem o objetivo de identificar e analisar as principais diferenças encontradas entre os projetos em CAD e sua modelagem em BIM de uma obra pública localizada na cidade de Pombal-PB, buscando inconsistências que comprometessem a interpretação dos projetos e atrapalhassem as etapas posteriores à concepção do projeto, em especial a etapa de execução.

METODOLOGIA

Os materiais utilizados para a pesquisa foram os projetos da edificação selecionada, fornecidos pelo setor de engenharia e arquitetura da cidade de Pombal-PB, que continham:

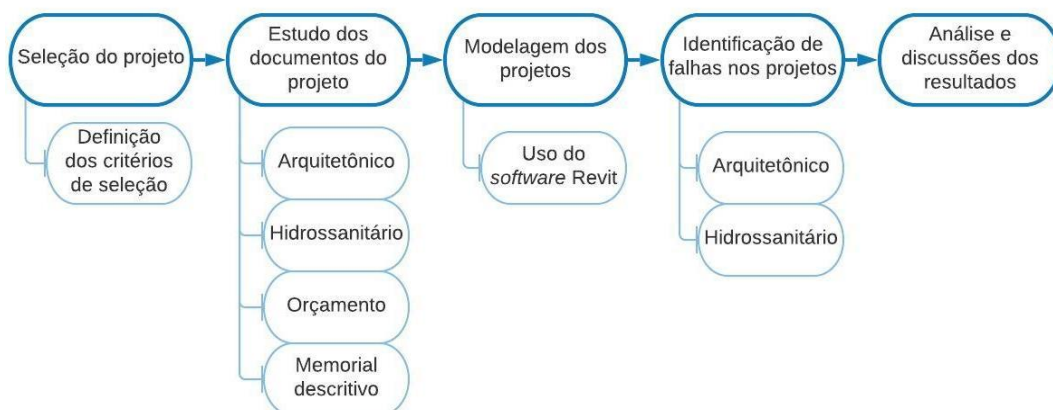
- Projeto arquitetônico: planta de locação e coberta, planta baixa layout, planta baixa técnica, planta de esquadrias, fachadas e cortes, em formato *dwg*;
- Projeto elétrico: planta baixa, em formato *dwg* e *pdf*;
- Projeto hidrossanitário, planta baixa layout com detalhamentos, drenagem e cobertura e detalhes isométricos, formato *dwg* e *pdf*;
- Projeto estrutural: detalhamento de vigas, pilares, lajes, sapatas, planta de forma, planta de locação dos pilares, em formato *dwg* e *pdf*;
- Orçamento completo: incluindo cálculo de BDI, cronograma físico financeiro, memória de cálculo e encargos sociais;
- Memorial descritivo, com descrição detalhada de cada serviço da obra.

Os critérios para seleção da edificação são mostrados nos próximos tópicos, bem como a justificativa para a escolha dos projetos a serem analisados nessa pesquisa.

Para análise dos dados e elaboração da pesquisa, o trabalho foi realizado de acordo com as etapas apresentadas no fluxograma – Figura 1.



Figura 1 – Etapas de estudo



Fonte: Autor, 2019.

Seleção do projeto

Inicialmente, para possibilitar o estudo de caso, foi preciso buscar uma edificação com total disponibilidade de acesso aos seus documentos, que possuísse projeto arquitetônico e projetos de engenharia, estando ainda em fase de concepção e sendo desenvolvido em *softwares* CAD, assim como certa facilidade de contato com seus projetistas. Foi necessário estabelecer esses critérios para, após a modelagem em BIM, realizar uma comparação justa entre as ferramentas de projeto citadas, levantando dados exatos dos projetos a serem analisados.

A edificação escolhida foi uma Unidade Básica de Saúde – UBS, de nome Francisco Pereira Vieira, com área total de 320m², contando com 26 ambientes no pavimento térreo. A Figura 2 reproduz a fachada do projeto.

Figura 2 – Perspectiva da fachada da edificação



Fonte: Prefeitura Municipal de Pombal, 2019.



Á época, os projetos estavam concluídos, mas não em fase de execução. Esse critério foi importante para, em um momento posterior à essa pesquisa, fornecer os resultados obtidos ao órgão municipal, gerando economia na execução da obra.

