

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL  
ESCOLA DE ENGENHARIA  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL**

**Luís Artur Siviero**

**GESTÃO E MANUTENÇÃO DE EDIFÍCIOS HISTÓRICOS DA  
UFRGS: APLICAÇÃO DA TECNOLOGIA BIM NO  
CASTELINHO**

Porto Alegre  
julho 2010

**LUÍS ARTUR SIVIERO**

**GESTÃO E MANUTENÇÃO DE EDIFÍCIOS HISTÓRICOS DA  
UFRGS: APLICAÇÃO DA TECNOLOGIA BIM NO  
CASTELINHO**

Trabalho de Diplomação apresentado ao Departamento de  
Engenharia Civil da Escola de Engenharia da Universidade Federal  
do Rio Grande do Sul, como parte dos requisitos para obtenção do  
título de Engenheiro Civil

**Orientador: Eduardo Luis Isatto**

Porto Alegre  
julho 2010

**LUÍS ARTUR SIVIERO**

**GESTÃO E MANUTENÇÃO DE EDIFÍCIOS HISTÓRICOS DA  
UFRGS: APLICAÇÃO DA TECNOLOGIA BIM NO  
CASTELINHO**

Este Trabalho de Diplomação foi julgado adequado como pré-requisito para a obtenção do título de ENGENHEIRO CIVIL e aprovado em sua forma final pelo/a Professor/a Orientador/a e pela Coordenadora da disciplina Trabalho de Diplomação Engenharia Civil II (ENG01040) da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

Porto Alegre, 15 de julho de 2010

Prof. Eduardo Luis Isatto  
Dr. pela UFRGS  
Orientador

Profa. Carin Maria Schmitt  
Coordenadora

**BANCA EXAMINADORA**

**Prof. Edison Zanckin Alice (UniRitter)**  
Mestre pela UFRGS

**Caroline Kehl**  
Mestre pela UFRGS

**Prof. Eduardo Luis Isatto (UFRGS)**  
Dr. pela UFRGS

Dedico este trabalho a meus pais, irmãos e todas outras  
famílias que fiz nesses anos.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço ao meu orientador, Prof. Isatto, por me aceitar como orientando, tendo a paciência de guiar e incentivar esse trabalho desde o primeiro dia, além de aceitar os desaparecimentos, atrasos e todo o resto. Também agradeço a Profa. Carin, a qual sem sua presença, esse trabalho talvez não fosse possível.

Agradeço a Caroline Kehl, por auxiliar em momentos importantes do estudo, se tornando uma grande amiga durante o processo.

Agradeço a todos meus amigos da faculdade, por dividirem comigo todos os bom e não tão bons momentos que esse período traz para todos nós. Correndo o risco de esquecer alguém, quero agradecer especialmente Monteiro, Ricardo, Rodrigo, Cícero e Marina por estarem comigo desde o dia um. E Lago, Silvia e Mazzoni, os quais encontrei pelo meio do caminho, mas não por isso são menos importantes.

Agradeço a todos os amigos de Veranópolis, por estarem em absolutamente todos momentos de minha vida, de um forma ou de outra.

Agradeço à Angélica, pela tentativa de auxílio, assim como ao Beto e ao Barce, que não auxiliaram, nem tentaram, mas são muito queridos por mim.

Agradeço finalmente, a minha família, cujo afeto e apoio à minha formação é e será o principal responsável por qualquer conquista que eu venha a alcançar no futuro.

Sem alterar os nossos padrões de pensamento, não  
seremos capazes de resolver os problemas que criamos  
com nossos atuais padrões de pensamento.

*Albert Einstein*

## RESUMO

SIVIERO, L. A. **A tecnologia BIM na gestão e manutenção dos edifícios históricos da UFRGS**. 2010. 53 f. Trabalho de Diplomação (Graduação em Engenharia Civil) – Departamento de Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

Nota-se hoje uma crescente preocupação com a preservação do passado histórico, como monumentos e edificações. Por isso, esse trabalho propõe a utilização de uma tecnologia alternativa para trabalhar com as edificações históricas da UFRGS, de forma a tornar a gestão e manutenção desses prédios mais dinâmica e racional. O meio para atingir esse objetivo é a utilização da tecnologia *Building Information Modeling* (BIM) em um edifício histórico da Universidade, O Castelinho. Essa tecnologia consiste em ferramentas que trabalham com um modelo tridimensional da edificação, que contém informações parametrizadas e um alto grau de interoperabilidade entre os participantes do projeto, aumentando a cooperação entre esses e uma maior consistência e integridade dos dados nesse contidos, diminuindo a quantidade de informações redundantes ou a necessidade de retrabalhos. Apesar de essa tecnologia poder ser utilizada na concepção, construção e gestão e manutenção de edificações, nesse trabalho, o foco será a última fase. Para um melhor entendimento das vantagens do uso da tecnologia BIM na gestão e manutenção, é imprescindível o conhecimento dos conceitos de gestão de *facilities*, que consiste em atividades para a elevação do edifício a uma situação de alto desempenho, focando essas atividades pelo tipo de empreendimento analisado. Quanto ao caso estudado, foram feitas entrevistas e buscado bibliografia e materiais diversos sobre o Castelinho, a fim de conhecer a história e características desse edifício, para, em um segundo momento, criar um modelo 3D, compatível à tecnologia BIM. A dificuldade de criação, somado ao objetivo desse modelo, levaram ao desenvolvimento de um modelo mais simplificado, sem a quantidade de detalhes característicos do estilo da edificação. A análise de resultados da comparação entre a tecnologia BIM e a atualmente usada para a gestão e manutenção, destaca-se em BIM uma interoperabilidade limitada, sendo possível apenas a comunicação entre programas de mesma empresa e um nível de detalhamento ainda não adequado à proposta. Concluindo o trabalho, sugere-se uma migração lenta de CAD para BIM, usando as duas tecnologias simultaneamente, até uma completa adaptação dos profissionais ao novo sistema.

Palavras-chave: gestão e manutenção; UFRGS; edifícios históricos; BIM; interoperabilidade.

## LISTA DE FIGURAS

|  |    |
|--|----|
| Figura 1: representação esquemática do delineamento de pesquisa.....   | 16 |
| Figura 2: dinâmica das funcionalidades do BIM.....   | 18 |
| Figura 3: simulação 3D e prevenção de conflitos em BIM.....  | 20 |
| Figura 4: BIM ao longo da vida útil de uma edificação.....   | 24 |
| Figura 5: exemplo de serviços da gestão de <i>facilities</i> .....   | 28 |
| Figura 6: comparação do desempenho da vida útil entre edifícios sem e com melhorias contínuas.....                   | 28 |
| Figura 7: comportamento e possibilidades de influenciar os custos ao longo da vida da edificação.....                | 29 |
| Figura 8: localização dos Edifícios Históricos da UFRGS.....   | 33 |
| Figura 9: Edifícios Históricos da UFRGS.....   | 37 |
| Figura 10: Estrutura da SUINFRA .....  | 40 |
| Figura 11: Castelinho - um dos primeiros registros fotográficos .....  | 47 |
| Figura 12: Castelinho - fachada frontal .....  | 48 |
| Figura 13: determinação de características do objeto.....  | 50 |
| Figura 14: Castelinho - corte e planta .....   | 52 |
| Figura 15: levantamentos quantitativos.....  | 53 |
| Figura 16: informações em salas e informações em objetos .....   | 54 |
| Figura 17: adição de sanitários em um programa computacional seguido pela visualização automática em outro .....     | 55 |
| Figura 18: relatório de interferência detectando inconsistência entre projetos arquitetônico e hidráulico .....      | 56 |
| Figura 19: comparação entre o nível de detalhamento do projeto Castelinho da SPH e do projeto do caso estudado ..... | 60 |
| Figura 20: detalhe de esquadria e tabela de propriedades da mesma .....  | 61 |
| Figura 21: comparativo entre o armazenamento das tecnologias BIM e CAD .....   | 62 |



## LISTA DE SIGLAS

3D: Três Dimensões

AEC: *Architecture, Engineering and Construction*

BIM: *Building Information Modeling*

CAD: *Computer Aided Design*

IAI: *International Alliance for Interoperability*

IPHAN: Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional

IFC: *Industry Foundation Classes*

NORIE: Núcleo Para Inovação das Edificações

SPH: Secretaria do Patrimônio Histórico

SUINFRA: Superintendência de Infraestrutura

TI: Tecnologia da Informação

UFRGS: Universidade Federal do Rio Grande do Sul

## SUMÁRIO

|   |    |
|---|----|
| <b>1 INTRODUÇÃO</b> .....   | 11 |
| <b>2 MÉTODO DE PESQUISA</b> .....   | 14 |
| 2.1 QUESTÃO DE PESQUISA .....   | 14 |
| 2.2 OBJETIVOS DO TRABALHO .....   | 14 |
| <b>2.2.1 Objetivo Principal</b> .....   | 14 |
| <b>2.2.2 Objetivos Específicos</b> .....  | 14 |
| 2.3 DELIMITAÇÕES .....  | 15 |
| 2.4 LIMITAÇÕES .....  | 15 |
| 2.5 DELINEAMENTO .....  | 15 |
| <b>3 BUILDING INFORMATION MODELING (BIM)</b> .....                                    | 17 |
| 3.1 CARACTERÍSTICAS DA TECNOLOGIA BIM .....   | 19 |
| 3.2 INTEROPERABILIDADE .....  | 20 |
| <b>3.2.1 Parametrização da Informação</b> .....                                       | 21 |
| <b>3.2.2 Obstáculos para a Parametrização da Informação</b> .....                     | 21 |
| 3.3 BIM NAS ETAPAS DE DESENVOLVIMENTO DO PRODUTO .....                                | 22 |
| <b>4 GESTÃO DE <i>FACILITIES</i></b> .....  | 25 |
| 4.1 APLICAÇÃO .....   | 26 |
| 4.2 INFORMAÇÃO NA GESTÃO DE <i>FACILITIES</i> .....                                   | 29 |
| <b>4.2.1 Sistemas de Informação</b> .....   | 30 |
| <b>4.2.2 Sistemas Integrados de Informação</b> .....                                  | 31 |
| <b>5 EDIFÍCIOS HISTÓRICOS DA UFRGS</b> .....  | 33 |
| 5.1 SUPERINTENDÊNCIA DE INFRAESTRUTURA .....  | 38 |
| <b>5.1.1 Prefeitura Universitária</b> .....   | 39 |
| <b>5.1.2 Departamento de Projeto e Obras</b> .....                                    | 39 |
| 5.2 SECRETARIA DO PATRIMÔNIO HISTÓRICO .....  | 40 |
| <b>5.2.1 Organização e Armazenamento de Dados</b> .....                               | 41 |
| <b>5.2.2 Diretrizes Adotadas para a Gestão do Patrimônio Histórico pela SPH</b> ..... | 42 |
| <b>6 CASO ESTUDADO:O CASTELINHO</b> .....   | 45 |
| 6.1 O CASTELINHO .....  | 45 |
| 6.2 PROJETOS E MATERIAIS DISPONÍVEIS .....  | 47 |
| 6.3 CARACTERÍSTICAS DO MODELO COMPATÍVEL A TECNOLOGIA BIM .....                       | 48 |
| <b>6.3.1 Determinação de Objetos</b> .....  | 48 |
| <b>6.3.2 Modelagem</b> .....  | 49 |

|  |    |
|--|----|
| <b>6.3.3 Informações Extraídas</b> .....                             | 50 |
| <b>6.3.4 Adição Posterior de Informações</b> .....                   | 52 |
| <b>6.3.5 Interoperabilidade Entre Programas</b> .....                | 53 |
| <b>6.4 CONSIDERAÇÕES FINAIS DO CASO ESTUDADO</b> .....               | 48 |
| <b>7 ANÁLISE DOS RESULTADOS</b> .....                                | 57 |
| <b>7.1 PRODUÇÃO DO PROJETO DE RESTAURO</b> .....                     | 57 |
| <b>7.1.1 Modelagem de Objetos</b> .....                              | 58 |
| <b>7.1.2 Geração de Listas Descritivas</b> .....                     | 60 |
| <b>7.2 ORGANIZAÇÃO E ARMAZENAMENTO DE DADOS</b> .....                | 61 |
| <b>7.3 GESTÃO E MANUTENÇÃO DOS PRÉDIOS HISTÓRICOS DA UFRGS</b> ..... | 62 |
| <b>8 CONSIDERAÇÕES FINAIS E SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS</b>     | 64 |
| <b>REFERÊNCIAS</b> .....   | 67 |

## 1 INTRODUÇÃO

Diferente de décadas passadas, atualmente nota-se que órgãos governamentais bem como a população brasileira em geral, têm se preocupado com a preservação do passado histórico, sejam edifícios, peças de arte ou documentos. No tocante às edificações, as medidas tomadas nesse sentido visam, principalmente, a manutenção do estilo de concepção, normalmente por meio de revitalização das fachadas e da arquitetura interna, dependendo do estado em que o edifício se encontra. Outras medidas focam a modernização dos sistemas e as instalações do edifício, tornando-o, novamente, apto ao uso (informação verbal<sup>1</sup>).

No Rio Grande do Sul, muitas obras têm sido feitas com esse objetivo. Nesse trabalho, o foco será o conjunto de prédios históricos da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). Concentrados quase que totalmente no centro de Porto Alegre, existem hoje doze edifícios históricos pertencentes à universidade que datam do começo do século XX.

Quatro dos edifícios históricos da UFRGS foram revitalizados em um passado recente, enquanto o restante ainda está em fase de projeto ou de arrecadação de fundos. Esses serviços são gerenciados pela Superintendência de Infraestrutura (SUINFRA) em conjunto com a Secretaria do Patrimônio Histórico (SPH).

Hoje, esses projetos são concebidos e executados com a tecnologia *Computer Aided Design* (CAD), que tem por característica a criação de formas geométricas, sendo usados nesse órgão para o desenvolvimento gráfico (informação verbal<sup>2</sup>). Neste trabalho, propõe-se a utilização de uma nova tecnologia chamada *Building Information Modeling* (BIM), cujas principais características são a interoperabilidade entre profissionais e a concentração de informações por meio de objetos paramétricos em apenas um arquivo.

A motivação para essa comparação de tecnologias, segundo Eastman et al. (2008), vem das facilidades que o BIM traz quanto à manutenção e gestão de edificações. Hoje, apesar do grande incentivo existente na conservação dessas edificações, ainda existem obstáculos para o

---

<sup>1</sup> Entrevista feita dia 20 de abril de 2010 com a Eng. Claire Rotta Sebben, atualmente chefe do Departamento de Projetos e Obras

<sup>2</sup> idem

alcance de uma forma de trabalho mais racional dentro da Universidade. Com o uso da tecnologia BIM, haveria uma modificação na forma como essa gestão e manutenção seriam feitas. Primeiramente, a utilização de apenas um arquivo, contendo toda informação necessária às partes, também na diminuição de retrabalhos, tornando assim, esse processo mais racional e dinâmico.

Quanto à organização deste relatório, será apresentado no capítulo 2 o método de pesquisa e elucidados os objetivos, delimitações e limitações desse trabalho. Um delineamento também consta nesse capítulo, mostrando o caminho percorrido para o desenvolvimento da pesquisa.

No capítulo 3, a caracterização da tecnologia BIM é feita, baseada na bibliografia existente sobre o assunto. Consta nele os pontos-chaves dessa ferramenta, como a interoperabilidade entre usuários, a modelagem 3D e a caracterização de objetos. Também são levantadas as maiores diferenças existentes no uso de BIM em relação à tecnologia CAD, nas fases de concepção, construção e gestão e manutenção.

Sendo o uso de BIM na gestão e manutenção de uma edificação o foco desse trabalho, o capítulo 4 se detém à compreensão da gestão de *facilities*, que pode ser descrita como um conjunto de atividades e serviços com objetivo de elevar a edificação ao nível de alto desempenho. Apesar de não ser diretamente ligado à tecnologia BIM, entende-se que os conceitos de gestão de *facilities* são indispensáveis a qualquer indivíduo ou grupo que idealize a boa utilização de BIM na gestão e manutenção, justificando assim, a importância desse capítulo.

Prosseguindo, no capítulo 5 são postos em foco os edifícios históricos da UFRGS. É apresentado um breve resumo sobre cada edificação, seguidos pela descrição de como o processo de gestão e manutenção deles é feito em cada um dos órgãos encarregados.

Terminada a revisão bibliográfica, tem-se início, no capítulo 6 à apresentação do caso estudado, ou seja, o Castelinho, um dos edifícios históricos da UFRGS. Esse estudo restringe-se apenas a essa edificação com o objetivo de descrever como se dá a utilização da tecnologia BIM de forma prática. Para tanto, uma caracterização do método desse estudo é feita, seguida pelo histórico e pela descrição da edificação. Ainda nesse mesmo capítulo, são apresentados os materiais existentes hoje, como fotos e arquivos eletrônicos, que serão a base e fonte de

dados desse trabalho. Encerrando esse capítulo, a descrição da produção do projeto compatível a tecnologia BIM.

No capítulo 7, é feita a análise dos dados obtidos que consiste na comparação à forma de trabalho em vigor atualmente. Nesse ponto do trabalho a preocupação é principalmente a exposição de dados obtidos, deixando para o próximo capítulo a avaliação final das características e soluções propostas por cada tecnologia.

Desta forma, para a conclusão o trabalho, o capítulo 8 propõe a comparação entre as duas tecnologias CAD e BIM. Essa é feita de forma qualitativa, de modo que não é esperado determinar qual a melhor solução ao caso estudado, e sim, as diferenças entre os dois métodos, expondo suas vantagens e restrições. Finalizando o trabalho, sugestões para trabalhos futuros.

## **2 MÉTODO DE PESQUISA**

### **2.1 QUESTÃO DE PESQUISA**

A questão de pesquisa deste trabalho é: comparativamente aos métodos e tecnologias hoje utilizados na UFRGS para gestão e manutenção de seus prédios históricos, quais seriam as vantagens e restrições ao uso da tecnologia BIM?

### **2.2 OBJETIVOS DO TRABALHO**

Os objetivos do trabalho estão classificados em principal e específicos e são apresentados nos próximos itens.

#### **2.2.1 Objetivo principal**

O objetivo principal deste trabalho é a apresentação de vantagens e restrições do uso da tecnologia BIM, comparativamente aos métodos e tecnologias hoje utilizados na UFRGS para gestão e manutenção de prédios históricos.

#### **2.2.2 Objetivos específicos**

Os objetivos secundários deste trabalho são:

- a) caracterização da tecnologia BIM;
- b) identificação das etapas necessárias à prática de gestão de *facilities* em edifícios históricos;

- c) identificação do método de armazenamento e organização de projetos e materiais históricos das edificações da UFRGS;
- d) descrição da gestão e manutenção hoje feita nos edifícios históricos da UFRGS;
- e) descrição do uso da tecnologia BIM para gestão do prédio histórico estudado.

## 2.3 DELIMITAÇÕES

O trabalho delimita-se a análise da aplicação da tecnologia BIM para um único prédio histórico da UFRGS de forma exploratória.

