

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS**  
**Escola de Engenharia**  
**Curso de Especialização: Produção e Gestão do**  
**Ambiente Construído**

**Marcela Cristina Cunha**

**IMPLEMENTAÇÃO BIM EM ESCRITÓRIO DE**  
**ARQUITETURA: ESTUDO DE CASO**

**Belo Horizonte,**  
**2017**

**MARCELA CRISTINA CUNHA**

## **IMPLEMENTAÇÃO BIM EM ESCRITÓRIO DE ARQUITETURA: ESTUDO DE CASO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Especialização: Produção e Gestão do Ambiente Construído do Dept de Engenharia de Materiais e Construção, da Escola de Engenharia da Universidade Federal de Minas Gerais, como requisito parcial para obtenção do título de Especialista.

**Orientador: Eduardo Marques Arantes**

**Belo Horizonte,  
2017**

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço primeiro a Deus pela força para superar as dificuldades.

O muito obrigada a Universidade Federal de Minas Gerais pela oportunidade de participação nesse curso e em especial, ao professor Eduardo Arantes pela orientação, apoio e confiança.

Meus agradecimentos aos amigos de curso, aos companheiros de trabalho e a todos que direta ou indiretamente fizeram parte da minha formação.

## EPÍGRAFE

*“O mundo detesta mudanças e, no entanto,  
é a única coisa que traz progresso. ”*

*(Charles F. Kettering)*

*“A evolução do Homem passa,  
necessariamente, pela busca do  
conhecimento. ”*

*(Sun Tzu)*

## RESUMO

*A plataforma BIM demonstra ser o futuro na produção, uso e operação de edificações. O processo já é recorrente em países da Europa e nos Estados Unidos, mas ainda possui implantação lenta no Brasil. As potencialidades e vantagens do BIM são reconhecidos pelos brasileiros, porém eles enfrentam diversas dificuldades na tentativa de uso da plataforma. O objetivo do trabalho é analisar as possibilidades e características da plataforma e seu uso em escritórios de arquitetura a fim de contribuir para a implantação em outros escritórios semelhantes ao estudado. Foi feita a análise de bibliografia sobre as características gerais do BIM e sobre os processos de implantação em escritórios de arquitetura, seguido de estudo de caso de implantação em escritório de Belo Horizonte. Concluiu-se que as dificuldades enfrentadas pelo escritório estudado foram semelhantes a outros que fizeram a mesma tentativa e, por isso, muitos fatores poderiam ser evitados. Nota-se também que apesar dos esforços do setor de arquitetura, encontra-se ainda bastante atrasado no uso da tecnologia pelos outros envolvidos na construção civil, o que dificulta o uso do sistema em sua maior potencialidade.*

**Palavras-chave:** Implantação BIM, escritório de arquitetura, interoperabilidade, BIM.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 01 - Implantação do BIM no Brasil e no mundo .....	11
Figura 02 - Níveis de BIM .....	12
Figura 03 - Usuários do BIM .....	13
Figura 04 - Questões Importantes ao Planejar o BIM .....	14
Figura 05 - Curva MacLeamy .....	21
Figura 06 - LOD no modelo BIM .....	23
Figura 07 - Projetos em desenvolvimento.....	26
Figura 08 – Exemplos de projetos desenvolvidos .....	27
Figura 09 – Empreendimento desenvolvido em Revit .....	30
Figura 10 - Comparação de barra de ferramentas do Revit e Archicad.....	31
Figura 11 - Cronograma de implantação BIM .....	32
Figura 12 - Fachada do empreendimento estudado.....	33
Figura 13 - Exemplo de planta de apartamento – loft 51m <sup>2</sup> .....	33
Figura 14 - Ajuste repetitivo feito por mão de obra especializada .....	34
Figura 15 - Exemplo de sistema extranet usado.....	35
Figura 16 - Compatibilização em 2D feita pela arquitetura.....	36
Figura 17 - IFCs no Tekla BIMsight .....	37
Figura 18 - IFCs no Tekla BIMsight .....	37
Figura 19 - Bloco de SPDA inserido em ArchiCAD .....	38
Figura 20 - Modelagem de projetos.....	39
Figura 21 - Modelagem de projetos.....	40

## LISTA DE TABELAS

Tabela 01- Classificação de experiência quanto ao uso do BIM .....	16
Tabela 02- Valores de investimentos para aquisição de licenças .....	17
Tabela 03- Diferentes mecanismos de troca de informação em BIM .....	18
Tabela 04- Funcionários que não são arquitetos .....	27
Tabela 05- Perfil dos arquitetos .....	28

## **LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS**

3D – Três Dimensões

AsBEA – Associação Brasileira dos Escritórios de Arquitetura

BDS - Building Description System

BIM – Building Information Modeling

CAD - Computer Aided Design

Cedurp - Companhia de Desenvolvimento Urbano da Região do Porto

DWG - Drawing

IFC - Industry Foundation Classes

IPD - Integrated Project Delivery

LOD – Level of Details

MCMV – Minha Casa Minha Vida

PDF - Portable Document Format

# SUMÁRIO

<b>Introdução .....</b>	<b>08</b>
<b>Capítulo 1: BIM: Histórico e Características</b>	<b>10</b>
1.1 Histórico	10
1.2 O que é	11
1.3 Uso	13
1.4 BIM no Brasil	14
<b>Capítulo 2: Implementação BIM em escritórios de arquitetura</b>	<b>17</b>
2.1 Softwares	17
2.2 Compatibilização e mão de obra	19
2.3 Implementação em escritório de arquitetura	20
<b>Capítulo 3: Estudo de Caso</b>	<b>25</b>
3.1. Perfil do escritório	25
3.2. Perfil dos funcionários e clientes	27
3.3. Treinamento BIM	29
<b>Capítulo 4: Comparação de Experiências</b>	<b>41</b>
4.1. Características internas	41
4.2. Características externas a empresa	43
<b>Considerações finais .....</b>	<b>45</b>
<b>Referências Bibliográficas .....</b>	<b>47</b>

## INTRODUÇÃO

Nos últimos anos o uso da plataforma BIM foi difundido por todo mundo. Países como Reino Unido, Finlândia e Estados Unidos, de acordo com Feitosa (2016) apresentam o uso das ideias BIM bastante difundidos entre os envolvidos na construção civil e começam a colher o aumento dos custos e prazos que são prometidos pelos desenvolvedores da plataforma.

Porém, no Brasil o BIM cresce de forma ainda muito lenta. As empresas mostram um interesse maior em se modernizar e implantar a novidade, mas a adesão é ainda em uma parcela muito pequena do mercado. Como o sistema tem melhor desenvoltura se todos os envolvidos aderirem ao processo, mesmo quem se adiantou em aprender o funcionamento do BIM ainda tem muitas dificuldades em colocá-lo em funcionamento.

O desenvolvimento de projetos em BIM traz uma necessidade de uma nova estruturação dos modelos de processos de projetos. O processo de desenvolvimento de projetos que já era essencialmente colaborativo se torna muito mais integrado. Esse é um dos principais desafios para implementação desse conceito.

Para que os objetivos propostos pelo BIM sejam atingidos, bem como as ferramentas de modelagem de projeto e as plataformas de verificação automáticas funcionem, é necessário desenvolver um modelo de processo de desenvolvimento de projetos consistente. É esse modelo que dará suporte para que tudo funcione. Manzione (2013), afirma que os processos de projeto necessitam de uma grande reformulação. O trabalho colaborativo com a utilização da tecnologia BIM tem sido considerado o estágio superior a ser alcançado nessa linha de evolução.

Nos escritórios de arquitetura a dificuldade é a mesma. Esse trabalho visa fazer uma investigação no contexto de Estudo de Caso, através de levantamento bibliográfico sobre o tema, realização de entrevistas com profissionais com experiências com o problema abordado, na medida em que deve buscar realizar uma análise de dados com vistas à estimulação da compreensão dos mesmos. Esse tipo de pesquisa, segundo Gil (2002) tem como objetivo proporcionar maior familiaridade com o problema a fim de torná-lo mais explícito ou construir hipóteses. Além disso, objetiva o aprimoramento de ideias ou a descoberta de intuições,

valendo-se de um planejamento bastante flexível, de modo que possibilite a consideração dos mais variados aspectos relativos ao fato estudado.

O intuito desses levantamentos é avaliar por quê o BIM tem difusão ainda restrita no país e analisar quais são as verdades e inverdades que fazem com que os empresários fiquem tão receosos na adesão da mudança do modo de trabalhar. Como a princípio a lista de vantagens do BIM é enorme, é importante verificar por quê o crescimento está tão lento e tentar identificar das experiências de implantação o que deve e não deve ser repetido por empresas do mesmo ramo que tentam fazer a adesão a plataforma.

Diante desses fatos, o BIM surge como uma passagem que pode mudar de patamar o desenvolvimento da construção civil, porém também é preciso avaliar se o avanço acontece sem a resolução de problemas antigos da construção, como a gestão de projetos. Sob o risco de não evoluirmos adequadamente, é fundamental o estudo e desenvolvimento de trabalhos na área para que o setor supere as barreiras e evolua, sendo esse trabalho uma proposição de melhoria nesse novo processo.

O primeiro capítulo do trabalho aborda uma revisão bibliográfica sobre o que é BIM, sua história e suas características e padrão de crescimento para maior compreensão da plataforma. O segundo capítulo discorre sobre os modelos de implantação, opções de softwares e vantagens e dificuldades relatadas por outros profissionais na implantação do BIM em escritórios de arquitetura. O terceiro capítulo é a análise da implantação em um escritório de arquitetura em Belo Horizonte e o quarto, e último capítulo, faz a comparação entre as características do estudo de caso com as levantadas em análise bibliográfica.

# CAPÍTULO 1

## BIM: HISTÓRICO E CARACTERÍSTICAS

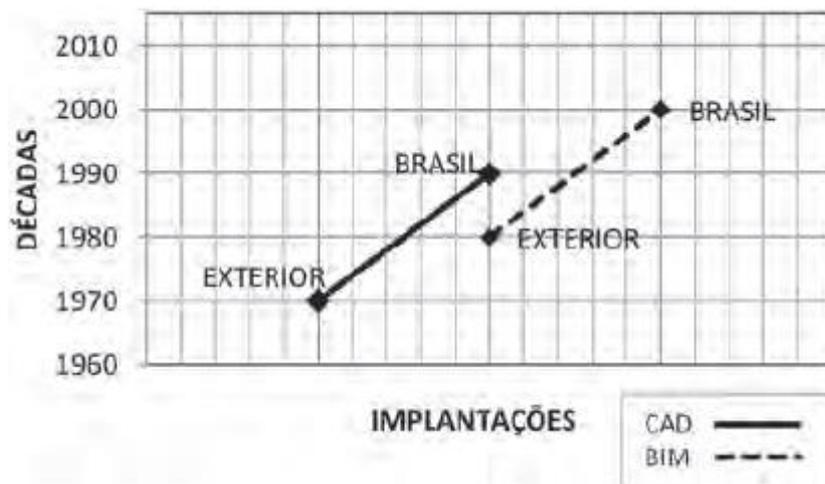
### 1.1 Histórico

A ideia de BDS - *Building Description System*, foi apresentada pela primeira vez por Eastman no *AiA Journal* em 1975. Nesse trabalho foram apresentadas as primeiras noções de novos desenhos baseados em elementos previamente modelados a fim de evitar o retrabalho, já que as alterações eram feitas de forma automática em todos os desenhos derivados.

Além disso, evoluiu dessa ideia o uso da ferramenta de modelagem para retirada de quantitativos, descrição de materiais, estimativa de custos, ferramentas de verificação entre outros. Esses conceitos hoje são entendidos como BIM – Building Information Modeling e apesar das primeiras concepções de Eastman serem datadas de 1975, a popularização do conceito aconteceu por volta da década de 1980.

De acordo com Gilda Menezes, em seu texto *Breve Histórico de Implantação da Plataforma BIM*, os primeiros interessados pelo BIM foram o Reino Unido, os Estados Unidos e a Finlândia, sendo diferenciados por nos EUA o estudo envolver principalmente modelos de produto da construção e na Europa, modelos de informação de produto. A primeira vez que o termo BIM foi utilizado foi em um artigo de Robert Aish em 1986 onde ele organizou os argumentos hoje definidores do BIM, além de discorrer sobre a implantação, desde a modelagem aos componentes paramétricos a bancos de dados.