Estudo do projeto

De posse dos arquivos da edificação, foi feito um estudo minucioso de cada projeto citado, buscando informações sobre materiais e métodos construtivos utilizados, para que, na etapa de modelagem, fosse alcançado o modelo mais idêntico possível.

Já nesta etapa foram estudados os arquivos do projeto arquitetônico, hidrossanitário, orçamento e memorial descritivo, fazendo sempre um paralelo entre as informações contidas em cada arquivo, para que fosse possível identificar as incompatibilidades entre os projetos.

Modelagem dos projetos

Nesta etapa, foram modelados o projeto arquitetônico e hidrossanitário, por serem projetos que precisam de um alto nível de detalhamento, incluindo especificações de materiais e métodos construtivos, para a etapa de execução.

O projeto estrutural não foi modelado pois toda a sua concepção havia sido feita em *software* BIM. Já o elétrico, para o caso dessa edificação, era um projeto simples, com poucos detalhes, visto que foi fornecido apenas uma planta da sua representação. Dessa forma, a modelagem dos projetos citados certamente não seria interessante para a proposta da pesquisa, pois visa comparar tecnologias de concepção de projeto diferentes, bem como verificar o desempenho em projetos mais complexos, que, para essa situação, são os projetos arquitetônicos e hidrossanitários.

Para a modelagem foi utilizado a versão estudantil do *software* Revit, sabendo que é um dos mais utilizados no mercado, além de possuir licença estudantil gratuita e ferramentas de modelagem necessárias para as disciplinas estudadas no trabalho, o que facilitaria a integração do modelo.

Identificação de erros ou inconsistência de projetos

Com a modelagem, a identificação de erros foi facilitada, dado o fato de o BIM trabalhar com um tipo de “construção virtual”. Foram buscadas falhas que pudessem interferir na etapa de execução da obra, alterando cronograma ou orçamento, ou que comprometessem o uso da edificação. Para cada falha foi buscada uma justificativa admissível, assim como foi apontada uma sugestão em modelo BIM.



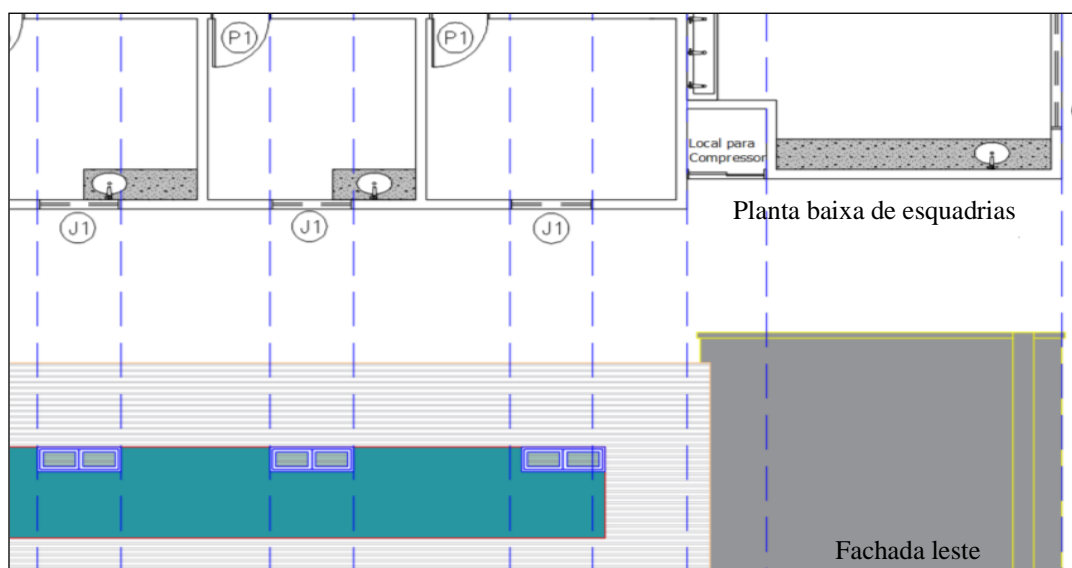
RESULTADOS E DISCUSSÃO

Modelagem – Projeto Arquitetônico

Durante a fase de estudo e modelagem dos projetos, muitas dúvidas foram surgindo, as quais só poderiam ser sanadas ao contatar o respectivo projetista. No projeto arquitetônico, os questionamentos surgiram devido à falta de informações importantes no projeto e pela incompatibilidade entre os desenhos, incluindo plantas baixas, cortes, etc.

