

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE CONSTRUÇÃO CIVIL
ESPECIALIZAÇÃO EM GERENCIAMENTO DE OBRAS**

JOÃO LUCAS VERÍSSIMO AVELINO

**GERENCIAMENTO DE QUALIDADE DO PROCESSO DE
MODELAGEM INFORMATIZADA DE EDIFICAÇÕES NO PROJETO
ARQUITETÔNICO**

MONOGRAFIA DE ESPECIALIZAÇÃO

**CURITIBA
2013**

JOÃO LUCAS VERÍSSIMO AVELINO

**GERENCIAMENTO DE QUALIDADE DO PROCESSO DE
MODELAGEM INFORMATIZADA DE EDIFICAÇÕES NO PROJETO
ARQUITETÔNICO**

Monografia apresentada para obtenção de título de especialista no Curso de Pós Graduação em Gerenciamento de Obras, Departamento Acadêmico de Construção Civil, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, UTFPR.

Orientador: Prof. Carlos Alberto da Costa, Tecnólogo Civil, M. Eng.

CURITIBA
2013

JOÃO LUCAS VERÍSSIMO AVELINO

**GERENCIAMENTO DE QUALIDADE DO PROCESSO DE MODELAGEM
INFORMATIZADA DE EDIFICAÇÕES NO PROJETO ARQUITETÔNICO**

Monografia aprovada como requisito parcial para obtenção do título de *Especialista* no Curso de Pós-Graduação em Gerenciamento de Obras, Universidade Tecnológica Federal do Paraná - UTFPR, pela comissão formada pelos professores:

Orientador:

Prof. Carlos Alberto da Costa, M.Eng.
Professor do XVII GEOB, UTFPR

Banca:

Prof. Rodrigo Eduardo Catai, Dr.
Departamento Acadêmico de Construção Civil, UTFPR

Prof. Cezar Augusto Romano, Dr.
Departamento Acadêmico de Construção Civil, UTFPR

Curitiba
2013

“O termo de aprovação assinado encontra-se na Coordenação do Curso”

AGRADECIMENTOS:

Agradeço a todos os envolvidos direta e indiretamente no processo de concepção deste volume, aos colegas da Especialização de Gerenciamento de Obras que acompanharam durante o ano todo o desenvolvimento das diversas atividades ao longo do curso, do corpo de professores e dos membros do setor administrativo da Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Agradeço especialmente ao professor Carlos Alberto da Costa pela orientação

DEDICATÓRIA:

Dedico este trabalho à minha família que me acompanhou diariamente durante toda a formação, este período de pós-graduação, em especial a Patrícia Knapik pelo apoio dado em todos os momentos e aos grandes amigos que me acompanharam desde a formação superior e inclusive durante este curso de pós-graduação.

RESUMO:

AVELINO, João Lucas Veríssimo. **A implantação da tecnologia BIM em escritórios de arquitetura.** 2013. 55f. Monografia (Especialização em Gerenciamento de Obras) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curitiba, 2013.

Os processos de concepção, desenvolvimento e documentação de projetos na indústria AEC passa por um processo de reformulação com a implantação da Modelagem Informatizada de Edifícios (BIM). Este processo altera de maneira drástica o papel e a influência do arquiteto, não apenas nas etapas de concepção e design, mas, principalmente no projeto de um empreendimento como um todo, assumindo a figura do gerenciador do elemento central de todo o projeto, o modelo, a construção virtual.

Este trabalho tem como objetivo estabelecer diretrizes para consolidar uma metodologia de projeto utilizando a metodologia BIM com foco no arquiteto e urbanista. Para tal foram analisadas teorias sobre a conceituação de BIM a categorização dos níveis de implementação do BIM e ferramentas de gerenciamento, como o ciclo PDCA. Houve posteriormente o cruzamento destas informações obtidas com o resultado do estudo de caso de implementação do BIM.

Palavras chave: BIM, Arquitetura, Qualidade, Gerenciamento, Modelagem

ABSTRACT:

AVELINO, João Lucas Veríssimo. **A implantação da tecnologia BIM em escritórios de arquitetura.** 2013. 55f. Monografia (Especialização em Gerenciamento de Obras) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curitiba, 2013.

The conception, developing and documentation processes in the AEC industry is going through a reformulation process with the deployment of the Building Information Modeling. This process dramatically alters the role and the influence of the architect, not only at the conception and design steps, but, mainly, at the enterprise's entire Project, assuming the role of manager of the whole project centerpiece, the model. The Virtual Construction.

This research intends to establish guidelines for reinforce a Project method focusing the role of the architect and urbanist. To this, it were analysed theoretics about the BIM concept, Deployment levels of BIM and management tools. Thereafter, these information were compared with the results of a case study of BIM deployment.

Keywords: *BIM, Architecture, Quality, Management, Modeling*

SUMÁRIO

AGRADECIMENTOS:	4
DEDICATÓRIA:	4
RESUMO:.....	5
ABSTRACT:	6
LISTA DE ABREVIATURAS.....	9
LISTA DE FIGURAS.....	10
1 INTRODUÇÃO.....	11
1.1 OBJETIVOS DO TRABALHO:.....	12
1.2 METODOLOGIA:	12
1.3 JUSTIFICATIVA:.....	12
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	13
2.1 A TRANSIÇÃO DO PROCESSO DE DESIGN E DOCUMENTAÇÃO	13
2.1.1 O processo de documentação pré-CAD.....	13
2.1.3 <i>O Computer-Aided Design</i>	14
2.2 A MODELAGEM INFORMATIZADA DE EDIFICAÇÕES	15
2.3 BARREIRAS DE IMPLEMENTAÇÃO DO BIM.....	17
2.4 EXPECTATIVAS DO USO DO BIM.....	19
2.5 NÍVEIS DE IMPLANTAÇÃO DO BIM SEGUNDO A RIBA.....	20
2.5.1 Nível 1 de implantação do BIM	21
2.5.2 Nível 2 de implantação do BIM	22
2.5.3 Nível 3 de implantação do BIM	22
2.5 ABORDAGEM POR GERAÇÃO DA EVOLUÇÃO DOS SISTEMAS BIM.	24
2.5.1 BIM 1.0.....	25
2.5.2 BIM 2.0.....	25
2.5.3 BIM 3.0	27
2.6 PROCESSOS DE QUALIDADE EM BIM.....	27
2.6.1 Gestão de versões de projeto.	28
2.6.2 Ciclo PDCA	28
2.6.3 Documentação Bidimensional.....	30

2.6.4	Modelo tridimensional - Construção Virtual	33
2.6.5	Retirada de dados – 4ª e 5ª dimensão	35
3	METODOLOGIA	38
3.1	METODOLOGIA APLICADA.....	38
3.2	ESTRUTURA DO ESTUDO DE CASO.....	38
3.2.1	Software utilizado:	39
3.2.2	O estágio do uso do BIM:	39
4	RESULTADOS	40
4.1	CATEGORIZAÇÃO DO ESTÁGIO DE USO	40
4.1.1	Abordagem do plano de trabalho da RIBA.	40
4.1.2	Abordagem de gerações:.....	41
4.1.3	Conclusão: Categorização do estágio de uso:	41
4.2	PROCESSO DE GERENCIAMENTO DO MODELO / PROJETO	42
4.2.1	O controle de qualidade dos projetos.....	42
4.2.2	Controle de qualidade do modelo:	43
4.2.3	Esforços para a consolidação de um processo de qualidade:	43
4.3	DIRETRIZES PARA CONSOLIDAÇÃO DE UM PROCESSO DE QUALIDADE	44
4.3.1	Aplicação do ciclo PDCA	46
5	CONCLUSÃO	48
6	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:.....	49
APÊNDICE 01 QUESTÕES ABORDADAS ENTREVISTA PARA ESTUDO DE CASO		50
APÊNDICE 02 – DOCUMENTAÇÃO DE REGISTRO DAS FASES DO CICLO PDCA.		53
.....		53
1)	FORMULÁRIO DE ADIÇÃO DE FAMÍLIA E/OU TIPOS.....	53
2)	FORMULÁRIO DE OCORRÊNCIAS:.....	54
3)	FORMULÁRIOS DE ALTERAÇÕES DE <i>TEMPLATE</i> E BIBLIOTECA:.....	55

LISTA DE ABREVIATURAS

AEC: Arquitetura, Engenharia e Construção;

BIM: Building Information Modeling (em português, em tradução livre: Modelagem informatizada de Edificações);

CAD: Computer Aided Design (em português, em tradução livre: Design auxiliado por computador);

MEP: Mechanical, electrical and Plumbing (em português, em tradução livre: Instalações mecânica, elétrica e hidráulica);

PDCA: Plan, Do, Check, Act. (em português, em tradução livre: Planejar, Executar, Conferir e Atuar).

iBIM: Integrated BIM. (em português, em tradução livre: BIM integrado)

RIBA: Royal Institute of British Architects (em português Real Instituto de Arquitetos Britânicos).

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Interface da edição de propriedades de um elemento e de um tipo de parede no Revit Architecture®. Fonte: O Autor	19
Figura 2 - Níveis de implantação do BIM Fonte: Brew and Richards 2008 <i>apud</i> SINCLAIR 2012.....	20
Figura 3 - Modelo integrado de uma edificação, englobando dados do projeto arquitetônico e dos projetos complementares. Fonte: http://theaecassociates.com/wp-content/uploads/2012/03/BIM-3D-modeling.jpg acessado em 18/06/2013	24
Figura 4 - Quadros de edição e criação de <i>Templates</i> de vista no <i>software</i> Revit Architecture®	32
Figura 5 - Janela de configuração de representação de elementos em fases de projeto no Revit Architecture®	32
Figura 6 - Notificação de elementos duplicados no <i>software</i> Revit Architecture®.....	35
Figura 7 - Exemplo da distribuição das fases de um projeto no Revit Architecture®.....	36
Figura 8 - Propriedades dos elementos com destaque para a correta fase de instalação no <i>software</i> Revit Architecture®.....	36
Figura 9 - Ciclo PDCA e a documentação produzida em cada uma das etapas para a alimentação do sistema de gestão da qualidade. Fonte: O autor.....	47
Gráfico 1 - Relação entre qualidade e tempo do processo estudado. Fonte: O autor.	44
Gráfico 2 - Relação entre tempo e qualidade em um processo consolidado. Fonte: O Autor.....	45

1 INTRODUÇÃO

A modelagem informatizada de edificações (BIM) está se solidificando como uma nova etapa no desenvolvimento de ferramentas e novos métodos de projeto. Esta nova visão sobre os processos que envolvem um projeto mostram um novo cenário de integração entre estes processos, desde a concepção, design, orçamento, cronograma e execução, podendo seguir para manutenção até que se complete o ciclo de vida das edificações.

A partir desta nova abordagem, se tornou evidente uma necessidade de revisão da maneira de se realizar todas estas etapas de modo a criar esta integração. A partir desta reorganização dos processos, criou-se um sistema que gira em torno de um denominador comum, o modelo, conforme sugerido pelo próprio nome.

O cenário atual referente à metodologia e ferramentas caracteriza um processo de transição: O Computer-Aided Design, predominante no cenário brasileiro no que tange à produção de projetos arquitetônicos, aos poucos abre espaço para a adoção da Modelagem Informatizada de Edificações.

O uso do BIM, porém, demanda uma reestruturação do trabalho, tanto em termos estruturais (composição do escritório) quanto em termos de procedimento (método de trabalho). Segundo Brocardo (2012) “Estas mudanças trazem consequências que vão muito além da representação, já que durante todo o processo o modelo gerado permite analisar, simular e extrair dados com precisão”

Além destas barreiras para o uso, há muitas expectativas para o uso do BIM, muitas delas relacionadas com a eficiência do processo de projeto, em relação ao tempo de produção da documentação, como é possível ver adiante.

1.1 OBJETIVOS DO TRABALHO:

O objetivo geral do trabalho é estabelecer diretrizes para consolidar uma metodologia de projeto utilizando a metodologia BIM com o enfoque em escritórios de arquitetura.

Os objetivos específicos são, primeiramente posicionar o atual uso do BIM no contexto brasileiro e, analisando um estudo de caso, definir barreiras a serem superadas para uma efetiva aplicação desta metodologia.

1.2 METODOLOGIA:

Primeiramente, será realizada a fundamentação teórica, visando estabelecer como é o cenário da aplicação do BIM, suas barreiras para implantação, suas expectativas, compreender a classificação de profundidade do uso do BIM em um cenário mais avançado. Posteriormente será realizado um estudo de caso visando observar um processo de projeto em BIM. A partir desta observação, juntamente com cruzamento de informações da fundamentação teórica será posicionado o uso do BIM dentro de uma classificação em relação à sua profundidade e estabelecer-se-ão diretrizes para que este processo seja consolidado.