A maior divulgação da plataforma começou em 2005, já com a evolução de alguns softwares, em uma conferência organizada por Laiserin e Eastman, onde reuniu-se interessados de várias partes do mundo tanto em aplicação como em produção de tecnologia na área. Apesar dos primeiros interessados serem europeus ou norte-americanos, hoje a tecnologia já abrange diversos países.



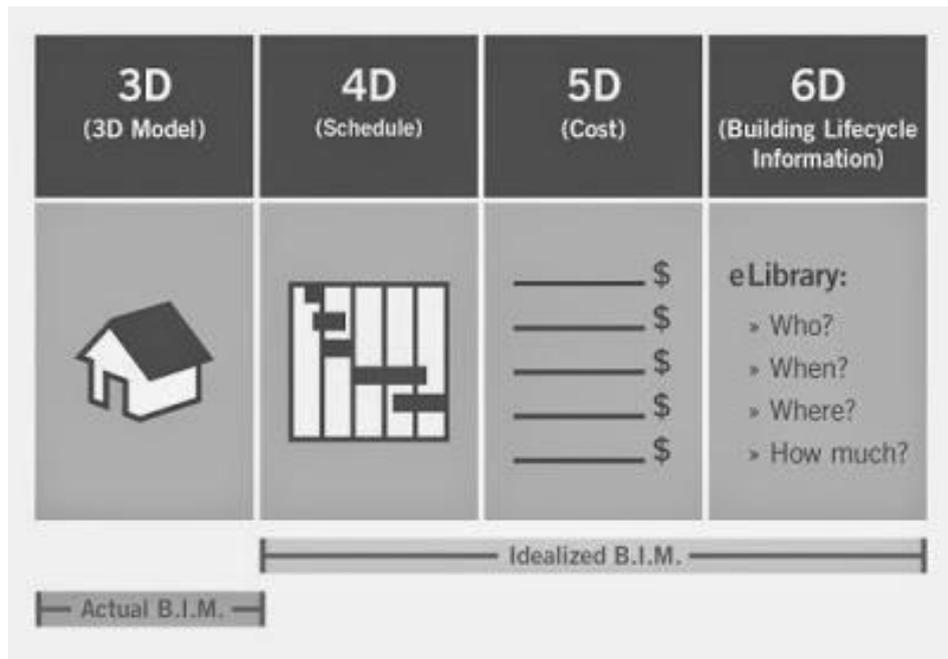
**Figura 1:** Implantação BIM no Brasil e no mundo. **Fonte:** MENEZES, 2011.

## 1.2 O que é

O BIM é uma plataforma que associa os envolvidos na construção civil na fabricação de um modelo virtual preciso de uma edificação, através de dados variados como detalhes construtivos, orçamentos, cálculos energéticos, manutenção futura da edificação, entre outros. A diferença do BIM para um programa de modelagem 3D é a parametrização. Com a possibilidade de gerar alterações nos objetos e especificar propriedades como materiais e suas dimensões, essa plataforma possibilita a geração de tabelas de revestimentos, quantitativos e legendas diversas.

Outra possibilidade do uso da plataforma é o uso do projeto em 4D. A quarta dimensão é a adição do fator 'tempo' e a possibilidade de analisar as fases de construção da edificação.

Já foi adicionado também o custo (5D) e adicionada a possibilidade de produção de cronogramas e orçamentos e sua alteração e atualização em tempo real com as alterações feitas em projeto. Existe também o 6D, que seria a análise do ciclo de vida da edificação, de acordo Miriam Addor. no 8º Encontro Regional/Fórum Asbea.

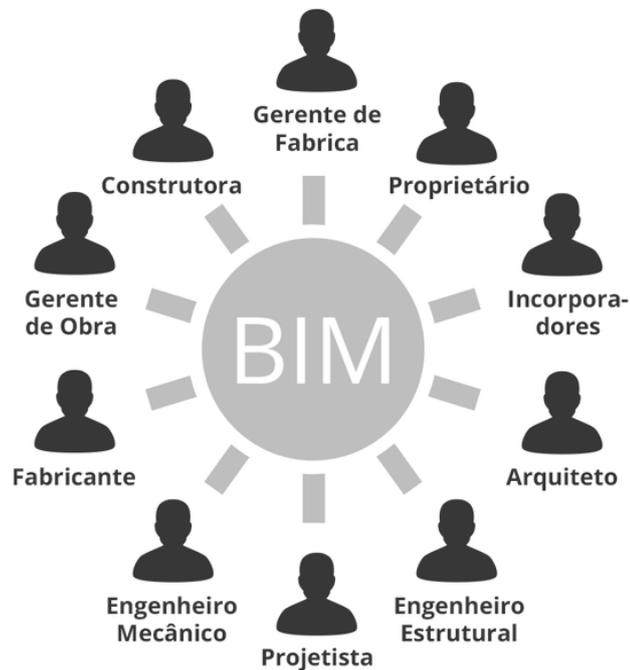


**Figura 2:** Níveis de BIM. Fonte: <http://www.bimrevit.com/>

O intuito é que sejam adicionadas melhorias no processo de produção, com a possibilidade de melhores decisões de projeto e compatibilização entre projetistas, mas também a criação de edifícios que considerem o menor consumo de energia e de investimento. As principais vantagens conhecidas do BIM são a agilidade no tempo de produção, a diminuição dos erros nas entregas, redução dos custos, uma vez que reduz os erros de obras, maior produtividade e maior possibilidade de designs arrojados.

O BIM altera a metodologia de processo na construção civil. Os softwares deixam de ser uma ferramenta de transposição de desenhos antes feitos em prancheta e passam a colaborar nas tomadas de decisão. A produção não é mais feita por um conjunto de linhas, mas sim por elementos compreendidos como os próprios elementos usados na construção.

O uso dessa plataforma está diretamente ligando a modernização das tecnologias, e com isso, dos profissionais da construção civil. Segundo Andia (2008), alguns arquitetos estavam fazendo uso da tecnologia somente para agilizar os processos manuais, enquanto outros visualizavam o uso dos computadores para alterar a ótica das relações entre os parceiros que constituíam o processo de construção.



**Figura 3:** Usuários do BIM. **Fonte:** <https://www.tekla.com/br/sobre/Open-BIM>

### 1.3 Uso

Já em 2008, Andia visualizou que a implantação do BIM seria complicada, já que além de aprender o software os profissionais deveriam alterar sua cultura no processo de projeto. Além de comprar os softwares e treinar os arquitetos para seu manuseio, os profissionais deveriam compreender que essa não é só a transposição de linhas para um modelo em três dimensões, mas que seria a fabricação de forma digital do que será a edificação.

De acordo com Figuerola (2011), a média de utilização do BIM nos escritórios de arquitetura norte-americanos ou europeus estava entre 49% e 38% de adoção em 2011, enquanto para Eastman (TAMAKI, 2011a) o número nos EUA e Europa podia chegar a 50% dos escritórios.

Uma grande dificuldade para a maior disseminação da plataforma é a incompatibilidade entre os sistemas. A fabricação por diferentes empresas e o uso por vários segmentos, como estrutural, elétrico, hidráulico e luminotécnico, fazem com a comunicação entre os vários arquivos, que muitas vezes são produzidos em programas diversos, seja complicada.

O IFC – *Industry Foundation Classes* é um formato de arquivo de dados de arquitetura aberta, sendo uma linguagem comum, utilizada para a troca entre

modelos de diversos fabricantes (ROSSO, 2011). Mesmo com essa tentativa de homogeneização de extensão para a utilização de todos os fabricantes, percebe-se que se perde informações e ainda não há no mercado uma solução mais eficaz.

As necessidades de obediência ao cronograma e de organização de hierarquias entre profissionais e arquivos torna o uso da plataforma BIM mais complexo. É usual a identificação de um profissional como gestor, profissional que deve responsabilizar-se pela organização de arquivos, relatórios, definições de escopo de serviço para cada disciplina e cumprimento do cronograma por todos os envolvidos.



**Figura 4:** Questões importantes ao planejar em BIM. **Fonte:** Adaptado do Manual de BIM: Um Guia de Modelagem da Informação da Construção para Arquitetos, Engenheiros, Gerentes, Construtores e Incorporadores, de Chuck Eastman et al. (Editora Bookman, 2014)

#### 1.4 BIM no Brasil

Rocha, no artigo 'Por dentro do BIM' da revista *Téchne* de março de 2011, já indicava que haveria uma grande mudança na forma de produção da construção civil no Brasil. Apesar das dificuldades de implantação do BIM que o Brasil passa, semelhante ao ocorrido em outros países hoje já avançados na técnica, a plataforma

tem se popularizado com velocidade, não só para os arquitetos, mas também orçamentistas, projetistas de estruturas, instalações e vedações.

Os altos custos de licenças, treinamentos de equipe e atualização de maquinário estão entre os principais empecilhos para a adoção do BIM pelas empresas. O uso da plataforma prevê, com o tempo, a diminuição dos custos na produção do projeto, mas com a crise econômica e política vivenciada pelo Brasil nos 3 últimos anos, muitas empresas tem adiado a tomada de decisão de implantação da plataforma por não conseguir arcar com o investimento inicial.

Assim como outros países, existe dificuldade em se montar uma biblioteca rica com produtos usados no Brasil. Incentivadores do BIM, como o Exército Brasileiro, a Petrobrás e a Cedurp – Companhia de Desenvolvimento Urbano da Região do Porto do Rio de Janeiro, tem exigido projetos em BIM, e, com isso, incentivado a criação de bibliotecas, de acordo com Gerolla (2011).

Os primeiros escritórios brasileiros a implementar a tecnologia foram os paulistas, por terem filiais de escritórios internacionais que já usavam a plataforma e exigiam de suas filias a adoção para padronização da produção e por historicamente serem maiores influenciadores de tecnologia e inovação. É o caso do escritório ACXT, que fez a implantação em 2010.

Apesar das tentativas de padronização e incentivos de grandes empresas, como a Tigre que lançou suas peças em biblioteca Revit, a relação entre projetistas e construtores ainda é complicada. A aplicação de conceitos como o IPD – *Integrated Project Delivery*, que consiste em um contrato global com a equipe com a divisão dos lucros conseguidos por essa entre todos, ainda é um conceito muito distante da realidade brasileira.

*Essa holding constituída pelos projetistas recebe os custos diretos e caso obtenha sucesso em relação às metas previstas do empreendimento, como custo, sustentabilidade, consumo de energia, condições que podem ser efetivamente medidas com o modelo BIM, recebe uma participação nos resultados (SAYEGH, 2011).*

Entre as construtoras, a Gafisa foi uma das primeiras a tentar a implantação no Brasil, com o desenvolvimento de cinco projetos em 2010 com diferentes softwares para teste: Revit, Bentley, Vector Works e ArchiCAD. Atualmente

empresas de grande porte já aderiram a plataforma, como Camargo Correa, Caparaó e MRV.

No meio acadêmico, o Brasil também está atrasado no uso da plataforma. Apesar das tentativas de implantação por algumas empresas, as universidades não inseriram nos seus currículos matérias que envolvam sua utilização nos cursos de arquitetura ou engenharia. A inclusão dessas matérias geraria uma alteração no modo como hoje o desenho técnico é ensinado e é fundamental para capacitar futuros profissionais, que hoje aprendem o uso do BIM já no mercado de trabalho, muitas vezes em cursos de capacitação desenvolvidos pelas próprias empresas.