## 2.4 LIMITAÇÕES

Foram limitadores desse trabalho:

O uso de versões educacionais dos *softwares*.

O detalhamento da edificação possui um nível adequado para sua gestão e manutenção, entretanto sem representar com riqueza de detalhes os elementos componentes do prédio.

## 2.5 DELINEAMENTO

As etapas do trabalho podem ser descritas da seguinte forma:

- a) revisão bibliográfica – a pesquisa bibliográfica foi realizada visando obter informações mais aprofundadas e consistentes acerca da tecnologia BIM e da gestão de *facilities*, utilizando-se livros, revistas técnicas, trabalhos acadêmicos e demais materiais relacionados a esses assuntos;
- b) identificação das principais atividades para a gestão e manutenção de edifícios históricos da UFRGS – definição das principais atividades realizadas pelos órgãos envolvidos, uma vez que elas auxiliarão na determinação do nível de detalhamento do modelo em BIM e, posteriormente, na análise dos resultados;
- c) escolha de um prédio histórico para o caso estudado – dentre os edifícios históricos existentes na UFRGS, foi escolhido o prédio Castelinho para ser estudado com maior detalhe;



- d) criação de um modelo da edificação compatível com a tecnologia BIM – a criação do modelo foi feito em um nível de detalhamento que conseguisse suprir as necessidades existentes para gestão e manutenção do edifício histórico escolhido;
- e) análise dos resultados e considerações finais – com os dados obtidos nas etapas anteriores, foi feita a análise dos resultados, buscando analisar a efetividade do uso da tecnologia BIM no trabalho proposto em comparação com o método de gestão e manutenção usado atualmente.

O delineamento do trabalho pode ser melhor compreendido através da figura 1.

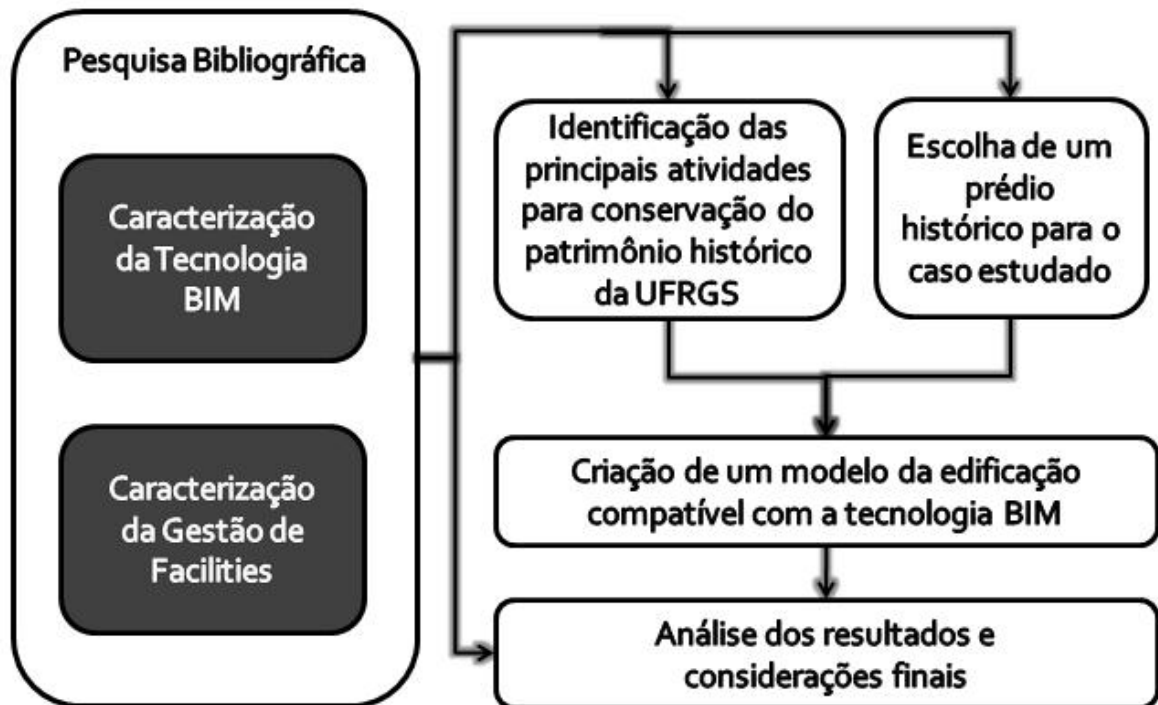


Figura 1: representação esquemática do delineamento de pesquisa

### 3 BUILDING INFORMATION MODELING (BIM)

Muito tem-se falado sobre BIM atualmente, porém, por ser uma tecnologia ainda pouco conhecida da maioria dos profissionais, havendo muitos enganos e desinformações sobre seu real funcionamento. O equívoco mais comum, segundo Krygiel e Nies (2008, p. 26), é pensar em BIM como um *software* – ou programa computacional- quando o *software* na verdade é apenas uma parte do sistema.

Os mesmos autores definem BIM como informações sobre todo o edifício e um conjunto completo de documentos de projetos armazenados em um banco de dados integrado. Todas as informações são paramétricas e, assim, interligadas. O projeto é elaborado em três dimensões e, havendo quaisquer alterações a um objeto dentro do modelo, essas são refletidas instantaneamente em todo o resto do projeto em todos os pontos de vista. Em um mesmo arquivo é possível colocar informações para desenhos, tomadas de decisão, produção de documentos, previsões de desempenho de construção, estimativas de custos, planejamentos de construção.

No processo de criação usado atualmente na Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS)<sup>3</sup>, o fluxo de informações se dá de uma forma unidirecional tendo por vezes resultado como comunicação ineficiente e falha na troca de informações sobre o projeto, isso devido à natureza altamente interdependente de atividades de AEC. Essa forma acaba causando, segundo Halfawy e Froese (2005), custos, atrasos, redução da qualidade e da durabilidade e perda do *design* de concepção. O uso de BIM viria como uma ótima alternativa quanto à intercomunicação entre as partes formadoras do campo da AEC.

Usando a tecnologia CAD, ou a prancheta, cada trabalho é elaborado separadamente, sem existir uma comunicação direta entre o trabalho previamente realizado, havendo uma enorme quantidade de esforços dobrados e retrabalhos. O mesmo não acontece usando programas BIM, onde todo o serviço já executado passa para a próxima fase. Faria (2007) destaca que qualquer alteração realizada no modelo tridimensional é automaticamente atualizada em todos

---

<sup>3</sup> Entrevista feita dia 20 de abril de 2010 com a Eng. Claire Rotta Sebben, atualmente chefe do Departamento de Projetos e Obras

os arquivos bidimensionais e vice-versa, dispensando revisões mais detalhadas. A vantagem é mais visível em projetos complexos, com centenas de plantas e cortes.

Na figura 2, o exemplo da dinâmica das funcionalidades do BIM demonstra, inicialmente, que sua utilização não se dá na forma linear, sendo que todos têm acesso às modificações do projeto. Sendo assim, as informações são lançadas no projeto, ficando acessíveis a todos, que executam suas tarefas e colocam informações adicionais depois da execução da mesma gerando uma comunicação circular.

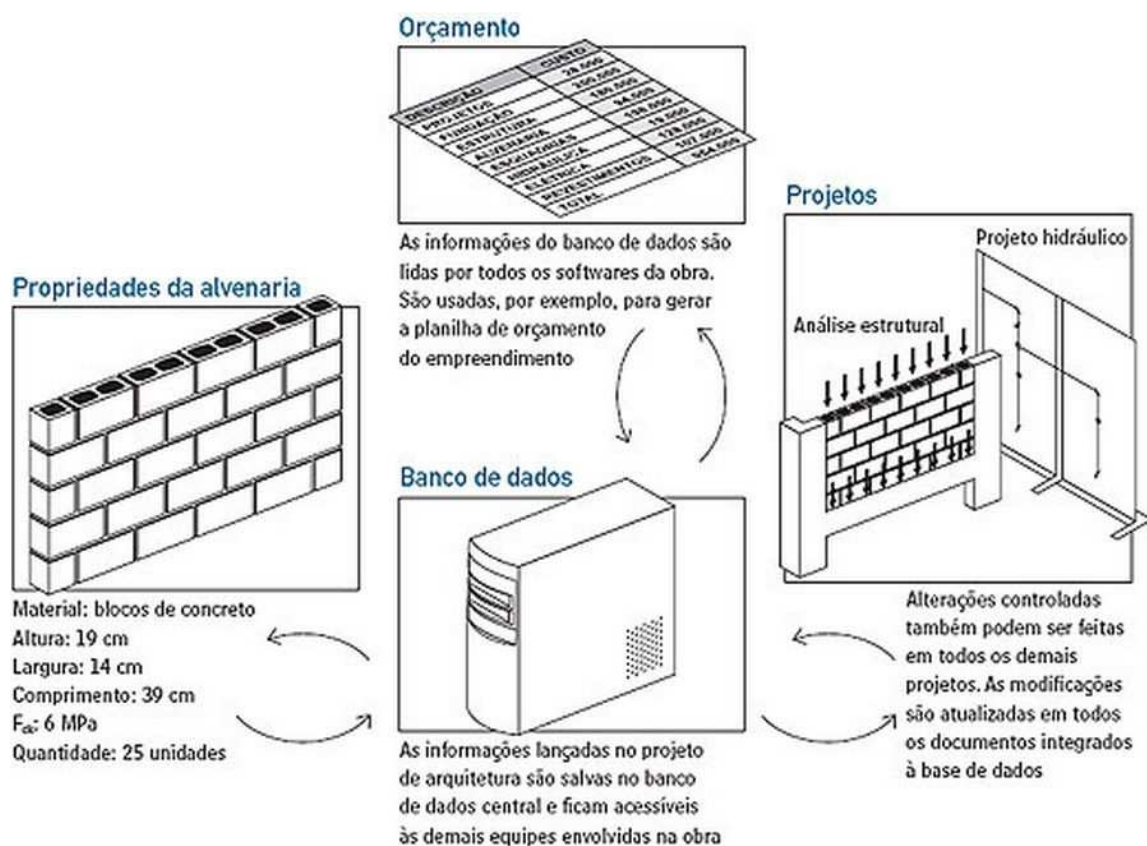


Figura 2: dinâmica das funcionalidades do BIM (FARIA, 2007)

Para evitar o atraso no compartilhamento da informação, Krygiel e Nies (2008, p. 36) acreditam ser necessária uma evolução na forma como concebemos projetos, eliminando desinformações e redundância na grande parte da informação reproduzida. Fazendo uso das vantagens inerentes de um método BIM, pode-se eliminar grande parte dos esforços redundantes, melhorar a comunicação, concentrando mais o tempo em melhorar o projeto e acelerar a construção. Uma abordagem mais abrangente sobre o assunto é feita nos próximos itens. Em outras palavras, segundo os mesmos autores, em um sistema BIM ideal encontra-se:

- a) arquitetos e consultores trabalhando juntos em um modelo computacional único de edifício (podendo ser um modelo único ou composto por peças interligadas);
- b) após este modelo atingir uma fase de refinamento, ele é transferido para o contratante e a equipe de construção que aprimora o projeto ainda mais com informações específicas para os seus negócios e especialização;
- c) à medida que o edifício físico é construído, o modelo BIM pode ser ajustado para refletir as mudanças que acontecem no campo;
- d) o modelo revisado pode ser compartilhado com o proprietário e o gestor de *facilities* (gestão de *facilities* está descrita no capítulo 5). Essa representação poderá conter as informações necessárias sobre as instalações do produto final auxiliando o proprietário na manutenção e gestão de *facilities* do edifício. Esse modelo pode também ser utilizado para modificações futuras ou expansões no edifício.

### 3.1 CARACTERÍSTICAS DA TECNOLOGIA BIM

Na comparação de projetos baseados em BIM com projetos em CAD, Krygiel e Nies (2008) destacam três diferenças básicas:

- a) BIM usa simulação 3D, enquanto CAD representação 2D: o desenho de uma construção em 2D é apenas a representação da forma final, abstraída em plantas, cortes, elevações e perspectivas. O BIM permite uma simulação 3D do edifício e seus componentes. Essa simulação vai além de demonstrar como os diferentes conjuntos de construções podem ser combinados. É possível prever conflitos em projetos (figura 3), variáveis ambientais em diferentes desenhos construtivos assim como cálculos de quantidades de material e tempo;
- b) precisão maior de BIM ao fazer estimativas: ao ser capaz de virtualmente construir o edifício antes da construção física começar, o BIM adiciona precisão ao levantamento de quantidades construídas, superando os processos menos tecnológicos de documentação. Materiais de construção e variáveis ambientais podem ser demonstrados em tempo real, sem a necessidade de coletar manualmente dados, diminuindo a precisão e tomando tempo;
- c) maior eficiência, evitando redundâncias: a tecnologia BIM traz a possibilidade de desenhar os elementos construtivos uma única vez no projeto em vez de desenhar planos de desenho, em seguida, projetar elevações, seções.

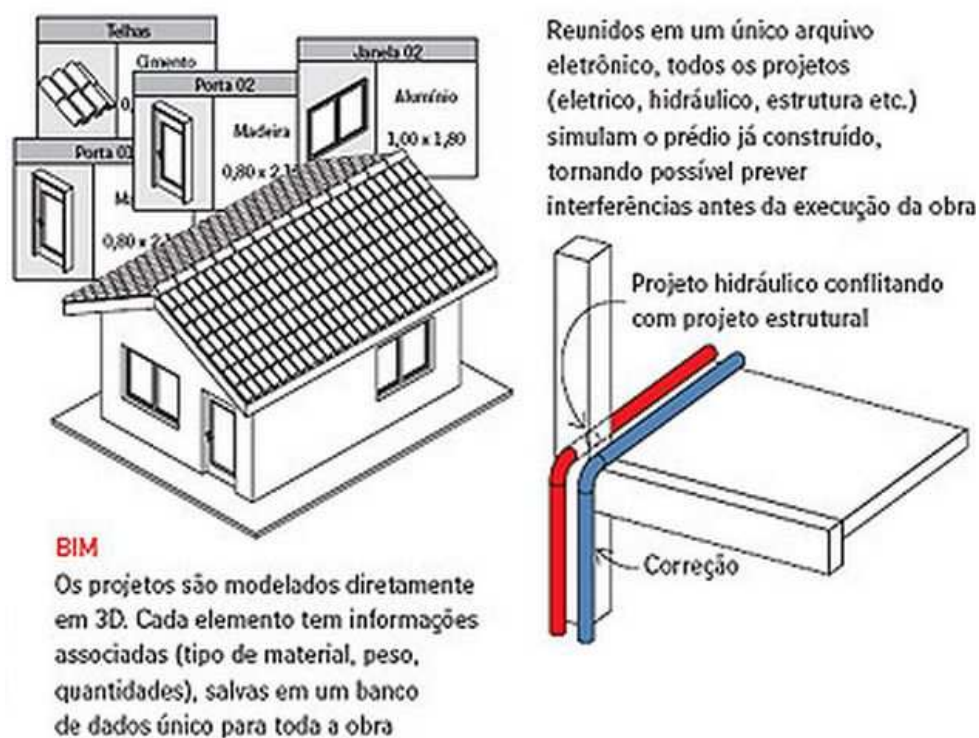


Figura 3: simulação 3D e prevenção de conflitos em BIM (baseado em FARIA, 2007).

As características assim citadas são relacionadas ao conceito de interoperabilidade entre profissionais, existente na tecnologia BIM. Porém, por ser um conceito ainda pouco comum entre profissionais da AEC, uma abordagem mais ampla sobre o assunto é proposta no próximo item.

### 3.2 INTEROPERABILIDADE

O conceito de interoperabilidade pode ser entendido como a capacidade de diferentes usuários ou programas acessarem a mesma informação, extraindo e adicionando dados. Segundo Krygiel e Nies (2008), a tecnologia BIM possibilita essa integração de informação, mudando a forma como profissionais enxergam e interagem com o projeto. Com BIM, a comunicação das diferentes visões dos profissionais ocorre de uma forma cooperativa.

Gallaher et al. (2004) em sua pesquisa, analisaram que os custos causados pela falta de interoperabilidade nas atividades de empresas de construção nos Estados Unidos da América foram de \$15,4 bilhões de dólares em 2004. Esses custos ocorreram, principalmente pela

ineficiência em atividades, como incluir reentrada manual de dados, duplicação de funções nos serviços e a dependência contínua do papel em sistemas de gestão da informação. Para o contexto desta análise, As três maiores causas de custos que caracterizam a interoperabilidade inadequada são os seguintes:

- a) precaução – relacionado a custos de atividades ainda não realizadas: gerentes comprometem-se com essas atividades a fim de evitar ou minimizar o impacto de problemas na interoperabilidade técnica antes que eles ocorram;
- b) mitigação – custo advindo de atividades com problemas de interoperabilidade já realizados. A maioria dos custos de mitigação resulta de arquivos eletrônicos ou em papel que tiveram de ser manualmente atualizados ou refeitos em múltiplos sistemas ou por buscas em arquivos de papel. Custos de mitigação, nessa análise podem também resultar de atividades de construção redundante, incluindo custos de desperdício de materiais;
- c) atraso – surge de problemas na interoperabilidade que atrasam a conclusão de um projeto ou o tempo que algum sistema construtivo não opera normalmente.

Krygiel e Nies (2008) notam que, com a evolução das técnicas construtivas, as exigências de qualidade impostas aos empreendimentos tendem a crescer cada vez mais, gerando uma inevitável concentração de profissionais envolvidos na concepção e execução de uma edificação. Em um cenário como esse, a parametrização da informação que integra esses esforços faz-se cada vez mais necessária.

### **3.2.1 Parametrização da Informação**

A parametrização da informação é, idealmente, a capacidade de criação de modelos virtuais que representam exatamente objetos reais. Assim, um projeto deixa de conter apenas linhas tomando a forma de uma planta, para ser um modelo em que as características e propriedades da edificação são conhecidas, além da geometria. Na tecnologia BIM, o *Industry Foundation Classes* (IFC) é um padrão de arquivos que provém uma linguagem comum, tornando a parametrização possível. Em Amorin et al. (2001) é destacado que a IAI (*International Alliance for Interoperability*) é a responsável pela coordenação desse padrão de arquivos.

### 3.2.2 Obstáculos para a Parametrização da Informação

Jacoski e Lamberts (2002 p. 7) citam os seguintes obstáculos:

- a) incertezas a respeito de dados obtidos da transferência e integração da informação de *softwares*, por exemplo, na transferência de dados de projetos, os tipos das linhas do desenho enviado podem ser diferentes nos desenhos recebidos, se utilizados em versão posterior do mesmo *software*, texto, fontes, também podem ser diferentes;
- b) a comunicação necessária entre os componentes da indústria, para que se proceda a padronização é ineficiente, existindo carência de iniciativa por parte dos administradores e gerentes, principalmente por necessidade de mudanças corporativas e culturais nos negócios para adoção da padronização;
- c) existência de pequenas equipes de projeto, com foco em variados clientes, limitando a padronização de soluções;
- d) o tamanho das empresas é também um fator limitante, pois a padronização implementada em pequenas empresas é relativamente fácil comparada com grandes empresas e grandes volumes de procedimentos;
- e) algumas questões técnicas servem para obstruir a padronização, como exemplo, no caso de *hardware* de computadores e *softwares* entre a cadeia de fornecedores, não sendo compatíveis para implementação da padronização. Então a infraestrutura de TI necessita de que algum dos participantes execute o investimento em sistemas que se adaptem ao restante dos parceiros;
- f) empresas não possuem uma posição madura nos procedimentos de negócios, sobre a padronização de seus sistemas internos, deixando de observar a relevância disso para a empresa.