Esses pontos são explicados pela complexidade de alterações nos projetos em *softwares* CAD, visto que o já projeto havia sofrido atualizações em alguns itens, em que não foram representadas nos demais elementos vinculados a eles. Outro ponto é o caráter manual desse tipo de *software* quanto a elaboração de quadros de informações nos desenhos, como foi o caso do quadro geral de esquadrias – Tabela 1, em que foi identificado a falta de uma esquadria presente em planta, com suas respectivas características de material, tipo e dimensões. A Figura 3 mostra a existência da esquadria em planta, no cômodo intitulado Local para compressor, e a ausência tanto na fachada Leste quanto no quadro de esquadrias.

Figura 3 - Detalhe de falta de informação e incompatibilidade entre desenhos



Fonte: Prefeitura Municipal de Pombal, 2019.

Tabela 1 – Quadro de esquadrias do projeto original.

| QUADRO DE ESQUADRIAS | | | | | |
|----------------------|------------------------|------------|------------|-----------|-------------|
| TIPO | MATERIAL | TIPO | LARGURA(m) | ALTURA(m) | PEITORIL(m) |
| P1 | MADEIRA MISTA SEMI OCA | ABRIR | 0,86 | 2,20 | |
| P2 | MADEIRA MISTA SEMI OCA | ABRIR | 0,76 | 2,20 | |
| P3 | ALUMINIO E VIDRO | ABRIR | 2,00 | 2,20 | |
| P4 | FERRO | ABRIR | 0,76 | 1,10 | |
| P5 | FERRO | ABRIR | 0,76 | 2,20 | |
| J1 | ALUMINIO E VIDRO | BASCULANTE | 1,20 | 0,40 | 1,80 |
| J2 | ALUMINIO E VIDRO | BASCULANTE | 0,60 | 0,40 | 1,80 |
| J3 | ALUMINIO E VIDRO | PIVOTANTE | 0,40 | 0,40 | 0,30 |
| J4 | ALUMINIO E VIDRO | BASCULANTE | 2,00 | 0,40 | 1,80 |

Fonte: Prefeitura Municipal de Pombal, 2019.



Nessa etapa, pode-se inferir que em determinado momento a obra poderia sofrer alterações em seus prazos, devido à falta de informações claras necessárias à equipe de execução, pois o tempo entre o contato com projetista e a resolução do problema certamente não estava previsto no cronograma na obra.

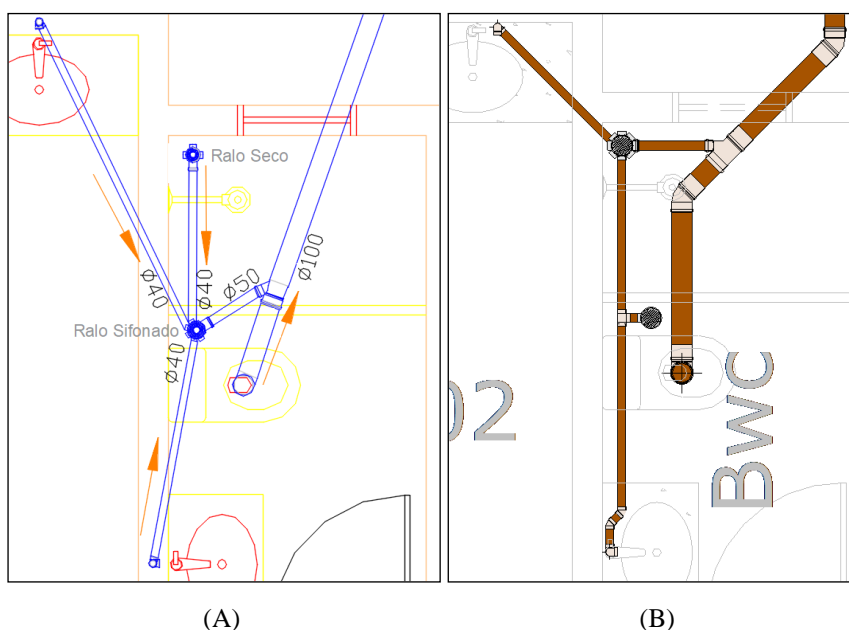
Modelagem – Projeto Hidrossanitário

Análogo ao projeto arquitetônico, surgiram muitos questionamentos no decorrer da análise do projeto hidrossanitário. Foram identificadas inconsistências quanto à falta de informações nos desenhos, além de falhas técnicas que comprometeriam o bom funcionamento das instalações.