**Tabela 01 – Classificação de experiência quanto o uso em BIM**

Experiências de ensino avaliadas	Níveis de competência (BARISON; SANTOS, 2011)	Estágios de adoção (SUCCAR, 2009)	Fases do ciclo de vida abordadas	Modelo	Produtos gerados
UFAL (ANDRADE, 2007)*	Nível introdutório (habilita modelador)	BIM Estágio 1	Projeto	Modelagem e produtividade	Modelagem paramétrica (arquitetura) e extração de documentação automática
CBM (RUSCHEL <i>et al.</i> , 2011)	Nível introdutório (habilita modelador)	BIM Estágio 1	Projeto	Modelagem e produtividade	Modelagem paramétrica (arquitetura, instalações e estrutura) e extração de documentação automática
UPM (FLORIO, 2007)	Nível introdutório (habilita modelador)	BIM Estágio 1	Projeto	Modelagem e produtividade	Modelagem paramétrica (arquitetura e estrutura) e extração de documentação automática
UPM (VINCENT, 2006)	Nível intermediário (habilita analista)	BIM Estágio 1	Projeto	Integração de modelos e uso aplicado do modelo	Modelagem paramétrica, integrada, extração de documentação automática, quantitativos e estimativas de custos
UFSCar (SERRA; RUSCHEL; ANDRADE, 2011)*	Nível intermediário (habilita analista)	BIM Estágio 2	Projeto Construção	Modelagem e produtividade, integração de modelos e uso aplicado	Modelagem paramétrica, extração de documentação automática e 4D
UNICAMP (RUSCHEL; GUIMARÃES FILHO, 2008)*	Nível intermediário (habilita analista)	BIM Estágio 2	Projeto Construção	Integração de modelos e uso aplicado do modelo	Modelagem paramétrica (arquitetura e estrutura), extração de documentação automática, detecção de conflitos 4D
UNICAMP (RUSCHEL <i>et al.</i> , 2010)*	Nível intermediário (habilita analista)	BIM Estágio 2	Projeto Construção	Integração de modelos e uso aplicado do modelo	Modelagem paramétrica (arquitetura, instalações e estrutura) e extração de documentação automática, detecção de conflitos 4D

**Tabela 01:** Classificação de experiência quanto ao uso do BIM. **Fonte:** RUSCHEL; ANDRADE; MORAIS (2013)

## CAPÍTULO 2: IMPLEMENTAÇÃO BIM EM ESCRITÓRIOS DE ARQUITETURA

### 2.1 Softwares

Apesar de no Brasil o uso do BIM estar na fase inicial na maioria das empresas que o adotaram, no mundo o processo já evoluiu bastante, e com ele, os softwares usados. Existem vários defensores de diversos produtos e para cada situação se mostra mais adequado um conjunto de programas, já que a plataforma exige não só a implementação dos softwares de modelagem mas também possibilita uma lista de programas complementares ou *pluggins*.

Mesmo com várias opções de softwares e, dentro deles, opções diversas de desenvolvimento de projeto, o uso de ferramentas em CAD é uma prática recorrente nas fases iniciais e de concepção, já que os profissionais estão mais familiarizados com a visualização dos projetos nestes, de acordo com Monteiro e Matias (2011). Os autores analisaram empresas que usam o ArchiCAD, produzido pela empresa Graphisoft e o Revit, da Autodesk.

Foram avaliadas as funcionalidades que os programas possuíam para atender aos usos do BIM nos projetos executivos e os usos da ferramenta que essa etapa demandava. O levantamento mostrou que a diferença entre as funcionalidades das ferramentas é mínima, tendo em vista que nos dados levantados as quantidades ficaram muito equilibradas, e ambos os programas possuem recursos para desenvolver as atividades consideradas no estudo.

Os mesmos autores concluíram que os distribuidores do ArchiCAD são mais flexíveis em relação a aquisição de licenças, e que o Revit tem um custo de implantação e manutenção maior.

**Tabela 02 – Valores de Investimentos para aquisição de licenças**

Ferramentas BIM	Modelos de Licenciamento (valores em dólar)		
	Permanente	Assinatura Anual	Aluguel
Autodesk Revit	USD 8.638,00	USD 1.373,00	USD 3.668,00
Graphisoft ArchiCAD	USD 3.589,74	USD 769,23	USD 1.794,87

**Tabela 02:** Valores de Investimentos para aquisição de licenças **Fonte:** MONTEIRO; MATIAS (2011)

*A diferença nos valores das licenças entre as ferramentas BIM poderia ser justificada pelo fato do Autodesk Revit possuir um número de funcionalidades que permitem aos seus usuários a elaboração não só de modelos BIM de Arquitetura, mas também, de outras disciplinas como Estrutura e Instalações Prediais (AUTODESK, 2015). Por outro lado, O ArchiCAD é uma ferramenta BIM mais especializada na elaboração de modelos BIM de Arquitetura. Entretanto, nas últimas versões do ArchiCAD, a Graphsoft já iniciou a introdução de recursos para modelagem de Instalações Prediais (GRAPHISOFT,2015). Uma indicação de que este desenvolvedor pretende ampliar as funcionalidades desta ferramenta para atender usuários de outras disciplinas de projeto. (MONTEIRO; MATIAS, 2011)*

A partir dessa pesquisa é possível notar que os programas são suficientes para desenvolver os projetos arquitetônicos em todas as suas fases, e cabe a cada escritório examinar as características de produção da empresa e potencialidades dos programas para definir qual implantar.

Os softwares mais usados para verificação de interferências são o Tekla BIMsight e o Solibri. O Tekla BIMsight é um programa gratuito que, de acordo com o próprio fabricante, permite que 'todos os envolvidos no fluxo de trabalho possam combinar seus modelos, verificar se há conflitos e compartilhar informações no mesmo ambiente BIM'. Já o Solibri é um programa pago, porém com recursos mais abrangentes e maior possibilidade de adequação de código por usuário.

Apesar de não necessariamente ser preciso um software para isso, a gestão de comunicação entre os profissionais que participam da equipe BIM é essencial. Existem diversas possibilidades de gestão da informação, como pode ser visto na tabela 03:

**Tabela 03– Diferentes mecanismos e formatos de troca de informação em BIM**

<b>Trocas de acordo com o formato do arquivo</b>	<b>Trocas de acordo com a plataforma</b>
Trocas através de API	Trocas de arquivos físicos de modelos separados
Formatos proprietários	Modelos federados
Formatos de exportação públicos	Servidores de Modelo em formato proprietário
Através de esquemas baseados em XML	Servidores de Modelo em formato IFC

**Tabela 03:** Diferentes mecanismos e formatos de troca de informação em BIM **Fonte:** Isikdag e Underwood (2010); Eastman et al (2008)

Apesar de existirem modelos mais usados que os demais, como o modelo federado, é importante que cada empresa analise todas as possibilidades e tenha ciência que é essencial a definição do modelo usado antes do início da produção dos processos.

## **2.2 Compatibilização e mão de obra**

A plataforma BIM hoje é desenvolvida por diferentes empresas, e nem todas possuem todos os programas para o desenvolvimento do processo. Por vezes, também, a empresa possui programa para uma atividade específica, mas ele tem um custo, enquanto um concorrente possui uma versão gratuita, o que faz as empresas optarem por mesclar programas de vários fabricantes em seus escritórios. Essa questão torna necessária a compatibilização entre vários softwares, em diversas combinações.

O uso do IFC é uma opção interessante de leitura de arquivos BIM, já que ele foi idealizado para gerar um arquivo de dados abertos que pode ser lido por diversas ferramentas. Os dados, quando exportados, por vezes geram alguns problemas na leitura por outros arquivos, problema que ainda não foi totalmente solucionado pelos fabricantes. Essa discrepância contribui para que os escritórios trabalhem isoladamente, já que não podem utilizar com a devida confiança os arquivos gerados por outros profissionais, como de estruturas ou instalações.

Além dos problemas de compatibilização que acontecem pela falha de leitura dos programas, existem os gerados pela fabricação de projetos em 2D e somente transcrição para o 3D. A forma de modelagem de desenvolver parte dos arquivos em BIM e parte em CAD gera, por vezes, um detrimento da qualidade, a necessidade de correção de trabalhos e, pelo uso de mais ferramentas, aumento do prazo de entrega, já que após idealizado o projeto ainda deverá ser modelado.

Ao utilizar duas formas de pensamento a possibilidade de uma alteração em planta não constar no modelo final 3D por um descuido de comunicação entre projetistas aumenta, ao mesmo tempo que ao modelar o 3D o profissional pode fazer modificações que não constam no formato 2D. Ambas as possibilidades demonstram que ao projetar parte do projeto em CAD perde-se uma das grandes vantagens do BIM, que é a compatibilização entre desenhos.

De acordo com o fascículo II do Guia AsBEA Boas Práticas em BIM é possível encontrar hoje escritórios de diversas disciplinas avançados na implantação da BIM, com desenvolvimento de projetos completos. Porém, no caso dos projetos estruturais, embora faça uso de softwares tridimensionais, os arquivos são disponibilizados em 2D uma vez que a atualização da documentação é desvinculada da atualização dos modelos. Por ser fundamental em qualquer projeto, esse é um aspecto importante de ser resolvido pelos produtores de softwares.

O Guia AsBEA também indica que para as situações que o uso híbrido é necessário, é muito importante o uso de procedimentos claros para intercâmbio entre BIM e CAD, principalmente na fase de montagem das equipes.

Além dos problemas com os programas, existem as dificuldades com a mão de obra. Os arquitetos que começam a trabalhar em BIM têm que desenvolver o conhecimento no programa e também se habituar com o trabalho colaborativo. É comum a melhor adaptação dos profissionais mais jovens as novas ferramentas, porém também são esses quem tem menor conhecimento dos aspectos técnicos, extremamente importantes no desenvolvimento do projeto colaborativo.

Ao mesmo tempo, profissionais mais maduros, com experiência em gerência e compatibilização, dominam a ferramenta de forma mais lenta, em geral com muita resistência. Por isso a montagem da equipe de projetos é um fator que deve ser analisado com bastante critério, de forma que as potencialidades e deficiências dos profissionais se completem para o bom desenvolvimento do projeto.

### **2.3 Implementação em escritórios de arquitetura**

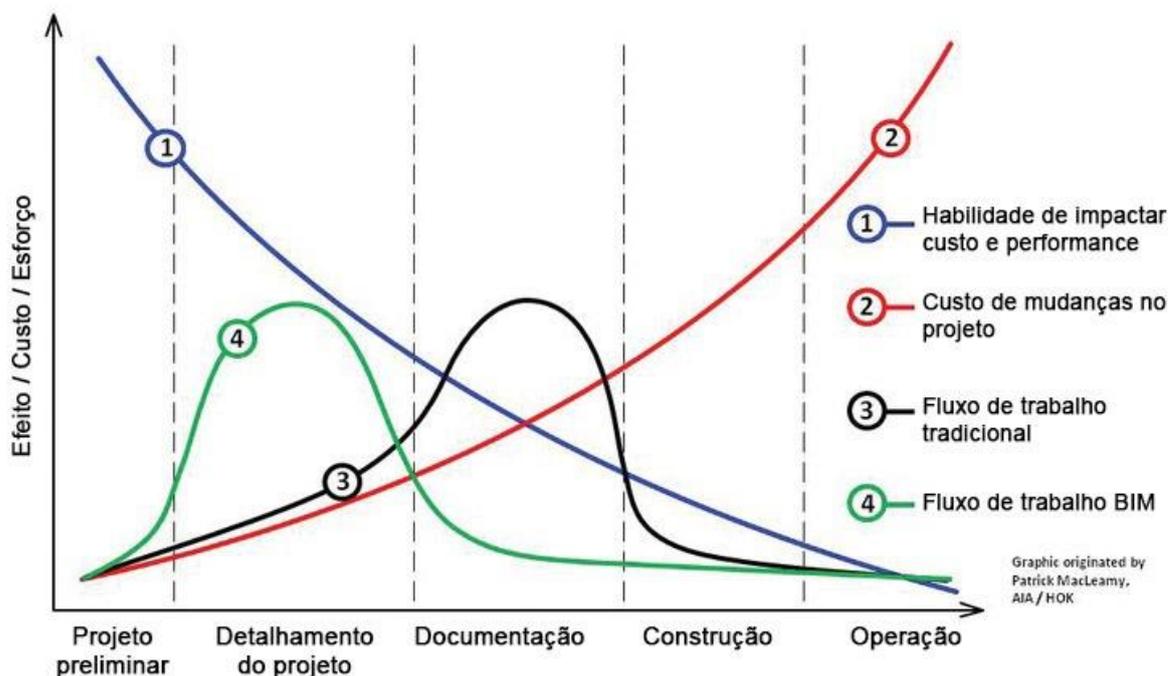
A implementação, ou tentativa, da plataforma BIM já ocorreu em diversas empresas brasileiras, sejam em escritórios de arquitetura, de instalações, projetos complementares ou construtoras. Algumas experiências parecem comuns a vários dos envolvidos, como a alteração dos tempos, custos e adaptações da infraestrutura.