1.3 JUSTIFICATIVA:

O que justifica o foco escolhido, a etapa de design arquitetônico, é o fato de ser nesta etapa que ocorre a construção do modelo. Segundo Crespo *et al.* (2007) *apud* Hilgenberg *et al.* (2012), é na etapa de concepção do projeto, elaborada pelo arquiteto, que se inicia o processo de modelagem. Nas fases iniciais da elaboração do design é que é decidida a plataforma de trabalho. É nesta etapa que a iniciativa de utilizar BIM normalmente ocorre. Uma solidificação da aplicação desta metodologia pode servir de base para um desenvolvimento geral do BIM no setor da construção civil.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Primeiramente, para o desenvolvimento deste trabalho é importante caracterizar o objeto de estudo, o *Building Information Modeling* (BIM, em português: Modelagem Informatizada de Edificações) além de analisar a transição de metodologias de projeto, desde a prancheta, passando pelo *Computer-Aided Design* (CAD, em inglês: Design auxiliado por computador).

Para evitar falhas de entendimento, será adiantado um breve esclarecimento do termo 'projeto': Na língua portuguesa existem dois grandes significados para este termo, se voltado para o campo da indústria de AEC. Analisando o verbete 'projeto' no dicionário, obtêm-se diferentes definições que são importantes para o desenvolvimento do trabalho. Para 'projeto' obtém-se: "Empreendimento a ser realizado dentro de um determinado esquema" e "*Arquit.* Plano geral de uma edificação". (FERREIRA, 1988)

Como são definições bastante utilizadas neste trabalho, para tornar o entendimento mais claro, foi optado pela definição em inglês, com 'projeto' sendo utilizado para definir o 'project', que caracteriza a definição de empreendimento, de um planejamento geral deste. Para caracterizar a etapa de concepção do plano arquitetônico da edificação, é utilizado o termo design. Já incluso no vocabulário português.

2.1 A TRANSIÇÃO DO PROCESSO DE DESIGN E DOCUMENTAÇÃO

Ao realizar um estudo referente à Modelagem Informatizada de Edificações, é imprescindível analisar a transição rápida do processo de design e de documentação deste, com a finalidade de execução.

2.1.1 O processo de documentação pré-CAD

Até o advento do CAD, o processo de documentação do projeto era completamente analógico. As ferramentas de desenho (régua, esquadros, compassos, escalímetros) e perícia técnica eram os elementos que davam legibilidade a esta documentação. O processo, por ser analógico não possuía facilitador algum no caso de alguma alteração no processo de design, ou alterações de escopo. Cada alteração desta natureza gerava um grande volume de retrabalho, pois se fazia necessário descartar toda a documentação produzida anteriormente. Novas etapas de projeto também eram motivo de retrabalho, pois para cada nova etapa era necessário produzir material gráfico completamente novo. Um projeto legal não poderia utilizar-se de uma base de um estudo preliminar, por exemplo. Isto também cabe para a necessidade de várias cópias de um projeto. Para cada cópia, toda a documentação gráfica tinha a necessidade de ser refeita a partir da folha em branco.

As etapas de cronograma físico/financeiro ocorriam de forma analógica também. Era necessário levantar todos os dados a partir da documentação gráfica e, a partir destes dados levantados era feito o cálculo. Qualquer alteração de design ou escopo seria um elemento de retrabalho, mesmo que fosse localizado. As informações deveriam ser novamente levantadas de modo analógico, para, posteriormente, alimentar planilhas de cálculo de orçamento e de cronograma.

Em resumo, olhando o processo de design anterior ao CAD, os elementos marcantes para caracterizá-lo são: Processo analógico (ou seja, ausência completa de automação) e, principalmente, retrabalho.

2.1.3 *O Computer-Aided Design*

O advento da tecnologia de design auxiliado por computador foi uma resposta para algumas das pendências do processo analógico de design. O processo analógico em si e o alto volume de retrabalho.

A resposta do CAD para a pendência relacionada ao processo analógico foi a extinção da necessidade de uma grande perícia técnica em desenho

causado pela automação do processo. O processo automatizado permitia a criação de grids, de linhas perfeitamente alinhadas, com espessuras com precisão em décimos de milímetros. As escalas dos desenhos poderiam ser alteradas, assim como tamanhos de textos e cotas.

O volume de retrabalho foi um elemento que não foi totalmente resolvido com o advento do CAD devido a um elemento que justifica a dificuldade do próximo passo adiante na evolução do processo de documentação. Este elemento é o fato de o CAD não ter mudado o modo de se conceber o design. Como o próprio nome caracteriza, o design auxiliado por computador é apenas uma ferramenta para auxiliar o processo de design que era concebido anteriormente. A barreira desta nova ferramenta foi o uso de equipamentos que ainda na época, décadas de 1980 e 1990, não possuíam uma grande difusão, principalmente em um país com economia ainda em ascensão como o Brasil.

O processo de design não sofreu alterações, sendo que o produto final ainda era um desenho apenas, sem conter informações adicionais ao projeto. Os produtos tridimensionais eram frutos de um processo separado do design. A modelagem era separada da documentação técnica, tornando-se um anexo do projeto.

2.2 A MODELAGEM INFORMATIZADA DE EDIFICAÇÕES

A caracterização do BIM é muito importante, pois caracteriza muito bem o seu objetivo e a sua natureza. Caracterizar o BIM como uma tecnologia o limitaria a apenas uma ferramenta de CAD.

Como explicado anteriormente, o CAD se caracteriza com uma ferramenta de auxílio a uma metodologia de projeto já anteriormente utilizada.

O passo entre o CAD e o BIM é, metodologicamente, muito mais largo do que o anterior. Pois envolve uma mudança generalizada de várias etapas do projeto, não apenas uma automação de design. O passo entre as ferramentas analógicas e o CAD pode ser caracterizado como uma familiarização com um novo conjunto de ferramentas, o uso do computador, o uso de softwares. Os escritórios precisaram de um maior investimento em informática e em suporte de TI.

Este novo passo, entre o CAD e o BIM, não pode ser visto apenas como uma 'troca' do conjunto de ferramentas. Além da familiarização com softwares novos (considerando que a barreira do uso do computador já tenha sido quebrada), a necessidade de máquinas com maior processamento e uma maior preparação técnica, a implantação do BIM "pressupõe a reestruturação das empresas através da reorganização dos processos, da implementação de uma nova forma de trabalho e de um novo modo de pensar o processo de projeto" (SOUZA *et al.*, 2010).

Isto se deve ao fato de o BIM proporcionar uma abordagem mais ampla em todas as etapas do projeto do empreendimento. Além de ser uma ferramenta que facilita a documentação, esta nova abordagem projetual possibilita a concepção de um modelo parametrizado, do qual podem ser extraídas vistas tridimensionais, estimativas de custos, tabelas de quantitativos de materiais, estatísticas do projeto, etc. Neste modelo, cada elemento teria uma especificação de material, custo, fornecedor, fase da obra na qual ocorreria a sua implementação. A partir deste modelo parametrizado poderiam ser integradas as diferentes disciplinas de projeto e realizada a compatibilização de maneira tridimensional. Este processo de compatibilização tridimensional é facilitado pela existência de softwares dedicados aos projetos complementares, como por exemplo, o Revit Structure, da Autodesk, para modelagem de projetos estruturais e o Revit MEP.

Segundo Hilgenberg *et al.*(2012), o BIM se caracteriza como um conceito que objetiva a organização e o gerenciamento da informação relativa ao projeto e, mais detalhadamente, do design, durante todo o seu ciclo de vida. Além das facilidades gráficas proporcionadas pela modelagem 3D, como a criação e atualização automáticas da documentação bidimensional do projeto, a possibilidade de extração das informações é uma das características preponderantes deste conceito.

Os autores, além da possibilidade da geração, organização e gerenciamento das informações do projeto, evidenciam um fator decisivo para o uso do BIM: A garantia da consistência da informação ser maior que as obtidas a partir do CAD geométrico. Isto se deve à natureza do método de projeto com base em BIM, a construção virtual. Cada informação é vinculada a um elemento do modelo, o que torna mais facilmente identificáveis elementos com possíveis erros ou que

necessitem ser alterados para um resultado efetivo no cronograma e orçamento. Esta relação entre a construção virtual, com base no modelo, e um aumento significativo na consistência da informação em relação ao CAD geométrico também é reflexo, para os supracitados autores, de uma menor necessidade, no BIM, de interpretação arbitrária de elementos gráficos do projeto por parte dos integrantes do projeto, projetistas estruturais e complementares, profissionais responsáveis pela elaboração de orçamentos e cronograma, executores da obra e clientes, gerentes e outros profissionais leigos na área de AEC.

O uso do BIM tem possuí uma característica de ser bastante escalonado. Ou seja, permite o uso em diversas profundidades, desde um uso mais simplificado, utilizando apenas a sua interface tridimensional durante a concepção de projetos e a consequente automação da documentação, até um uso aprofundado onde ocorre o compartilhamento do modelo entre diversas disciplinas e uma abordagem às chamadas 4ª e 5ª dimensões (cronograma físico e financeiro) aproximando o processo de design ao gerenciamento do projeto. Andrade (2009) define o impacto do uso do BIM desde seu uso primário, o BIM 1.0 (abordado adiante), explicitando o seguinte.

“capacidade de coordenação de documentos, adição de informações aos objetos e rápida produção de documentos. Com isso geram-se documentos em tempo real, bem como, passa-se a trabalhar com modelos geométricos tridimensionais com informações agregadas substituindo modelos bidimensionais.”

2.3 BARREIRAS DE IMPLEMENTAÇÃO DO BIM

O processo de implementação desta nova abordagem projetual gerou uma série de expectativas por partes das empresas do setor AEC. De igual modo, foram aparecendo barreiras na implementação deste novo sistema. De acordo com Souza *et al.*(2009), o setor de projetos, de maneira generalizada, resiste à mudança, se mantendo firmes ao método tradicional de concepção e documentação do processo de design. Isto se deve a fatores como o longo processo de aprendizagem (decorrente das grandes mudanças implantadas por este novo método), a falta de tempo e recursos financeiros e deficiências dos softwares. Em 2013, outro fator que

determina fortemente uma grande barreira para implementação do software é o preço das licenças.

Um exemplo deste elevado custo de software pode ser observado no levantamento de preços do Revit, da Autodesk, que, de acordo com o website da empresa, possui versões do software entre US\$5.775,00 (contendo apenas o software Revit Architecture) e US\$12.075,00 (contendo o pacote completo, contemplando também o software Revit MEP, para projetos complementares e o Revit Structure, para projetos estruturais). Convertidos em reais, os valores são, de acordo com a cotação do dia 11/02/2013 (R\$1,97): R\$11.376,00 e R\$ 23.787,00.

Um agravante deste fator é o fato que, segundo Souza *et al.* (2009), apesar de os contratantes obterem os maiores lucros com a implementação do BIM em seus projetos, os escritórios de projetos subcontratados que estão tendo que arcar com as despesas de implementação. "No caso brasileiro isso é agravado pela escassez de recursos financeiros, decorrente da desvalorização da atividade de projeto (design, no caso da notação adotada no início deste trabalho)."

Outro elemento que deve ser considerado uma barreira de implantação do BIM é voltada para a já citada mudança de postura diante do processo de projeto. A visualização tridimensional do projeto, ao mesmo tempo que possibilita uma melhor visualização e compreensão do design, cria a necessidade de um conhecimento projetual holístico uma vez que a adição de uma terceira dimensão integrada permanentemente à prática do projeto. O fato de o processo exigir um conhecimento projetual mais apurado, de maneira a dar as respostas imediatas às demandas do projeto exige uma qualificação maior de todos os envolvidos no projeto, especialmente por parte da arquitetura e dos projetos complementares. Segundo Souza *et al.* (2009), esta maior qualificação não ocorre, pois há um distanciamento tecnológico entre o ensino e o mercado.

Esta última barreira evidencia outro elemento supracitado neste trabalho, a reestruturação dos escritórios de arquitetura. Esta reestruturação durante a implementação do BIM se relaciona com a necessidade de respostas imediatas a questões projetuais. Para tal, torna-se imprescindível um grau de autonomia bastante elevado por parte dos projetistas. Preferencialmente todo o corpo dos escritórios envolvidos deve possuir algum tipo de autonomia.

Não havendo mais uma demanda tão elevada de trabalho desvinculado ao processo de criação e desenvolvimento do projeto, não há tanto lugar para a figura do estagiário, como era comum antes do advento do BIM. Este fator alimenta o argumento da necessidade de reestruturação da estrutura dos escritórios.