Mais uma vez, o caráter manual presente na elaboração desses projetos foi fator preponderante para esses tipos de incoerências encontradas. Sendo assim, qualquer desatenção do desenhista pode gerar informações equivocada ou incompletas, afetando a qualidade do projeto e, conseqüentemente, a etapa de execução.

Considerando que a tecnologia CAD oferece alta liberdade de desenho, instalações inadequadas são facilmente representadas sem que haja qualquer adaptação do próprio *software* que utiliza essa tecnologia. Enquanto que em softwares BIM, por utilizar dados reais dos elementos utilizados, é possível prever, por exemplo, ângulos precisos para a correta ligação entre as peças do projeto hidrossanitário. Isso pode ser visto na figura 4, um exemplo de ligação representada, impossível de ser executado tal qual o projeto, e uma proposta de alteração no modelo BIM para esse mesmo ambiente.

Figura 4 – Detalhe de ligação inadequada. (A) Projeto original. (B) Proposta de alteração.



Fonte: Prefeitura Municipal de Pombal, 2019. Adaptado pelo autor.



Vale ressaltar que durante a modelagem das instalações, nem todos os erros técnicos, relacionados a inconformidades com normas vigentes ou literaturas amplamente aceitas para essa disciplina, foram notificados pelo *software* durante a modelagem, tanto no CAD como no BIM, enfatizando a necessidade de submissão a um profissional habilitado para esse trabalho. Ainda que o BIM venha a melhorar a qualidade dos projetos, em relação ao uso do CAD, ele não substitui o conhecimento do seu operador.

Destaca-se que, devido à sua complexidade, é necessário um alto nível de detalhamento no projeto hidrossanitário, incluindo o máximo de informações e representações possíveis, buscando facilitar a coordenação entre os demais projetos e seus respectivos projetistas, bem como agilizar a etapa de execução.

3.1.3 Falhas identificadas

Após identificação das falhas, foi elaborada a Tabela 2 com as indicações do tipologia projeto, tipo e descrição da falha.

Tabela 2 – Levantamento de falhas nos projetos

| Tipo de Projeto | Tipo de inconsistência | Descrição |
|-------------------------|------------------------------|----------------------------------|
| Projeto Arquitetônico | Falta de informações | Característica de Esquadria |
| | | Indicação de forro |
| | | Indicação de elemento vazado |
| | | Condensadoras |
| | Incompatibilidade de plantas | Localização de esquadrias |
| | | Localização de alvenaria |
| | | Localização de rampas |
| | | Cobertura |
| Projeto Hidrossanitário | Erros técnicos | Ligações inadequadas |
| | | Subdimensionamento de tubulações |
| | | Ausência de registro |
| | | Indicação de altura inadequada |
| | | Direcionamento de tubulação |
| | | Alturas e inclinações |
| Profundidade de peças | | |

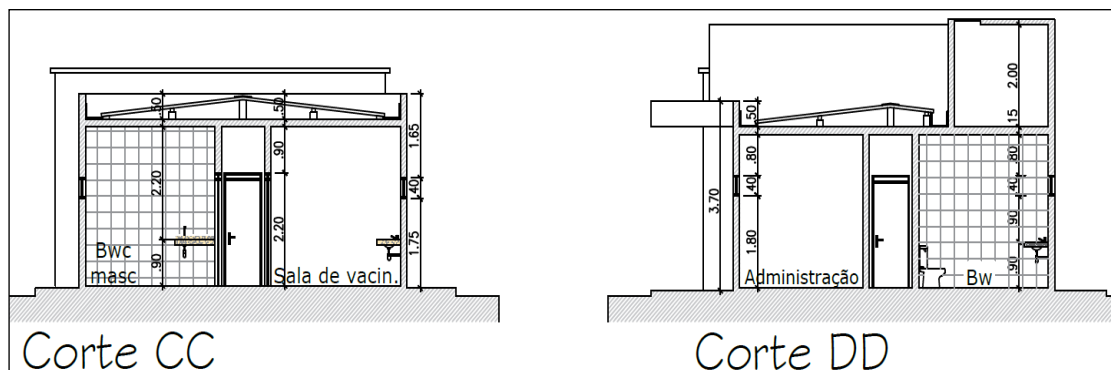
Fonte: Autor, 2020

Analisando a parte arquitetônica, acredita-se que o caráter manual em que foi concebido o projeto foi um dos fatores que contribuíram para existência dessas falhas. Por exemplo, considerando que sem a automatização, a inserção de informações dependeria exclusivamente da atenção do projetista, na Figura 5 nota-se a inexistência de detalhamento do forro, sendo que no orçamento e memorial descritivo constavam a instalação deste item. Tendo em vista que o principal material de trabalho da equipe de execução são as pranchas com as representações de