Sayegh (2011) afirma que a utilização do BIM é parcial, uma vez que são exploradas somente características isoladas como verificação de interferências e levantamento de quantitativos. Como nos escritórios de arquitetura a implantação está mais avançada, eles trabalham de forma isolada, apenas com integração com

escritórios de projetos complementares que dominam a plataforma, que são poucos. Assim a arquitetura se desenvolve em 3D, enquanto os demais seguem da maneira tradicional.

Nos escritórios de arquitetura foi relatado por Lourençon (2013) que no início da implantação a produção tende a cair, subindo conforme a equipe supera a fase de aprendizado. O autor estima entre seis e oito meses após o início do treinamento para os profissionais ganharem velocidade e segurança em suas atividades. Wong (2010) afirma que a para o sucesso da implantação é necessário um esforço em tecnologia, pessoas e processos, e que esse esforço deve ser equivalente.

Isso acontece também pela adaptação do profissional não só a ferramenta, mas a nova forma de trabalhar. Convencionalmente, gastava-se menos tempo nos estudos preliminares e maior tempo nas fases de executivo e detalhamento. O BIM inverte essa característica, uma vez que ele força a tomada de decisões no princípio do projeto, aumentando o trabalho nessa fase.



**Figura 05:** Curva MacLeamy **Fonte:** <https://engenhariaeetc.wordpress.com>

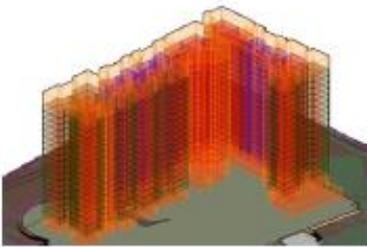
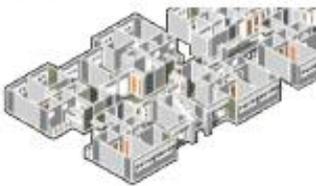
A mudança no número de profissionais no decorrer da implantação também é um processo comum. Pode ocorrer no começo da implantação da plataforma ser necessário um aumento da equipe pela diminuição da produtividade devido a curva

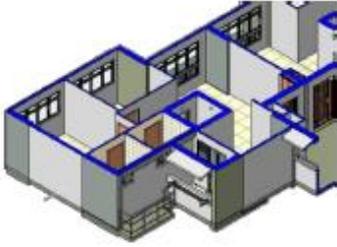
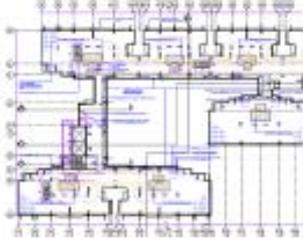
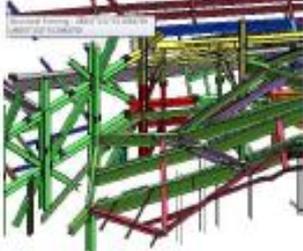
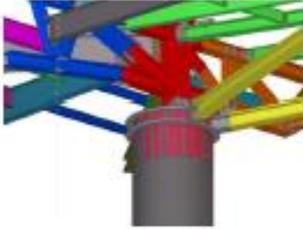
de aprendizagem, porém, quando a ferramenta é dominada, a tendência é que seja necessário um número menor de profissionais para a mesma produção em 2D.

Reis (2011) relata um estudo de caso de implantação que um escritório de São Paulo que, após a maturação da implementação, consegue desenvolver projetos complexos de até 40.000m<sup>2</sup> com três arquitetos, enquanto no CAD seria necessário, pelo menos, o dobro da equipe. É citado também que os profissionais, após o aprendizado, são muito valorizados, já que são poucos no mercado.

Um dos profissionais mais visados é o BIM *manager*. Esse profissional é responsável por uma lista bem extensa de atividades, mas em geral ele controla quais softwares deverão ser utilizados, quais dados deverão ser extraídos, além de ser responsável pelo treinamento da equipe. É também de responsabilidade dele a criação de *templates*, que são conjunto de informações padronizadas que todos devem seguir para manutenção da qualidade e agilidade na produção.

O BIM *manager* pode contribuir para a implementação, também, ao nivelar qual o nível de informação deverá ser produzido. O BIM é dividido em LODs, - *Level of Details*, ou nível de detalhes, que consiste na delimitação da produção da informação de acordo com a fase de projeto, como pode ser visto na figura 06.

Fase	LOD	Produtos “entregáveis” do BIM	
		Conteúdo do modelo	Ilustração
Conceitual	100	Estudos de massa conceituais com dimensões, áreas, volumes, locação e orientação apenas indicativos.	
Geometria aproximada	200	Visão geral do edifício e de seus sistemas com dimensões, forma, locação, orientação e quantidades aproximadas. Podem ser inseridas propriedades não geométricas nessa fase.	

Geometria precisa	300	Versão mais precisa e detalhada dos componentes e sistemas do edifício, com precisão nas dimensões, forma, locação, orientação e quantidades. Podem ser inseridas propriedades não geométricas nessa fase.	
		Desenhos precisos gerados no LOD 300	
Execução / fabricação	400	O modelo para fabricação e montagem é apresentado com maior precisão de detalhes que na fase de LOD 300. Porém, se houver necessidade os detalhes podem ser completados em modelos 2D.	
Como foi construído	500	O modelo é detalhado com o mesmo nível de precisão do estágio anterior, mas é atualizado a partir das modificações ocorridas em obra, de forma a retratar o edifício exatamente como foi construído.	 

**Figura 06:** LOD do modelo BIM **Fonte:** Adaptado de Building and Construction Authority (2012)

Outra questão importante para a implementação da plataforma é o desenvolvimento do Plano de Execução BIM. De acordo com o Guia AsBEA (2015) esse plano tem como objetivo garantir que todos os participantes estejam cientes das responsabilidades e oportunidades associadas ao BIM. Ele deve definir os papéis dos envolvidos no processo, garantir que as plataformas sejam compatíveis, descrever os objetivos de cada equipe, definir as equipes, estabelecer procedimentos de controle de qualidade, entre outras características.

Nota-se que apesar da implementação no Brasil estar em fase inicial, já é possível evitar vários contratemplos ao se espelhar na experiência de outros escritórios e bibliografias mais versados no assunto.

## **CAPÍTULO 3: ESTUDO DE CASO**

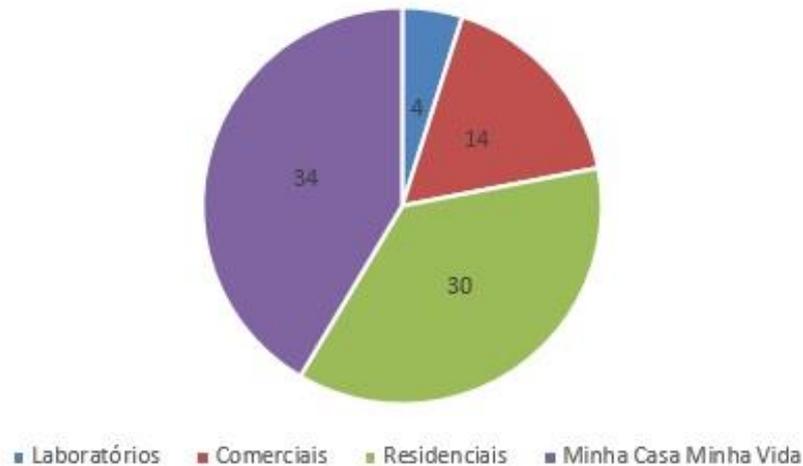
### **3.1 Perfil do escritório**

De acordo com o relato de um dos fundadores do escritório em análise, este foi fundado por dois arquitetos belorizontinos que trabalhavam numa empresa do mesmo ramo e viram o potencial do mercado. Outros dois arquitetos dessa mesma empresa montaram escritório semelhante em Brasília e os quatro decidiram fazer uma parceria. A princípio os projetos eram captados pelos arquitetos de Brasília e desenvolvidos em Belo Horizonte, já que o custo de produção em Brasília era alto e a captação em Belo Horizonte era baixa. A saída dos arquitetos da empresa original aconteceu há cerca de 12 anos e em média nos últimos 4 anos as empresas se estabilizaram e conseguem captar e desenvolver seus projetos de maneira independente.

O arquiteto também relata que em setembro de 2016 o escritório estudado estava com 82 projetos em desenvolvimento. Ele conta que nem todos os projetos são trabalhados simultaneamente, estando alguns deles em fase de espera de aprovação de prefeituras ou de clientes e por isso não podem ser dados como encerrados. Nos 12 anos de empresa, fora os 82 em desenvolvimento, já foram feitos mais de 800 projetos bastantes diferenciados. Além desses projetos desenvolvidos passaram pelo escritório para estudo de viabilidade cerca de outros 400 empreendimentos. Há projetos desenvolvidos em vários estados brasileiros, porém a grande maioria se concentra no estado onde a sede do escritório se encontra, Minas Gerais.

Dos arquivos disponibilizados pelo arquiteto para a análise do autor, dos 82 projetos em desenvolvimento, 4 são laboratórios de medicina diagnóstica (5%), 30 deles são residenciais de alto ou médio padrão (37%), 14 são comerciais (17%) e 34 são empreendimentos para o programa governamental Minha Casa Minha Vida (41%).

## Projetos em Desenvolvimento



**Figura 07:** Projetos em desenvolvimento **Fonte:** Elaborado pelo autor (2017)

Dentro da categoria 'residenciais' considerou-se desde torres de pequeno porte (4 pavimentos) a empreendimentos mais complexos como conjuntos de torres e lazer, além de um projeto de casa. Todos os itens aqui considerados são de médio ou alto padrão, já que os residenciais de baixo padrão projetados são para o Programa Minha Casa Minha Vida, que foi analisado separadamente.

Notou-se que nos projetos disponíveis do escritório, os desenvolvidos para o Programa MCMV possuem bastante variação da complexidade dos empreendimentos. Estão considerados aqui desde empreendimentos de 2 pavimentos com 4 unidades em condomínios com 100 unidades, complexos de condomínios com até 2000 unidades de torres de 4 pavimentos e 16 unidades ou torres de 12 pavimentos com 48 unidades.

Na categoria 'comerciais' não é diferente. São relacionados pequenos *malls*, supermercados, complexos de salas de diversas escalas ou até mesmo concessionárias.

Em geral, os projetos considerados diferenciados do escritório, como um teatro, supermercados, concessionárias e casas, são uma parcela muito pequena da produção da empresa. O grande foco está na produção para grandes construtoras de empreendimentos passíveis de criação de padrão, tanto em apartamentos, torres, salas ou lojas.



**Figura 08:** Exemplos de projetos desenvolvidos **Fonte:** Disponibilizado pela empresa (2017)

### 3.2 Perfil dos funcionários e clientes

Serão descritos todos os funcionários atuantes na empresa e o perfil de cada sem o uso de nome para preservar a integridade destes, de acordo com levantamento feito na sede e entrevista com o gerente de pessoas. Atualmente são 16 pessoas que prestam serviço para a empresa, destas, somente quatro não são arquitetos. Dos que não tem formação em arquitetura estão:

**Tabela 04– Funcionários que não são arquitetos**

<b>Cargo</b>	<b>Idade</b>	<b>Formação</b>	<b>Atuação</b>
Gerente Administrativo	34	Letras e Gestão de Negócios	Coordena propostas, pagamentos, compras e RH.
Recepcionista e Administrativo	20	Técnico em Administração e Empreendedorismo	Recepção e auxílio no setor administrativo.
Estagiário	22	Graduando em Arquitetura	Auxilia nos projetos em BIM e CAD.
Auxiliar de Limpeza	45	2º grau	Responsável pela limpeza

**Tabela 04:** Funcionários que não são arquitetos **Fonte:** Elaborado pelo autor (2017)

Dentre os arquitetos, apesar de ter a mesma formação, o perfil de atuação dentro da empresa é diferenciado:

**Tabela 05 – Perfil dos arquitetos**

<b>Cargo</b>	<b>Idade</b>	<b>Atuação</b>
Sócio e fundador	49	Responsável pela captação de clientes e sobre as decisões de arquitetura que envolvam design e estética.
Sócio e fundador	54	Responsável pela captação de clientes e sobre as decisões de arquitetura que envolvam design e estética.
Arquiteto IV	37	MBA em Gestão de projetos e atua como Gerente de Projetos e Pessoas.
Arquiteta V	55	Gerente de Produtos e desenvolvedora de projetos executivos.
Arquiteto IV	38	Trabalha com projetos legais e auxilia a equipe em dúvidas sobre legislação.
Arquiteta III	31	Responsável por projetos executivos e de detalhamento. Pós-graduada na área de sustentabilidade.
Arquiteto III	34	Responsável por empreendimentos diferenciados como teatros e supermercados, além de auxiliar questões de paisagismo.
Arquiteto II	28	Experiente em BIM, lidera os projetos desenvolvidos nessa plataforma
Arquiteto II	32	É também design e trabalha com projetos legais além do auxílio em necessidades gráficas da empresa.
Arquiteto II	28	Cursa pós-graduação em Engenharia Diagnóstica e auxilia tanto em projetos legais como em executivos e detalhamentos.
Arquiteta I	26	Produz em geral projetos legais para empreendimentos MCMV.
Arquiteta I	24	Trabalha com projetos legais de empreendimentos comerciais e residenciais de alto padrão.