Embora o mercado da construção esteja carente de uma estruturação lógica consolidada para indexação de sua produção, insumos e conhecimento, segundo Amorin et al. (2001, p. 1), esta deficiência não tem a mesma intensidade em todos seus subsetores. Alguns mercados, como no caso de produtos metalúrgicos, estão mais estruturados, em geral por terem sido objeto de trabalhos focados em um âmbito restrito, tal como as Normas Brasileiras.

Os mesmos autores atentam para o fato de que na edificação propriamente dita, encontra-se a área mais problemática para indexação, por concentrar uma imensa variedade de atores. Devido a isto e, também, a limitações práticas, trabalhos que vêm sendo desenvolvido hoje nessa área acabam sendo bastante limitados.

### 3.3 BIM NAS ETAPAS DE DESENVOLVIMENTO E USO DO PRODUTO

Para se compreender melhor o valor que a tecnologia BIM agrega ao produto, deve-se primeiro compreender que cada fase do desenvolvimento e uso da edificação possui exigências e singularidades próprias. Essa ferramenta mostra-se capaz de solucionar algumas das dificuldades que se enfrenta hoje nas etapas de uma edificação.

Sobre as mudanças que a tecnologia BIM propõe para esse segmento, um lista de benefícios é abordada em Eastman et al. (2008), na qual, sobre o a fase de concepção de uma edificação, destaca-se os itens a seguir:

- a) previsões de orçamento em tempo mais realista;
- b) melhora da qualidade e desempenho dos sistemas da edificação;
- c) visualização da edificação mais apurada e mais cedo;
- d) o modelo da edificação já é feito de forma 3D e dele gera-se pranchas 2D automáticas e consistentes;
- e) baixo nível de correção em mudanças feitas em projeto;

Na fase de construção, os mesmos autores destacam como benefícios:

- a) sincronia de modelo e planejamento da construção;
- b) descobrimento de erros de projeto ou omissões antes da construção;
- c) rápida reação a problemas de projeto ou da obra;
- d) o uso do modelo BIM como base para confecção de componentes;
- e) melhor emprego dos conceitos de Construção Enxuta;
- f) alinhamento das necessidades de compra com as da obra.

Na fase de gestão, foco do trabalho, esses autores enfatizam dois itens, que são:

- a) melhor operação – por produzir uma gama de informações bastante rica para todos os sistemas da edificação, pode ser usado como guia para verificar se todos esses sistemas. Também para alterações que usuários desejem fazer.



- b) gestão de *facilities* – por ter todas as atualizações feitas durante a construção, é uma ótima base para modificações, revisões e qualquer forma de gerenciamento que seja necessária na edificação.

O conceito de gestão de *facilities* será apresentado no capítulo 5. Para o entendimento nesse item, basta saber que o emprego da gestão e manutenção em uma construção é sempre trabalhoso. Porém, é inegável que em muitos dos problemas enfrentados hoje pelos gestores poderiam ser mitigados e alguns ainda eliminados com a implementação da tecnologia BIM em suas empresas.

O modelo 3D paramétrico criado em BIM, com sua capacidade de automaticamente criar plantas, cortes e planilhas, contribui muito no gerenciamento de *facilities* pós-construção. A grande vantagem dessa tecnologia é a capacidade de armazenamento de dados ao longo da vida útil de uma edificação, como demonstrado na figura 4.

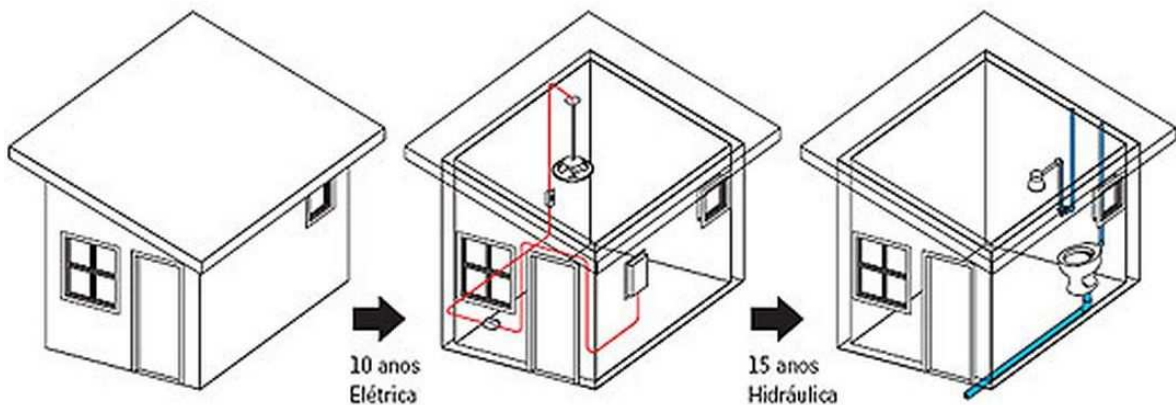


Figura 4: BIM ao longo da vida útil de uma edificação (FARIA, 2007)

Como no exemplo acima, alterações necessárias após 10 ou 15 anos, teriam o auxílio das informações provenientes das fases de projeto e construção, demonstrando a vantagem da coleta de informações mais detalhadas e bem armazenadas. Em um modelo usual de gestão de uma edificação, as modificações feitas depois da fase de construção seriam perdidas, gerando custos desnecessários no caso de alguma intervenção posterior.

## 4 GESTÃO DE *FACILITIES*

A tecnologia evolui em um ritmo cada vez mais rápido. Não apenas em equipamentos eletrônicos ou automotivos, nota-se hoje, uma transformação em todos os setores da sociedade. Independente de tamanho, segundo Antonioli (2003) uma visão mais racional, rentável e competitiva é exigida na criação de qualquer produto. Na área da construção civil, apesar de seu histórico de baixa absorção tecnológica, essa transformação também acontece na forma de novos materiais, melhores sistemas construtivos e patamares mais elevados de qualidade em etapas da construção.

A utilização dessas novas tecnologias, porém, geram um significativo aumento na complexidade do espaço construído. Para serem aproveitadas devidamente, essas mudanças devem ser gerenciadas de uma forma estratégica, a fim de acompanhar a rápida evolução no contexto em que negócios são desenvolvidos. São, portanto, necessárias equipes de suporte que, além de fiscalizar e avaliar a estrutura física de espaço, também compreendam a intrincada interdependência dos elementos nele presentes (FERREIRA, 2005).

Ferreira (2005) afirma que as atividades de gestão estratégica do ambiente construído dependerão do gerenciamento das relações entre pessoas, propriedades e processos. Sua execução terá sucesso se atendidas plenamente as necessidades dos usuários, antecipando-se à demanda, de maneira que os ocupantes do edifício possam desenvolver as tarefas necessárias para atingir os objetivos da organização. Antonioli (2003, p. 49) acredita que o gerenciamento deve ser a interface de integração entre o provimento de ambiente de trabalho e o seu gerenciamento, onde estão situadas atividades gerenciais que requerem habilidades profissionais tais como gestão de espaços, de projetos, de propriedades e de aquisições.

A definição do tipo de gerenciamento acima citado é hoje conhecida na bibliografia internacional como *facilities management* – traduzido nesse trabalho como gestão de *facilities* – definido, na sua forma mais ampla por Antonioli (2003, p. 46) da seguinte forma:

A execução da gestão de *facilities* consistirá no provisionamento de serviços e insumos necessários ao atendimento das necessidades dos usuários, de maneira que estes possam desenvolver as tarefas necessárias para atingir os objetivos da organização. Isto envolve não só a operação do edifício e de seus sistemas prediais,

mas também sua manutenção, bem como de todos os elementos contidos no ambiente interno, além de obras civis necessárias para permitir o provisionamento de suporte necessário.

O mesmo autor coloca que todo o esforço empreendido com a gestão de *facilities* visa obter a elevação do edifício como um todo à condição de alto desempenho (*High Performance Building*). O ponto de partida da gestão de *facilities* é o emprego de uma visão mais ampla de maneira a permitir o entendimento dessa edificação. Para alcançar tal desempenho será necessário que a gestão de *facilities* procure pelos seguintes objetivos em seus processos (FERREIRA, 2005):

- a) eficiência (fazer certo as coisas) que gera produtividade;
- b) efetividade (fazer as coisas certas) que gera desempenho;
- c) eficácia (fazer bem as coisas relevantes) que gera qualidade.

Formas para alcançar esses objetivos são hoje largamente discutidas. Segundo o mesmo autor. Todavia, os fatores que influenciam a estratégia a ser empregada não são absolutos, podendo variar dependendo o tipo de empreendimento e a visão das empresas envolvidas. Aspectos como esse serão detalhados nos itens seguintes.

Como exemplo, na figura 5 são demonstradas algumas das atividades necessárias à gestão de *facilities*. A importância dada a cada atividade, porém, será diferente dependendo o local. Em uma indústria, o foco provavelmente será a rapidez de produção, a segurança e cuidados com incêndios. Em uma empresa de informática, essas seriam cuidados com a rede de computadores e posicionamento de cubículos.

## 4.1 APLICAÇÃO

A aplicação da gestão de *facilities* está relacionada principalmente às rápidas mudanças no contexto em que negócios são desenvolvidos. Assim, para poder oferecer o suporte necessário e acompanhar a rápida evolução tecnológica, é preciso tentar adiantar-se às solicitações dos usuários sob pena de não se dispor de tempo hábil para atendê-las, uma vez que estas se sucedem em intervalos cada vez mais curtos. Isto impõe uma mudança de postura em relação

à operação e manutenção dos edifícios e de seus sistemas, de reativa para pró-ativa (ANTONIOLI, 2003).



Figura 5: Exemplo de serviços da gestão de *facilities*.

Devido a esta mudança, a gestão de *facilities* hoje é aplicada quase que exclusivamente em edificações comerciais ou industriais. Weise et al. (2009) destacam que essa tendência se dá devido ao tipo de exploração da propriedade. Geralmente, os imóveis residenciais produzem poucos custos de exploração e de manutenção durante o tempo útil, enquanto os imóveis comerciais quase sempre produzem elevados custos operacionais. Contudo, mesmo os imóveis residenciais tendo custos de exploração menores, se forem associados aos custos de manutenção, podem se tornar significativos.

Para garantir a eficiência da gestão de *facilities* em edificações, comerciais ou residenciais, exige-se a identificação de todos os custos, o que envolve os levantamentos operacionais e de manutenção de todo o ciclo de vida dos imóveis. Adicionalmente, quando possível, devem ser coletadas e analisadas todas as informações sobre a utilização dos imóveis, e o acompanhamento da execução e dos resultados do trabalho da gestão de *facilities*, de forma que se torne possível a avaliação de sua eficácia. Paralelamente, deve-se formar um banco de dados composto de dados sobre custos, de dados operacionais e de todos os elementos envolvidos no ciclo de vida do imóvel (WEISE et al., 2009).

Na figura 6a, Alexander<sup>4</sup> (1999 apud ANTONIOLI, 2003) mostra que a partir da concepção do edifício até o início de sua vida operacional, ou seja, durante a construção, ocorre uma defasagem funcional e tecnológica em um sistema sem melhorias contínuas. De tal modo que, mesmo antes de começar a operar, o edifício e seus sistemas já não atendem plenamente as necessidades para as quais foram projetados. Uma vez que o avanço tecnológico ocorre de maneira exponencial, a inclinação da reta de demanda tecnológica tende a aumentar cada vez mais, agravando essa defasagem.

Analisando a figura 6b, o mesmo autor conclui que a ocasião mais apropriada para início das atividades de gestão de *facilities* é na concepção do edifício e de forma contínua, contribuindo assim para a eliminação de erros provenientes das etapas de projeto. Estes erros são originados basicamente pela falta de comunicação entre as diversas equipes disciplinares, bem como do pouco conhecimento delas a respeito da maneira que os futuros usuários do edifício utilizarão os elementos nele contidos. Tampouco considerações a respeito da manutenção são tecidas durante as etapas de projeto. Portanto, o potencial da gestão de *facilities* só poderá ser maximizado quando esta atividade for agregada ao edifício ainda na sua concepção.

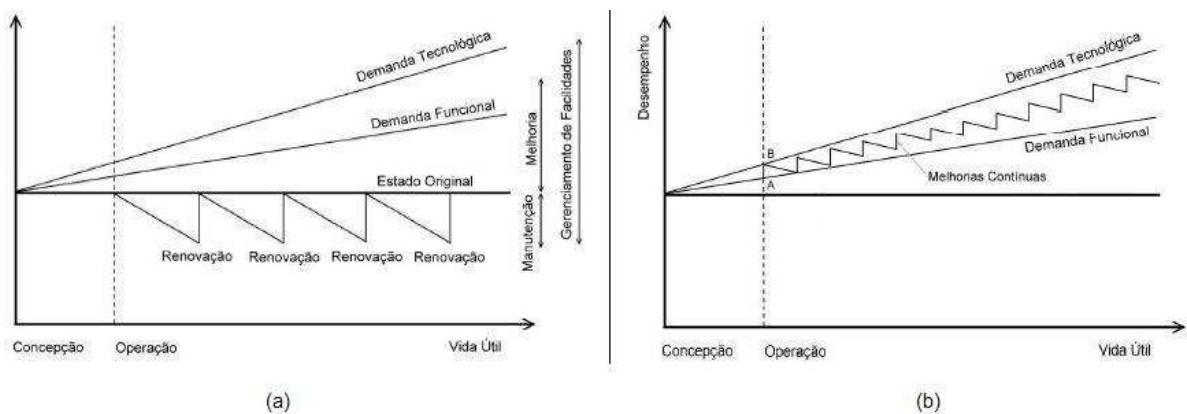


Figura 6: comparação do desempenho da vida útil entre edifícios sem e com melhorias contínuas (baseado em ANTONIOLI, 2003).

Weise et al. (2009), na mesma linha do autor anterior, acreditam que na fase do planejamento é possível promover alterações nos custos futuros de exploração por meio de mudanças no projeto. Após o projeto executado, alterações somente são possíveis em pequenas proporções ou com grandes gastos adicionais, pois implicam na perda de parte dos valores iniciais do

<sup>4</sup> ALEXANDER, K. **Facilities Management, Theory and Practice**. London: E&FN Spon, 1999.

investimento e na necessidade de novos investimentos. Assim, segundo o mesmo autor, a gestão de *facilities* deve estar envolvida já na fase de planejamento do projeto, antes que os custos comecem a incorrer. O comportamento e as possibilidades de influenciar os custos e a efetiva ocorrência destes são apresentados na figura 7.

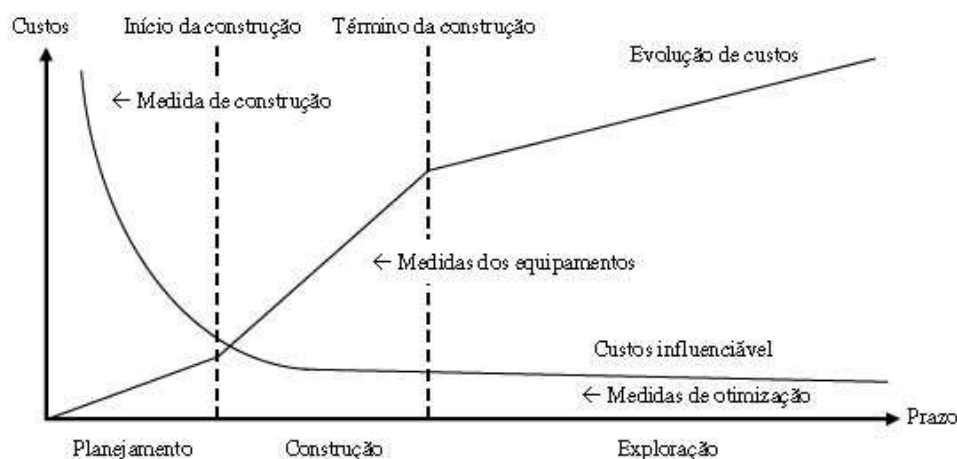


Figura 7: comportamento e possibilidades de influenciar os custos ao longo da vida da edificação (AMELUNG<sup>5</sup>, 1996 apud WEISE et al., 2009)

Fica clara a importância da implementação da gestão de *facilities* nos estágios iniciais do projeto e, para isso, é necessário estabelecer um elo para que essas informações não se percam no decorrer da construção ou da vida útil da edificação.

## 4.2 INFORMAÇÃO NA GESTÃO DE FACILITIES

A informação na gestão de *facilities* pode ser definida como sendo o conjunto dos dados processados de forma a terem significado para o seu receptor, possuindo valor real ou percebido relativamente às decisões atuais ou futuras (FERREIRA, 2005). Em uma empresa, segundo Antonioli (2003, p. 161), a eficiência dos processos de planejamento estratégico e de operação depende muito mais da qualidade da informação utilizada do que dos próprios processos empregados para planejar. Pode-se dizer que atualmente a informação representa o insumo mais importante para as atividades desenvolvidas no ambiente construído, tanto para a

<sup>5</sup> AMELUNG, V. E. Baukosten besser einschätzen. *Immobilien Manager*. v. 4, p. 14-16, 1996.

gestão de *facilities*, quanto para a própria organização. A gestão de informação passa pelas seguintes etapas (ANTONIOLI, 2003):

- a) coleta: recolhimento dos dados necessários, de forma manual ou automática. Situações como preenchimento de relatórios de vistorias ou coleta das temperaturas externas e internas do edifício de hora em hora, pelo sistema de automação predial;
- b) armazenamento: guarda confiável das informações coletadas pelo tempo necessário, podendo acontecer tanto pelo depósito de papeis escritos em um arquivo de pastas organizadas, como em um sofisticado banco de dados relacionais, existente em uma mídia magnética flexível, rígida ou ótica;
- c) manipulação: tratamento das informações coletadas e armazenadas pelas pessoas que dela se utilizarão para desempenhar suas tarefas. Isto inclui a distribuição, cópias, acesso, depuração e descarte.

Muitas vezes, a forma como essa informação deve ser gerenciada ainda é uma grande dificuldade para os administradores. Segundo Schmitt (1998), empresas trabalham desvalorizando a etapa de documentação do projeto e depositando todos os esforços na etapa de execução no canteiro de obras, fazendo com que não seja seguido um modelo organizado. Essa tendência, porém, vem diminuindo à medida que empresas compreendem os custos que representa a falta de um sistema de informação racional. Para melhor compreensão desses sistemas de informação, os itens a seguir terão por finalidade desenvolver brevemente o assunto, abordando também sistemas integrados de informação.