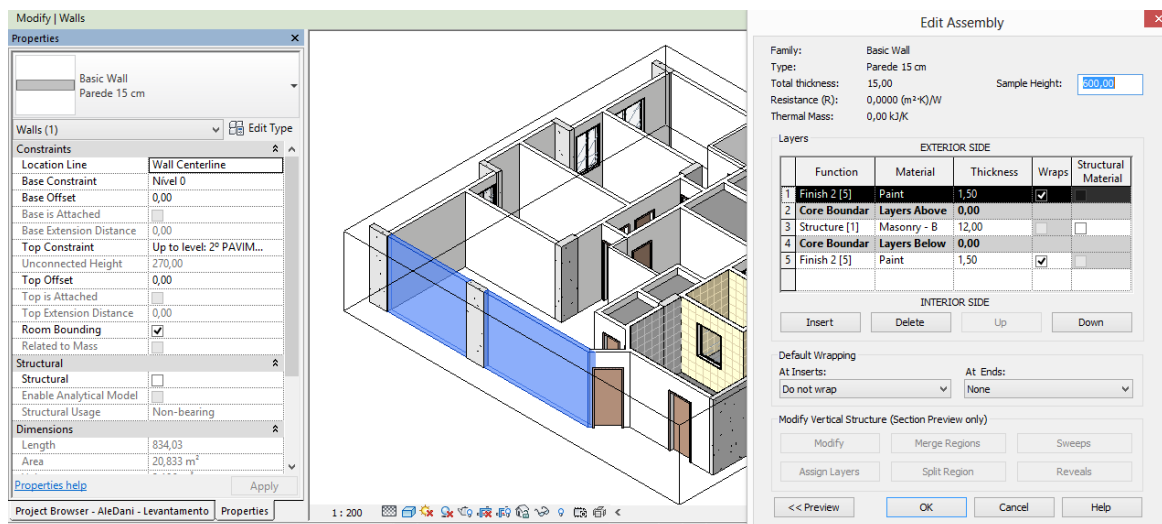


Figura 1 - Interface da edição de propriedades de um elemento e de um tipo de parede no Revit Architecture®. Fonte: O Autor

2.4 EXPECTATIVAS DO USO DO BIM

Souza *et al.* (2009) determinaram, mediante a pesquisa feita juntamente com 15 escritórios de arquitetura e urbanismo de São Paulo, Rio de Janeiro e Curitiba, com o perfil de pequeno porte (com aproximadamente 70% delas com até 15 funcionários), as grandes expectativas para a implementação do BIM.

Segundo a pesquisa, torna-se evidente a busca da implementação do BIM nos escritórios de Arquitetura associada a um aumento de produtividade e a uma maior qualidade do design em si.

Somando todas as respostas relacionadas ao aumento de produtividade, que incluem "reduzir da carga horária por projeto" e "diminuir prazo para entrega de projeto", obtém-se 31,91% das respostas (14,89% e 17,02% respectivamente). As alternativas "Melhorar / facilitar apresentação dos projetos" e "Melhorar a qualidade

do projeto", que abordam aspectos relacionados à qualidade do projeto, e sua apresentação somam 34,05% das respostas obtidas.

Outra alternativa que possui uma quantidade significativa de respostas foi "facilitar modificações no projeto", com 17,02%. Isto evidencia uma evolução determinante do processo de documentação e concepção de projeto. Como citado anteriormente, um dos grandes desafios deste avanço tecnológico era o retrabalho. Segundo Souza *et al.* (2009), "as modificações de projeto sejam realizadas facilmente através de da parametrização dos objetos. Aliado a isso a geração automática de vistas e cortes indica uma possível redução do trabalho."

2.5 NÍVEIS DE IMPLANTAÇÃO DO BIM SEGUNDO A RIBA.

A Real Associação dos Arquitetos Britânicos (RIBA, sigla em inglês) define, em seu plano de trabalho em BIM, níveis de implantação da metodologia BIM em empresas, definidos pela abrangência do seu uso, dos seus *outputs* (em tradução livre do inglês, saídas) e, principalmente, no compartilhamento do modelo. Abaixo segue um diagrama ilustrando estes níveis:

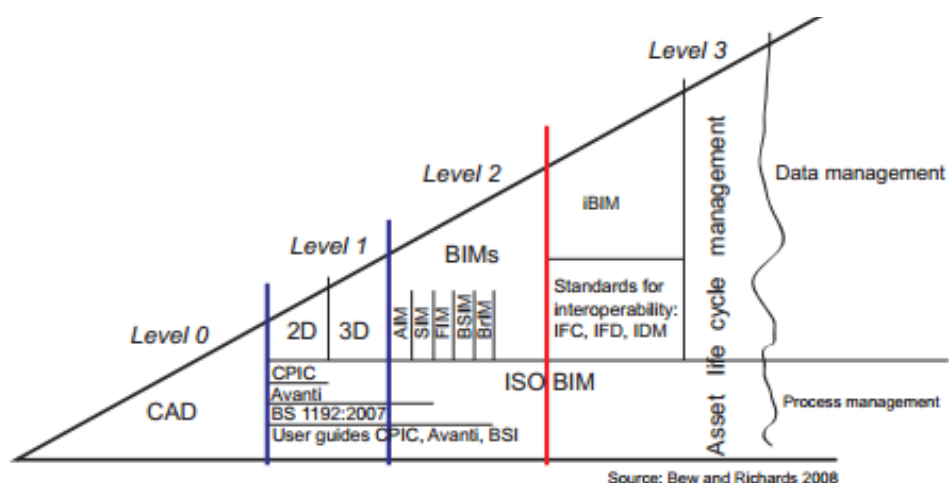


Figura 2 - Níveis de implantação do BIM
Fonte: Brew and Richards 2008 *apud* SINCLAIR 2012

Como mostrado na imagem, o Nível 0 corresponde à não utilização do BIM. A seguir serão explorados os próximos níveis de implantação.

2.5.1 Nível 1 de implantação do BIM

Segundo o documento da RIBA, o nível 1 de implantação do BIM é caracterizado por duas características dominantes:

A primeira característica é o uso das ferramentas e da nova metodologia apenas para a representação 2D e 3D da edificação. Já existe um grande passo com a escolha de um processo que permite a concepção de um projeto integrando a representação 2D e a modelagem 3D. Segundo o item abordado anteriormente enumerando expectativas do uso do BIM, estas todas são englobadas no Nível 01. A redução do tempo de projeto, uma maior fidelidade da representação bidimensional e uma maior facilidade para modificações são elementos que são fruto direto de um uso das ferramentas sem sair da esfera do '*Lonely BIM*' (em tradução livre do inglês: Bim Solitário), um dos termos utilizados pela RIBA para definir este nível de implantação.

Outro elemento que contribui para a implantação inicial do BIM é a possibilidade de comunicação entre a parametrização realizada em *softwares* BIM e *softwares* utilizados como plataforma de renderização. O que reduz significativamente o tempo necessário para a criação de imagens, pois a etapa de modelagem já faz parte do processo de concepção do projeto.

A segunda característica do Nível 01 de implantação do BIM, que também alimenta a alcunha "*Lonely BIM*" é o não compartilhamento do modelo. Não são envolvidos outros projetistas no processo de concepção do modelo. Esta característica reforça a necessidade de adoção do BIM por profissionais de outras áreas, como projeto estrutural e de instalações, pois a não adoção *per se* já é um fator dominante para o não desenvolvimento de uma implantação completa do conceito. Uma alternativa para, paulatinamente, integrar estes processos são os serviços de modelagem terceirizada que realizam a produção de um modelo com base em projetos tanto arquitetônicos, quanto estruturais e de instalações. Esta alternativa, porém não substitui a adoção do BIM pelas equipes de projetos, pois o uso da ferramenta como alimentador constante do processo de concepção destes projetos e a possibilidade da leitura direta do modelo por parte dos projetistas são elementos que não podem ser desconsiderados para um desenvolvimento de um

método integrado de projeto. Como é possível observar no diagrama, esta integração (no diagrama representado pela sigla iBIM).

2.5.2 Nível 2 de implantação do BIM

Segundo o plano de trabalho do RIBA, o segundo nível de implantação do BIM se caracteriza pela produção de informação tridimensional por toda uma equipe integrada do projeto. Este ponto já extrapola a adoção da modelagem informatizada de um escritório de arquitetura. Não é necessariamente a integração destes modelos produzidos por profissionais de arquitetura, estrutura e instalações, mas a multidisciplinaridade já exige uma demanda de uma ampliação de abordagem estrutural das equipes de trabalho. Segundo o plano de trabalho, Sinclair (2012) especifica.

(Em tradução livre do inglês) O BIM em seu Nível 2 requer que a atual fragmentação entre equipe de design e a equipe de designers subcontratados seja substituídas por equipes integradas trabalhando sob novas forma de trabalho mais diretos.

Este primeiro estágio de compartilhamento já exige um tratamento diferenciado de modalidades de contrato devido a direitos autorais relativos à propriedade intelectual do modelo. O plano de trabalho da RIBA denuncia a falta de abrangência dos atuais métodos de contratação às necessidades criadas por esta nova metodologia.

2.5.3 Nível 3 de implantação do BIM

O nível 3 de implantação do BIM se caracteriza no uso do modelo de maneira integrada. O compartilhamento deste se torna a tônica da atividade projetual. Todos os dados anteriormente produzidos separadamente ocorrerão simultaneamente em um único modelo. Esta concentração de dados tornará a verificação do modelo uma atividade constante durante o desenvolvimento do design e da retirada de dados.

Este nível de profundidade da abordagem é conceituado, além da concentração de toda a informação do projeto em um modelo, na possibilidade de retirada de informações mais complexas deste projeto, como, por exemplo, análises de desempenho energético da edificação. Por este motivo a interoperabilidade entre *softwares*, que não passava de elementos estéticos nos níveis mais rasos de implantação, tornando-se elemento delineador da atividade projetual, é característica predominante deste nível 3.

Este compartilhamento em tempo real demandará uma comunicação mais eficiente entre as partes devido à dinâmica de permissões se se estabelecerá de modo a não comprometer a integridade do modelo. Um exemplo é quando diferentes profissionais necessitam trabalhar em uma mesmo tipo de elementos do projeto. Um engenheiro de instalações não poderá trabalhar as intervenções no forro no mesmo tempo que o arquiteto está realizando suas definições. O próprio *software*, no caso, irá denunciar o conflito, devendo haver a permissão para o trabalho do engenheiro quando o arquiteto concluir o que lhe cabe.

Um elemento considerado anteriormente era uma inicial preocupação referente à propriedade intelectual sobre o modelo. Neste passo, onde parte do *output* do projeto é o próprio modelo, para uma correta atribuição de responsabilidades legais deve-se desenvolver uma legislação específica. Segundo Sinclair, 2012, ainda não há, nem na Grã Bretanha um arcabouço legal definido para o tratamento destas questões, sendo isto de desenvolvimento futuro. Um elemento que é citado como referência de modelo é a relação de um contrato colaborativo de múltiplas partes abrangendo todos os envolvidos com a elaboração do modelo.

Analisando esta última colocação, são destacadas duas opções de desenvolvimento do processo de gerenciamento de contratos, podendo ser tanto concentrado em uma figura de um gerente de contratos filiado à contratante de todos os serviços de projeto e design quanto integrado ao trabalho do próprio escritório de arquitetura que voltaria a apresentar uma característica que é histórica, o alto envolvimento como integrador de toda a atividade projetual.

INSERIR DIAGRAMA MOSTRANDO DINÂMICAS DE USO

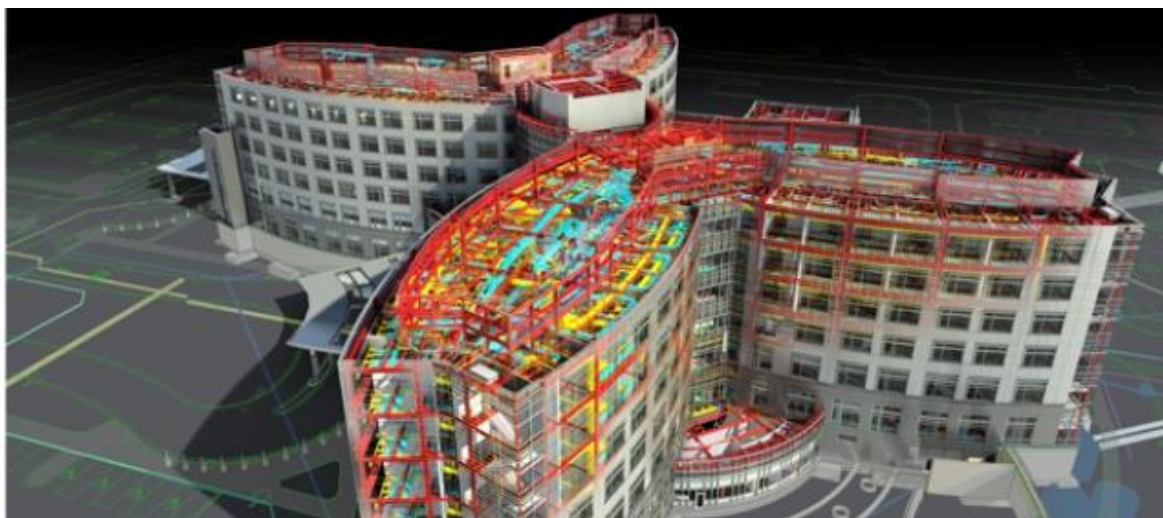


Figura 3 - Modelo integrado de uma edificação, englobando dados do projeto arquitetônico e dos projetos complementares.