**Tabela 05:** Perfil dos arquitetos **Fonte:** Elaborado pelo autor (2017)

O gerente relatou que a equipe é jovem e se adapta facilmente a novos trabalhos. Os sócios se mostram bastante bem informados sobre as novidades do mercado e, aparentemente, engajados em satisfazer os clientes e estarem atualizados.

Segundo ele, o fluxo de trabalho acontece de forma bastante individual, com um arquiteto desenvolvendo todo o projeto, e, caso precise de auxílio, solicita o gerente de projetos que maneja membros da equipe para auxiliá-lo, seja um estagiário ou outro arquiteto que possua disponibilidade. Como o regime de trabalho é por hora, cada arquiteto pode organizar seu horário da forma que preferir, o que faz com que haja muitos desencontros entre a equipe.

Na lista de clientes disponibilizada pela diretoria, o perfil mais comum é o das grandes construtoras. Os diretores relataram que a empresa é procurada pelas construtoras para desenvolver os projetos, em geral seguindo os padrões de produção destas. É raro a procura de um incorporador para o desenvolvimento de um projeto, ou de um cliente procurando um projeto exclusivo, como casa ou área de convivência.

Diretores contaram também que dentre as construtoras existem as que fazem maior exigência de detalhes, as que exigem mais agilidade nos prazos e as que exigem soluções arquitetônicas mais complexas, com empreendimentos de alto padrão que não possuem tipologia pré-determinada. Para atendê-las, cada arquiteto trabalha com certa gama de construtoras para que a adequação do projeto aos padrões aconteça de forma mais fácil.

### **3.3 Treinamento BIM**

Sobre os treinamentos em BIM, o gerente de projetos do escritório relatou que no fim do ano de 2012 houve a decisão pela diretoria da empresa de comprar o programa Revit e passar a usá-lo como método de trabalho principal do escritório. Nesse período todos os arquitetos que trabalhavam no local receberam o treinamento de uma semana por uma empresa de computação local, que ocorreu após o horário de expediente e foi custeado pelo escritório.

A ideia inicial era que até o final de 2013 todos os projetos que fossem contratados fossem elaborados na plataforma e o Autocad fosse abandonado. Após

o curso, iniciou-se a tentativa de convencer as construtoras a fazerem o contrato contemplando a plataforma BIM para iniciar a experiência para a construtora e para o escritório.

O gerente conta que depois de alguns meses de negociação uma construtora concordou em elaborar um projeto de torres usando o Revit. Como o empreendimento era de grande porte, optou-se por contratar um arquiteto que já dominava a ferramenta e que já havia trabalhado na empresa. Ao iniciar o projeto percebeu-se que o volume de serviço era muito grande para apenas uma pessoa e iniciou-se o processo de seleção de estagiário.

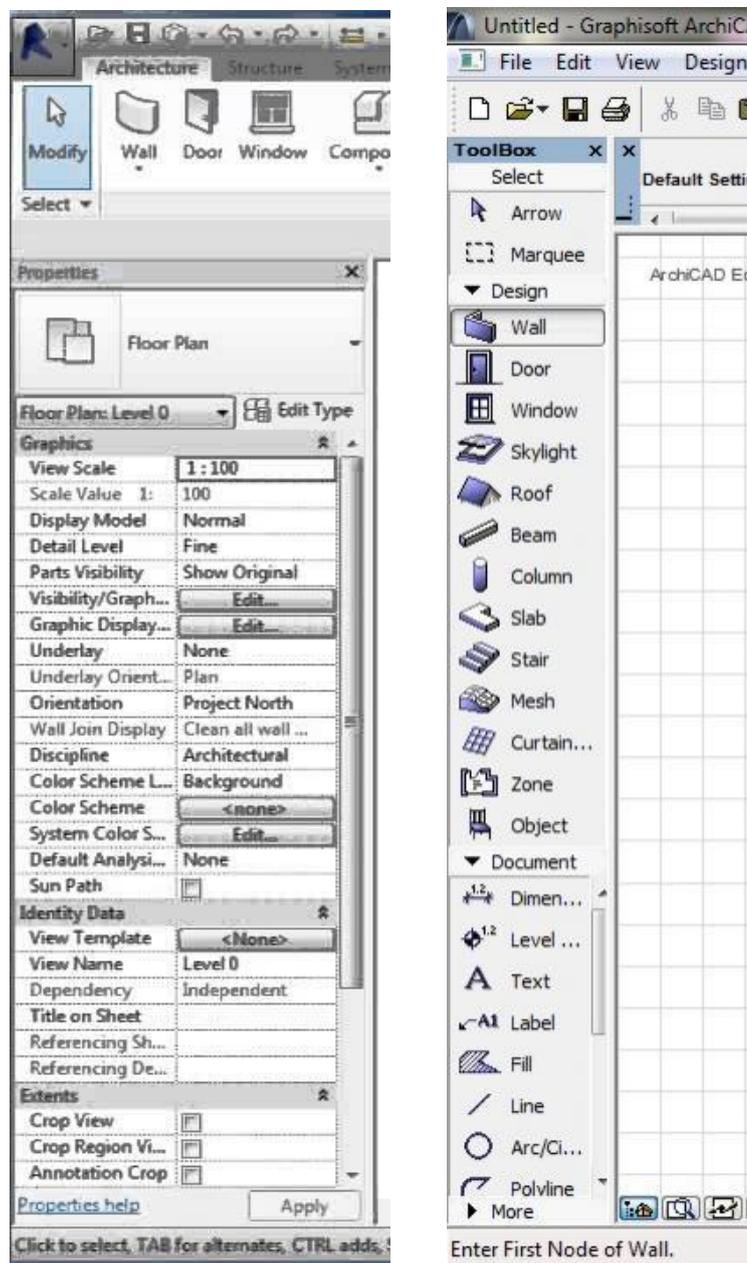
Durante todo ano de 2013 e metade do ano de 2014 esse projeto foi desenvolvido somente pelos dois e nenhum outro arquiteto foi envolvido em projetos em BIM. Ele relata que com a diminuição do fluxo de demanda desse primeiro empreendimento, a dupla desenvolveu outros projetos com o Revit, mas mesmo com o maior número de projetos, não foram incluídos outros arquitetos no processo.



**Figura 09:** Empreendimento desenvolvido em Revit **Fonte:** Disponibilizado pela empresa (2017)

No começo do ano de 2015, o gerente relata que com a necessidade de renovação das licenças, os diretores começaram a estudar a mudança de programa usado, alegando que o custo atual do programa era muito alto. Após algumas pesquisas, optou-se por comprar e instalar algumas licenças de Archicad e o arquiteto responsável pelo Revit se mostrou disposto a aprender o novo programa e passá-lo para os colegas.

Ele conta que com três meses de treinamento por meio de vídeos e tentativas solitárias, concluiu-se que aquela não era a maneira mais prática de implantar o programa e decidiram fornecer treinamento através de curso com empresa especializada para toda a equipe. Em abril de 2015 a primeira metade da equipe, onde alguns eram novos na empresa e não tinham passado pelo treinamento de Revit, fizeram o curso durante as manhãs, também custeado pela empresa. O grupo demonstrou facilidade na aprendizagem, declarando que a interface do novo programa era muito mais didática e que assim enxergavam maior facilidade na aplicação do novo programa.



**Figura 10:** Comparação de barra de ferramentas do Revit (esquerda) e Archicad (direita) **Fonte:** Elaborado pelo autor (2017)

Em junho do mesmo ano o arquiteto responsável decidiu se desligar da empresa para aproveitar uma oportunidade de mestrado em outro estado e ficou a cargo somente do estagiário a produção dos padrões de Archicad para os elementos. A diretoria, a princípio, procurou a consultoria de um segundo arquiteto, que trabalhava em outro escritório que já usava Archicad e, no lugar da consultoria, decidiu-se que ele passaria a trabalhar num regime de 4 horas diárias para formular os padrões de desenho da empresa em Archicad.

Segundo o gerente, em agosto de 2015 a segunda turma fez o curso e a produção dos padrões continuou. Com o término da padronização, o arquiteto iniciou a produção de pequenos projetos junto com um dos sócios, o qual ele auxiliou pessoalmente para desenvolvimento mais rápido.

A implantação ocorreu ligeiramente diferente do cronograma idealizado no início do processo, já que o treinamento da equipe estava previsto para setembro, mas o desenvolvimento total de projetos estava idealizado para março de 2015, e não aconteceu até o término desse estudo. De acordo com o gerente, o treinamento interno para apresentação do *template* e sistema de padronização para a equipe nunca foi feito, e quem foi inserido no processo recebeu explicações sobre esses quesitos no decorrer do desenvolvimento do projeto.



**Figura 11:** Cronograma de implantação BIM **Fonte:** Disponibilizado pela empresa (2017)

O estagiário se desligou e a produção continuou somente com arquiteto e o sócio, até que em março de 2016 foi solicitado por uma construtora que o executivo de um projeto que foi aprovado na prefeitura em CAD fosse passado para BIM para o desenvolvimento do projeto executivo.

O projeto em questão já está no site da construtora, onde consta que se trata de um residencial com 1 ou 2 quartos ou a opção de loft, com área de apartamento variável entre 44 a 100m<sup>2</sup>. Cada apartamento possui 1 ou 2 vagas de garagem, e ao todo são 57 unidades em 11 pavimentos, além de lazer completo, com piscina, espaço *fitness* e *pet care*.



**Figura 12:** Fachada do empreendimento estudado **Fonte:** Disponibilizado pela empresa (2017)



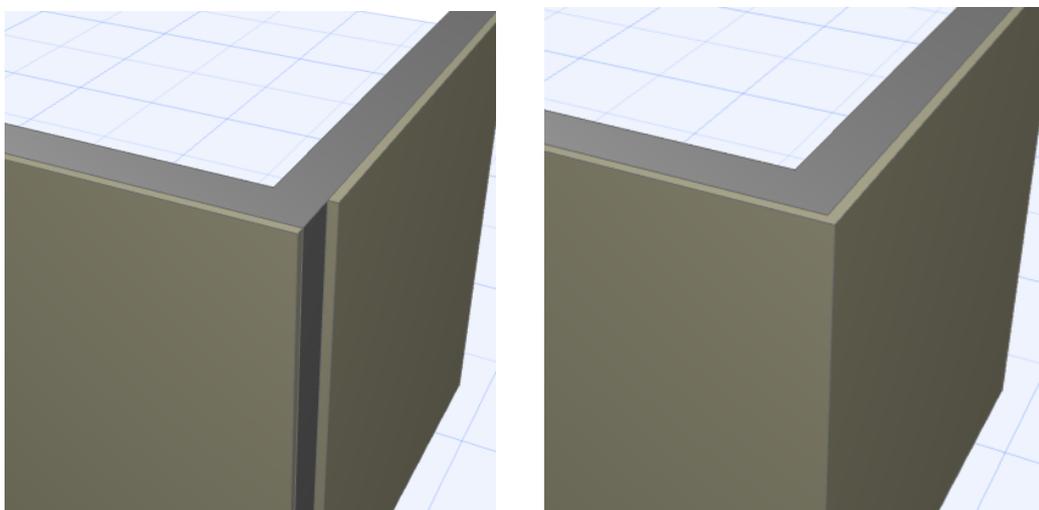
**Figura 13:** Exemplo de planta de apartamento – loft 51m<sup>2</sup> **Fonte:** Disponibilizado pela empresa (2017)

Uma das dificuldades relatadas pelo gerente é a falta de experiência com projetos executivos do responsável pelo BIM, o que fez com que ficasse a cargo da arquiteta que já era a responsável pela produção de projetos executivos, tocar, junto com ele esse projeto. Como, apesar de ter feito o curso de Archicad, não manipulava o programa desde então, ela relatou que o começo foi bastante difícil. Com prazos de entrega apertados, trabalhando em uma máquina que se demonstrou fraca para o programa e com o recebimento de projetos complementares em formato inadequado, nos quatro primeiros meses de projeto foi necessário que ela trabalhasse muito além das horas previstas.