#### **4.2.1 Sistemas de Informação**

A informação, devido ao seu valor, também deve ser gerenciada como qualquer outro bem dentro de uma organização. Para tanto, é necessário entender o grau de complexidade, assim como a organização em que essas informações são levantadas e armazenadas. Todavia, devido à quantidade crescente de dados geradas em um empreendimento, é inviável pensar hoje em um sistema não informatizado.

Para gestão de *facilities* isto pode ser alcançado através do emprego de sistemas de informação, que representam a combinação de recursos humanos e tecnológicos visando ao uso efetivo e eficiente da informação. Assim, a tecnologia da informação (TI) deve ser vista

como parte dos sistemas de informação sendo empregada para dar amparo não só às atividades gerenciais, mas também às da organização. É esta utilização que, se bem empregada, tem o potencial de criar novas maneiras de desempenhar as atividades, agregando valor aos processos produtivos (BARRETT<sup>6</sup>, 1995 apud ANTONIOLI, 2003).

Implementação de TI, segundo o mesmo autor, não significa necessariamente obtenção de sistemas de informações de qualidade. Dados volumosos e não orientados representam pouca utilidade, dificuldade de manipulação, de operação e elevado custo. Os sistemas de informação devem ser avaliados segundo critérios de custo da informação gerada comparada ao benefício potencial de seu uso. Uma forma de obtenção desta efetividade é orientar os sistemas de informação de maneira a auxiliar as tomadas de decisões inerentes à gestão de *facilities*, garantindo assim que o sistema será sensível não somente às funções gerenciais mas também aos elementos da organização afetados pelo desempenho deste gerenciamento (BARRETT<sup>7</sup>, 1995 apud ANTONIOLI, 2003).

Segundo Halfawy e Froese (2005), devido à natureza altamente interdependente e multidisciplinar dos objetos de AEC, o estilo unidirecional do fluxo de informações tem muitas vezes resultado em uma comunicação ineficiente de troca de informações sobre o projeto, causando, posteriormente, custos, atrasos, redução da qualidade e durabilidade e perda do *design* de concepção. Informações de projetos de AEC normalmente sofrem muitas perdas quando passadas da fase de projeto para a fase de construção, necessitando muita comunicação e atualização. Essa falha de comunicação é passada, ao término da construção, para a fase de gestão de *facilities*, gerando altos custos.

Segundo Alshawi<sup>8</sup> (1992 apud SCHMITT, 1998), os principais problemas que contribuem para perturbar o desenvolvimento dos trabalhos no canteiro de obras são os seguintes:

- a) mudanças solicitadas pelos clientes;
- b) informações incompletas no projeto;
- c) falta de integração entre o projeto e a execução;

---

<sup>6</sup> BARRETT, P. **Facilities Management, Towards Best Practices**. Oxford: Blackwell Science ., 1995.

<sup>7</sup> Idem

<sup>8</sup> ALSHAWI, M. **Time and space controlled 3D model for Construction Industry**. Salford (UK): University of Salford, 1992



d) deficiência de gerenciamento da obra no canteiro.

A justificativa para estes problemas, conforme Ford<sup>9</sup> et al. (1994 apud SCHMITT, 1998), é a abundância de informações complexas presentes na indústria da construção e a necessidade de intensificar a integração delas mediante o estabelecimento de uma apropriada infraestrutura de informação.

#### 4.2.2 Sistemas Integrados de Informação

Um sistema de informação, para resolver os problemas citados acima, tem o desafio de criar uma relação entre dados vindos de diferentes partes, criando um sistema que garanta a acessibilidade do projeto, da forma mais eficiente possível. As potencialidades de um sistema assim, segundo Halfawy e Froese (2005), vão além do acima descrito. Espera-se de sistemas de informação integrados fundamentalmente o apoio na modelagem e a gestão das informações, permitindo o seu intercâmbio entre os participantes do projeto, com consistência e integridade dos dados. Este banco de dados garante a comunicação durante o ciclo de vida do projeto, a interoperabilidade das ferramentas de suporte e permite o acesso instantâneo a informações atualizadas.

Objetos de AEC, segundo Halfawy e Froese (2005), normalmente envolvem estruturas de informação ampla, complexa e dinâmica que são compartilhadas entre os vários processos do empreendimento, que podem ser o de idealização do projeto, o de especificações, o de estimativa de custos, o de programação, etc. Uma edificação típica é composta de um grande número de objetos, com diferentes características estruturais, funcionais e comportamentais.

Diferentes setores, porém, possuem visões próprias sobre esses objetos, priorizando o conjunto de atributos que mais importa para seu trabalho. Schmitt (1998) destaca que, para um engenheiro civil, uma construção é definida por elementos estruturais, enquanto que para um arquiteto trata-se de uma coleção de recintos e de um envelope que tem a função de filtro entre o ambiente externo e os ocupantes. Sendo assim, sistemas integrados de informação têm como objetivo diminuir essas diferenças, assimilando todas as diferentes visões.

---

<sup>9</sup> FORD, S.; AOUAD, G.; BRANDON, P.; BROWN, F.; CHILD, T.; COOPER, G.; KIRKHAM, J.; OXMAN, R.; YOUNG, B. The object oriented modelling of building design concepts. **Building and Environment**, v. 9, n. 4; p.411-419. October 1994

A compreensão das necessidades e a organização da Universidade é crucial para uma correta aplicação dos conceitos de gestão de *facilities* e da tecnologia BIM. Sendo assim, no próximo capítulo é feita uma identificação das características da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) no que toca a gestão e manutenção de edifícios históricos.

## 5 EDIFÍCIOS HISTÓRICOS DA UFRGS

Os edifícios históricos da UFRGS datam do fim do século XIX e início do século XX, construídos ainda antes da criação da Universidade como é hoje conhecida. Na época, cada prédio constituía uma escola livre, reunindo-se apenas em 1934, para formar a Universidade de Porto Alegre. Esta instituição existiu até o ano de 1950, quando criou-se a UFRGS.

A primeira escola consolidada foi a Escola Livre de Farmácia e Química Industrial (1895), seguida pela Escola de Engenharia (1896) e pela Faculdade Livre de Medicina (1898). Porém, os edifícios só ficariam prontos até alguns anos mais tarde. Em 1928, com a finalização do Instituto Parobé, o grupo de Faculdades Livres e Institutos Técnicos já estavam instalados em 12 edificações, indicadas na figura 8. Hoje, segundo a Lei Estadual 1.525, de 15 de setembro de 2000 os prédios são considerados integrantes do patrimônio cultural do Rio Grande do Sul (UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL, 2007a).



Figura 8: localização dos Edifícios Históricos da UFRGS  
(baseado em UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL, 2010a)

As construções deste período são fiéis aos estilos arquitetônicos denominados Ecletismo e *Art Nouveau*, fortes tendências da época. Esses estilos são conhecidos pelas linhas curvas, delicadas, irregulares e assimétricas (UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL, 2010a). É também importante salientar que a tecnologia de concreto armado não foi

introduzida no Brasil até a década de 1910 e que por isso, todas as estruturas são compostas de alvenaria estrutural, o que explica o porquê de paredes tão robustas quanto as encontradas nesses edifícios.

Uma breve descrição dos prédios históricos da UFRGS é feita a seguir, com o intuito de informar, de forma geral, sobre os edifícios existentes. Em ordem cronológica de execução têm-se as seguintes edificações (UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL, 2010a):

- a) Escola de Engenharia (1895) – conhecida hoje como Engenharia Velha, é como um Palacete Renascentista, de fachadas pouco decoradas, planas. Na fachada principal destacam-se os elementos do frontão: o ano da inauguração em números romanos clássicos e, no seu cume, uma figura humana. Atualmente abriga a Direção, Setores Administrativos e o Centro Acadêmico da Escola de Engenharia;
- b) Observatório Astronômico (1906) – Possui fachadas ricas em elementos decorativos de inspiração animal e vegetal, sendo a fachada principal enriquecida pela presença da escultura de Urânia, a Musa da Astronomia, em tamanho natural. Destaca-se a cúpula giratória, no ponto mais elevado da edificação, construída em ferro e revestida de madeira. Possui também, a pintura mural existente no terceiro pavimento, representando Cronos, o Deus do Tempo;
- c) Castelinho (1906) – o Instituto Técnico Profissional da Escola de Engenharia, posteriormente chamado de Parobé, foi criado em 1906 como uma escola técnico-profissionalizante para filhos de operários e crianças carentes. É descrito como tendo ambientes amplos e bem equipados com modernas máquinas e ferramentas importadas para a época. Essa edificação foi ocupada pela Biblioteca Central da Escola de Engenharia e, posteriormente, pelo Curso de Engenharia Nuclear. Atualmente, o prédio abriga o Núcleo para Inovação das Edificações (NORIE), do Curso de Pós-Graduação em Engenharia Civil da Escola de Engenharia;
- d) Château (1906) – foi construído para sediar as seções de marcenaria, carpintaria, serralheria do Instituto Técnico Profissionalizante da Escola de Engenharia. Nele, destacam-se o torreão, os vãos de tijolos de vidro e as molduras. Esse prédio já foi ocupado, pelo Departamento Comercial, Industrial e Financeiro da Escola de Engenharia, pela Faculdade de Arquitetura e pelo Instituto de Geociências. Atualmente, o prédio abriga a Secretaria de Desenvolvimento Tecnológico (SEDETEC) e o Departamento de Metalurgia da Escola de Engenharia;
- e) Instituto Eletrotécnico – nesse edifício encontrava-se a primeira escola do Brasil criada para formação de engenheiros mecânicos e eletricitas e técnicos montadores. Inicialmente, a maioria do seu corpo docente foi constituída por

professores estrangeiros e oficinas e laboratórios foram equipados com máquinas e ferramentas importadas dos Estados Unidos e da Europa. O prédio apresenta formas e linhas rígidas, seu acesso é destacado por um pórtico de sólidas pilastras. Suas fachadas incorporaram detalhes do art-déco e, no conjunto, sobressaem-se as esculturas femininas representativas da Eletricidade e da Mecânica;

- f) Faculdade de Direito (1910) – em 17 de fevereiro de 1900 é criada a Faculdade Livre de Direito de Porto Alegre, porém, dadas algumas dificuldades financeiras, a inauguração do prédio se dá apenas em 1910. Esse prédio é definido pela regularidade do seu volume em forma de prisma retangular, dotado de um frontão clássico, ornamentação nas fachadas, coberturas e platibandas e cúpula central adornada com estatuária figurativa;
- g) Faculdade de Agronomia (1913) – em 1898, devido às solicitações de lideranças locais, foi criado um Curso de Agronomia anexo à Escola de Engenharia, porém, logo interrompido após a formação da sua primeira turma, em 1902. Apenas em 1910, com o auxílio financeiro dos governos federal e estadual, teve início o Instituto de Agronomia e Veterinária. O complexo arquitetônico é inspirado em escolas congêneres do exterior e incluía a sede do Instituto, a Estação Experimental de Agronomia, o Posto de Zootecnia e o Patronato Agrícola. O núcleo central possui três pavimentos, cada um dos espaços laterais é constituído por um amplo pátio coberto, em forma de arco e um volume em dois pavimentos;
- h) Museu da UFRGS (1910) – a edificação foi projetada para sediar o Laboratório de Resistência dos Materiais da Escola de Engenharia, porém, em 1942, com a criação do Instituto Tecnológico do Rio Grande do Sul a edificação passa a ser ocupada por esse até o final dos anos 60. O edifício abrigou também o Curso em Tecnologia do Couro, primeiro do gênero na América Latina, sendo, por essa razão, conhecido até hoje como Curtumes e Tanantes. O projeto dessa edificação caracteriza-se por uma composição formal simétrica marcada, na fachada principal, pelo frontão em arco adornado por uma pintura que simboliza o trabalho. Com o passar dos anos, as avenidas do entorno tiveram seus leitos ampliados e hoje, como consequência, a fachada lateral situa-se no alinhamento do passeio público;
- i) Faculdade de Medicina (1919) – é detalhado que, em 1914, devido à crise ocasionada pela I Guerra Mundial, a construção é interrompida até 1919, quando a Secretaria de Obras do Estado reinicia os trabalhos, tendo já alterações no projeto original. A edificação possui formas retas e ortogonais até então presentes no seu entorno com um volume central circular que marca a esquina. Sua composição é formal, integrada por ornamentos clássicos, como colunas, balaustradas e esculturas decorativas;
- j) Rádio da Universidade (1921) – é citado que o prédio, inicialmente seria destinado a sediar a Seção de Meteorologia do Instituto Astronômico e Meteorológico da Escola de Engenharia. Apenas em 1960, depois de reformado e adaptado, os estúdios da Rádio da Universidade passam a ser abrigados por essa edificação. O edifício é característico por sua assimetria de

fachadas sóbrias, a escada externa, de guarda-corpo vazado, trabalhado em ferro, juntamente com a cobertura do patamar, estruturado em ferro e recoberto com placas de vidro.

- k) Instituto de Química (1926) – a escola de Química começou em 1887 no Estado do Rio Grande do Sul, porém, a inauguração do edifício próprio ocorreu apenas em 1926. O prédio, em três pavimentos, apresenta uma galeria aberta protegida por um terraço, configurando um mirante. Essa galeria possui colunas toscanas alternadas entre duplas e simples e esculturas femininas que simbolizam a Química. Atualmente, o prédio abriga setores administrativos da Universidade, salas de aula e a Secretaria do Patrimônio Histórico. Após as obras de restauração, será sede do Centro Cultural da UFRGS;
- l) Instituto Parobé (1928) – o Instituto Técnico Profissional, criado em 1906, conhecido hoje como Instituto Parobé, formava mestres e contramestres para as áreas da construção mecânica e civil, marcenaria e artes gráficas. O ensino era gratuito em regime de internato e destinava-se, principalmente, a crianças carentes e operários. Entre 1908 e 1928, o Instituto funcionava nos prédios hoje denominados Château e Castelinho e, ainda, em outros pavilhões. Devido à expansão das atividades da Escola, criou-se em 1928, a edificação hoje existente. A fachada principal é marcada pelo movimento dos seus volumes, pela abundância ornamental que incluem esculturas e cúpulas, revestidas em cobre.

Na figura 9, detalhes para caracterizar as edificações históricas da UFRGS acima descritas.

O gerenciamento dos prédios é feito pela Superintendência de Infraestrutura (SUINFRA), em conjunto com a Secretaria do Patrimônio Histórico (SPH). Nos próximos itens é feita uma descrição de cada um desses órgãos administrativos, visando o melhor entendimento de suas atividades.

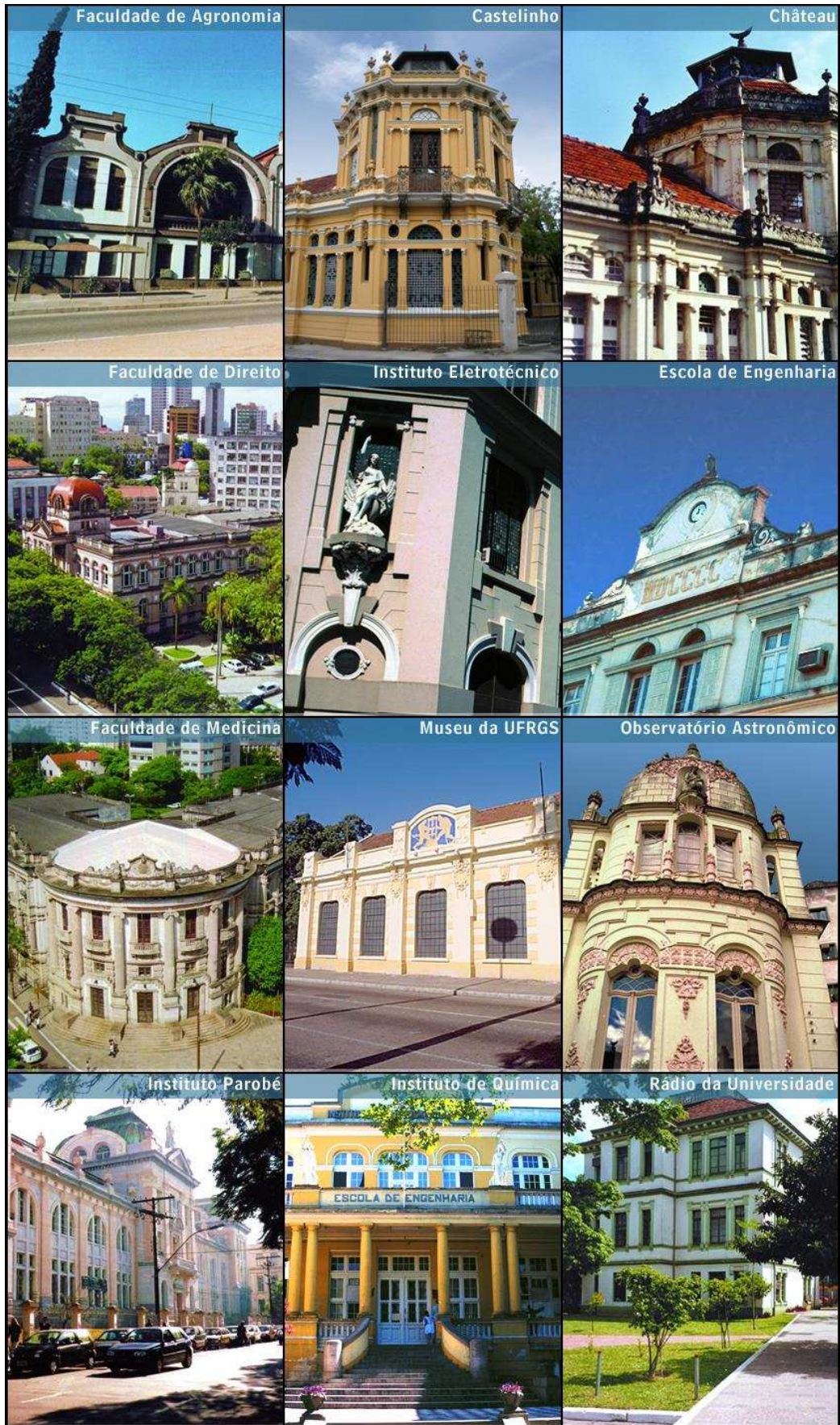


Figura 9: Edifícios Históricos da UFRGS (baseado em UFRGS, 2010a)

## 5.1 SUPERINTENDÊNCIA DE INFRAESTRUTURA

Inicialmente criada como Superintendência do Espaço Físico (SUPEF), em 1996, com a divisão da Pró-Reitoria de Administração, foi substituída em 2003 pela Pró-Reitoria de Infraestrutura (PROINFRA). Apenas em 2004, essa passou a ser conhecida como Superintendência de Infraestrutura (SUINFRA), sua atual denominação (informação verbal<sup>10</sup>).