Fonte: <http://theaecassociates.com/wp-content/uploads/2012/03/BIM-3D-modeling.jpg> acessado em 18/06/2013

De maneira semelhante ao desenvolvimento da metodologia nas equipes de projeto, Sinclair deixa clara a necessidade de haver uma adaptação de toda a postura diante do projeto por parte de toda a indústria AEC. Mas também deixa claro que a integração das dimensões de custo e tempo ao modelo são etapas posteriores ao desenvolvimento destas três etapas.

2.5 ABORDAGEM POR GERAÇÃO DA EVOLUÇÃO DOS SISTEMAS BIM..

Tobin (2008) *apud*. Coelho (2008) evidencia outra classificação aos níveis de profundidade, com base às dimensões abordadas com o uso do BIM. São denominadas “gerações de adoção do BIM, nomeando-as de BIM 1.0, 2.0 e 3.0”.

Esta caracterização envolve, além de elementos relacionados a compartilhamento de modelos, tratado mais detalhadamente na abordagem britânica, as diferentes dimensões que o projeto pode assumir, não havendo o foco apenas na dimensão do design arquitetônico e os projetos complementares.

2.5.1 BIM 1.0

Esta primeira geração de uso do BIM é caracterizado como a transição de um processo puramente geométrico de projeto com base em CAD para um processo que envolve as três dimensões. Pode ser considerado o início do processo de projeto através da construção virtual. É evidenciado o fato de não haver compartilhamento do modelo entre disciplinas o que caracteriza o *Lonely BIM*, como nomeado por Sinclair (2012). Coelho (2008) coloca este aspecto da seguinte forma: “Nesta fase, entretanto, o desenvolvimento do modelo é um processo individualizado, restrito aos projetistas, sem o envolvimento e colaboração de profissionais de outras áreas”.

Além da proximidade com a caracterização proposta por Sinclair (2012) no plano de trabalho da RIBA como Nível 1 de implantação, há outras denominações para esta fase de implantação, como “Little BIM (em tradução livre do inglês, Pequeno BIM)” na caracterização de Jerningan *apud* Andrade (2009), ou mesmo “CAD with Steroids” (CAD com esteroides, em tradução livre do inglês) na caracterização feita por Tobin (2008).

2.5.2 BIM 2.0

Esta fase de implementação do BIM, em parte se confunde com o Nível 2 de implantação descrito por Sinclair (2012) por se tratar de um inicial compartilhamento de informações geradas por BIM, mesmo não havendo uma completa integração.

Porém nesta abordagem, este nível envolve o trabalho nas chamadas ‘n’ Dimensões de projeto. Para tal, há a necessidade de uma estruturação do processo de intercâmbio de informações, conforme explicita Coelho (2008)

Nesta fase, modelos associando informações, tais como o tempo (4D), dados financeiros (5D) e análise de eficiência energética, dentre outros (nD), são associados ao sistema. Para tal, é necessária a cooperação entre os projetistas, consultores, empreendedores e construtores, com as devidas preocupações quanto à interoperabilidade dos dados, tendo em vista permitir o intercâmbio das informações entre os diversos participantes.

Outro elemento tratado, que se aplica também à caracterização em níveis elaborada no plano de trabalho da RIBA, é a necessidade de uma padronização de método de trabalho de profissionais das diferentes disciplinas para gerar uma uniformização. Ao se tratar do BIM 1.0 ou mesmo do Nível 1 de implantação, o arquiteto é o responsável por estabelecer um método de trabalho que será somente seu. Ao incluir novos envolvidos no processo esta consolidação do método entre todos se torna essencial, conforme expõe Andrade (2009):

“Esta geração representa um momento difícil para os arquitetos, pois precisam conciliar as necessidades de diferentes profissionais de projeto, na obtenção de informações do modelo arquitetônico digital”.

Isto evidencia a necessidade de haver uma consolidação do processo de modelagem dentro do âmbito escritório de arquitetura para que haja uma orientação para uma padronização geral do processo de projeto e modelagem para todos os envolvidos, remetendo ao abordado na justificativa deste trabalho, onde é evidenciado o papel do arquiteto como catalizador deste processo de transição para o BIM. O Neste sentido ainda, Tobin (2008), expõe:

(Em tradução livre do inglês: Antes um termo há muito familiar, interoperabilidade – significando o modo como informação variada é trocada de um parceiro para outro – emergiu como uma nova urgência como um assunto que envolve a indústria, e os projetistas encaram agora o processo de criação de modelos de modo nunca antes visto. Claramente o BIM 2.0 tornou-se algo além de uma ferramenta de representação e tem sido pensado como um trabalho propriamente complexo.)

Há que se destacar a preocupação em relação à propriedade intelectual destas informações, o que já é abordado por Sinclair (2012), no plano de trabalho da RIBA. Mesmo que, segundo Coelho (2008) “a adoção efetiva do BIM 2.0 já é realidade em empreendimentos na América do Norte, Ásia e Europa”, fica evidente a preocupação da RIBA na elaboração de novos sistemas de contratação do serviços que lidem de maneira mais completa com a propriedade intelectual do modelo.

2.5.3 BIM 3.0

Também conhecido como o BIM pós-interoperabilidade. Representa a prática integrada do BIM pelas várias disciplinas em um modelo. Pode ser relacionado ao Nível 3 de implantação do BIM, na abordagem da RIBA.

A diferenciação desta geração à anterior é a existência de apenas um modelo ao qual são inseridas todas as disciplinas. Muitas das observações relacionadas a um padrão de trabalho entre todos os envolvidos no projeto se tomam uma escala mais abrangente, devido à simultaneidade do trabalho.

Tobim (2008) acredita que esta geração seja orientada por sistemas de compartilhamento através da internet, em um ambiente 3D compartilhado. Hoje há alternativas como a nuvem. O autor também evidencia que, por mais que este cenário pareça idealista, é necessário ser analisado para que haja pesquisas na área de aprimoramento da atividade compartilhada.

Novamente é digna de nota a preocupação com a alteração da forma de contratação para que seja estabelecida de maneira correta a propriedade intelectual entre cada uma das partes, uma vez que elas são trabalhadas de maneira compartilhada.

2.6 PROCESSOS DE QUALIDADE EM BIM

Ao conceituar qualidade, um dos aspectos eminentes é a conformidade com requisitos. A metodologia de projeto que envolve a Modelagem Informatizada de Edificações, em seu pleno funcionamento, envolve uma série de elementos que devem ser supridos, conforme citado anteriormente. Estes elementos podem ser tratados como requisitos para uma avaliação qualitativa do serviço realizado.

A relação entre o BIM e o desempenho de um dado projeto, é referente à geração de informações, conforme expõe Gao *et al.* 2008 *apud* Hilgenberg *et al.* 2012).

"O desempenho de um projeto depende fortemente no quão bem a informação (...) é entregue e gerenciada. A conexão entre o projeto e a operação construtiva permanece baseada no papel ou em meios eletrônicos não interativos. Este gargalo reduz significativamente a eficiência e a produtividade em campo".

2.6.1 Gestão de versões de projeto.

Um elemento crucial para a gestão da qualidade do processo de projeto em BIM é o gerenciamento das versões do modelo. Segundo Santos *et al.* (2009), "várias versões de tais documentos podem existir e o acesso às últimas versões é de crucial importância". Na mesma medida que um processo bem trabalhado de gerenciamento das versões dos modelos referentes às diferentes disciplinas do projeto pode proporcionar uma maior velocidade e uma comunicação mais eficiente entre estas disciplinas, este elemento pode, se for mal trabalhado dentro de um projeto, pode comprometer várias etapas do processo, desde a etapa de design per se, até etapas posteriores, como finalização de uma documentação executiva ou mesmo a própria fase de execução, causando imprecisões potencialmente generalizadas no processo de interdimensionalização do modelo, ou seja, na obtenção de dados referentes à quarta e a quinta 'dimensões' do projeto.

Este elemento pode ser classificado como um elemento de gerenciamento geral do projeto, porém o conceito BIM tem como uma de suas grandes características a aproximação entre o gerenciamento do projeto e o gerenciamento do design.

2.6.2 Ciclo PDCA

Tomando como base do plano de ação da gestão da qualidade do processo BIM o Ciclo PDCA, esta atividade será a etapa C (check - traduzindo para o português como análise/avaliação).

A etapa de planejamento (P) na primeira rotação do ciclo corresponde à implementação da metodologia, com uma elaboração de um *template* inicial, a elaboração de uma biblioteca de famílias, anotações, elementos construtivos. Nos

próximos turnos do ciclo, esta etapa torna-se a atualização do planejamento inicial, com as diferentes considerações e melhorias vindas do ciclo anterior.

A etapa de execução (D - do inglês: Do) envolve a execução do processo estudado. A realização de um projeto arquitetônico (que envolve todas as esferas competentes ao arquiteto como a concepção, design, documentação, produção dos dados para alimentar cronogramas e orçamentos). Nesta etapa se tornam evidentes as qualidades e as deficiências do processo de uso do BIM. Problemas de execução da modelagem, deficiências de biblioteca e *template* ou mesmo deficiências no uso do software, como dificuldades para retirada e organização dos dados. O treinamento da equipe e a execução das tarefas. Este treinamento envolve, no primeiro ciclo, a preparação inicial da equipe durante a implementação do processo BIM. Posteriormente, envolve a atualização do conhecimento conforme as decisões tomadas durante as etapas de planejamento dos ciclos, com base no aprendizado da etapa anterior. A execução das tarefas irá por em prática o planejamento realizado.

A etapa de avaliação (C - do inglês: Check) envolve a avaliação da execução e, conseqüentemente, do processo BIM como um todo. Nesta etapa deverá ocorrer uma análise do processo para que ocorra um diagnóstico deste.

A etapa de ações (A) envolve ações corretivas com base no diagnóstico obtido na etapa anterior do ciclo. Serão norteadoras do próximo ciclo PDCA.

A primeira ação da etapa de avaliação (C, do ciclo PDCA), é identificar e enumerar as variáveis. Posteriormente será avaliado o que

Como variáveis na análise qualitativa do processo BIM serão tomadas as 'dimensões' (já enumeradas no início desta monografia). A análise individualizada destas diferentes dimensões abordadas no, torna a avaliação do funcionamento da metodologia mais precisa, podendo ser elencados itens de avaliação específicos que melhor se enquadram em cada caso, facilita a enumeração de soluções para as deficiências encontradas, podendo haver um cruzamento de informações para uma priorização das soluções.

As dimensões tratadas nesta avaliação são as seguintes:

- Documentação - 2 dimensões: Referente à correta documentação do projeto, envolve aspectos de representação gráfica de famílias (portas, janelas, mobiliário, pranchas, etiquetas, simbologia), elementos da edificação (como paredes, por exemplo). Isso inclui hachuras, espessura e cor de linhas, anotações (textos, cotas e demais elementos que facilitem a leitura do projeto arquitetônico).
- Modelo de construção virtual - 3 dimensões: Refere-se ao modelo em si, à representação tridimensional da edificação. Com essa construção tridimensional é possível realizar processos de verificação do projeto de maneira mais fluida, como por exemplo, compatibilizações da arquitetura com os projetos Estrutural, Hidráulico, Ar-Condicionado, Elétrico, Etc. A localização de conflitos se torna mais evidente.
- A quarta e a quinta dimensões são notações de uso comum para descrever os processos de orçamento e planejamento em cronograma. Na plataforma BIM, estes elementos são completamente ligados ao modelo.

A partir da análise do processo de implementação do BIM, desde sua caracterização até a análise de barreiras e expectativas de sua implementação, torna-se evidente a necessidade de estabelecer um foco em esforços para a gestão de qualidade da modelagem informatizada de edificações.

2.6.3 Documentação Bidimensional

A documentação bidimensional do projeto é uma das tarefas do trabalho de um escritório de arquitetura em que o desenvolvimento de um processo de qualidade baseado em plano PDCA pode ser mais evidenciado. Pois não se trata de um sistema de alimentação, em que se forma uma base de dados que será alimentado durante o uso da ferramenta, como uma biblioteca de famílias parametrizadas.

A documentação bidimensional é uma tarefa que depende de uma pré-configuração do software para uso. A formação de *templates* para as vistas que serão geradas e o gerenciamento de representação de “fases de projeto” (como a ‘dimensão’ temporal é denominada no Revit, por exemplo) são bons exemplos disso.

A etapa de planejamento ocorre na formação inicial destes *templates*, o estabelecimento de como o projeto será representado bidimensionalmente. O processo de concepção de projetos em CAD demandava a criação de arquivos padrão, com *layers* pré-configurados, blocos em diferentes escalas e arquivos de 'penas' para plotagem. Posteriormente foi desenvolvida a função "*Annotate*" que supriu algumas delas, como a diferente representação em escalas, mas a configuração da representação gráfica ainda era manual.