Em abril de 2016, com a crise política e econômica vivida pelo país, foi decidido pela diretoria que toda a equipe do escritório passaria a trabalhar com um volume de horas menor, inclusive os arquitetos envolvidos em BIM. Apesar das tentativas, mostrou-se inviável cumprir os prazos de entrega com a redução de horário, e, então, a arquiteta voltou a rotina de trabalho para o horário normal.

Como a produção estava a cargo de somente duas pessoas muito especializadas, a funcionária se queixou que por vezes ela gastava um tempo demasiado na produção de detalhes repetitivos, que poderiam ser feitos facilmente por um estagiário ou outro arquiteto não qualificado nessa área, mas que a diretoria se mostrou muito relutante em inserir mais mão de obra na equipe desse projeto.

Assim, até o final de 2016, apenas um projeto é desenvolvido em BIM na empresa e apenas três membros da equipe tiveram vivência do uso do programa de fato.

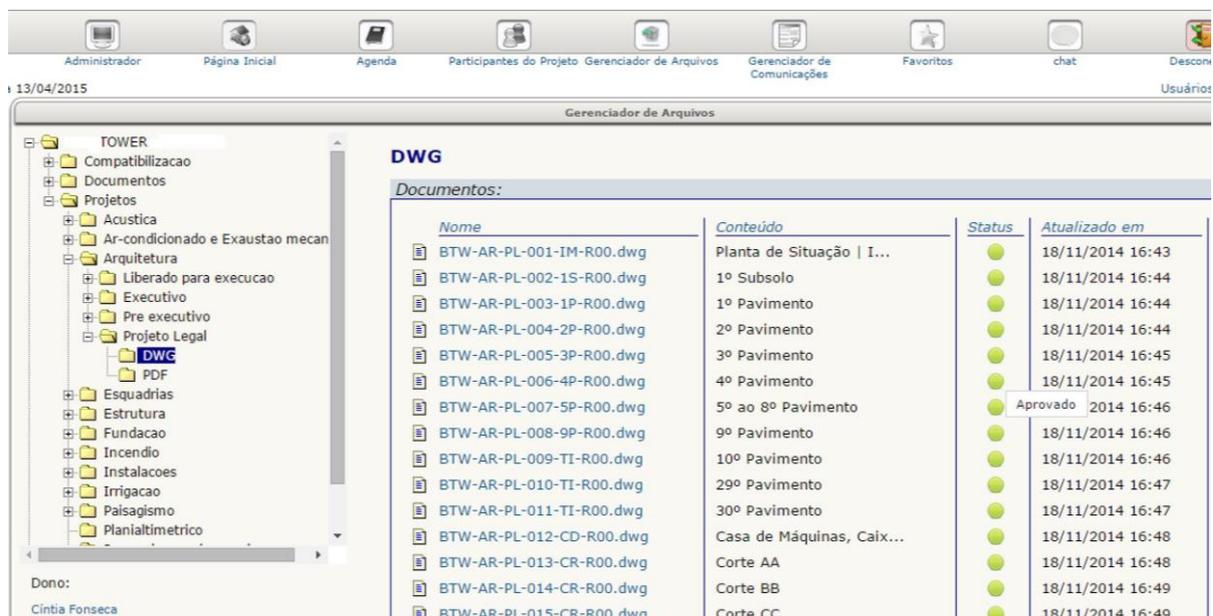


**Figura 14:** Ajuste repetitivo feito por mão de obra especializada **Fonte:** Disponibilizado pela empresa (2017)

### 3.4 Projetos complementares e participação da construtora

No momento de contratação dos projetos pela construtora para elaboração desse projeto piloto, a intenção indicada por eles ao escritório de arquitetura, de acordo com entrevistas, era que todos os projetistas elaborassem seus trabalhos já na plataforma BIM. Porém, a construtora relatou aos projetistas ter muita dificuldade em encontrar empresas que estivessem preparadas para esse tipo de contratação. No projeto de prevenção e combate a incêndio, por exemplo, a empresa que elaborava projetos em BIM não era da confiança da construtora e esta optou por contratar a empresa que ela tinha parceria e não ter esse projeto em 3D.

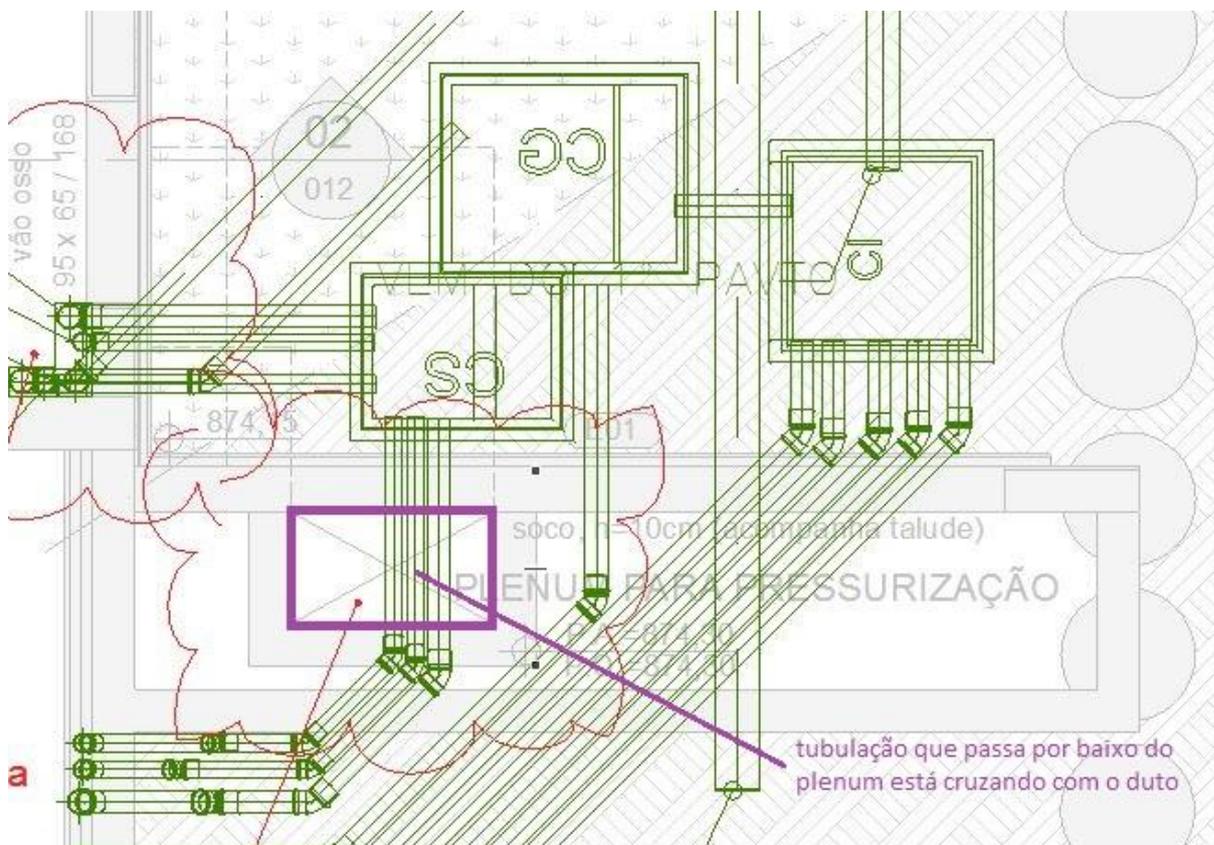
A arquiteta responsável conta que o desenvolvimento do projeto se deu primeiramente com a transferência do projeto legal de CAD para BIM e sua emissão para os projetistas complementares, em formato .ifc e .dwg para que eles gerassem seus produtos. Os projetistas enviaram suas versões, a maioria com atrasos, em .ifc e .dwg também. O sistema de troca de arquivos é feito através de um sistema extranet, onde todos os arquivos postados podem ser vistos, mas que o download somente é permitido após a aprovação pela construtora.



**Figura 15:** Exemplo de sistema extranet usado **Fonte:** <http://dx.doi.org/10.1590/s1678-86212015000400044> (2017)

Ao receber os primeiros arquivos, os responsáveis pela arquitetura detectaram muitos erros e incompatibilidades entre os projetos em 3D e 2D do mesmo projetista. Quando questionados, os projetistas, muitos deles mais velhos e

resistentes a aprendizagem de novas ferramentas, alegaram que os erros ocorreram pois os projetistas experientes fizeram o projeto em duas dimensões e terceirizaram ou pediram para um estagiário, por exemplo, apenas modelar o projeto para a entrega.