projeto, uma prática adequada seria preenchê-las com as informações necessárias para cada serviço, nesse caso, pelo menos a informação de altura da instalação do forro.

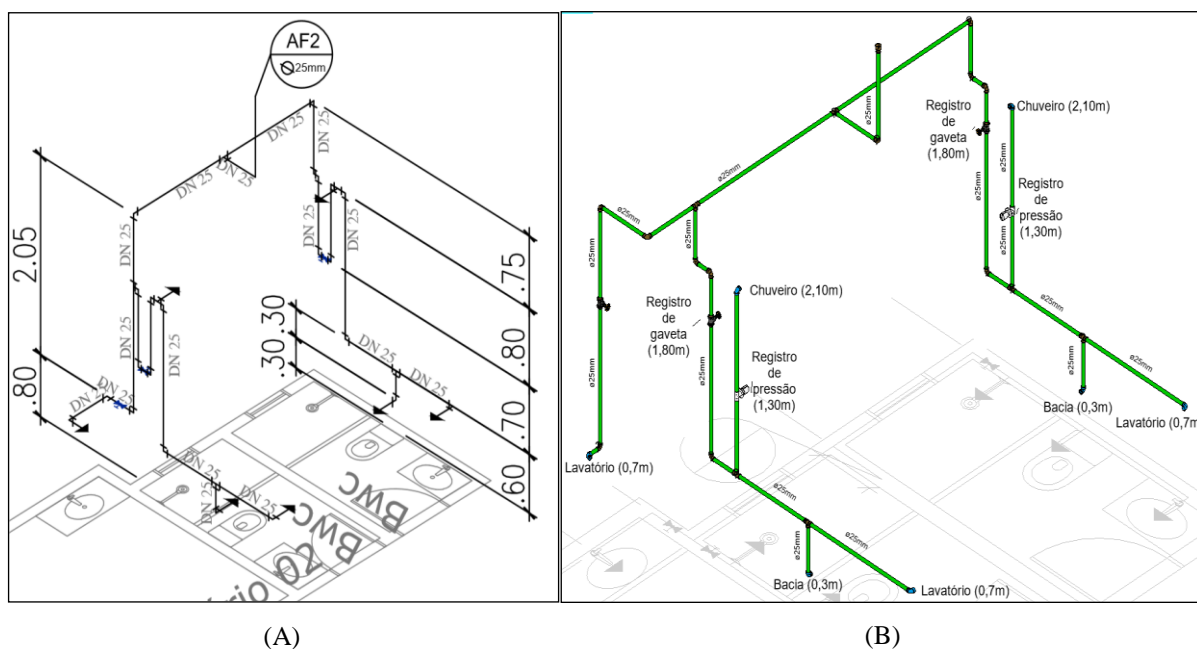
Figura 5 – Representação dos cortes do projeto



Fonte: Prefeitura Municipal de Pombal, 2019.

Vale ressaltar, que os erros identificados no projeto arquitetônico não implicariam no mau funcionamento ou na inutilização de algum elemento da edificação. Do contrário, ao analisar o projeto hidrossanitário, erros como ligações inadequadas poderiam inutilizar itens indispensáveis no banheiro, como foi o caso mostrado na Figura 6. Como se nota, após o registro de gaveta, o abastecimento deste cômodo se dá em uma única tubulação, entendendo que para uso do lavatório e bacia sanitária, o chuveiro deveria estar ligado, o que na prática não é adequado, cada elemento deve funcionar de maneira independente.

Figura 6 - Detalhe de ligação inadequada. (A) Projeto original. (B) Proposta de alteração.