Para que o BIM apresente estas vantagens é necessária uma configuração inicial e isto caracteriza claramente a etapa de planejamento do ciclo PDCA. Esta etapa não consiste apenas na configuração em si, mas em toda a definição de como será a representação bidimensional dos projetos do escritório. Definições de diferentes tipos de vista, dos diferentes filtros de vista. Outras características podem ser semelhantes às utilizadas no processo em CAD, mas que podem ser reavaliadas no processo de discussão e planejamento destes *templates*, como tipos de texto, cota, anotações de ambientes, esquadrias, revestimentos.

Exemplificando, no software Revit Architecture®, existem configurações iniciais que são essenciais para assegurar uma padronização de documentação, conforme os itens discutidos na etapa de planejamento. Os principais elementos a ser configurados quanto à configuração inicial de visualização são os *View Templates* e a *Phasing*.

O primeiro elemento determina elementos do modelo que serão visíveis e os que não serão visíveis em cada tipo de vista. Por exemplo, em um template de Estudo Preliminar será visível mobiliário para um projeto de arquitetura, o nível de detalhamento não será tão alto, a escala padrão será 1:100, serão colocadas hachuras para diferenciar áreas molhadas e áreas secas. Em um projeto executivo da edificação serão diferentes os elementos evidenciados na vista, como cotas. Não serão mostrados o layout e o paisagismo. O segundo, como foi abordado anteriormente, controla a visualização em relação à dimensão tempo.

Abaixo estão ilustrados como são configurados estes dois elementos no *software* Revit Architecture®:

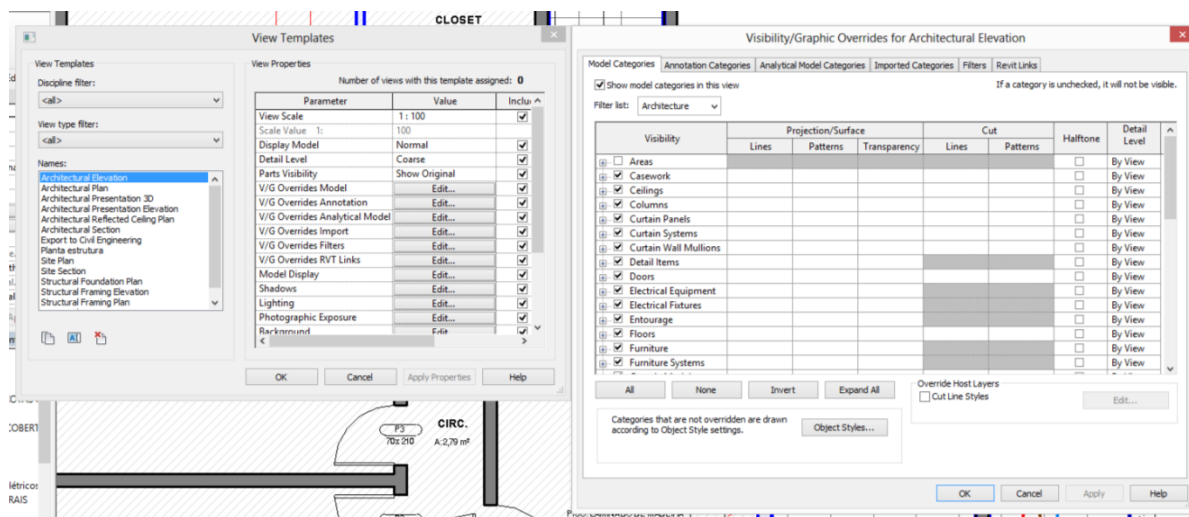


Figura 4 - Quadros de edição e criação de *Templates* de vista no software Revit Architecture®

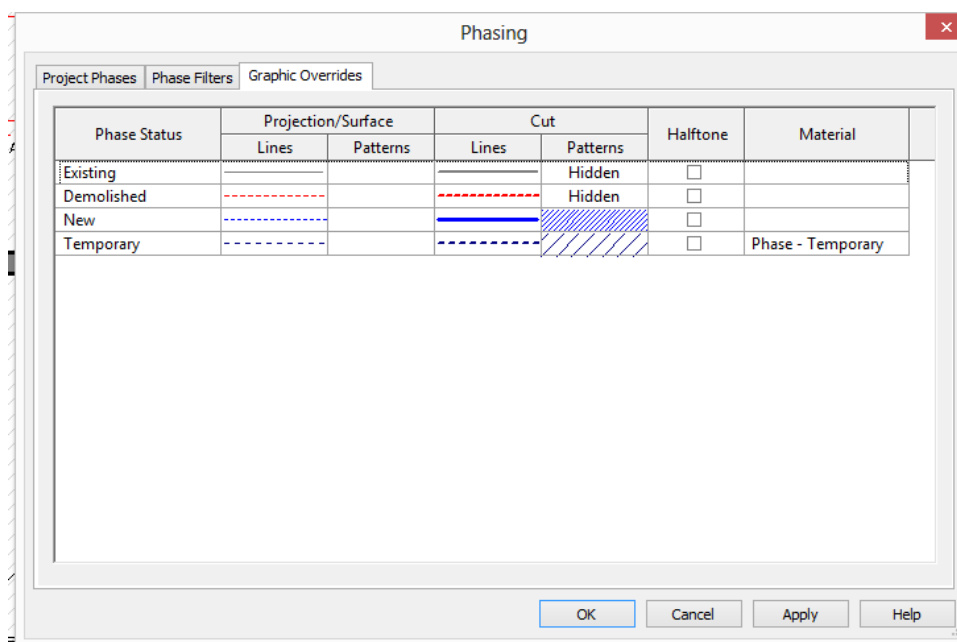


Figura 5 - Janela de configuração de representação de elementos em fases de projeto no Revit Architecture®

As configurações que tangem à representação de anotações em prancha, textos, nomenclatura de ambientes, legenda de janelas e portas, etc. consistem na criação de todos os elementos e na inserção dentro do *template* do software, se tornando um processo acumulativo. Este processo deve ser organizado de modo a ser possível manter a padronização dos elementos, mas não criar uma

burocratização da criação de novos elementos que atendam a necessidades do projeto em andamento.

Para a organização tanto destas famílias a adicionar ao *template* quanto das pré-configurações de vista e fases é sempre necessária a adequada documentação em todas as etapas do ciclo. A criação de relatórios de cada edição do *template*, com elementos alterados, elementos adicionados e excluídos, a documentação da edição das famílias incluídas neste *template*.

Na etapa de execução deve haver documentação de ocorrências referentes ao uso do software e da aplicação da nova metodologia para que haja uma base para a etapa de checagem e ação, que definirão as diretrizes para as novas tomadas de decisão para o planejamento do próximo ciclo.

2.6.4 Modelo tridimensional - Construção Virtual

Segundo Alder(2006) *apud* Santos *et al.* (2009), o processo de orçamento e de planejamento de cronograma tende a ser bastante facilitado pela interface tridimensional proporcionada pela construção virtual, um dos frutos do processo em BIM, devido à possibilidade de visualização e compreensão escopo do produto final. Esta visualização exata do produto final é um dos muitos elementos que evidenciam a necessidade de um esforço na gestão da qualidade do processo de modelagem e, também, uma gestão eficaz das versões das disciplinas do modelo (arquitetônico, estrutural, complementares, etc.).

Para que se possa ocorrer uma correta extração dos dados para alimentar o processo de orçamento e criação de cronograma deve ser entendido que o processo de adoção do BIM deve ser completo. Para tal deve haver a compreensão do processo de parametrização dos elementos. Elementos mal parametrizados ou não parametrizados anulam toda a proposta de um modelo informatizado. Ou seja, uma modelagem ineficiente, mal ou não parametrizada iguala a modelagem em feita em um programa BIM à modelagem feita em CAD.

Outro ponto a ser considerado na modelagem é a construção de elementos. Elementos construídos corretamente serão documentados corretamente

e quantificados corretamente. Como um exemplo, utilizando a interface do Revit, é possível determinar a construção de Paredes ou Lajes. É possível determinar tipos de parede apenas pela espessura. Criando tipos de parede com 10, 15, 20 cm de espessura, por exemplo, possibilitará o seu uso, mas a documentação será feita a partir apenas da espessura. A correta construção, com o estabelecimento do elemento estrutural e das camadas de fechamento, é crucial para que todos os sub elementos sejam documentados nos desenhos técnicos e computados a para quantitativos. Um exemplo deste cuidado com a composição dos elementos pode ser visível abaixo:

Novamente mostra-se necessária uma documentação do processo de gestão de qualidade. Há a formação inicial de uma biblioteca durante o processo de planejamento, que será validada e aplicada na etapa de execução. Nesta etapa devem ser documentadas ocorrências como a falta de famílias para determinado projeto ou incompatibilidade de certas famílias com alguma parametrização. Novamente evidencio a importância da geração destes relatórios para a alimentação das próximas etapas do ciclo de gestão de qualidade.

Foi demonstrado anteriormente no subcapítulo referente aos níveis de implantação BIM (2-5-2) que as expectativas do uso do BIM pelos escritórios de Arquitetura são todos englobados pelo Nível 1. A isto cabe uma consideração feita pelo documento elaborado pela Real Associação dos Arquitetos Britânicos, que se refere ao processo de gerenciamento de qualidade do processo: *In terms of processes, level 1 embraces the need for management processes to sit alongside design processes.* (SINCLAIR, 2012) Em tradução livre do inglês, a RIBA considera que, em termos de processos, o Nível 1 apresenta a necessidade de que o processo de gerenciamento do processo seja realizado junto ao processo de design.

Isto reforça a necessidade de uma alimentação constante, durante o processo de design (correspondente à etapa 'do', a 2ª do ciclo PDCA), de documentação referente a análise de ocorrências, para que se possa traçar um diagnóstico deste na etapa de checagem. Novamente, isto é crucial para a correta alimentação de dados para a última etapa (ação, no ciclo PDCA), e, conseqüentemente, para todo o próximo ciclo.

2.6.5 Retirada de dados – 4ª e 5ª dimensão

Estas duas dimensões, caracterizadas pela retirada de dados do modelo. Esta retirada de dados depende diretamente de uma correta execução da modelagem e da correta parametrização dos elementos.

Esta correta modelagem consiste na representação correta da edificação. A montagem correta dos elementos possibilitará uma contagem correta dos mesmos. A certeza da não existência de elementos duplicados é de tamanha que os softwares já possuem a funcionalidade de denunciar estas ocorrências. Um exemplo é quando são colocados elementos na mesma posição. Nesta situação exemplo o software denuncia a ocorrência. Abaixo segue a notificação de erro no software Revit Architecture:

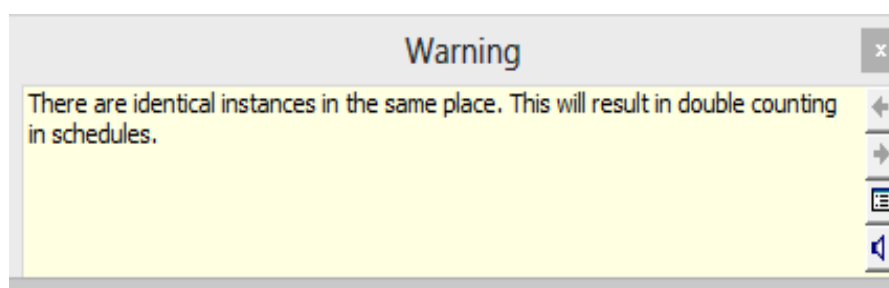


Figura 6 - Notificação de elementos duplicados no *software* Revit Architecture®

A correta parametrização dos elementos constitui, por exemplo, na correta determinação de materiais em um tipo de família. Como a leitura dos materiais é feita de modo automático, para um pleno uso da metodologia BIM é fundamental que não haja necessidade de se refazer cálculos de quantitativos, por exemplo.