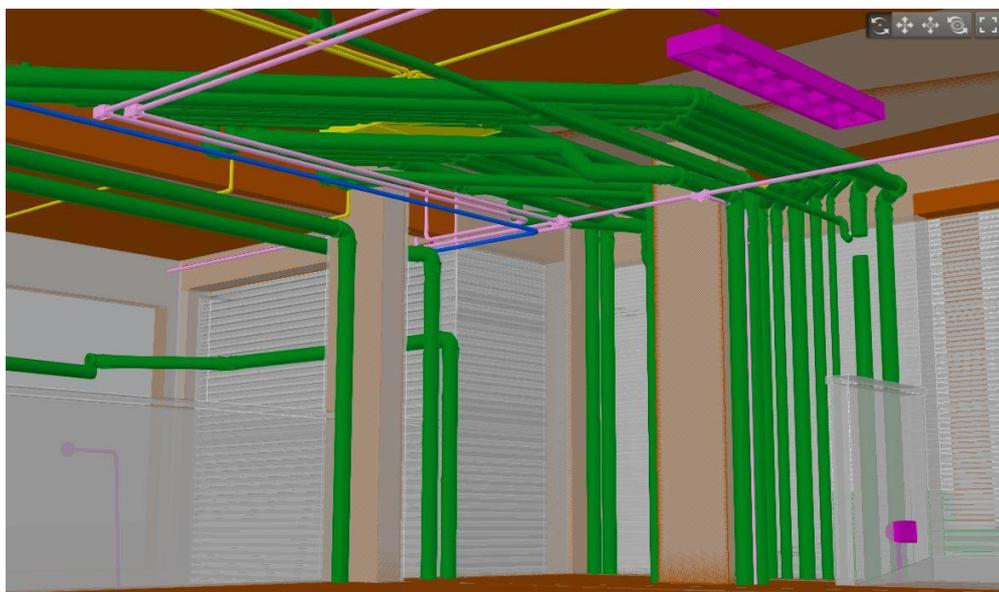


**Figura 16:** Compatibilização em 2D feita pela arquitetura **Fonte:** Disponibilizado pela empresa (2017)

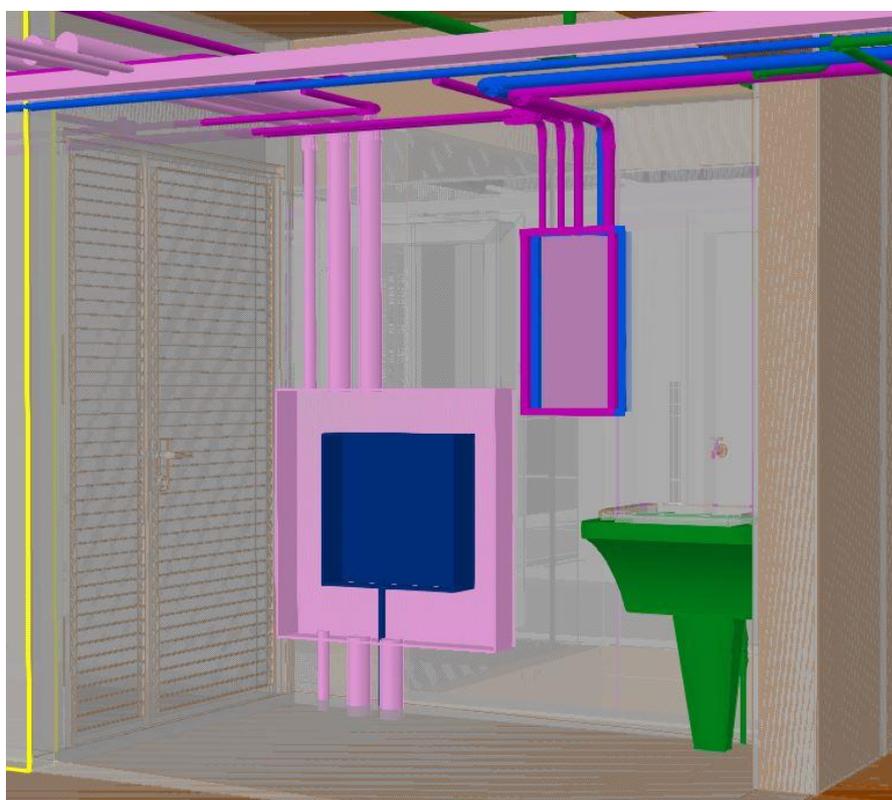
No início, também, a arquiteta conta que o envio pela arquitetura foi feito sem definição de um ponto de inserção para os projetistas, o que gerou arquivos de difícil compatibilização. Os projetistas de hidráulica, elétrica, telecomunicações e gás são da mesma empresa, então são os únicos compatibilizados com a arquitetura e entre eles. Já entre os demais, ao ser feita a compatibilização, notou-se além de interferências na arquitetura, incompatibilidades entre disciplinas eram muito recorrentes.

Ao ser contratado, o escritório de arquitetura não havia definido qual seria o mecanismo de análise de compatibilidade de disciplinas, pelo qual era responsável. Após pesquisa, a diretoria relata que optou pela utilização do programa Tekla BIMsight, que é o programa gratuito mais desenvolvido na área, porém, a tentativa

inicial de inserir todos os arquivos .ifc no programa não foi bem-sucedida. A máquina usada não comportava programas tão pesados, e, mesmo quando os projetos eram inseridos em apenas uma disciplina com a arquitetura, a leitura automática de erros pelo programa demonstrava pontos excessivos de erros que por vezes não existiam e se mostrou muito pouco prática.

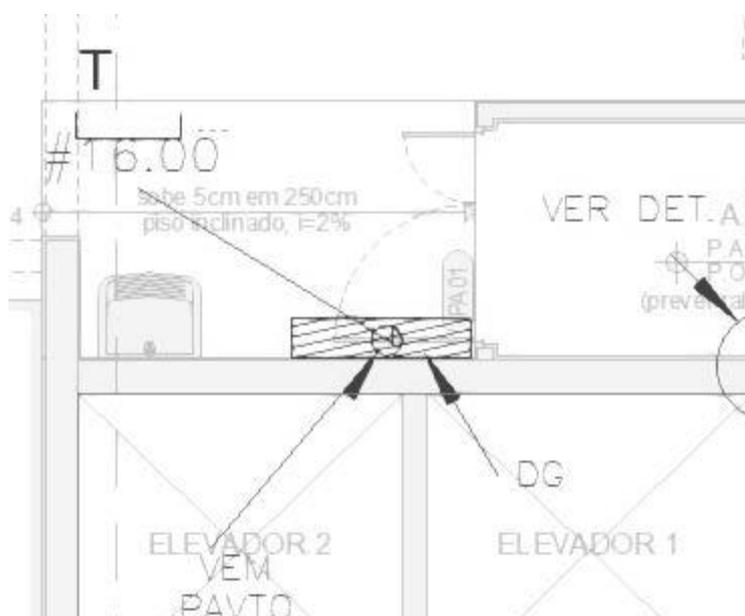


**Figura 17:** IFCs no Tekla BIMsight **Fonte:** Disponibilizado pela empresa (2017)



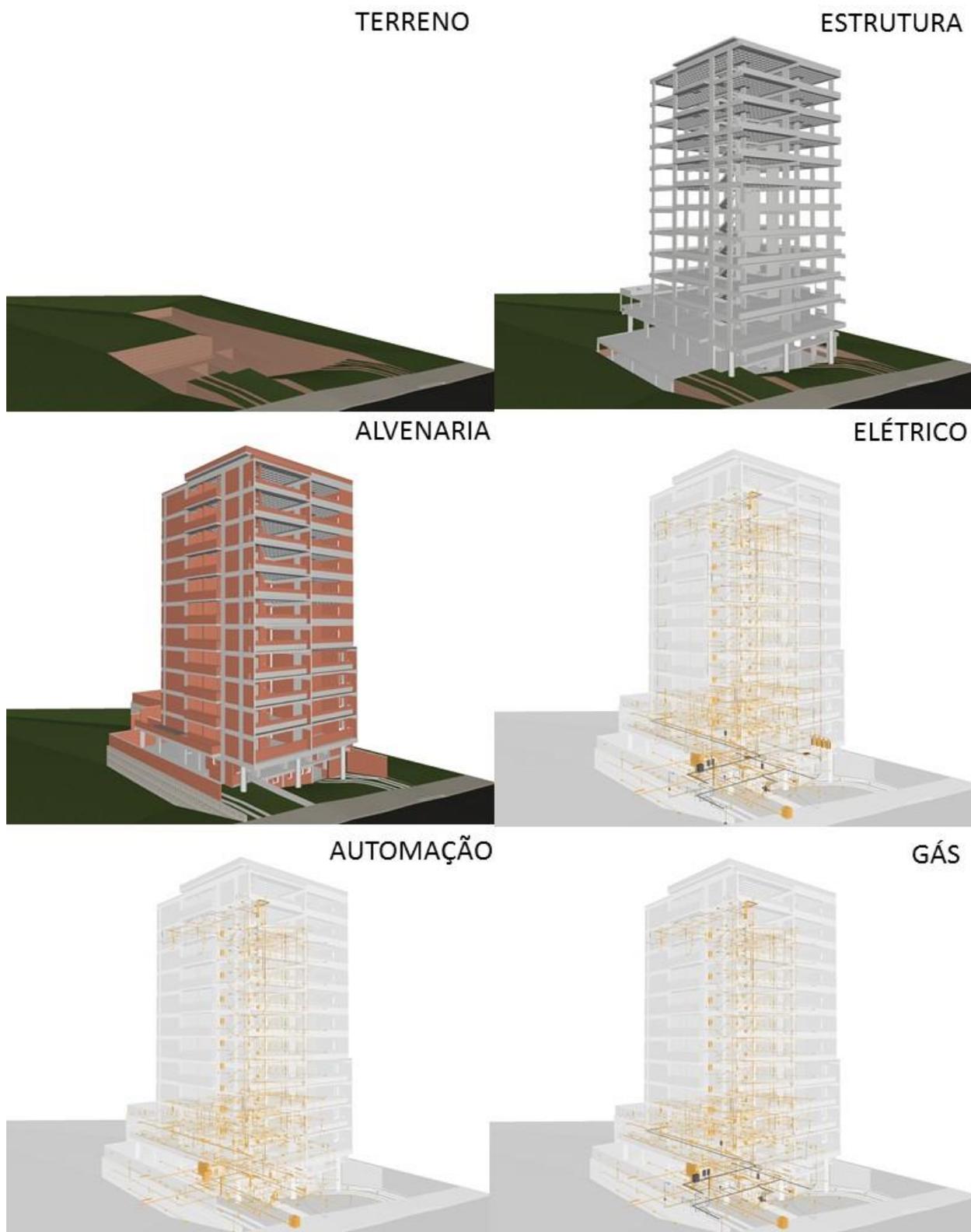
**Figura 18:** IFCs no Tekla BIMsight **Fonte:** Disponibilizado pela empresa (2017)

Após algumas tentativas, a arquiteta responsável definiu que o modo mais rápido e eficaz de analisar as disciplinas era através dos arquivos em 2D e 3D simultaneamente. No 3D a arquiteta inseria os arquivos .ifc no Tekla BIMsight, definindo cores para cada disciplina, navegava pelo projeto e detectava erros através do zoom do programa. Como essa estratégia era muito cansativa e poderia deixar passar incompatibilidades, também foram gerados blocos 2D que foram inseridos no programa e feita uma análise bem semelhante a que era feita no AutoCAD. Todas as entregas feitas a construtora e, com isso, a todos os projetistas, eram feitas com arquivo de arquitetura em formato .icf, .dwg, .pdf e somente para a construtora era entregue o formato .pla de Archicad completo.



**Figura 19:** Bloco de SPDA inserido em ArchiCAD **Fonte:** Disponibilizado pela empresa (2017)

Assim, nota-se que o desenvolvimento do projeto não se deu de fato em BIM por nenhuma das partes. Como nem o escritório de arquitetura nem a construtora possuem um sistema que suporte à criação de um arquivo central em que todas as disciplinas fossem inseridas e manipuladas, ou no mínimo visualizadas, de forma conjunta, a criação e análise dos projetos continuou na visão CAD de produção.



**Figura 20:** Modelagem de projetos **Fonte:** Disponibilizado pela empresa (2017)



**Figura 21:** Modelagem de projetos **Fonte:** Disponibilizado pela empresa (2017)

## **CAPÍTULO 4: COMPARAÇÃO DE EXPERIÊNCIAS**

### **4.1 Características internas**

A experiência estudada no Estudo de Caso do capítulo anterior sobre o escritório de arquitetura mineiro tem diversas características que podem ser comparadas com as levantadas pela análise bibliográfica desse estudo. Nota-se que diversos acontecimentos vivenciados pelo escritório também foram recorrentes em outros ambientes em que foi implantado, ou se tentou implantar, a plataforma BIM.

A primeira situação vivida pelo escritório que também é comum em outras empresas é a indecisão sobre quais softwares usar. Ao comprar as licenças muitas vezes os responsáveis pela empresa estão empolgados com as propagandas de sucesso dos programas e ainda não tem a visão suficiente do todo para problematizar qual fornecedor melhor se adapta a realidade da empresa. Os empresários investem em licenças e cursos, muitas vezes comprando-as e distribuindo-as para profissionais com dificuldade de adaptação ou que nunca mais produzirão nada na plataforma.

O incentivo para essa compra de softwares e cursos para várias pessoas é dado por promoções para maior número de licenças ou alunos e pode se tornar ao invés de uma economia, um grande prejuízo de tempo, dinheiro e energia.

Outras perdas como essa ocorreram no estudo de caso e também ocorrem em outras empresas em situações semelhantes. Ao não terem a informação sobre a necessidade do Plano de Execução BIM ou por aferirem que é um processo complexo, oneroso e não necessário para empresas de menor porte, as decisões são tomadas sem conhecimento prévio do assunto e sem informações sobre todas as possibilidades. Esse plano elaborado por profissional poderia ter contribuído, e muito, para uma implantação menos onerosa, mais rápida e mais proveitosa por um maior número de profissionais.

Além disso as licenças foram compradas, os cursos ministrados, enquanto somente alguns profissionais foram envolvidos no processo. Esses profissionais não eram capacitados como BIM manager, como é o aconselhável pela bibliografia, para

tomar decisões sobre o momento de envolvimento de outros arquitetos, criação de *templates* entre outras esferas.

Ao serem contratados, tanto o profissional responsável pela padronização do Revit no escritório, tanto, num segundo momento, aquele responsável pelo Archicad, possuía conhecimento avançado dos softwares mas não de todo o potencial da plataforma, além de não serem treinados para a gerência de pessoas e a liderança frente aos outros projetistas.

Como citado por Lourençon (2013) anteriormente, é normal que a produção da equipe caia no início da produção e que suba de acordo com a fase de aprendizagem. No estudo de caso essa afirmação se fez correta pela produtividade dos arquitetos e também, pela dificuldade de encontrar soluções como, por exemplo, qual programa usar para a compatibilização.