O objetivo dessa entidade é zelar pela infraestrutura da Universidade, construindo e conservando seu patrimônio. Suas principais atribuições são descritas a seguir (UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL, 2010c):

- a) assessorar, planejar, projetar e administrar obras e serviços de manutenção do espaço físico da Universidade;
- b) planejar o uso do espaço físico e o desenvolvimento da infraestrutura em todas as áreas da Universidade;
- c) projetar, executar e administrar obras da Universidade;
- d) manter o controle e o registro de documentos referentes ao espaço físico da Universidade;
- e) zelar pelos bens patrimoniais e instalações gerais;
- f) receber, classificar, armazenar, distribuir e controlar os estoques de materiais adquiridos pela SUINFRA;
- g) manter as redes, centrais e equipamentos de telefonia e informática;
- f) supervisionar, controlar e fiscalizar reformas e adaptações em todos os componentes da infraestrutura da Universidade;
- g) manter acessos, logradouros, parques e jardins da Universidade;
- h) desenvolver atividades de projeto e manutenção das redes de energia elétrica.

A SUINFRA, como mostra a figura 10, é subdividida em duas vice-superintendências, a de Obras e a de Manutenção, as quais coordenam as atividades da entidade, em todos os campi da Universidade (UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL, 2010d). Nesse trabalho, foca-se apenas nos setores que trabalham diretamente com os Edifícios Históricos da UFRGS, que são a Prefeitura Campus Centro, e o Departamento de Projetos e Obras Centro.

---

<sup>10</sup> Entrevista feita dia 20 de abril de 2010 com a Eng. Claire Rotta Sebben, atualmente chefe do Departamento de Projetos e Obras.



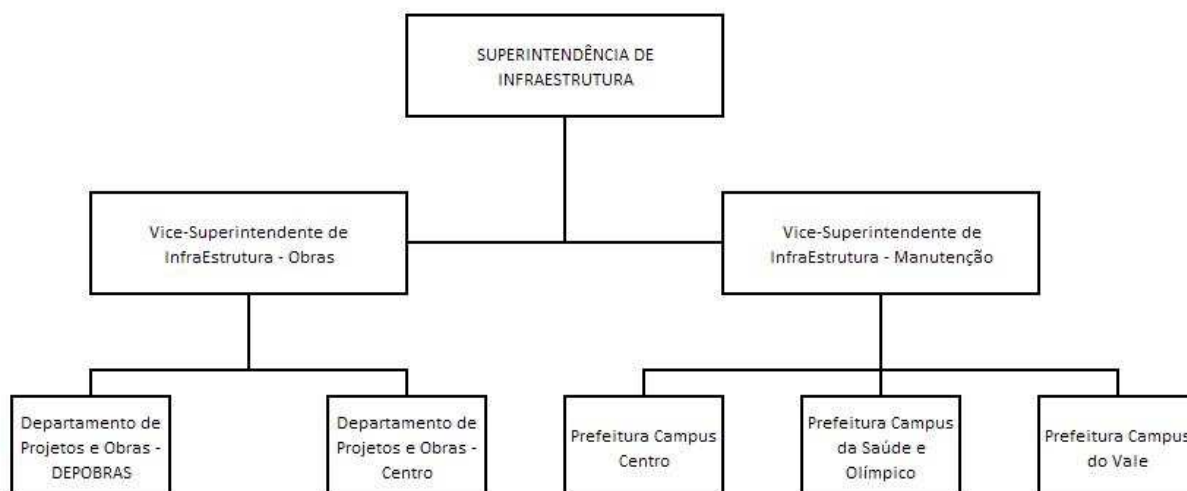


Figura 10: Estrutura da SUINFRA

### 5.1.1 Prefeitura Universitária

Existem três Prefeituras Universitárias, a do Campus Centro, a do Campus do Vale e aquela que abrange os Campi Saúde e Olímpico. Cada uma delas é responsável pela execução de serviços de manutenção predial e possui autonomia em decisões nas respectivas áreas de atuação, visando uma maior agilidade no atendimento das solicitações (UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL, 2010e). Essas atividades são listadas a seguir:

- a) manutenção hidráulica e elétrica;
- b) pintura;
- c) carpintaria;
- d) vidraçaria e persianas;
- e) pequenas obras e recuperações de alvenaria;
- f) manutenção (fiscalização) de elevadores e das caldeiras dos restaurantes universitários (RU);
- g) serviços de conservação e limpeza.

Todavia, pode-se dizer que o sistema de manutenção na Universidade possui falhas. Primeiramente, pois todos os incentivos captados já possuem uma aplicação específica, não sendo possível usar qualquer recurso na manutenção dos edifícios. Outro problema enfrentado

pela Universidade, referente a edifícios históricos, é a falta de mão de obra própria. Toda execução dos serviços é responsabilidade de empreiteiros, o que impossibilita a Universidade de treinar esses profissionais a terem um maior conhecimento sobre as necessidades dos seus prédios (informação verbal<sup>11</sup>).

### **5.1.2 Departamento de Projetos e Obras**

O departamento de projetos e obras é responsável pelas atividades que seguem (UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL):

- a) identificação das necessidades e obtenção de dados das Unidades da Universidade;
- b) definição de locais e topografia;
- c) estudos preliminares;
- e) estimativas de custo;
- f) anteprojetos arquitetônicos;
- g) memoriais descritivos;
- h) projetos estruturais, elétricos, telefônico e hidrossanitários;
- i) orçamentos estimativos;
- j) encaminhamentos para aprovação;
- l) fiscalização de obras.

## **5.2 SECRETARIA DO PATRIMÔNIO HISTÓRICO**

A Secretaria do Patrimônio Histórico (SPH) foi fundada em 1999, com o objetivo de viabilizar a recuperação dos Edifícios Históricos da UFRGS. É regida pela sua secretaria

---

<sup>11</sup> 11 Entrevista feita dia 20 de abril de 2010 com a Eng. Claire Rotta Sebben, atualmente chefe do Departamento de Projetos e Obras.

administrativa, que responde por questões legais e burocráticas. Sob essa, subdivide-se em quatro frentes, sendo elas listadas abaixo (informação verbal<sup>12</sup>):

- a) Secretaria Executiva – responsável pela captação de recursos junto à secretaria de cultura e doadores. Responde também pela divulgação dos projetos, busca de parceiros e prestações de contas dos projetos de captação;
- b) Departamento de Educação Patrimonial – responsável pelo desenvolvimento de ações que visam desenvolver a consciência da necessidade de conservar o patrimônio histórico e cultural da UFRGS, através de cursos, mostras e seminários, voltados tanto para o público interno (capacitação de pessoal envolvido com a administração dos espaços e sua conservação) como para a comunidade em geral;
- c) Departamento de Projetos – incumbido da produção de projetos de revitalização dos edifícios históricos. Também tem a responsabilidade de pesquisar, documentar e arquivar qualquer tipo de informação histórica, referente ao patrimônio da Universidade;
- d) Departamento de Obras – tem como principal função a fiscalização de obras, dando, além disso, o apoio técnico necessário na montagem das licitações, com especificações técnicas, quantificações e orçamentos. Apoia, também, a Secretaria Executiva nas prestações de contas dos projetos de captação.

Ao longo dos anos, devido ao bom contato da SPH com órgãos voltados a preservação, entre eles o Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional (IPHAN), e a Secretaria da Cultura do Rio Grande do Sul, o espectro de atuação aumentou. Hoje, a SPH não somente viabiliza a recuperação de Edifícios Históricos, mas também auxilia qualquer setor da Universidade a entrar em contato ou a conseguir verba com esses órgãos (informação verbal<sup>13</sup>).

### **5.2.1 Organização e Armazenamento de Dados**

A SPH tem uma organização específica quanto ao manejo e armazenamento de dados, que podem ser por meio de fotos ou pranchas do projeto. Apesar de ter um espaço no banco de dados da Reitoria da Universidade, a quantidade de material é tão grande, que o

---

<sup>12</sup> Entrevista feita dia 27 de abril de 2010 com o Eng. Luiz Francisco Perrone, arquiteto diretor do Departamento de Obras da Secretaria do Patrimônio Histórico da UFRGS e ex-prefeito do Campus Centro.

<sup>13</sup> Entrevista feita dia 27 de abril de 2010 com o Eng. Luiz Francisco Perrone, arquiteto diretor do Departamento de Obras da Secretaria do Patrimônio Histórico da UFRGS e ex-prefeito do Campus Centro.

armazenamento passou a ser feito em CDs, para não sobrecarregar o espaço digital reservado a eles (informação verbal<sup>4</sup>).

Durante a produção de um projeto de restauro, a maior quantidade de espaço para informação normalmente pertence ao acervo fotográfico. Isso se dá, pois todas as fotos devem ser digitalizadas com a melhor resolução possível, no caso da necessidade de fazer algum pôster, ou impressão de grande porte delas. Quanto às pranchas de projetos, o tamanho digital é de, em média 1Mb cada item. São produzidas em torno de 150 dessas – 180 quando existe intervenção estrutural – durante um projeto (informação verbal<sup>14</sup>).

### **5.2.2 Diretrizes Adotadas para a Gestão do Patrimônio Histórico pela SPH**

Para embasar suas ações, a SPH obedece a normatizações seguidas internacionalmente por instituições e organizações não-governamentais, como a UNESCO, composta basicamente pelas Cartas Patrimoniais e pela legislação vigente (informação verbal<sup>15</sup>). Segundo UFRGS (2007b), as Cartas Patrimoniais, são documentos oficiais, produto de encontros, com preocupação de preservar o desenvolvimento social, econômico e cultural das nações. São elas:

- a) Carta de Veneza (1933) – aborda a conservação e restauração de monumentos e sítios. Seu objetivo é evitar a deterioração destes monumentos mantendo vivas as obras de arte e o testemunho histórico que elas compreendem. Define a noção de “monumento histórico” como criação arquitetônica isolada, permanecendo indissociável de seu entorno e contexto histórico. Fornece diretrizes sobre conservação, restauração, escavações, e recomenda que os trabalhos de restauração sejam documentados e publicados após sua conclusão.
- b) Recomendações de Paris (1964) – discute sobre a conservação dos bens culturais ameaçados pela execução de obras públicas ou privadas. Considera a necessidade de harmonizar a preservação do patrimônio cultural com as transformações exigidas pelo desenvolvimento social, político e econômico das cidades contemporâneas. As recomendações feitas em Paris têm como objetivos principais estabelecer critérios, aos Estados-membros da Organização das Nações Unidas (ONU), para a proteção de seus bens culturais quando

---

<sup>14</sup> Idem

<sup>15</sup> Entrevista feita dia 27 de abril de 2010 com o Eng. Luiz Francisco Perrone, arquiteto diretor do Departamento de Obras da Secretaria do Patrimônio Histórico da UFRGS e ex-prefeito do Campus Centro.

expostos a situações de risco perante o empreendimento de obras de pequeno, médio ou grande porte, públicas ou privadas.

- c) Convenção de Paris (1972) – aborda a proteção do patrimônio mundial, cultural e natural. Tendo em vista as ameaças de desaparecimento e destruição do patrimônio mundial e o decorrente empobrecimento cultural das nações, a Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura (UNESCO) recomenda aos Estados-membros identificar, proteger, conservar e valorizar os bens contidos em seus territórios a fim de transmiti-los às futuras gerações. Para isto a Convenção classificou estes bens em “patrimônio cultural” e “patrimônio natural”.
- d) Recomendações de Nairóbi (1976) – aborda a salvaguarda dos conjuntos históricos e sua função na vida contemporânea. A UNESCO reconhece que os conjuntos históricos fazem parte do ambiente cotidiano dos seres humanos e constituem a memória do passado. Por serem fruto da cultura das nações, os conjuntos históricos representam o símbolo de sua expressão cultural ante o panorama da uniformização e despersonalização que enfrentam as cidades contemporâneas.
- e) Declaração do México (1985) – debate as políticas culturais. A conferência mundial do Icomos apresenta a realidade mundial como um ambiente de profundas transformações no qual a ciência e a técnica vêm modificando o modo de vida do homem. Como uma forma de adaptar-se a este perfil, a Declaração do México tem o objetivo de fortalecer as sociedades através da valorização da diversidade cultural dos povos, sugerindo a democratização cultural com vistas à soberania nacional. O discurso avança para o campo do esclarecimento, afirmando-o como forma de proporcionar capacidade intelectual ao indivíduo, a fim de reconhecer em si e nos outros povos o patrimônio comum da humanidade.
- f) Carta de Brasília (1995) – constitui-se um documento regional do Conesul sobre autenticidade. Os países integrantes do Conesul criaram este documento regional com o objetivo de reforçar sua identidade embasados em sua diferente realidade dos países de longa tradição como nações. A Carta de Brasília e a realidade sul-americana afirmam a autenticidade de nossa identidade regional como patrimônio cultural, à medida que se configura como fruto de sua concepção original, sendo o autêntico tudo aquilo que é verdadeiro e sobre o qual não há dúvidas, concluímos que identidade é tudo aquilo que nos pertence.
- g) Recomendações de Paris (2003) – discute a salvaguarda do patrimônio cultural imaterial. A Convenção estabelece a definição de “patrimônio cultural imaterial” como sendo a forma de identidade e continuidade dos traços culturais de determinada comunidade em suas representações, práticas, expressões, conhecimentos e técnicas. Sugere também que sejam adotadas políticas educacionais como meio de transporte para o reconhecimento, o respeito e a proteção destes bens.

Outras ações regulamentadoras da SPH estão contidas na própria legislação de onde o edifício se encontrar. Os documentos aplicados ao caso da UFRGS são descritos a seguir:

- a) Decreto 3.179, de 21 de setembro de 1999 – discorre sobre as sanções aplicáveis às condutas e atividades lesivas ao meio ambiente. Através desse decreto, instituem-se multas para aqueles que destruírem, mutilarem, alterarem os aspectos das edificações, picharem ou grafitarem, proporcionais aos danos sofridos pelo bem. Tais sanções podem variar de R\$1.000,00 a R\$500.000,00 dependendo da infração cometida, levando em conta o valor material e cultural do bem (BRASIL,1999).
- b) Lei 10.098 de 02 de dezembro de 2000 – aborda o acesso universal de pessoas portadoras de necessidades especiais. Conforme Brasil (2000) seu Artigo 1º estabeleceu normas e critérios para promover acesso universal aos portadores de necessidades especiais em espaços públicos, mobiliário urbano, edifícios e meios de transporte. Em seu Artigo 2º conceitua acessibilidade, barreiras, elemento de urbanização, mobiliário urbana entre outros (BRASIL, 2000).
- a) Lei 11.525, de 16 de setembro de 2000 – declara integrante do patrimônio cultural do Estado os prédios históricos da UFRGS. Essa lei foi criada com a finalidade de proteger o patrimônio cultural da UFRGS localizados na cidade de Porto Alegre, nos Campi Centro e do Vale (RIO GRANDE DO SUL, 2000).

Dentre os edifícios históricos existentes, o Castelinho foi escolhido devido a seu tamanho (menor que os demais), devido ao tempo limitado para a produção do modelo em BIM e também pela proximidade dele com o curso da Engenharia Civil. No próximo capítulo será demonstrado um histórico sobre essa edificação, seguido dos resultados da modelagem em BIM.

## 6 CASO ESTUDADO: O CASTELINHO

Para que se possa demonstrar a utilização da tecnologia BIM na gestão e manutenção de edifícios históricos, deve-se entender algumas questões referentes à forma como esse caso foi estudado. Primeiramente, deve-se salientar a ausência de um modelo já existente o qual pudesse ser usado como exemplo, dando um caráter exploratório a esse estudo. Sendo assim, decisões tomadas durante a execução desse trabalho resultaram em dificuldades não previstas. Este trabalho, busca, assim, documentar qualquer imprevisto, servindo como referência a trabalhos futuros.

Neste capítulo será exposto como o caso estudado foi montado. A divisão dele se dá, sucessivamente, pelo histórico dessa edificação e pelo porquê da escolha do Castelinho para esse trabalho, suas características e o material já existente usado como base para o estudo e, finalmente, a caracterização e modelagem do projeto compatível a tecnologia BIM.

### 6.1 O CASTELINHO

Localizado na Avenida Osvaldo Aranha, foi inaugurado no ano de 1906 – juntamente com o Château – foi construído, para abrigar as atividades do, hoje denominado, Instituto Parobé. Nesses prédios ofereciam-se aulas de cursos primários, preparatório e de artes e ofícios, sendo filhos de operários e crianças carentes o seu público alvo (UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL, 2007b)

Consta na mesma fonte que, no Castelinho, ficava a seção de mecânica e o gabinete do diretor do Instituto. Os estudantes ali preparados realizavam serviços para os diversos institutos da Escola de Engenharia e particulares. A Escola revertia a remuneração desses serviços parte para sua manutenção, parte era depositado em uma poupança e entregue ao estudante na conclusão do curso. Na figura 11, uma foto do edifício nessa época.



Figura 11: Castelinho - um dos primeiros registros fotográficos (UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL, 2010a)

O mesmo autor ainda ressalta que em 1928 encontravam-se nesse edifício a Biblioteca da Escola de Engenharia, o Departamento de Energia Nuclear da Escola de Engenharia e, após um tempo sem utilização, passou a ser utilizado pelo Núcleo Orientado para a Inovação das Edificações (NORIE).

Intervenções foram executadas ao longo da década de 90, entre elas, a subdivisão do pé-direito em dois pavimentos, a inserção de uma laje de concreto, a troca ou restauro de portas e de esquadrias e a instalação de ar-condicionado. Essas modificações não foram feitas em conformidade com as cartas de restauração existentes, e essa, provavelmente, é a causa de o edifício não ter sido tombado pelo Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional (IPHAN) em 1998. Atualmente, é classificado como patrimônio cultural do Estado do Rio Grande do Sul (informação verbal<sup>16</sup>).

---

<sup>16</sup> Entrevista feita dia 27 de abril de 2010 com o Eng. Luiz Francisco Perrone, arquiteto diretor do Departamento de Obras da Secretaria do Patrimônio Histórico da UFRGS e ex-prefeito do Campus Centro.



## 6.2 PROJETOS E MATERIAIS DISPONÍVEIS

Como já salientado anteriormente, entre os programas utilizados pela SPH, existe um baseado em CAD e um de modelagem 3D. Não há vinculação entre eles, sendo impossível utilizar essas informações de forma integrada.

O conjunto de documentos do Castelinho possui apenas arquivos CAD, e foi quase que exclusivamente criado após as reformas dessas últimas duas décadas. Sendo assim, todo ele já contém as modificações feitas nos anos 90, como as estruturas de concreto e uma laje extra.

Além das pranchas em CAD, existe uma vasta documentação fotográfica dos períodos anteriores à reforma, durante e após a mesma, mostrando o desenvolvimento das atividades de forma satisfatoriamente completa.

O nível de detalhamento de plantas e cortes, como mostra a figura 12, é altíssimo, sendo impossível, pelo menos nesse trabalho, alcançar a mesma complexidade no modelo. Por outro lado, no entanto, o projeto inteiro consiste em cento e trinta e três pranchas, sendo que dessas, muitas possuem informações repetidas, em uma organização pouco racional, podendo facilmente confundir os profissionais.