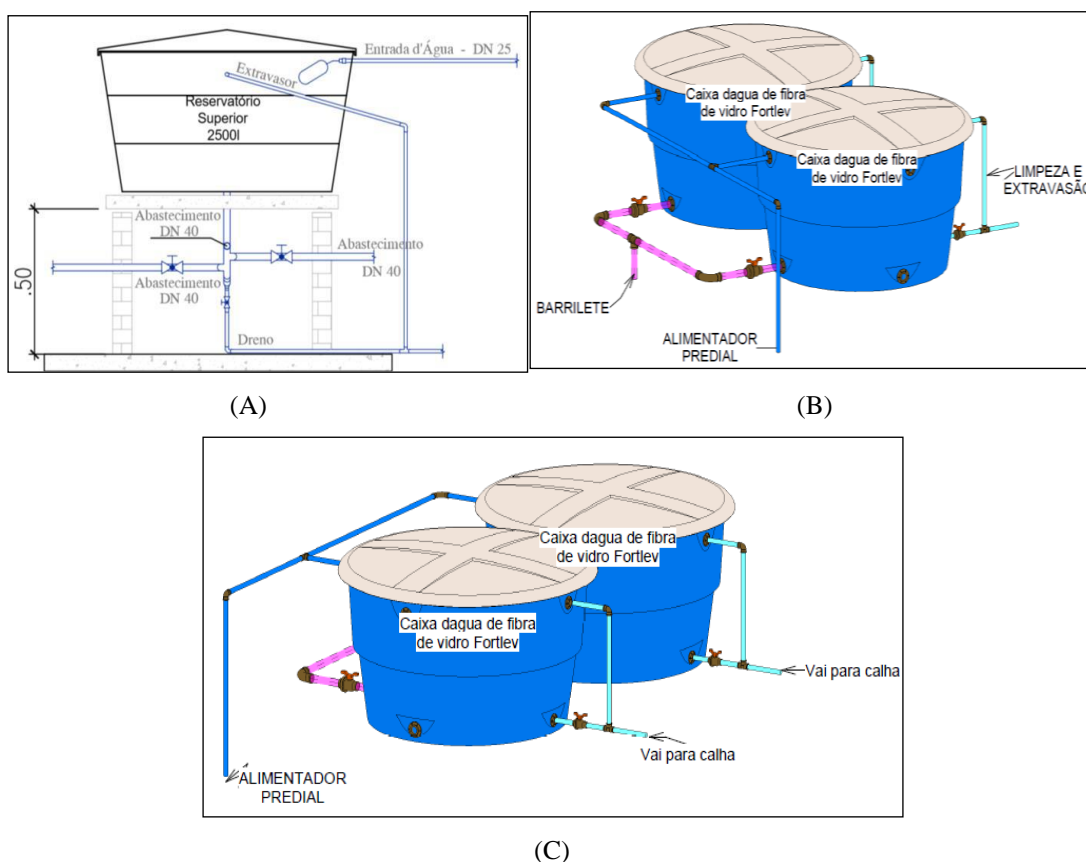
Fonte: Prefeitura Municipal de Pombal, 2019. Adaptado pelo autor.



Nível de detalhamento

Após a modelagem, comparando o detalhamento do projeto em ambas as tecnologias, fica claro a melhoria no entendimento e visualização no modelo BIM. Considerando que a disciplina hidrossanitária necessita de um alto nível de detalhamento, foi elencado uma dificuldade de visualização do projeto em questão, extremamente importante para o abastecimento de água na edificação. Na Figura 7 é mostrado a diferença de representação da caixa d'água no projeto hidrossanitário.

Figura 7 – Representações do reservatório (A) Projeto original (B) Proposta de alteração – Vista 1 (C) Proposta de alteração – Vista 2



Fonte: Prefeitura Municipal de Pombal, 2019. Adaptado pelo autor.

Além da má visualização da instalação do reservatório, no projeto constava apenas um desenho deste item. Acredita-se, inclusive, que pela complexidade de representação em 2D dos itens hidráulicos, optou-se por uma representação de forma mais simples, deixando algumas informações incompletas, como por exemplo, o direcionamento da tubulação de saída da caixa d'água.