Outra questão que afetou a empresa do estudo de caso que era previsível de acordo com a bibliografia é o fato de alguns profissionais se adaptarem melhor ao modelo de produção do BIM e, por vezes, ao serem valorizados, receberem melhores propostas de emprego e deixar a equipe. No escritório de Belo Horizonte os profissionais que iniciaram a liderança deixaram de trabalhar no local no meio da implantação e não existia outra pessoa treinada para substituí-los com qualidade. Esse pensamento é importante não só no caso de desligamento, mas é essencial que prazos e qualidade sejam mantidos mesmo com a necessidade de ausência, mesmo que por curto período de tempo, dos seus líderes.

Também como levantado no começo do estudo, os primeiros envolvidos no escritório na implantação da plataforma BIM foram os mais jovens. Foram eles que idealizaram, fizeram as bases e aprenderam mais sobre os programas usados. Durante todo o processo é relatado que sempre contaram com a orientação de outros profissionais mais experientes para decisões projetuais e gerenciais, mas lideraram a produção de modo efetivo.

Já era previsto, também, que o uso da plataforma mais elaborada exigiria mais do maquinário usado. Porém, não foi previsto pela empresa a atualização de computadores nem antes do início da implantação nem após o seu começo.

Desta maneira é possível perceber que muitos dos problemas vivenciados eram previsíveis e poderiam ser evitados com um pouco mais de informação, organização e investimento inicial, mas que nem todos eles eram inevitáveis, como

por exemplo a curva de aprendizagem e a facilidade pelos mais novos em se adaptar.

## **4.2 Características externas a empresa**

Muitas das dificuldades vividas para implantação do projeto no escritório não foram causadas somente por decisões internas da empresa. Algumas vezes a empresa também foi prejudicada por ter que solucionar questões que, a princípio, não eram de sua alçada.

Ao serem contratados para desenvolver o projeto em Archicad não estava no escopo do trabalho o desenvolvimento da gestão de arquivos de todos os profissionais. Essa missão estava a cargo da construtora contratante, mas acabou sendo desviada para o escritório de arquitetura pelo também despreparo por parte do contratante.

Assim, apesar de em contrato todos os profissionais envolvidos estarem assumindo produzir um projeto em BIM, essa não foi a realidade, fato que também foi relatado acontecer em outras empresas que tentam a mesma implantação, como visto em capítulos anteriores. Ao lidar com a mão de obra despreparada de outras disciplinas os responsáveis pela arquitetura tiveram que reparar erros imprevistos e tomar novas decisões de projeto durante o desenvolvimento deste para que toda a equipe estivesse alinhada nas informações, como entregas em CAD e em arquivos editáveis.

Desta forma o BIM não foi de fato implantado no projeto do empreendimento, e sim uma mescla de arquitetura desenvolvida em BIM com outras disciplinas desenvolvidas em 2D e somente transcritas para o 3D. Esse drible feito por alguns projetistas complementares, apesar de comum, prejudica a qualidade do produto pelo aumento de fases e pela desvinculação do projeto original com o projeto entregue.

Os prazos também foram prejudicados pela inexperiência dos projetistas complementares, já que por também não possuírem ainda desenvoltura na produção de projetos em BIM, estavam passando pela fase lenta da curva de aprendizagem. Essa dificuldade inicial fez com que alguns deles atrasassem entregas e, com isso,

dificultassem a manutenção do prazo por todos os envolvidos, já que os projetos são codependentes.

Como no escritório de arquitetura, os outros escritórios também tiveram a mesma dificuldade entre o conhecimento e experiência dos mais velhos versus a facilidade de aprendizagem tecnologia dos mais jovens. Por isso, também, houve maior número de atrasos e de erros, já que os mais velhos idealizavam os projetos em 2D ou em outros programas que já são habituados, enquanto os mais jovens o transcreviam para BIM.

A falta de determinação do LOD do projeto também dificultou o desenvolvimento de todos. Ao não se estabelecer até que ponto de detalhamento deveria se chegar em cada fase, cada projetista refinou o projeto em um nível, gerando por vezes retrabalho desnecessário ou, ao contrário, atraso por incompreensão.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

A utilização da tecnologia BIM abre um caminho de possibilidades para uma automação dos processos de projeto e de conferência dos mesmos. Diferente de um projeto tradicional desenvolvido em softwares CAD o modelo paramétrico, desenvolvido em plataformas BIM, agrega várias informações se transformando em um grande banco de dados que através de parametrizações e customizações ganha inteligência. Eastman (2008) constata que a modelagem paramétrica transforma a modelagem de uma ferramenta de projeto geométrico em uma ferramenta de inserção de conhecimento. O BIM traz também a possibilidade de automatizar o processo de conferência dos projetos facilitando o trabalho dos projetistas e contratantes sejam públicos ou privados.

Os diretores do escritório, ao decidirem se inserir no uso do BIM demonstraram visualizar as potencialidades do uso da plataforma na construção civil, mas a experiência se mostrou precipitada. A intenção ao aderir ao novo programa era diminuir a quantidade de erros nas pranchas, reduzir a carga horária trabalhada por projeto e conseguir entregar para o cliente um desenho melhor resolvido.

Foi notório que apesar dos treinamentos e compra de softwares, não houve por parte da empresa um planejamento estratégico da implantação, com definição de equipes, escopos e prazos. Com isso os treinamentos ficaram perdidos, já que com a demora na implantação grande parte do conhecimento adquirido pelos funcionários foi esquecido.

A mesma característica de falta de planejamento foi notória na construtora. Da parte da contratante notou-se falta de informação das características do trabalho em BIM, com análises feitas em pranchas e não em modelo 3D, na definição de prazos e na contratação de todos os projetos. O processo mostrou ser uma experiência também para a construtora e a mão de obra envolvida também não estava preparada para a nova concepção de produção de projetos.

Todo o processo também foi prejudicado pela crise financeira do país. Ao mesmo tempo que os envolvidos queriam se modernizar, ninguém queria ou podia investir dinheiro nisso. Não foram contratadas consultorias ou outros profissionais mais especializados, e com isso mais caros, para desenvolver projetos tanto pela

contratante, quanto pelos contratados. Também não foram compradas máquinas mais potentes ou feita melhor remuneração aos projetistas pelo uso de tecnologia mais complexa. Assim, tentou-se com maquinário, preço e mão de obra de CAD, desenvolver um modelo em BIM.

Apesar das características negativas, é comum entre os envolvidos que a experiência foi válida. Para novos empreendimentos é pensado em uma remuneração, forma de contratação e desenvolvimento de projetos diferente, que tente sanar os erros vividos no primeiro projeto. Como o empreendimento em estudo ainda não teve a obra completada, espera-se, também, que a diminuição dos problemas em obra compense as dificuldades do projeto.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADDOR, M. BIM. In: FÓRUM ASBEA; ENCONTRO REGIONAL, 8, 2009, São Roque. Disponível em: [http://www.asbea.org.br/download/apresentacao\\_miriamaddor\\_24\\_10\\_2009.pdf](http://www.asbea.org.br/download/apresentacao_miriamaddor_24_10_2009.pdf) Acesso em: 09 jan. 2017.

AISH, R. **Building modeling: the key to integrated construction CAD**. In: CIB 5th INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON THE USE OF COMPUTERS FOR ENVIRONMENTAL ENGINEERING RELATED TO BUILDINGS, 5, 1986, Bath, UK. Anais... London: CIBSE, p. 7-9.

ANDIA, A. **Towards algorithmic BIM networks: the integration of bim databases with generative design**. Cadernos de Pós-graduação em Arquitetura e Urbanismo, São Paulo, v. 1, p. 13-30, 2008. Disponível em: <<http://www.mackenzie.br/dhtm/seer/index.php/cpgau/article/viewFile/243/102>>. Acesso em: 10 jan. 2017.

ASBEA. Guia de Boas Práticas em BIM – **Fascículo II – Fluxo de projetos em BIM: planejamento e execução**. Disponível em: [http://www.asbea.org.br/download/Guia\\_Bim\\_AsBEA\\_Fasciculo\\_2.pdf](http://www.asbea.org.br/download/Guia_Bim_AsBEA_Fasciculo_2.pdf). Acesso em: 15 dez. 2016.

BARISON, M.B.; SANTOS, E.T. **Na overview of BIM specialists**. In: ICCBE-International Conference on Computing in Civil and Building Engineering, 2010. Proceedings, 2010. 6p.

EASTMAN, C. **Building product models: computer environments, supporting design and construction**. Boca Raton FL: CRC Press, 1999.

EASTMAN, C. et al. **BIM handbook: a guide to building information modeling for owners, managers, designers, engineers, and contractors**. New Jersey - USA: John Wiley & Sons, Inc., 2008.

EASTMAN, C. **The use of computers instead of drawings**. AIA Journal, v. 63, n. 3, p. 46-50, March 1975.

FEITOSA, A. **“Contexto BIM no Brasil e no Mundo”**. Disponível em: <<http://bimexperts.com.br/contexto-bim-no-brasil-e-no-mundo/>>. Acesso em: 15 set. 2016.

FIGUEROLA, V. **BIM na prática**. AU - Arquitetura e Urbanismo, São Paulo, v. 208, p. 58-60, jul. 2011.

GEROLLA, G. **O Brasil - universidades, projetistas, arquitetos, engenheiros - está preparado para o BIM?** AU - Arquitetura e Urbanismo, São Paulo, v. 208, p. 16-17, jul. 2011.

GIL, A. C. **Como Elaborar Projetos de Pesquisa**. 4 ed. São Paulo: Atlas S.A., 2002. 175p.

<http://dx.doi.org/10.1590/s1678-86212015000400044>. Acesso em: 10 jan. 2017.

<http://www.bimrevit.com/2015/05/bim-3d-4d-5d-e-6d.html>. Acesso em: 10 jan.2017.

<https://engenhariaeetc.wordpress.com> Acesso em 20 out. 2016.

<https://www.sienge.com.br/blog/gerente-de-bim-novo-profissional-que-surge-no-mercado/> Acesso em: 22 out. 2016.

<https://www.tekla.com/br/sobre/Open-BIM> Acesso em: 03 jan. 2017.

ISIKDAG, U.; UNDERWOOD, J. **Two design patterns for facilitating Building Information Model-based synchronous collaboration**. Automation in Construction, v.19, n.5, p-544-533, 2010.

LOURENÇON, A. C. **Quanto custa implementar o BIM**. AU – Arquitetura e Urbanismo, São Paulo, v. 208, p. 76-77, jul. 2011.

MANZIONE, L. **Proposição de uma estrutura conceitual de gestão do processo de projeto colaborativo com o uso do BIM**. 2013. 389 p. Tese (Doutorado) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2013.

MENEZES, Gilda L. B. de. **Breve histórico de implantação da plataforma BIM**. In: Cadernos de Arquitetura e Urbanismo, v.18. n.22, 2011.

Monteiro, Ari; Matias, Karina; **Avaliação de Ferramentas BIM para Elaboração de Projetos Executivos de Arquitetura**, p. 710-721 . In: Anais do VII Encontro de Tecnologia de Informação e Comunicação na Construção - TIC2015 [=ANTAC e Blucher Engineering Proceedings]. Porto Alegre: ANTAC; São Paulo: Blucher, 2015.  
REIS, P. **Desafios da implementação**. AU - Arquitetura e Urbanismo, São Paulo, v. 208, p. 67-71, jul. 2011.

ROCHA, A. P. **Por dentro do BIM**. Técnica, São Paulo, v. 168, p.38-43, mar. 2011.  
ROSSO, S. M. Especial - **BIM: quem é quem**. AU – Arquitetura e Urbanismo, São Paulo, v. 208, p. 61-64, jul. 2011.

Ruschel; Andrade; Morais.. **O ensino de BIM no Brasil: Onde estamos?**. Ambiente Construído. Ambient. constr. vol.13 no.2 Porto Alegre Apr./Jun 2013. Disponível em: Andlt; <http://dx.doi.org/10.1590/S1678-86212013000200012Andgt;>. Acesso em: 20 jul. 2016.

SAYEGH, S. **Informações coordenadas**. AU - Arquitetura e Urbanismo, São Paulo, v. 208, p. 72-75, jul. 2011.

SAYEGH, S. **Informações coordenadas**. AU - Arquitetura e Urbanismo, São Paulo, v. 208, p. 72-75, jul. 2011.