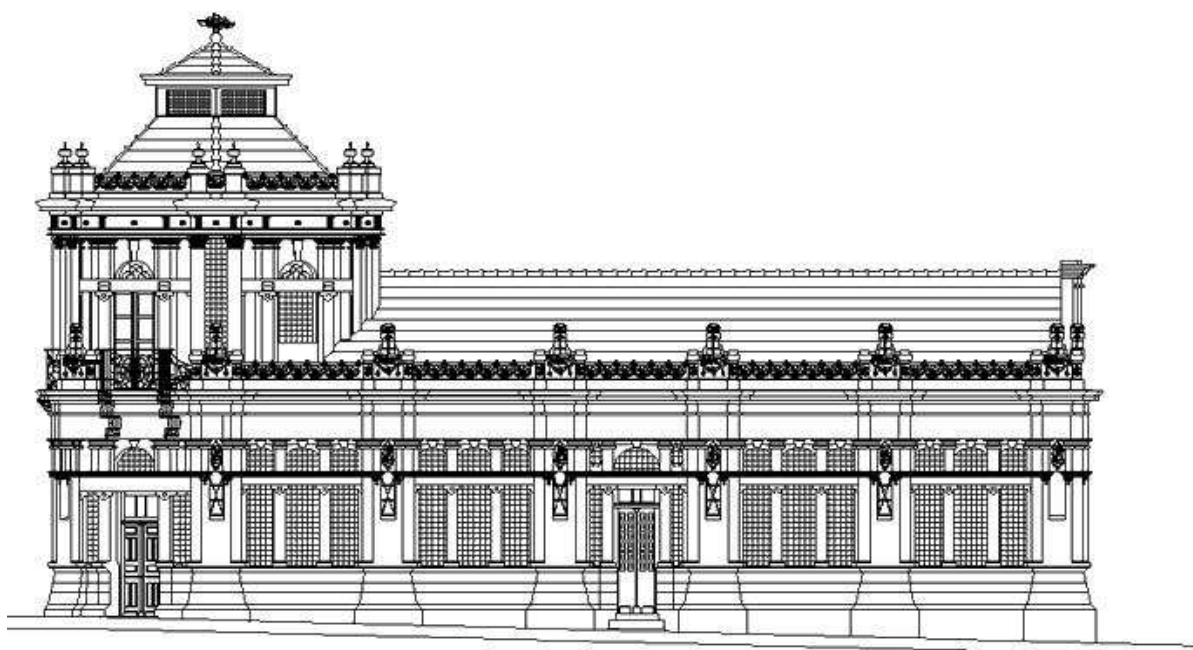


Figura 12: Castelinho - fachada frontal (UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL, 2010a)

## 6.3 CARACTERÍSTICAS DO MODELO COMPATÍVEL À TECNOLOGIA BIM

Nesse subitem são descritas as características do modelo compatível à tecnologia BIM, os programas utilizados para a sua criação foram o *Revit Architecture®* e o *Revit Mechanical/Electrical/Plumbing®, da Autodesk®*.

### 6.3.1 Determinação de Objetos

Pelo fato da tecnologia BIM ser inteiramente baseada em objetos (isso é, passa-se a não mais trabalhar com linhas formando desenhos geométricos representativos, e sim prototipagem virtual de paredes e esquadrias, por exemplo), a grande diferença, reside na possibilidade de atribuir características aos objetos. Por exemplo, uma parede deixa de ser um apanhado de linhas e passa a ter, além de forma, informações atreladas a ela. A figura 13 mostra como as atribuições dessas características foram feitas nesse trabalho. Na tabela à direita da figura encontram-se as camadas criadas em uma parede, as quais correspondem ao detalhamento ilustrado à esquerda. Os números circulos em vermelho correspondem às espessuras determinadas, que equivalem 30 cm de alvenaria, 2 cm de reboco interno e 2,5 cm de reboco externo, mais 2,5 mm de tinta em cada lado da parede.

A caracterização dos objetos pode ser feita em todos os objetos do modelo, como esquadrias, lajes e tetos. A validade dessa determinação se dá quando ligada à criação de listas, como estimativas de custo e de material. Por computar automaticamente qualquer mudança que possa ocorrer no modelo, essas estimativas são atualizadas em tempo real, sendo extremamente útil na determinação da viabilidade do projeto.

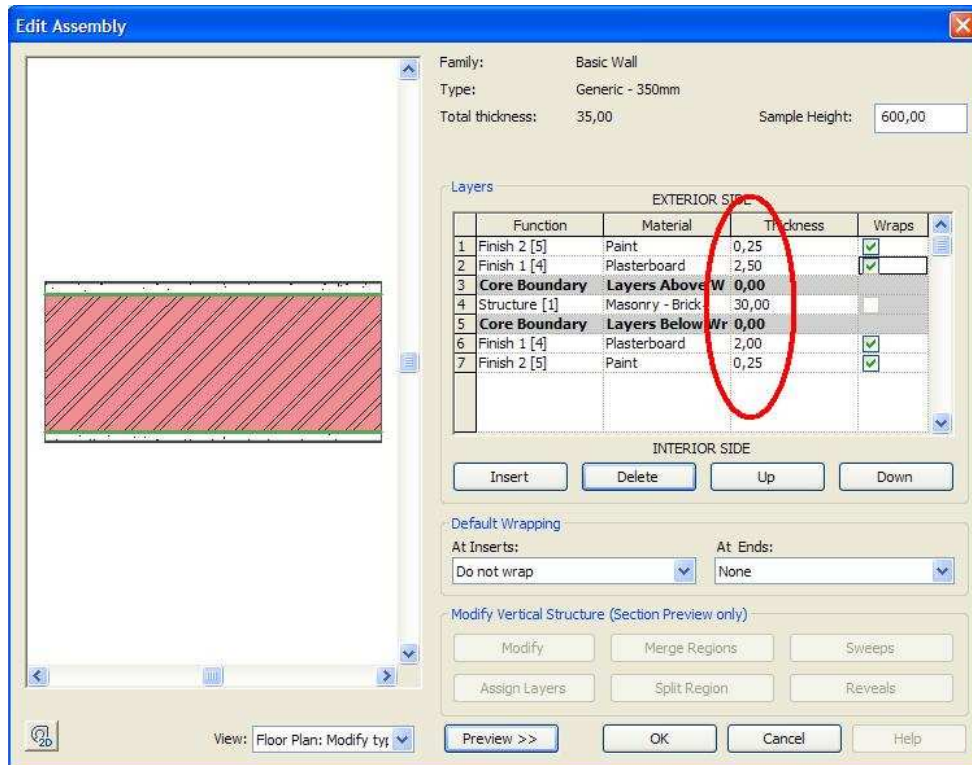


Figura 13: determinação de características do objeto

### 6.3.2 Modelagem

Uma peculiaridade de modelar com a tecnologia BIM é o fato de que tudo que se cria é caracterizado, o que é uma vantagem, como mostrado no item acima. Porém, isso cria uma certa necessidade de adaptação da parte do usuário. Quando trabalhando em uma prancha baseada em CAD, o usuário tem por objetivo construir uma determinada figura representativa, sem se preocupar exatamente quais ferramentas do programa devem ser utilizadas para se alcançar isso. Em BIM, ao contrário, deve-se ter muito cuidado precisamente nas ferramentas utilizadas para se alcançar determinada forma.

Por exemplo, ao se desejar a criação de um pilar, deve-se saber qual ferramenta específica usar. E não usar a ferramenta de criação de parede na forma geométrica de forma necessária que pareça ilustrativamente um pilar, pois quando levantamentos forem feitos, baseados no modelo, os dados não serão coerentes e o pilar seria incluído na contagem de paredes.

Apesar de parecer bastante óbvio, quando se está trabalhando com uma edificação um pouco maior, a chance de confusão torna-se bastante grande. Evitar erros assim é possível apenas tendo mais tempo de experiência e domínio sobre o programa computacional utilizado.

### **6.3.3 Informações Extraídas**

Por ter informações ligadas entre si, a criação de plantas e cortes se dá simultaneamente a criação do modelo 3D. As modificações feitas em qualquer ângulo de visualização são atualizadas automaticamente em todo projeto. Para a demonstração desse tema, a figura 14 planta baixa do castelinho com 2 cortes diferentes.

O número de vistas possíveis a serem criadas é ilimitado. O corte, a planta ou o detalhamento de qualquer parte da edificação pode ser detido instantaneamente. A preocupação, deve ser a verificação do nível de detalhamento do modelo, que deve ser suficientemente alto, dependendo da necessidade do usuário.

Além da informação gráfica, listas de dados podem ser extraídas do modelo. Entre elas, levantamentos quantitativos, seja de objetos – como esquadrias – ou volume de argamassa, por exemplo. Na figura 15 está um exemplo.

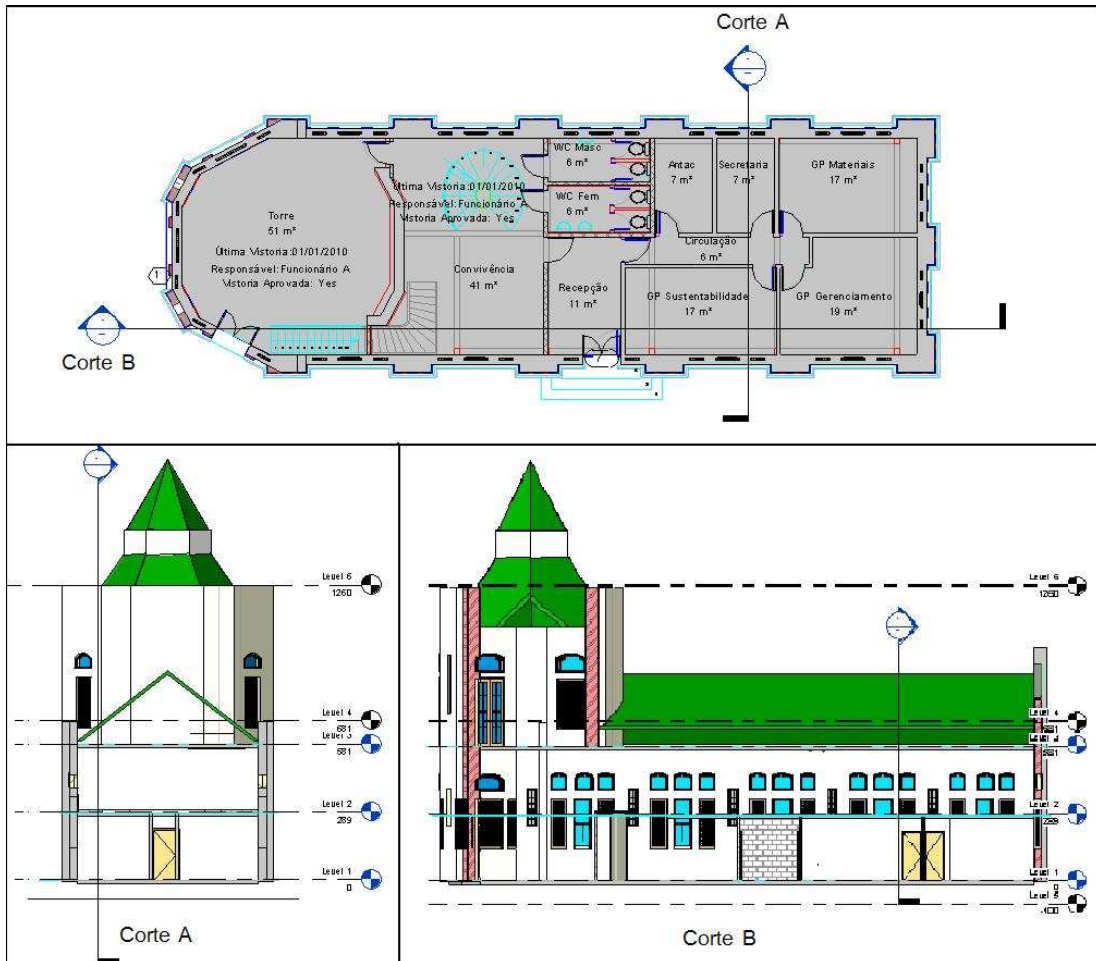


Figura 14: planta e cortes do Castelinho

Os levantamentos presentes na figura 15 são apenas quantitativos, pois não possuem o valor unitário de cada peça, que poderia gerar uma lista de custos. Todavia, sendo o foco desse trabalho edificações já construídas, não se procurou saber o quanto foi gasto. Essas listas têm valor em obras novas e reformas, aonde o projetista pode fazer o levantamento unicamente do que será construído.

### 6.3.4 Adição Posterior de Informações

A adição de informações ao projeto pode ser feita a qualquer momento, inclusive após a conclusão da modelagem, abrindo a possibilidade de agregar informações referentes a alterações ou dados obtidos ao longo da vida útil da edificação. A quantidade de modificações

é relativa à necessidade do usuário, podendo essa ser criada dentro de objetos, como esquadrias e paredes, ou em salas, dependendo da necessidade.

| Wall Material Takeoff |           |       |                |                  |         |
|-----------------------|-----------|-------|----------------|------------------|---------|
| Type                  | Family    | Area  | Material: Area | Material: Volume | Volume  |
| Generic - 350mm       | Basic Wal | 15 m² | 15 m²          | 4,63 m³          | 5,40 m³ |
| Generic - 350mm       | Basic Wal | 15 m² | 31 m²          | 0,69 m³          | 5,40 m³ |
| Generic - 350mm       | Basic Wal | 15 m² | 31 m²          | 0,08 m³          | 5,40 m³ |
| Generic - 350mm       | Basic Wal | 15 m² | 15 m²          | 4,61 m³          | 5,38 m³ |
| Generic - 350mm       | Basic Wal | 15 m² | 31 m²          | 0,69 m³          | 5,38 m³ |
| ...                   | ...       | ...   | ...            | ...              | ...     |
| Generic - 680mm       | Basic Wal | 5 m²  | 10 m²          | 0,21 m³          | 3,07 m³ |
| Generic - 680mm       | Basic Wal | 5 m²  | 10 m²          | 0,02 m³          | 3,07 m³ |
| Generic - 680mm       | Basic Wal | 2 m²  | 2 m²           | 1,16 m³          | 1,25 m³ |
| Generic - 680mm       | Basic Wal | 2 m²  | 4 m²           | 0,09 m³          | 1,25 m³ |
| Generic - 680mm       | Basic Wal | 2 m²  | 4 m²           | 0,01 m³          | 1,25 m³ |
| Generic - 680mm       | Basic Wal | 2 m²  | 2 m²           | 1,16 m³          | 1,25 m³ |
| Generic - 680mm       | Basic Wal | 2 m²  | 4 m²           | 0,09 m³          | 1,25 m³ |
| Generic - 680mm       | Basic Wal | 2 m²  | 4 m²           | 0,01 m³          | 1,25 m³ |
| Grand total: 117      |           |       |                |                  |         |

| Window Schedule  |  |       |        |       |
|--|--|-------|--------|-------|
| Family   | Type                                     | Width | Height | Count |
| data-content-cad-revit-str-2009-Metric Library-Architectural-Windows-M_Archtop with Trim | 86x66                                    | 86    | 66     | 10    |
| data-content-cad-revit-str-2009-Metric Library-Architectural-Windows-M_Archtop with Trim | 86x66 2                                  | 58    | 66     | 2     |
| data-content-cad-revit-str-2009-Metric Library-Architectural-Windows-M_Archtop with Trim | 86x66 3                                  | 45    | 66     | 4     |
| M_Archtop with Trim  | 137 x 50cm                               | 137   | 60     | 8     |
| data-content-cad-revit-str-2009-Metric Library-Architectural-Windows-M_Archtop with Trim | 0610 x 0610mm                            | 66    | 66     | 20    |
| Impervia_Series-Contemporary_Double-Hung   | Impervia_Series-Contemporary_Double-Hung | 44    | 162    | 13    |
| 7d0b0216cadb65b02f426a02f763de32-interior window with array and welded joinery - lt_     | Norie J1                                 | 66    | 220    | 26    |
| 7d0b0216cadb65b02f426a02f763de32-interior window with array and welded joinery - lt_     | Norie J2                                 | 45    | 220    | 4     |
| 7d0b0216cadb65b02f426a02f763de32-interior window with array and welded joinery - lt_     | Norie J3                                 | 137   | 220    | 4     |
| 7d0b0216cadb65b02f426a02f763de32-interior window with array and welded joinery - lt_     | Norie J5                                 | 38    | 360    | 2     |
| PGT SH3000   | Type 1                                   | 86    | 220    | 9     |
| PGT SH3000   | Type 4                                   | 58    | 220    | 2     |
| Grand total: 104   |  |       |        |       |

Figura 15: levantamentos quantitativos

A forma como a informação relativa aos cômodos do Castelinho está demonstrada na figura 16a, podendo ela ser criadas singularmente ou em grupos. Nesse exemplo, dois grupos foram criados, sendo o primeiro composto pelo nome e a área quadrada das salas e o segundo pela data da ultima vistoria, o seu responsável e a sua aprovação, caso haja. Além disso, quando os itens de vistoria não estiverem sendo usados, podem ser desligados separadamente das informações básicas.

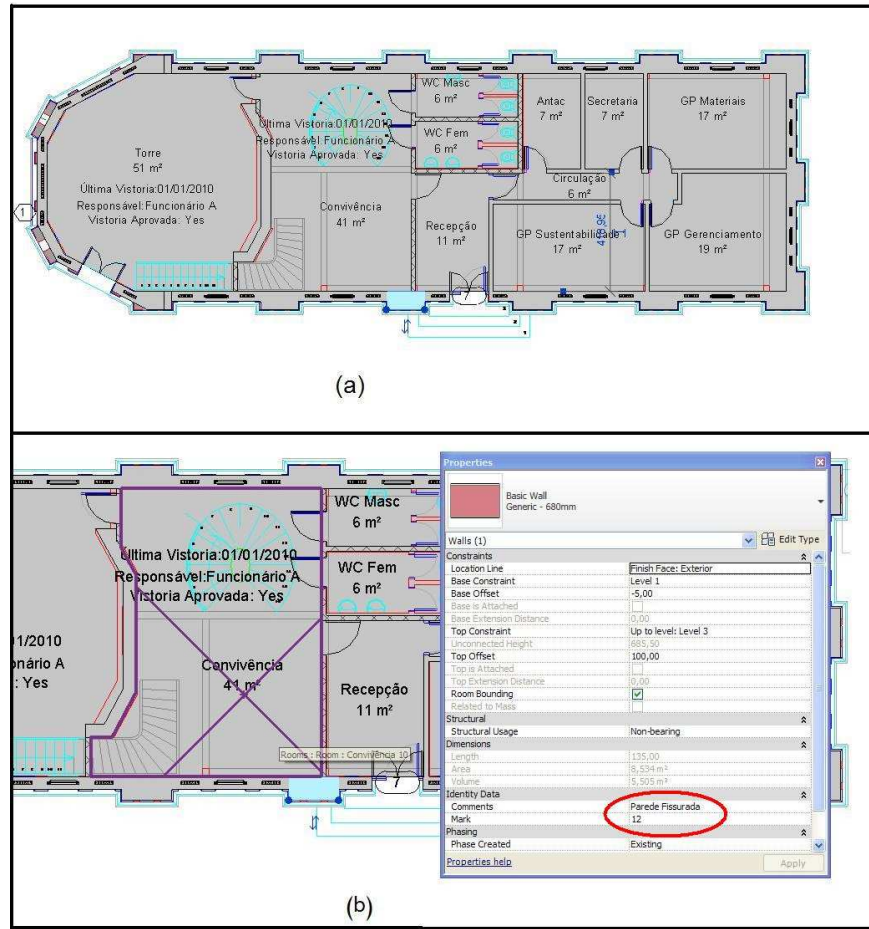


Figura 16: informações em salas e informações em objetos

Na figura 16b, são demonstradas as informações adicionadas a objetos, no caso, uma das paredes do projeto. A finalidade desses itens é de acrescentar informações sobre detalhes observados, seja na estrutura ou qualquer outro objeto. Se anotadas em papel, ou em alguma planilha eletrônica desassociada ao modelo, essas observações correm um risco maior de serem perdidos.