Outra questão de parametrização, em outra dimensão, é a questão de fases de obra. Para uma correta distribuição no tempo é preciso um correto posicionamento dos elementos nas fases. Não devem ser necessariamente criadas fases para cada uma das tarefas de um cronograma, mas para, pelo menos para cada grupo de tarefas mais generalizados. Como exemplo, segue abaixo a lista das fases para uma reforma:

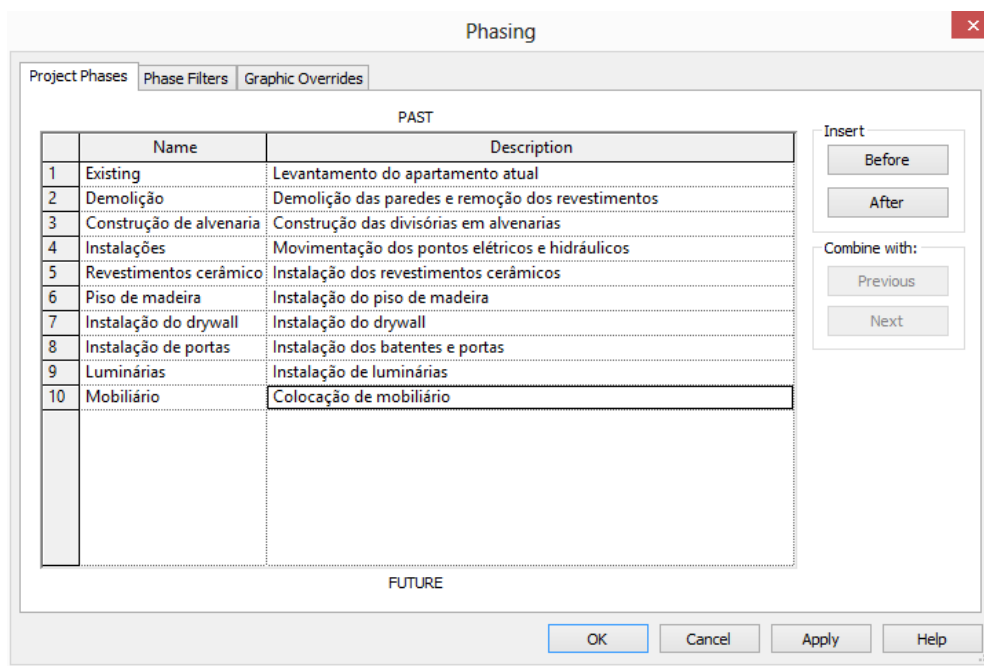


Figura 7 - Exemplo da distribuição das fases de um projeto no Revit Architecture®

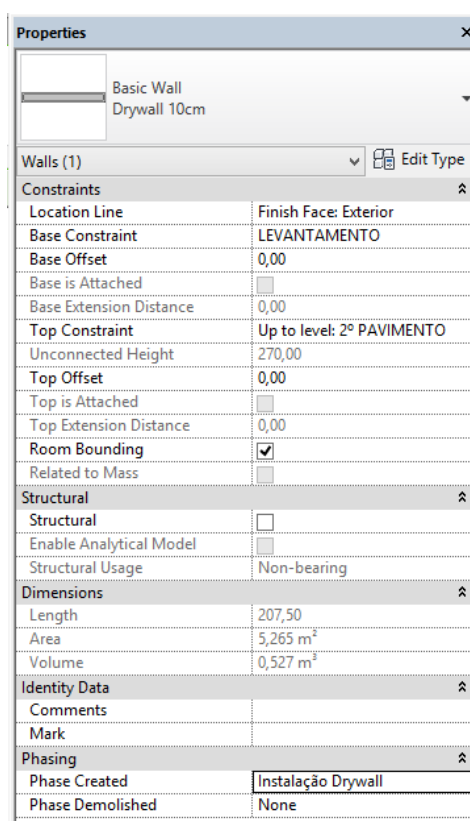


Figura 8 - Propriedades dos elementos com destaque para a correta fase de instalação no software Revit Architecture®

Em anexo ao final deste volume seguem modelos de formulários para esta comunicação entre fases, com a finalidade de realizar um registro das

necessidades e ocorrências apresentadas durante todas as etapas do Ciclo PDCA, visando uma maior coerência do processo de qualidade.

3 METODOLOGIA

Apresenta-se o modo que esta pesquisa foi elaborada, a metodologia e os passos tomados para a obtenção de resultados e respostas para os objetivos elencados no início deste.

3.1 METODOLOGIA APLICADA

A metodologia aplicada neste trabalho foi o estudo de caso através de observação e questionário. Este método foi escolhido devido à possibilidade de uma análise qualitativa deste estudo, compará-lo com as informações obtidas durante a pesquisa teórica.

A comparação do resultado da pesquisa com o referencial teórico será a base para realizar uma análise do processo corrente, categorizá-lo e, através disto, será possível elencar respostas para os objetivos específicos e conseqüentemente elaborar uma resposta ao objetivo principal da pesquisa.

3.2 ESTRUTURA DO ESTUDO DE CASO

O estudo de caso foi elaborado em seções para abordar diversos elementos relacionados ao processo de projeto. São abordados os seguintes temas:

- Software utilizado;
- O estágio do uso do BIM;
- Gerenciamento de qualidade do modelo e do projeto;
- Compartilhamento do modelo;

Segue uma breve descrição do que cada um destes temas abordou. Em anexo, no final do documento, segue o formulário completo de perguntas com as respostas obtidas.

3.2.1 Software utilizado:

Existem diversos softwares BIM disponíveis no mercado e cada um possui certas particularidades no seu uso, mesmo que a metodologia de trabalho possa ser semelhante. Foi questionado também o motivo desta escolha.

3.2.2 O estágio do uso do BIM:

Estas perguntas, juntamente com o último tema, têm a finalidade de pontuar elementos que permitam caracterizar, tanto a partir da abordagem por gerações, com bases nos autores Tobin (2008), Andrade(2009) e Coelho (2008), quanto a partir da abordagem utilizada no plano de trabalho do Real Instituto de Arquitetos Britânicos, exposto por Sinclair (2012).

Com esta caracterização do estágio do uso do BIM é possível determinar elementos que se apliquem à consolidação deste processo, pavimentando o caminho para se atingir estágios mais aprofundados do BIM.

3.2.3 O gerenciamento de qualidade do modelo e do projeto:

Este item visa compreender a visão de gestão de qualidade e os esforços atuais para que haja um padrão no processo de projeto e modelagem. As respostas nortearão a elaboração de diretrizes para uma consolidação deste processo.

3.2.4 Compartilhamento do modelo:

Como abordado anteriormente, esta seção juntamente à segunda possui o objetivo de caracterizar o uso do BIM. Este item foi questionado individualmente pois é o cerne da diferenciação entre as fases em ambas as abordagens de pesquisa presentes no referencial teórico.

4 RESULTADOS

Os presentes resultados são fruto do cruzamento das informações obtidas através do estudo de caso e do conhecimento exposto durante o referencial teórico. Primeiramente será feita uma análise em relação à categorização do uso do BIM durante o processo do projeto. Posteriormente a análise será realizada a partir dos processos de qualidade, suas qualidades e deficiências, para posteriormente ser possível elencar diretrizes para a consolidação do processo de projeto em BIM, respondendo, pois, o objetivo principal desta pesquisa.

Cada uma das etapas será caracterizada por uma breve descrição metodológica do processo, seguida pelas análises e conclusões sobre os resultados do estudo de caso.

4.1 CATEGORIZAÇÃO DO ESTÁGIO DE USO

Conforme exposto durante o referencial teórico, ambas as abordagens de categorização dos estágios/níveis de uso do BIM, possuem particularidades, mas também similaridades. Será realizada a análise de acordo com cada uma das abordagens e, posteriormente, uma síntese conclusiva envolvendo ambas.

4.1.1 Abordagem do plano de trabalho da RIBA.

O plano de trabalho do Real Instituto de Arquitetos Britânicos, exposto por Sinclair (2012) divide os níveis de aplicação do BIM em 3. Para analisar o processo segundo este enfoque deverão ser consideradas os itens 2 e 4 do questionário aplicado no estudo de caso.

Desde um primeiro momento é possível estabelecer que o uso observado se encontra no primeiro nível de aplicação. O processo de design já é integrado ao ambiente tridimensional oferecido pela ferramenta BIM, porém não há o compartilhamento deste modelo com outras disciplinas. Dentro do processo do design arquitetônico pode haver este compartilhamento utilizando a própria plataforma existente no software.

Portanto, segundo a abordagem do RIBA é possível caracterizar o nível 1 de implantação dentro do processo observado em estudo de caso.

4.1.2 Abordagem de gerações:

A abordagem através de gerações, apresentada por Tobin (2008) e evidenciada por Coelho (2008) e Andrade (2009) trata, além do compartilhamento do modelo entre as diferentes disciplinas envolvidas, das dimensões que são contempladas no processo de projeto.

De acordo com o observado e as respostas do questionário durante o estudo de caso é possível perceber que, também neste sentido, o processo de design é caracterizado pela primeira geração, o BIM 1.0.

O cenário observado é a não existência um processo completo de quantificação – há contagem de esquadrias, uma possível contagem de elementos pontuais, como louças hidráulicas, ou mesmo mobiliário e esquadrias, mas uma quantificação de materiais ainda não ocorre.

Um dos motivos observados é a falta de parametrização de componentes de projeto, como paredes. Não há uma construção completa destes elementos, explicitando revestimentos, elementos de fechamento, por exemplo. O uso de elementos genéricos interfere diretamente no processo de quantificação.

O planejamento quanto ao tempo também não é trabalhado. O máximo que ocorre é o processo de diferenciação de elementos entre itens existentes, demolidos e construídos em reformas.

4.1.3 Conclusão: Categorização do estágio de uso:

A conclusão unânime desta análise é que o uso do BIM observado em estudo de caso se encontra no nível mais raso de aprofundamento. Porém já aproveita das vantagens práticas do seu uso, conforme exposto por Andrade (2009), e abordado na fundamentação teórica, como a facilidade de documentação do

projeto, a automação das alterações em todos os desenhos, o uso de tabelas facilitado.

Cruzando os dados desta análise com os expostos no subcapítulo 2.4 sobre as expectativas do uso do BIM, é possível estabelecer que, mesmo com o uso pouco aprofundado desta nova metodologia, elas já estão sendo supridas. Ou seja, em um cenário onde o uso do CAD é predominante, o uso completo do BIM ainda não é vislumbrado pelos arquitetos, segundo os dados da pesquisa elaborada por Sousa *et al.* (2009).

Uma das causas pode ser a reformulação estrutural do escritório de arquitetura referente à adoção do uso do BIM e da forma de concepção e produção do design arquitetônico. Isto evidencia a necessidade de uma consolidação do processo dentro da primeira fase. Para que se possa criar uma base sólida para a evolução do processo, para o compartilhamento não só do modelo, mas sim de todo um processo já organizado de projeto e design e de gerenciamento deste modelo.

4.2 PROCESSO DE GERENCIAMENTO DO MODELO / PROJETO

Dentro do processo de projeto observado pelo estudo de caso foram observados elementos de controle de projetos. A análise deste elemento será dividida em três partes: A primeira abordando o gerenciamento de qualidade do projeto, a segunda o gerenciamento de qualidade do modelo, e a terceira os esforços realizados para uma consolidação do processo de modelagem.

4.2.1 O controle de qualidade dos projetos.

Este controle de qualidade de projetos é realizado através da elaboração e preenchimento de *checklists*. Este método de controle é o mesmo que era aplicado em projetos elaborados em CAD e visa organizar elementos relacionados à concepção de projeto e relacionados à representação/documentação do projeto.

Esta etapa não visa abordar elementos referentes ao modelo em si portanto não é um elemento que possa ser considerado como algo relevante em relação aos objetivos deste trabalho.

4.2.2 Controle de qualidade do modelo:

Em relação a controle de qualidade do modelo não há nenhum elemento dentro do processo destinado a esta checagem. Portanto não há diagnóstico documentado neste sentido.

Outro ponto de deficiência é a não existência de um *template* em uso. Isto representa que não há um padrão inicial para a elaboração do design arquitetônico. Os padrões de projeto são transferidos de um projeto para o outro, portanto não há uma certificação destes elementos transferidos.

Da mesma forma, a biblioteca de componentes também não é um item consolidado dentro do processo de projeto. Não houve um processo de validação dos componentes. Muitos são transferidos de projeto para projeto sem que haja qualquer verificação da qualidade destes elementos.

4.2.3 Esforços para a consolidação de um processo de qualidade:

Atualmente ocorre o processo de produção de um *template*. Processo este que está sendo desenvolvido há um período considerável. Ainda não há nenhum elemento colocado em prática em algum projeto. A biblioteca também está em processo de construção. Ambos precisam passar por processos de validação antes de estarem à disposição dos projetos.

Este processo de produção do *template* está sendo detalhadamente documentado de modo que futuras intervenções neste possam ocorrer de modo organizado.

4.3 DIRETRIZES PARA CONSOLIDAÇÃO DE UM PROCESSO DE QUALIDADE

O fato de o processo de aplicação do BIM ainda estar em um patamar bem raso – ambas as abordagens que foram estudadas neste trabalho caracterizam o processo estudado dentro de suas categorias mais básicas – esconde muitas das deficiências destes processos todos. Não havendo ainda abordagens do 4D, do 5D e de análises de desempenho, muitos dos dados não são utilizados não aparecendo os erros. Isto possibilita usufruir os benefícios do BIM, mesmo com um processo rudimentarmente organizado.