Além disso, a representação de apenas um reservatório para esta edificação não condiz com os dados do orçamento. Nas plantas, eram consideradas um reservatório superior de 2500



I, enquanto no orçamento considera dois reservatórios de 500 L. Com isso, a representação existente está equivocada, podendo causar transtorno no momento da execução deste elemento.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O uso da metodologia BIM alterou significativamente a qualidade dos projetos em estudo, nas esferas em que foram analisadas: modelagem dos projetos, identificação de falhas e nível de detalhamento. A dificuldade na preparação de informações pelo CAD, confere responsabilidade a mais ao desenhista, tendo em vista que além da conformidade com normas e literaturas vigentes que os projetos devem seguir, uma boa representação é igualmente importante para o bom desempenho das etapas posteriores de uma obra.

Foi possível constatar que o uso da metodologia poderia reduzir erros gerados em decorrência de alguns fatores como a existência de processos manuais, ausência de coordenação de projetos, ausência de informações e visualização inadequada dos elementos de projeto. Esses fatores desfavorecem a real interpretação do que inicialmente foi pensado para a edificação, prejudicando, em especial, a etapa de execução.

A pesquisa admite o que citam os autores mencionados, no que diz respeito à melhoria no processo de modificação e atualização de projetos, facilidade de verificação de inconsistências, economia de tempo e recursos humanos e a superioridade na visualização do resultado final dos projetos.

Assim sendo, é muito importante a admissão gradativa da metodologia BIM em empresas ligadas ao setor da construção civil, inclusive em obras públicas, ressaltando que a adesão à essa metodologia não deve ser entendida apenas como uma mudança de *software*. O BIM deve ser implementado inicialmente em processos internos, desde a concepção até a manutenção das edificações. Para isso, é importante uso da comunicação assertiva e colaborativa entre projetistas, a inserção de etapas de coordenação e revisão de projetos, estando estes em fase de concepção e sendo realizado por profissionais habilitados. Apenas dessa forma é possível obter otimização de tempo, melhor aproveitamento de mão de obra, assim como redução de erros e inconsistências e, conseqüentemente, aumento da qualidade nos resultados finais de um projeto.



REFERÊNCIAS

- ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5626**: Instalação predial de água fria. Rio de Janeiro, 1998. 41 p.
- ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 8160**: Sistemas prediais de esgoto sanitário - Projeto e execução. Rio de Janeiro, 1999. 74 p.
- ALMEIDA, Ramon Cirilo de Godoy. **Impacto do uso do bim na elaboração de projetos as built de sistemas prediais hidrossanitários**. 2016. 59 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal de Goiás., Goiânia, 2016.
- ASSUNÇÃO, Letícia Mendes. **Análise da aplicação da metodologia BIM no processo de orçamentação da construção civil**. 2017. 98 f. : il. color.
- BRITO, Arthur Nobre. **Avaliação da modelagem BIM 5D no orçamento de obras públicas**. Distrito Federal] 2016. x, 81 p., 297 mm (ENC/FT/UnB, Bacharel, Engenharia Civil, 2017). Monografia de Projeto Final - Universidade de Brasília. Faculdade de Tecnologia. Departamento de Engenharia Civil e Ambiental.
- CBIC - CÂMARA BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO. (Brasil). **Colaboração e integração BIM - Parte 3**: Implementação do BIM para Construtoras e Incorporadoras. Brasília: CBIC, 2016. 132 p.:il.
- EASTMAN, Chuck et al. **Manual de BIM**: um guia de modelagem da informação da construção para arquitetos, engenheiros, construtores e incorporados. Porto Alegre: Bookman, 2014.
- MANZIONE, Leonardo. **Posição de uma Estrutura Conceitual de Gestão do Processo de Projeto Colaborativo com uso do BIM**. 325 p. Teses (Doutorado em Construção Civil) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2013.
- NUNES, G.H.; LEÃO, M.. **Estudo comparativo de ferramentas de projetos entre o CAD tradicional e a modelagem BIM**. Revista de Engenharia Civil, Portugal, v. 1, n. 55, p. 47-61, 03 jul. 2018. Disponível em: <http://www.civil.uminho.pt/revista/artigos/n55/Pag.47-61.pdf>. Acesso em: 09 set. 2019.
- PEREIRA, Niana Franciscatto. **Tecnologia BIM aplicada no levantamento de quantitativos**. 2017. 69 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2017.
- PEREIRA, Priscila Pacheco Kanashiro. **Implementação do BIM no setor de planejamento e controle de uma construtora**. 2014. 42 f. Monografia (Especialização) - Curso de Especialista em Gerenciamento de Obras, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2014.