### 6.3.5 Interoperabilidade entre Programas

Uma das vantagens mais celebradas de se trabalhar com a tecnologia BIM é a possível interoperabilidade entre profissionais. Isso é, profissionais de diferentes áreas, envolvidos em um mesmo projeto podem utilizar o mesmo arquivo, evitando assim incompatibilidade de informação trocada. Para haver essa compatibilidade perfeita, no entanto, seria necessário que

todos profissionais envolvidos no processo tivessem acesso a essa tecnologia, algo pouco provável atualmente.

Todavia, havendo essa interoperabilidade entre alguns profissionais-chaves, a dinâmica da execução do projeto já muda consideravelmente. Para exemplificar essa afirmação, no protótipo do Castelinho foram adicionados dados arquitetônicos e hidráulicos. Na figura 17a, pode-se visualizar a adição dos sanitários, enquanto na figura 17b, o projeto arquitetônico sendo aberto logo após, já com as alterações atualizadas.

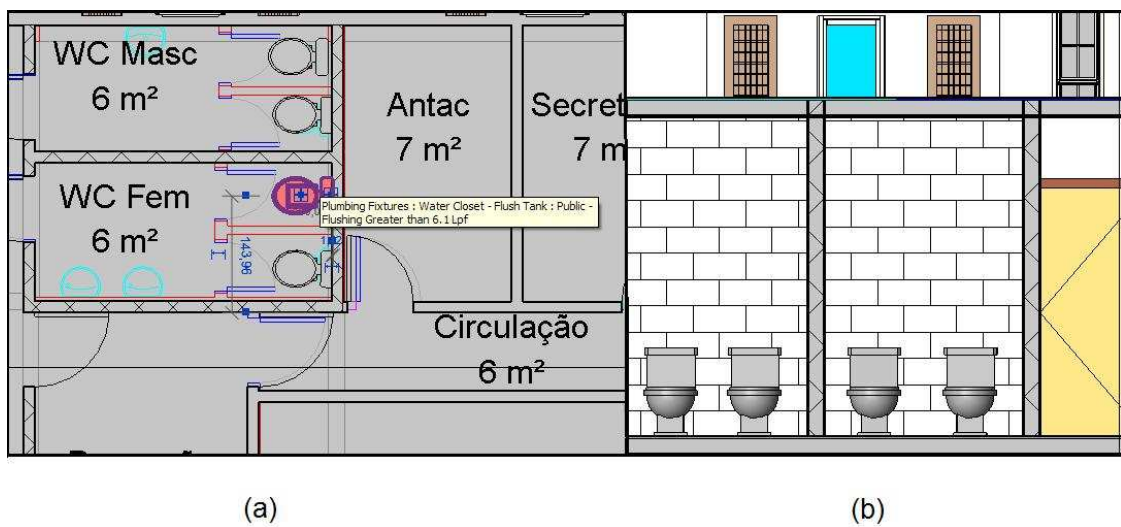


Figura 17: adição de sanitários por um programa seguido pela visualização automática em outro

Como medida para manter a coerência do modelo, um relatório de todas as interferências existentes entre projetos pode ser acessado por todos integrantes, verificando assim, se alguma inconsistência foi causada devido a alguma modificação feita. A vantagem de ter esse controle eletrônico é a garantia da detecção de todas as falhas de projeto, de forma rápida e automática. A figura 18 mostra o relatório de interferência acusando inconsistência entre uma parede e um cano.



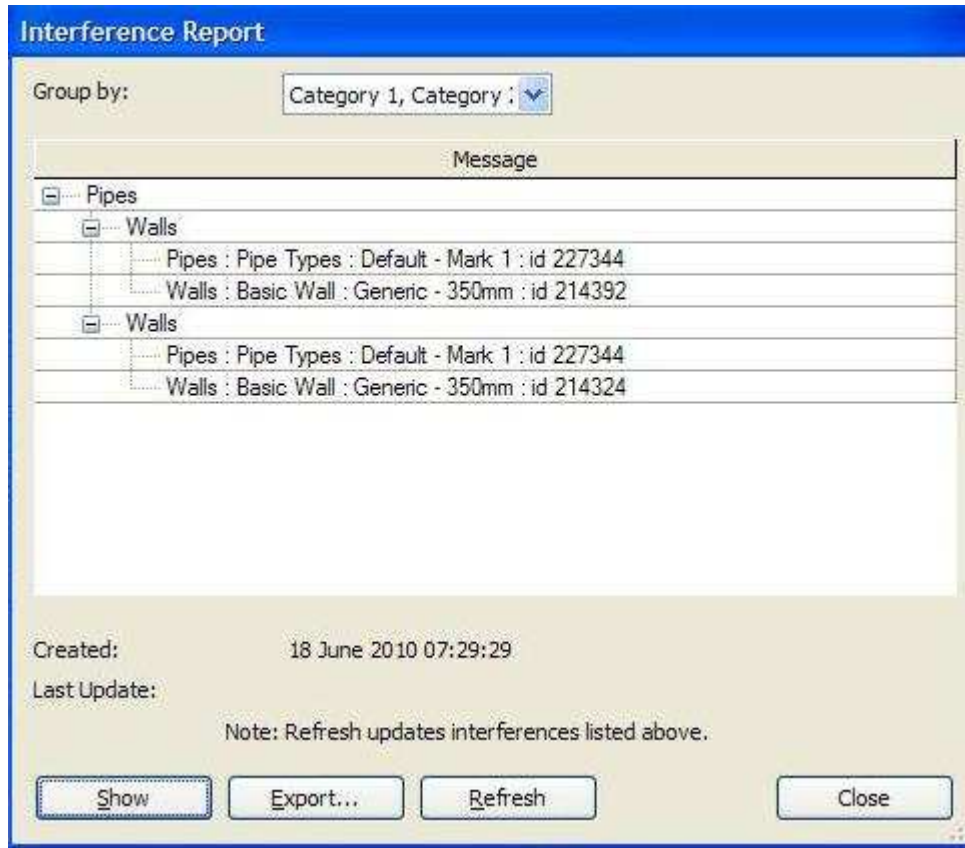


Figura 18: relatório de interferência detectando inconsistência entre projetos arquitetônico e hidráulico

Nesse trabalho, porém, não foi possível avaliar a grau de interoperabilidade entre programas de diferentes empresas, obrigando todos profissionais envolvidos no modelo a adquirirem produtos dessa mesma empresa. A limitação que isso representa é considerável, uma vez que a não ser que haja uma única marca no mercado, profissionais deverão aprender a lidar com vários programas diferentes, ou se limitarem a trabalhar apenas com uma parcela do mercado para poder utilizar a tecnologia BIM.

#### 6.4 CONSIDERAÇÕES FINAIS DO CASO ESTUDADO

Quanto ao estudo sobre a forma como são feitas a gestão e manutenção dos edifícios históricos da UFRGS, não necessariamente precisariam ser feitas com a implantação de uma nova tecnologia. Apenas estudando os processos implicados nessa atividade, aplicando formas mais racionais de trabalho usando a mesma tecnologia, boa parte dos objetivos propostos por essa pesquisa poderiam ser alcançados. Porém, com a introdução da tecnologia

BIM, propõe-se uma revolução na forma como hoje se lida com a gestão e a manutenção destes edifícios, transformando não só a relação do edifício com seus gestores, mas também com seus usuários.

Por ser uma tecnologia ainda em desenvolvimento, algumas limitações foram encontradas em sua aplicação. A primeira, e mais crítica, foi a incompatibilidade existente entre programas de diferentes empresas. A interoperabilidade que se propõe na bibliografia mundial, não foi ainda efetivamente alcançada.

Quanto ao nível de detalhamento, citado anteriormente, pode-se dizer que, durante a concepção do modelo, esperava-se caracterizar objetos em níveis que se aproximassem ao máximo possível da realidade. Porém, dadas as dificuldades de adaptação e aprendizagem dos programas computacionais, somado ao prazo para entrega dos resultados, optou-se pela simplificação do projeto arquitetônico. Passou-se a admitir, então, um nível detalhamento mínimo necessário para as partes envolvidas na gestão e manutenção dos edifícios.

Futuramente, havendo a necessidade ou o interesse dos envolvidos em projetos futuros, o detalhamento ser altamente apurado. Os níveis alcançados, todavia, dependem do tempo disponível a essa atividade e do acesso a ferramentas auxiliares.

## 7 ANÁLISE DOS RESULTADOS

Nesse capítulo é proposta uma comparação entre a tecnologia atualmente utilizada na atividade de gestão e manutenção com o resultado obtido com o estudo de BIM. Para melhor compreensão dessa análise, o capítulo foi dividido em subitens, sendo que foram abordadas, separadamente, a questão da produção dos projetos feitos pela Universidade, a organização e armazenamento de dados da SPH e, por fim, a manutenção das edificações.

### 7.1 PRODUÇÃO DE PROJETOS DE RESTAURO

Por ser uma entidade federal, a UFRGS possui procedimentos e processos burocráticos que exigem informações específicas quanto à captação de recursos e sua utilização. A ordem de criação e apresentação de dados exigidos pela Universidade, assim, são determinantes na forma como projetos são concebidos e quais informações devem ser informadas.

Como já citado anteriormente nesse trabalho, o processo para a captação de recursos começa com a criação de um pacote de projetos, para que se consiga fazer levantamentos de material e mão-de-obra, assegurando a viabilidade do projeto. Nesse pacote devem constar plantas, cortes e todo detalhamento necessário para a execução da intervenção. Finalizada a produção do projeto, ele é mandado ao IPHAN, que deve aprovar as intervenções. Não havendo nenhum impedimento, faz-se a planilha orçamentária e a estimativa de custos, seguido do memorial descritivo, ou caderno de encargos, que contém os critérios de execução (informação verbal<sup>17</sup>).

O processo descrito é bastante trabalhoso, existindo frequentemente o agravante da existência de retrabalhos exigidos pelo IPHAN. Mudanças posteriores feitas no projeto já aprovado evidenciam uma deficiência no sistema, ocorrida devido à tecnologia CAD. Com a modificação gráfica, os levantamentos existentes devem ser refeitos. O retrabalho causado por essas modificações torna-se considerável, contando que cada alteração no projeto é refletida

---

<sup>17</sup>Entrevista feita dia 27 de abril de 2010 com o Eng. Luiz Francisco Perrone, arquiteto diretor do Departamento de Obras da Secretaria do Patrimônio Histórico da UFRGS e ex-prefeito do Campus Centro.

em desenhos contidos em diferentes arquivos, aumentando assim a possibilidade de erros ou inconsistências. Para minimizar esse problema, deve-se usar uma tecnologia voltada não apenas à representação gráfica, e sim à interoperabilidade da informação.

A tecnologia BIM apresenta essa característica, por ter como base a parametrização de objetos, isso é, define características às partes do projeto. Portanto, a conexão entre informação e modelo gráfico possibilita que modificações feitas em uma vista sejam atualizadas automaticamente nos desenhos gerados a partir do modelo, o que torna o processo de criação de material mais dinâmico e seguro. Havendo necessidade de mudanças posteriores, todas as informações, como levantamentos, plantas, cortes e detalhamentos são imediatamente atualizadas assim que for modelado a modificação, possibilitando a verificação de orçamentos e quantitativos em tempo real.

### **7.1.1 Modelagem de Objetos**

Antes de analisar a modelagem de objetos no protótipo, deve-se destacar que os envolvidos na produção do caso estudado não passaram por qualquer curso, ou instrução formal sobre os programas computacionais utilizados, devendo ser ponderada a velocidade de sua assimilação com a tecnologia. Por isso, uma série de dificuldades foi encontrada no uso desses programas, principalmente devido ao vasto número de comandos possíveis. Para a utilização profissional dessa tecnologia, é altamente recomendado o treinamento e a prática dos usuários, para que um melhor aproveitamento das potencialidades disponíveis possa ser feito

Referentemente a mesma problemática, detalhes importantes da fachada, como o telhado da torre, molduras e trabalhos decorativos em argamassa, não foram representados fielmente nesse projeto, transferindo-se a omissão gerada, automaticamente para cortes, plantas e detalhamentos específicos. A figura 19a mostra a fachada produzida em CAD pela SPH, enquanto, comparativamente, a figura 19b representa a mesma fachada, porém, muito mais simplificada.

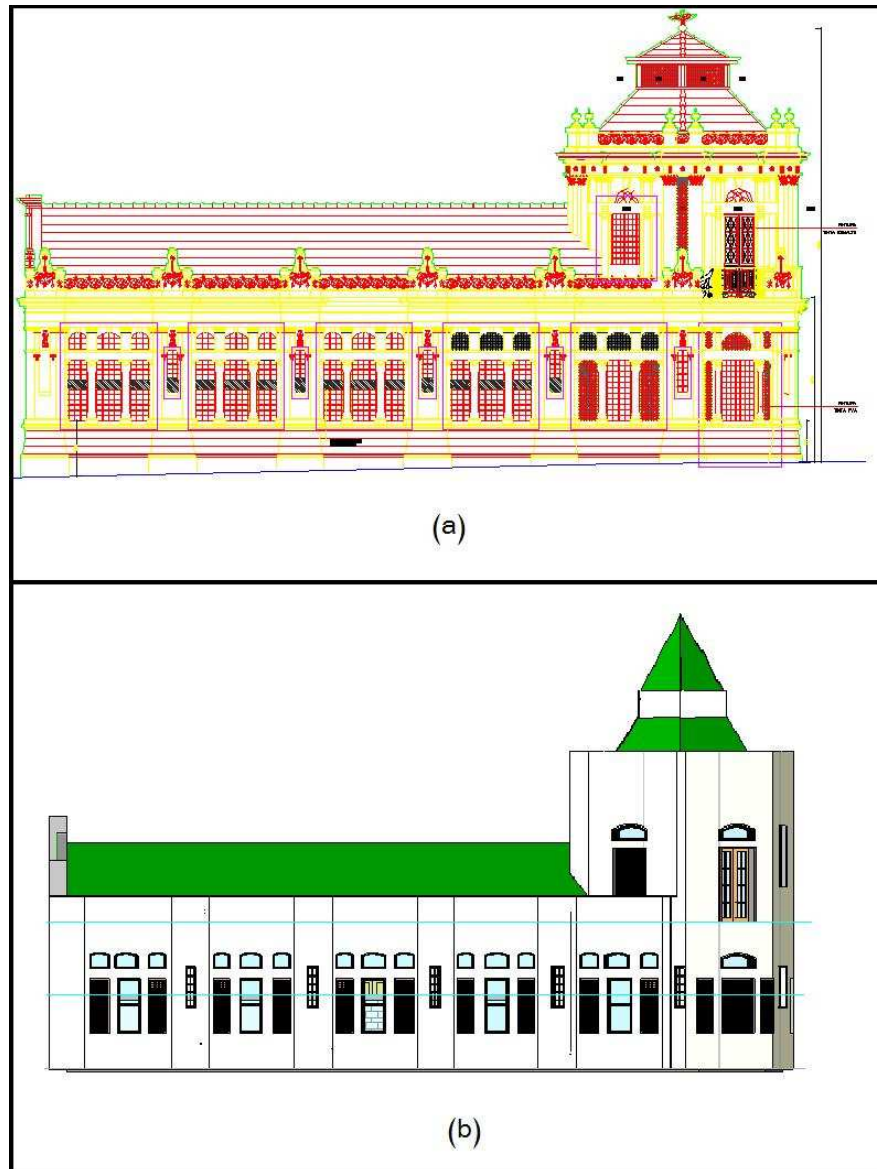


Figura 19: comparação entre o nível de detalhamento do projeto Castelinho da SPH e do projeto do caso estudado

A solução para essa situação, sugerida por Eastman et al. (2008), é a utilização de desenhos em CAD para suporte, para a melhor compreensão desses pontos falhos específicos. Porém, o mau detalhamento do modelo não afeta apenas a geração de pranchas, como também a geração de levantamentos e quantitativos. No subitem abaixo esse assunto será abordado mais especificamente.

### 7.1.2 Geração de Listas Descritivas

Como já abordado no capítulo 6, a quantidade de listas descritivas possíveis de ser criados é vasta, passando por áreas e volumes a orçamentos. Porém, a precisão dessas informações está ligada diretamente ao nível de detalhamento do modelo em questão, isso é, quanto mais fiel à realidade é o modelo, mais apuradas serão as informações dele tiradas.

O nível de detalhamento do caso estudado, como afirmado acima, aproxima-se da realidade, porém, em pontos como o teto da torre e pequenos detalhes da fachada não estão precisos. Outro problema de representação se encontra nas esquadrias, as quais foram tiradas de uma biblioteca pronta. Apesar de visualmente fieis à realidade, têm características de material diferentes das esquadrias reais. Na figura 20 é possível visualizar um exemplo de janela utilizado no modelo do Castelhinho, do qual é possível editar dimensões ou atributos gerais. O modelo apresentado nessa figura se aproxima bastante da realidade visualmente, porém, por ter características diferentes ao modelo real, não pode ser usado como uma fonte precisa de informações.

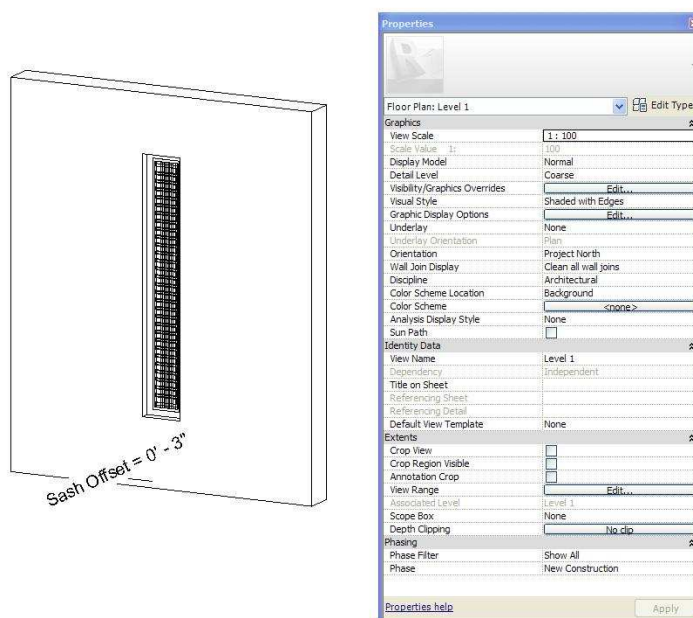


Figura 20: detalhe de esquadria e tabela de propriedade da mesma

Problemas como o acima, segundo Krygiel et al. (2008), são comuns entre usuários em fase de adaptação à tecnologia os quais ainda não possuem uma biblioteca própria de

componentes. O BIM permite a criação desses objetos, porém, o processo de desenvolvimento é trabalhoso, variando conforme o nível de detalhamento desejado.