Em cada ciclo de projeto há uma perda de informação e de conhecimento em relação ao uso do BIM devido à forma que é iniciado um projeto. A relação e a qualidade e o tempo é descrita no gráfico abaixo:

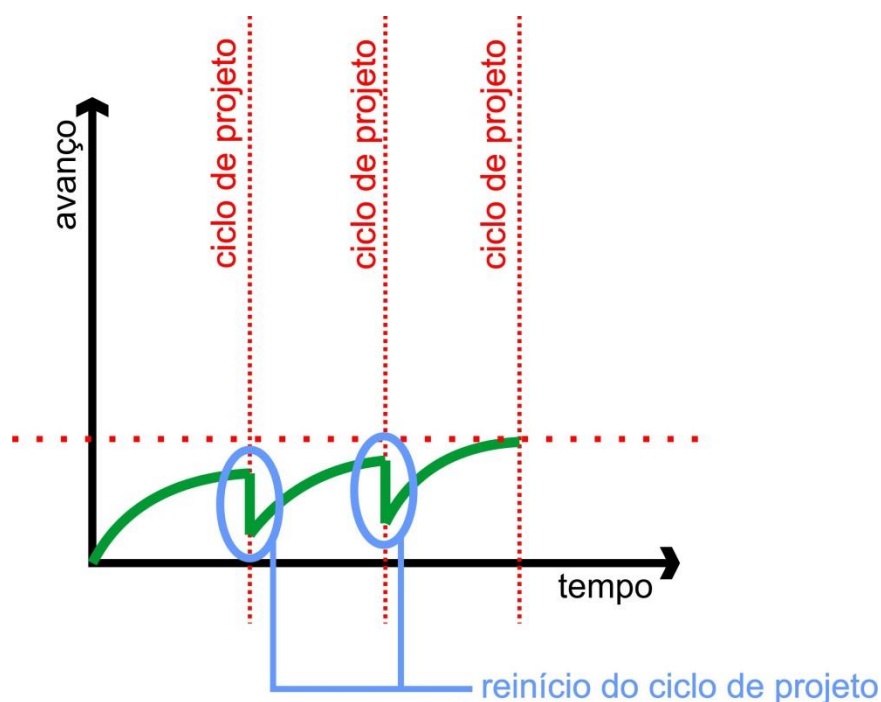


Gráfico 1 - Relação entre qualidade e tempo do processo estudado. Fonte: O autor.

Tendo como finalidade de consolidar um processo de qualidade de um processo são necessárias várias providências, como organizar um sistema de gestão deste *template* e desta biblioteca que estão sendo criados. Através disto poderá haver um processo de constante evolução.

Para tal deve se estabelecer um arcabouço para tal evolução, tendo um processo consolidado que é a soma da existência de um *template* e uma biblioteca consolidados e um processo de gestão de qualidade destes elementos. A finalidade desta consolidação é estabelecer uma relação de qualidade com o tempo como do seguinte modo:

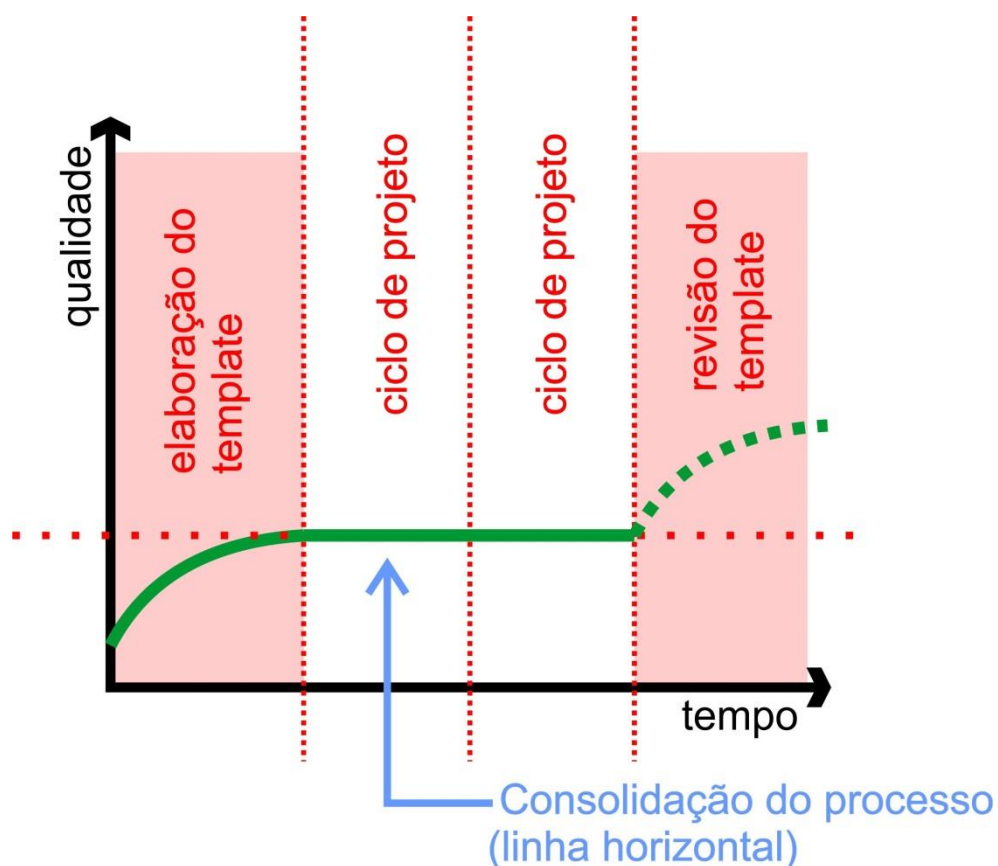


Gráfico 2 - Relação entre tempo e qualidade em um processo consolidado. Fonte: O Autor.

Este gráfico tem como características mais importantes a presença de ciclos destacados, onde será a elaboração e as revisões do *template* e da biblioteca de componentes e o período estabelecido por 'n' ciclos de projeto, onde há a representação de uma linha horizontal.

Esta linha horizontal caracteriza um período onde o processo está consolidado devido à aplicação do *template* e da biblioteca elaborados anteriormente. Neste período não haverá perda de qualidade.

Esta consolidação servirá de base para as revisões e aprimoramentos do *template* e da biblioteca.

4.3.1 Aplicação do ciclo PDCA

A aplicação do ciclo PDCA é funcionaria como um modo de estabelecer um gerenciamento de qualidade dentro deste processo. Cada ciclo representaria um ciclo que se inicia no processo de elaboração/revisão de um *template* e da biblioteca e terminaria no próximo processo de revisão, atravessando os 'n' ciclos de projeto. Estes processos de elaboração/revisão serão caracterizados pela etapa de Planejamento do ciclo. Nesta etapa ocorrerá a formação dos elementos que direcionarão o uso do BIM durante este ciclo.

Os 'n' ciclos de projeto serão caracterizado pela etapa de Execução. Nesta será colocado em prática todo o planejamento. Nesta fase é recomendada a execução de relatórios de erros e necessidades para alimentar as etapas de checagem e, conseqüentemente, a de ação.

A checagem e a ação ocorrerão no final de cada um dos 'n' ciclos de projeto até chegar o ponto onde ocorrerá o processo de revisão dos procedimentos.

A etapa de checagem será alimentada pelos relatórios de erros e necessidades elaborados na etapa de execução. Nesta etapa ocorrerá a análise desta documentação e a elaboração de um diagnóstico do processo. Este diagnóstico alimentará a etapa de ação.

Na etapa de ação, a partir deste diagnóstico formado na etapa de checagem, ocorrerá a elaboração de um plano de ação, com um programa de necessidades para a próxima revisão do *template* e da biblioteca. Nesta revisão devem ser documentadas estas alterações para que o processo se torne organizado.

Em anexo, no final do documento há modelos para esta documentação do projeto.

O ciclo PDCA é o sistema ideal de gestão de qualidade para este cenário considerado (BIM 1.0, ou Nível 1) devido à proximidade entre a gestão de qualidade e a execução do processo. De acordo com Sinclair (2012), "*In terms of processes, level 1 embraces the need for management processes to sit alongside design processes*" (em tradução livre do inglês: Em termos de processos, o Nível 1 envolve

a necessidade de os processos de gerenciamento estarem próximos ao processo de design.)

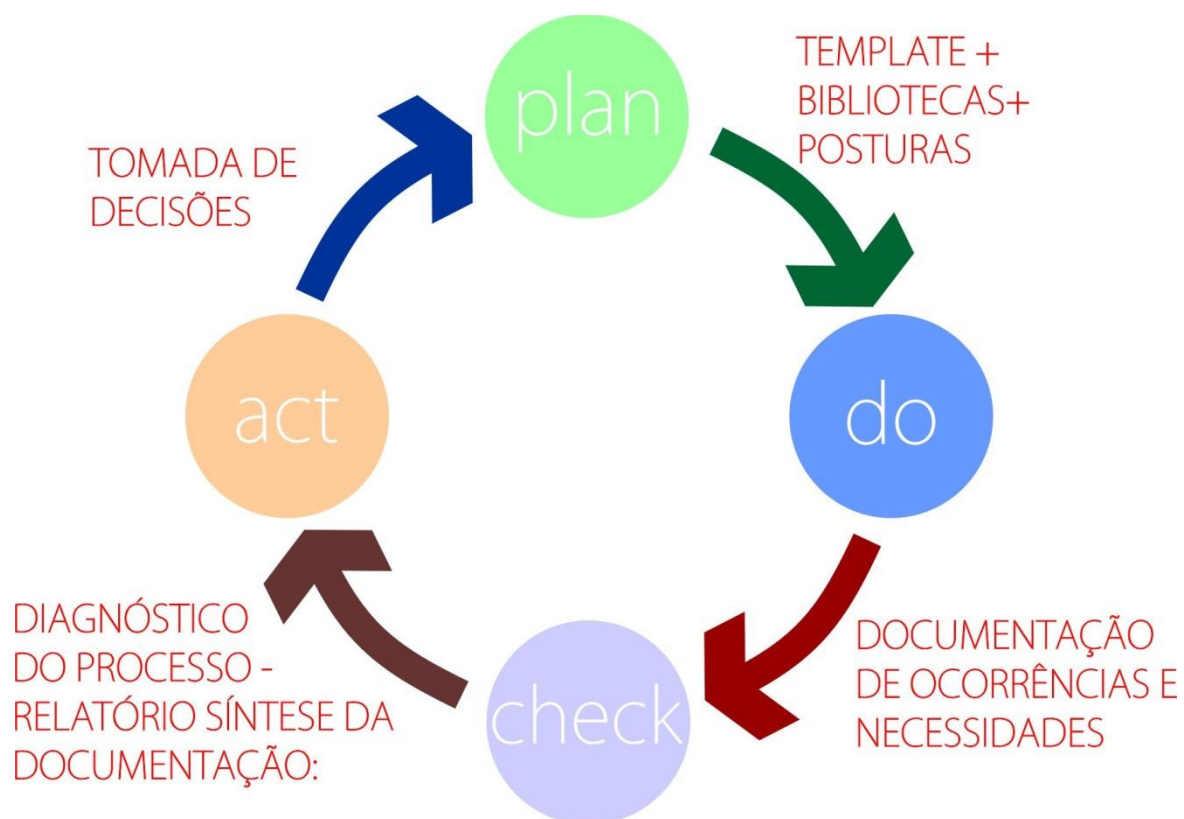


Figura 9 - Ciclo PDCA e a documentação produzida em cada uma das etapas para a alimentação do sistema de gestão da qualidade. Fonte: O autor

5 CONCLUSÃO

Através da execução deste trabalho foi possível estabelecer respostas para os objetivos estabelecidos no trabalho.

O nível atual de implantação do BIM é caracterizado pelo BIM 1.0, na abordagem de Tobin (2008), ou no Nível 01 na abordagem estabelecida pela RIBA. O uso do BIM ainda é bastante individualizado e não tange as dimensões referentes ao cronograma físico-financeiro, o que para a indústria AEC, não é suficiente para gerar um grande impacto, pois esta faria uso desta geração de dados e da compatibilização de projetos em tempo real. Porém antes de dar o passo do BIM 1.0 para o 2.0 e atender imediatamente as demandas da indústria AEC é necessário estar consolidados neste patamar. Esta consolidação de um processo de projeto em BIM e de um processo de gestão de qualidade de projeto é um arcabouço necessário para que se consiga dar o passo para a próxima geração do uso do BIM de forma sólida.

A partir desta realidade são determinadas como diretrizes para a consolidação deste processo de qualidade os seguintes elementos: A elaboração de uma base de trabalho para padronizar o uso das ferramentas o que consiste no *template* e na biblioteca de componentes. A segunda diretriz seria o estabelecimento do ciclo PDCA como sistema de gerenciamento de todo o processo, acompanhado da correta documentação deste.

O passo para o Nível 2 exige que uma adoção do BIM por outras disciplinas envolvidas ao projeto, e isso foge à alçada do foco de trabalho do arquiteto. Este passo ocorrerá quando o BIM se estabelecer como *modus operandi* na indústria AEC, o que ainda demandará um certo tempo.

Próximas alternativas de pesquisa é estabelecer o foco para os projetos complementares de engenharia, de modo a estabelecer uma uniformização do uso do Revit entre um diverso número de projetos diferentes e desenvolver uma metodologia para a integração destes, possibilitando um processo satisfatório de compatibilização.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

ALDER, M. A. **Comparing time and accuracy of building information modeling to on-screen take off a quantity takeoff on a conceptual estimate.** Dissertação (Master of Science). School of Technology Brigham Young University. 2006.

ANDRADE, Max Lira Veras X. de; RUSCHEL, Regina Coeli. **BIM: Conceitos, cenário das pesquisas publicadas no Brasil e tendências.** In: SBPQ 2009, Simpósio Brasileiro de Qualidade do Projeto no Ambiente Construído, 2009, São Paulo. Anais do Simpósio Brasileiro de Qualidade do Projeto no Ambiente Construído: 2009.

BROCARD, Fernanda Louize Monteiro, QUIZA, Eduardo Garcia. **A implantação da tecnologia BIM em escritórios de arquitetura.** Curitiba, 2012

COELHO, Sérgio Salles; NOVAES, Celso C. **Modelagem de Informações para Construção (BIM) e ambientes colaborativos para gestão de projetos na construção civil.** VIII Workshop Brasileiro de Gestão do Processo de Projeto na Construção de Edifícios. São Paulo, 2008.

CRESPO, C. e RUSCHEL, R. C.; Solução BIM para a melhoria no processo de projeto. **V SIBRAGEC.** Campinas, SP: 2007.

FERREIRA, Aurélio Buarque de Holanda. **Dicionário Aurélio Básico da Língua Portuguesa.** Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 1988, p. 532.

GAO, Z.; MAHALINGAM, G. e NGUTEN, T. **Applications or Building Information Modeling (BIM) in the Design and Construction Process.** ICCCB. China: 2008.

HILGENBERG, F.; ALMEIDA, B.; SCHEER, S. e AYRES Filho, C. Uso de BIM pelos profissionais de arquitetura em Curitiba. *In* **Gestão e tecnologia de Projetos.** São Carlos, SP: vol.7, nº2, p.62-72 , maio 2012.

SANTOS, A. P. L.; WITICOVSKI, L. C.; GARCIA, L. E. M. e SCHEER, S. A utilização do BIM em projetos de construção civil. *In* **IJIE - Iberoamerican Journal of Industrial Engineering.** Florianópolis, SC, vol.1, nº2, p.24-42, dez. 2009.

SINCLAIR, D., ed. **BIM Overlay to the RIBA Outline Plan of Work.** Londres, Reino Unido, RIBA Publishing, maio 2012

SOUZA, L. L. A.; AMORIM, S. R. L. e LYRIO, A. M. Impactos do uso do BIM em escritórios de arquitetura: Oportunidades no mercado imobiliário *in* **Gestão & Tecnologia de Projetos.** vol.4, nº2, p.26-53, nov. 2009.

TOBIN, John. Proto Building: **To BIM is to build.** Disponível em: <<http://www.aecbytes.com/buildingthefuture/2008/ProtoBuilding.html>>. Acesso em: 05 de agosto de 2012.

APÊNDICE 01 QUESTÕES ABORDADAS ENTREVISTA PARA ESTUDO DE CASO:

As seguintes perguntas foram elaboradas e feitas em formato de entrevista:

1 – Software Utilizado:

R: O software utilizado é o Revit Architecture, da Autodesk. Predominantemente é utilizada a versão 2010.

2 – Profundidade do Uso do BIM:

Este item da pesquisa visa identificar os elementos que são abordados através do BIM em relação às dimensões dentro de um projeto arquitetônico:

Documentação 2D:	Ocorre.
Modelagem 3D	Ocorre.
Custo e Quantitativos:	Há a contagem de certos elementos. Um levantamento financeiro demanda uma criação de base de dados e uma plataforma de cruzamento de dados.
Cronograma:	Não ocorre a abordagem deste.
Compatibilização de projetos:	A compatibilização de projetos é feita no ambiente do Revit, mas os projetos complementares prioritariamente são fornecidos em CAD. Em certos casos há a modelagem dos projetos complementares dentro do Revit para que possa ser feita a compatibilização tridimensional.

3 – Gerenciamento da qualidade do projeto e do modelo:

Este item visa abordar os esforços realizados pelos projetistas para gerenciar a qualidade do processo de modelagem e dos produtos provenientes deste processo, como a documentação bidimensional.

3.1 – Há algum método de controle de qualidade de projetos?

R: Há um processo de controle de qualidade da edificação projetada e a documentação final, constituídos de checklists verificando elementos necessários na apresentação destes documentos, de itens que devem ser abordados durante o projeto, podendo ser construtivos ou em termos de concepção espacial.

3.2 – Há algum elemento de controle de qualidade do modelo?

R: Não há um elemento de controle de qualidade do modelo. Esta verificação ocorre de maneira empírica, durante o processo de modelagem. Os componentes inseridos no projeto tampouco passaram por um processo de validação de sua correta parametrização.

3.3 – Como é estabelecido um padrão de projeto/representação entre projetos independentes?

R: Os padrões de projetos são transferidos a partir de um projeto já concluído. São transferidas configurações do projeto, como padrões de representação, tipos de famílias já internas ao projeto. A biblioteca de famílias continua externa. O que ocorre no problema retratado anteriormente, que evidencia a falta de um processo de validação. Estes processos caracterizam um cenário onde a cada projeto se retorna a um ponto inicial de uso da ferramenta. Há um mínimo aproveitamento do processo realizado anteriormente, mas os elementos que necessitam mudanças continuarão correntes no novo projeto.

3.4 – Há algum esforço para haver uma consolidação do processo de projeto?

R: O esforço primário para estabelecer uma consolidação do processo de projeto é a produção de um *template* contendo configurações iniciais para que haja uma base para o trabalho padronizada. Este primeiro esforço visa criar um padrão para o início do trabalho, evitando a transferência de elementos falhos entre os projetos. O *template* se encontra em processo de elaboração e posterior validação.

Um segundo esforço é a consolidação de uma biblioteca primária, constando itens básicos para a produção de projetos arquitetônicos. A partir destes elementos básicos poderão ser desdobrados outros elementos, mas já com um

arcabouço de parametrização que permita a correta informatização do modelo. Esta biblioteca está em estágio inicial de concepção, sendo, após esta primeira etapa, necessária uma validação destes elementos.

3.5 – Estes esforços estão sendo documentados?

R: Há uma documentação determinando os elementos abordados pelo *template* e orientando futuras revisões.

4 – Compartilhamento do modelo.

4.1 – Existe algum compartilhamento do modelo entre os envolvidos de dentro projeto arquitetônico?

R: É possível este compartilhamento através da própria plataforma de compartilhamento do *software* ou mesmo o compartilhamento através a inserção de arquivos, utilizando um sistema semelhante ao de referências externas, presente no CAD.

4.2 – Existe o compartilhamento do modelo com envolvidos no processo do projeto fora do âmbito do projeto arquitetônico?

R: Não. Este compartilhamento demanda o uso de ferramentas BIM nas demais disciplinas de projeto envolvidas, algo que não ocorre atualmente. O que é exigido para que este compartilhamento seja efetivo é o uso de uma mesma versão do software, uma vez que o Revit não possui retrocompatibilidade.

APÊNDICE 02 – DOCUMENTAÇÃO DE REGISTRO DAS FASES DO CICLO PDCA.

Neste anexo são apresentados modelos de documentos de registro de comunicação entre as fases do Ciclo PDCA. São apresentados formulários de requerimentos de adição de famílias e tipos, de ocorrências registradas e de alterações de *template*.

1) FORMULÁRIO DE ADIÇÃO DE FAMÍLIA E/OU TIPOS

A utilização desta ferramenta de gerenciamento se dará durante a concepção do modelo. Este reporte alimentará a etapa de checagem dos processos.

Data:	
Nome:	<i>Nome de quem faz a solicitação</i>
Projeto :	<i>Código e nome do projeto.</i>
Natureza da solicitação	<input type="checkbox"/> Adição de nova família à biblioteca <input type="checkbox"/> Adição de nova família ao <i>template</i> <input type="checkbox"/> Adição de novo tipo a uma família da biblioteca <input type="checkbox"/> Adição de novo tipo a uma família do <i>template</i>
Família:	<i>a) Se existente, colocar código e o nome;</i> <i>b) Se for nova família, colocar nome descritivo para posterior nomenclatura.</i>
Tipos:	<i>Sugerir tipo(s) para ser(em) adicionado(s) à família existente ou para ser criado junto à nova família.</i>
Motivo da adição:	<i>a) Necessidade desta família ocorreu em outros projetos também? Quais?</i> <i>b) Esta família é um elemento essencial para o desenvolvimento inicial para justificar a sua adição ao template?</i> <i>(resposta pessoal para delinear a avaliação da postura as ser tomada)</i>

Quadro 1 - Formulário de adição de família e/ou tipos. Fonte: Do Autor

2) FORMULÁRIO DE OCORRÊNCIAS:

Este documento tem a finalidade de reportar comportamentos não esperados do *template*, das famílias já inclusas e das famílias da biblioteca.

Data:	
Nome:	<i>Nome de quem faz a solicitação</i>
Projeto :	<i>Código e nome do projeto.</i>
	<input type="checkbox"/> Família contida no template <input type="checkbox"/> Família adicionada a partir da biblioteca
Família:	<i>Inserir o nome da família que apresenta problema</i>
Tipos:	<i>Inserir o nome do tipo que apresentou problemas. Se o problema for generalizado da família, deixar em branco.</i>
Ocorrência:	<i>Reportar qual o comportamento anormal ocorrido com a família. (resposta pessoal para delinear a avaliação da postura as ser tomada)</i>

Quadro 2 - Formulário de ocorrências de famílias. Fonte: O autor.

A elaboração de um quadro específico para reportes em relação a configurações de *templates* deve-se ao fato de envolver elementos intrínsecos do arquivo do modelo principal, não dependendo da edição de um elemento externo (como um arquivo de família).

Data:	
Nome:	<i>Nome de quem faz a solicitação</i>
Projeto :	<i>Código e nome do projeto.</i>
Versão corrente do template:	
Configuração a ser reportada:	<i>Inserir o qual configuração está apresentando comportamento não esperado. Por exemplo:</i> - <i>Templates de vista;</i> - <i>Fases;</i> - <i>Configurações de linhas;</i> - <i>Configuração de materiais;</i> - <i>Representação de terrenos.</i>
Ocorrência:	<i>Reportar qual o comportamento anormal ocorrido com a configuração do template. (resposta pessoal para delinear a avaliação da postura as ser tomada)</i>

Quadro 3 - Formulário de ocorrências de famílias. Fonte: O autor.

3) FORMULÁRIOS DE ALTERAÇÕES DE *TEMPLATE* E BIBLIOTECA:

Após a análise das ocorrências durante a etapa de checagem e as tomadas de decisões durante a etapa de ação do ciclo PDCA é necessário um foco no planejamento do próximo ciclo. Nesta etapa este rol de decisões será guia para as atualizações dos templates, das bibliotecas, etc.

A documentação das alterações é um elemento importantíssimo para que se possa haver um processo contínuo de gestão da qualidade do processo de projeto e para que seja uniforme a comunicação entre a etapa de planejamento e a etapa de execução.

Os formulários anteriores podem ser todos virtuais, mas deste documento em particular é aconselhável que haja uma via física para arquivamento. Este arquivo será todo o histórico do processo de gestão de qualidade.

Data:		
Nome:	<i>Nome do responsável pelas alterações e validações:</i>	
Template :	<i>Identificar qual template está sendo editado (versão antiga e versão nova).</i>	
Alterações do <i>template</i> (configurações e famílias):		
Versão do <i>template</i> (nova):		
Itens alterados:	Alterações realizadas nestes itens:	Validação:
<i>Item que sofreu alteração. Por exemplo: Cotas.</i>	<i>Exemplo: Definidas as cotas com linhas em vermelho; Definido afastamento padrão entre linhas de cota.</i>	<i>Nome / assinatura do responsável</i>
<i>Exemplo: Pisos/Laje com contrapiso 15 centímetros</i>	<i>Exemplo: Correção da hierarquia de revestimentos no caso do contrapiso.</i>	<i>Nome / assinatura do responsável</i>
Alterações da biblioteca:		
Família/ tipo:	Alterações realizadas nestes itens:	Validação:
<i>Exemplo: Porta de abrir lisa de madeira / Porta 80x210</i>	<i>- Inserida a representação de batente para a porta tanto e 2D quanto em 3D - Criados tipos padronizados para altura de 230cm.</i>	<i>Nome / assinatura do responsável</i>
<i>Exemplo: Tag de ambiente/Tag de ambiente com revestimentos</i>	<i>- Inseridos campos de inserção de dados escritos para preenchimento manual; - Mudança no estilo de fontes utilizado.</i>	<i>Nome / assinatura do responsável</i>

Quadro 4 - Formulário de preenchimento para gerenciamento das alterações de *template* e suas validações. Fonte: O autor