## 7.2 ORGANIZAÇÃO E ARMAZENAMENTO DE DADOS

Como a grande maioria dos profissionais que trabalha com arquivos em CAD, a organização tanto na SPH quanto na SUINFRA, é feita por pastas de arquivos, ou seja, arquivos de uma mesma versão são reunidos em uma mesma pasta no computador. Todavia, como visto anteriormente nesse trabalho, projetos possuem entre 150 e 180 arquivos cada, o que torna a organização de arquivos computacionais muito mais complexa, se comparado com o que ocorre em BIM.

Nesse trabalho, usando a tecnologia BIM, um único arquivo é necessário para conter todas as informações do projeto, sendo o número de desenhos variável conforme a necessidade do usuário, uma vez que cortes, detalhamentos ou plantas de qualquer área podem ser criados instantaneamente dentro do modelo. A figura 21 mostra um comparativo entre o armazenamento das duas tecnologias.

| ASPECTOS                           | TECNOLOGIA |              |
|------------------------------------|------------|--------------|
|                                    | BIM        | CAD          |
| Quantidade de arquivos por projeto | 1          | 150 a 180    |
| Tamanho por arquivo                | 30 mb      | 2 mb         |
| Espaço ocupado total               | 30 mb      | 300 a 360 mb |

Figura 21:comparativo entre o armazenamento da tecnologia BIM e CAD

Todavia, como mencionado no subitem acima, o detalhamento alcançado no caso estudado foi menor que o existente em CAD, criando uma dificuldade na utilização desse modelo em pontos específicos. A solução dessa dificuldade como sugerida por Eastman et al. (2008), é a utilização, em um primeiro momento, da tecnologia BIM conjuntamente com arquivos auxiliares em CAD, ou outra tecnologia. À medida que a fase de aprendizagem da tecnologia e adaptação passa, o usuário tende naturalmente ao uso exclusivo do modelo em BIM.

Quanto à forma de armazenamento adotada hoje pela SPH e SUINFRA, pouco mudaria com a utilização da tecnologia BIM. Apesar de ocupar muito menos espaço digital que todos os arquivos em CAD somados, o problema enfrentado na alocação de dados se dá devido ao acervo de fotos históricas e técnicas armazenadas em alta resolução, sendo o tamanho das pranchas existentes pouco significativo em comparação.

Analisando, de forma geral, conclui-se que haveria melhorias na implantação da tecnologia BIM quanto à organização dos dados, devido à possibilidade de centralizar todas informações em um arquivo. Porém, no que diz respeito à forma como essa informação é armazenada, pouco mudaria com a utilização de um modelo BIM, uma vez que o espaço digital ocupado pelas pranchas em CAD não é um problema.

### 7.3 GESTÃO E MANUTENÇÃO DOS PRÉDIOS HISTÓRICOS DA UFRGS

Terminada a fase de criação do protótipo, a facilidade de fazer modificações usando a tecnologia BIM destaca-se sobre a forma utilizada hoje, no sistema CAD. Além disso, informações complementares podem ser adicionadas, relativas a vistorias periódicas, ou outras informações desejadas. Há também a opção de acrescentar no modelo observações sobre manutenções executadas, tanto em objetos quanto em espaços.

Quanto às modificações que venham a ser necessárias ao longo da vida útil da edificação, usando a tecnologia BIM, as alterações são feitas uma única vez, na vista que melhor convir ao usuário, sendo esta então automaticamente atualizada em todas vistas existentes no arquivo. Comparativamente, utilizando o método atual, o CAD, as modificações devem ser feitas manualmente em todas as pranchas existentes, como dito antes, um número que varia entre 150 a 180. Manter esse número de arquivos atualizados significa desperdício de tempo e mão de obra, desmotivando as pessoas responsáveis a manter esse conjunto de projetos em dia.

Outra vantagem sobre o método atual de gestão dos prédios históricos da UFRGS é a possibilidade de adição de informações diretamente no modelo, evitando assim utilização de papel para o armazenamento da mesma, minimizando a possibilidade de perda do material coletado, racionalizando o processo. A forma como a adição pode ser armazenada foi



demonstrada no capítulo 6, aonde dois grupos de informações foram criados para ilustrar essa possibilidade, porém a quantidade de itens acrescentados é determinada pelo usuário, proporcionando assim vistorias de rotina mais dinâmicas.

Apesar da diferença demonstrada entre os dois métodos, a potencialidade da tecnologia BIM não está sendo usada por completo nesse trabalho, uma vez que programas específicos sobre gestão de *facilities* poderiam ser usados juntamente com o modelo. Informações como controle de temperatura, alarmes de incêndio, entre outros, poderiam ser agregadas, usando a linguagem específica, compatíveis com BIM. Todavia, como dito antes, a única interoperabilidade alcançada nesse trabalho se deu entre programas de mesma empresa.

## 8 CONSIDERAÇÕES FINAIS E SUGESTÃO PARA ESTUDOS FUTUROS

Este trabalho teve como objetivo principal a apresentação de vantagens e restrições ao uso da tecnologia BIM, comparativamente aos métodos e tecnologias hoje utilizados na UFRGS para gestão e manutenção de prédios históricos. Para fundamentar essa proposta, uma caracterização das verdadeiras possibilidades dessa tecnologia foi necessária, tentando separar quais as verdadeiras potencialidades desse sistema, de ilusões criadas sobre o assunto, dentro da realidade vivida pela instituição. A partir de então, esse conhecimento foi aplicado na criação de um modelo de um dos edifícios históricos da Universidade, o Castelinho.

A opção pela tecnologia BIM se deu pela possibilidade de interoperabilidade entre profissionais, maior consistência de dados e integração de modelos gráficos com informações específicas do edifício em um único arquivo. Porém, nesse estudo ficou claro que essa tecnologia ainda está em um estágio de formação, não sendo possível ainda determinar como o mercado reagirá nos próximos anos às inovações da forma de interação propostas por esse sistema, uma vez que poucos casos reais existem com foco na manutenção de edifícios.

Além da tecnologia utilizada, os procedimentos existentes quanto à gestão e manutenção dos edifícios da UFRGS foram estudados tanto em questões técnicas, quanto burocráticas, de forma à melhor compreender as características dessa atividade. Essas informações foram coletadas por meio de uma pesquisa bibliográfica e, principalmente, por entrevistas com profissionais envolvidos no processo. O resultado desse estudo foi à constatação da falta de incentivos para a gestão e manutenção de edifícios, somado a dificuldades técnicas, devido à falta de mão de obra qualificada e de um sistema de controle mais racional.

Para racionalizar a atividade de gestão e manutenção desses edifícios históricos, foi necessária, além da proposição de uma nova tecnologia, a caracterização do conceito de gestão de *facilities*, que consiste em serviços importantes para a elevação da edificação a uma condição de alto desempenho.

A importância desta caracterização foi o direcionamento das atividades da gestão de *facilities*, adotadas conforme o tipo de empreendimento que o edifício abriga, e as características físicas

do mesmo. Sendo o Castelinho (a edificação em questão) um edifício antigo, abrigando atualmente salas de ensino e escritórios, as necessidades adotadas como prioritárias foram a manutenção de fachada e revisões periódicas do bom funcionamento de salas.

Apenas após a finalização dessa coleta de informações a cerca do tema estudado pode-se começar a modelagem do protótipo tridimensional do Castelinho em BIM. O desenvolvimento foi feito sem a busca de qualquer curso ou instrução formal sobre os programas computacionais utilizados, concluindo que a dificuldade de adaptação ao uso dessa tecnologia não é alta. Os projetos utilizados como base para esse trabalho foram adquiridos com a SPH e com o NORIE.

A modelagem teve partida na parametrização e especificação dos objetos do projeto, como espessura, altura e materiais das paredes e a forma das esquadrias e portas existentes. A importância dessa etapa é dar coerência gráfica ao modelo de acordo com a realidade e, então, poder servir de base de dados para quantitativos e orçamentos criados mais tarde. A precisão desses levantamentos é diretamente proporcional ao nível de detalhamento desses objetos, isso é, quanto mais próximo da realidade for o protótipo, melhor será a qualidade das informações retiradas dele.

Nesse trabalho, houve dificuldade no detalhamento de esquadrias, uma vez que a forma delas no Castelinho é bastante incomum, não foi possível encontrar representações idênticas nas bibliotecas existentes, apenas semelhantes. Apesar de não ser notada visualmente no modelo, essa imprecisão representa uma discrepância dos dados representados com os existentes no edifício real.

Além da dificuldade acima citada, na modelagem da fachada não foi possível criar o telhado da torre e outros pequenos detalhes com precisão. Nesses casos, a imprecisão gerada ficou evidente no modelo tridimensional, sendo ela passada para as plantas e cortes gerados. Por serem partes importantes do edifício, sendo imprescindível o realismo em seu detalhamento, optou-se por utilizar, nesses pontos específicos, o auxílio de pranchas CAD.

Ao final desse trabalho conclui-se que, entre as vantagens detectadas na utilização da tecnologia BIM, destacam-se:

- a) a racionalização do processo de criação de quantitativos e orçamentos, minimizando a quantidade de retrabalho;

- b) a união de informações em um único arquivo;
- c) a adição de informações para manutenções periódicas.

Porém, a interoperabilidade entre profissionais mostrou-se bastante limitada, sendo essa apenas possível entre programas de mesma empresa. Quanto ao nível de detalhamento, ele se mostrou suficiente para a gestão e manutenção dos edifícios, apresentando, porém, problemas pontuais.

Esse trabalho propõe, baseado em Eastman et al. (2008), a adoção de uma estratégia que implique na adesão progressiva dessa tecnologia, a qual deve ser feita primeiramente em caráter parcial, tendo sua utilização em paralelo com o método atual, para que haja uma adaptação progressiva dos profissionais envolvidos. O uso exclusivo dessa, alcançando o máximo de sua capacidade, será possível a partir do momento que mais casos de gestão e manutenção aplicando a tecnologia BIM sejam analisados, gerando, mais informações para estudos futuros.

Duas possíveis pesquisas relacionadas a esse tema são sugeridas abaixo:

- a) o estudo de empresas que já estejam utilizando a tecnologia BIM na gestão e manutenção de edifícios – atualmente estudos envolvendo BIM abordam, em sua maioria, apenas as potencialidades que o uso desse pode vir a trazer para os usuários, levantando as possíveis vantagens. Outras pesquisas estudam casos de concepção e construção de edificações, focando as diferenças que a essa traria às atividades de criação do projeto, mudanças no canteiro de obra e na relação entre contratantes e contratados. Por outro lado, apesar do tema gestão e manutenção ser altamente ligado ao BIM, estudos de casos reais não são facilmente encontrados, diminuindo assim o grau de certeza nas informações ligando esses assuntos.
- b) interoperabilidade entre programas que utilizam a tecnologia BIM – na bibliografia encontrada hoje a respeito da interoperabilidade entre esses programas, fala-se em interoperabilidade universal entre todos os profissionais envolvidos em um projeto e de todos os programas que utilizam essa tecnologia. Todavia, os estudos atêm suas pesquisas a cenários possíveis em um futuro próximo. Nesse trabalho, a utilização conjunta de programas só foi possível entre aqueles provindos de uma mesma empresa. A questão a ser estudada, então, seria a compreensão de por que a interoperabilidade ainda não é possível de forma integral, analisando o que pode ser feito para melhorar isso.

## REFERÊNCIAS

- AMORIM, S. R. L.; PEIXOTO, L. A.; DOMINGUES, L. C. S. M.; NUNES, R. Terminologia: buscando a interoperabilidade na construção. In: WORKSHOP NACIONAL DE GESTÃO DO PROCESSO DE PROJETO NA CONSTRUÇÃO DE EDIFÍCIOS, 2001, São Carlos. **Anais...** São Carlos: Antac, 2001. Disponível em: <[http://www.lem.ep.usp.br/gpse/es23/anais/terminologia-buscando\\_a\\_interoperabilidade\\_na\\_construcao.pdf](http://www.lem.ep.usp.br/gpse/es23/anais/terminologia-buscando_a_interoperabilidade_na_construcao.pdf)>. Acesso em: 5 nov. 2009.
- ANTONIOLI, P. E. **Estudo crítico sobre subsídios conceituais para suporte do planejamento de sistemas de gerenciamento de facilidades em edificações produtivas.** 2003. 241 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Escola Politécnica. Universidade de São Paulo, São Paulo. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3146/tde-10072003-194106/>><sup>18</sup>. Acesso em: 16 nov. 2009.
- BRASIL. Decreto n. 3.179, de 21 de setembro de 1999. Dispõe sobre Sanções aplicáveis às Condutas e Atividades Lesivas ao Meio Ambiente. Brasília, DF, 1999. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/decreto/D3179.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/D3179.htm)>. Acesso em: 16 maio. 2010.
- \_\_\_\_\_. Lei n. 10.098, 19 de dezembro de 2000. Dispõe sobre o Acesso Universal de Pessoas Portadoras de Necessidades Especiais. Brasília, DF, 2000. Disponível em: <<http://www.planalto.gov.br/ccivil/leis/L10098.htm>>. Acesso em: 16 maio. 2010.
- EASTMAN, C. E.; TEICHOLZ, P.; SACKS, R.; LISTON, K. **BIM Handbook: a Guide to Building Information Modeling for Owners, Managers, Designers, Engineers, and Contractors.** New Jersey. John Wiley & Sons, 2008.
- FARIA, R. Construção integrada. **Revista Técnica**, São Paulo: Pini, n. 127, p. 44-49, out. 2007. Disponível em: <<http://www.revistatechne.com.br/engenharia-civil/127/artigo64516-1.asp>>. Acesso em: 17 mar. 2009.
- FERREIRA, F. P. **Gestão de facilities:** estudo exploratório da prática em empresas instaladas na região de Porto Alegre. 2005. 152 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.
- GALLAHER, M. P.; O'CONNOR, A.; DETTBAM, J. L.; GILDAY, L. T. **Cost analysis of inadequate interoperability in U.S. capital facilities industry.** Maryland: National Institute of Standards and Technology, 2004. Disponível em: <[www.bfrl.nist.gov/oae/publications/gcrs/04867.pdf](http://www.bfrl.nist.gov/oae/publications/gcrs/04867.pdf)>. Acesso em: 2 maio 2009.
- HALFAWY, M.; FROESE, T. Building integrated architecture/engineering/construction systems using smart objects: methodology and implementation. **Journal of Computing in Civil Engineering**, v. 19, n. 2, p. 172-181, April 2005. Disponível em: <<http://nparc.cisti-icist.nrc-cnrc.gc.ca/npsi/ctrl?action=rtdoc&an=5210667&article=9>>. Acesso em 18 nov. 2009.

---

<sup>18</sup> no link GF.pdf

JACOSKI, C. A.; LAMBERTS, R. Vetores de virtualização da indústria da construção: a integração da informação como elemento fundamental ao uso de TI. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 9., 2002, Foz do Iguaçu. **Anais...** Foz do Iguaçu: Antac, 2002. Disponível em: <[http://www.labeee.ufsc.br/arquivos/publicacoes/entac2002\\_jacoski.pdf](http://www.labeee.ufsc.br/arquivos/publicacoes/entac2002_jacoski.pdf)>. Acesso em: 15 out. 2009.

KRYGIEL, E.; NIES, B. **Green BIM: successful sustainable design with building information modelling**. Indianapolis: Wiley, 2008.

RIO GRANDE DO SUL. Lei n. 11.525, 25 de setembro de 2000. Institui o Código Estadual o Meio Ambiente. Porto Alegre, 2000. Disponível em <<http://www.al.rs.gov.br><sup>19</sup>>. Acesso em: 16 maio. 2010.

SCHMITT, C. M. **Por um modelo integrado de sistema de informações para a documentação de projetos de obras de edificação da indústria da construção civil**. 1998. 318 f. Tese (Doutorado em Administração) – Programa de Pós-Graduação em Administração. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL. **Manuais do patrimônio histórico edificado da UFRGS: cartas patrimoniais e legislação**. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2007a.

\_\_\_\_\_. **Edifícios Históricos da UFRGS: cartas patrimoniais e legislação**. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2007b.

\_\_\_\_\_. Secretaria do Patrimônio Histórico. **PRÉDIO**. Disponível em: <<http://www.predioshistoricos.ufrgs.br/index.asp><sup>20</sup>>. Acesso em: 12 abril. 2010a.

\_\_\_\_\_. Secretaria do Patrimônio Histórico. **SPH**. Disponível em: <<http://www.predioshistoricos.ufrgs.br/index.asp><sup>21</sup>>. Acesso em: 12 abril 2010b.

\_\_\_\_\_. Superintendência de Infraestrutura. **APRESENTAÇÃO**. Disponível em: <<http://www6.ufrgs.br/suinfra/index.php?page=gerais&id=1>>. Acesso em: 27 abril. 2010c.

\_\_\_\_\_. Superintendência de Infraestrutura. **EQUIPE**. Disponível em: <<http://www6.ufrgs.br/suinfra/index.php?page=gerais&id=2>>. Acesso em: 27 abril. 2010d.

\_\_\_\_\_. Superintendência de Infraestrutura. **PREFEITURAS UNIVERSITÁRIAS**. Disponível em: <<http://www6.ufrgs.br/suinfra/index.php?page=gerais&id=4>>. Acesso em: 27 abril. 2010e.

\_\_\_\_\_. Superintendência de Infraestrutura. **PROJETOS E OBRAS**. Disponível em: <<http://www6.ufrgs.br/suinfra/index.php?page=gerais&id=8>>. Acesso em: 27 abril. 2010f.

---

<sup>19</sup> no link Legislação, clicar em Legislação Federal.

<sup>20</sup> no link PRÉDIO, selecionando a edifícios histórico da UFRGS desejado.

<sup>21</sup> no link SPH

WEISE, A. D.; SCHULTZ, C. A.; TRIERWEILLER, A. C.; ROCHA, R. A. A estratégia, o mercado e as dificuldades do *facility management* no Brasil: perspectivas. **Revista Ingepro**, v. 1, n. 6, p. 16-26, ago. 2009. Disponível em: <<http://www.ingepro.com.br/index.php/ingepro/article/viewPDFInterstitial/91/82>>. Acesso em: 23 nov. 2009.